



---

**Universidad de Valladolid**



**ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES**

**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

**ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES**

**Grado en Ingeniería en Organización Industrial**

**ANÁLISIS E IMPLANTACIÓN DEL  
MODELO DE SUPERMANZANAS EN EL  
BARRIO DE LA RONDILLA**

**AUTOR:**

**CRISTINA BLANCO SAN MIGUEL**

**TUTELADO POR:**

**CARMEN QUINTANO PASTOR**

**ESTEBAN PÉREZ BLANCO**

*Valladolid, 4 de marzo de 2019*



# Agradecimientos

En primer lugar, agradecer a mis tutores el tiempo dedicado, que no ha sido poco.

Agradecer a mi madre por descubrir la existencia de esta carrera, que tantas cosas buenas me ha aportado, también a mi padre y mi hermano por la paciencia, pues en esta carrera de fondo ha habido épocas buenas y no tan buenas.

A todas las personas con las que me he cruzado en la carrera, aquellos que conocí desde el principio, y los que conocí después, a todos los amigos que me llevo, que han hecho de mi paso por la universidad una experiencia inolvidable.

Y sobre todo dar las gracias a Carmen y a Diego, porque es fácil plantearse objetivos, lo difícil es ser constante, y ellos han sido mi mejor equipo, espero que lo sigan siendo toda la vida.



# ÍNDICE

1	Resumen, Introducción, Objetivos .....	1
1.1	Resumen .....	2
1.2	Palabras clave .....	2
1.3	Objetivos del TFG.....	2
1.4	Introducción .....	3
1.5	Organización de la memoria .....	4
2	Teoría del tráfico .....	5
2.1	Introducción .....	6
2.2	Objetivos de la ingeniería de transporte.....	6
2.2.1	Planificación viaria y de transportes.....	7
2.2.2	Ordenación .....	7
2.3	Definición y factores básicos de los que se compone el tráfico .....	8
2.3.1	Intensidad .....	9
2.3.2	Velocidad: .....	11
2.3.3	Densidad:.....	12
2.4	Relación entre densidad, intensidad y velocidad. ....	13
2.4.1	Relación fundamental del tráfico:.....	13
2.4.2	Relación velocidad-densidad: .....	13
2.4.3	Relación intensidad-densidad:.....	15
2.4.4	Relación velocidad- intensidad .....	16
2.5	Otros factores del tráfico .....	17
2.5.1	Capacidad .....	17
2.5.2	Composición .....	18
2.5.3	Distribución.....	19
2.5.4	Niveles de servicio: .....	20
2.5.5	Tiempo de recorridos y demoras.....	22
2.6	Clasificación transporte Urbano de pasajeros .....	22
2.6.1	Por el tipo de servicio.....	22
2.6.2	Por el volumen de viajes:.....	23

2.7	Componentes físicos del sistema de transporte.....	23
2.8	Evolución del sistema urbano de transporte.....	24
3	Análisis del barrio de La Rondilla y el problema de aparcamiento .....	27
3.1	Introducción .....	28
3.2	El barrio de la Rondilla: .....	28
3.3	Población del barrio de la Rondilla .....	30
3.4	Documento PIMUSSVA.....	31
3.5	Población y área .....	32
3.6	Vehículos y aparcamiento.....	35
3.7	Aparcamiento barrio de la Rondilla.....	36
3.8	Análisis numérico del problema de aparcamiento .....	38
3.9	Alternativa al problema de aparcamiento .....	39
3.9.1	Construcción de nuevos aparcamientos .....	39
3.9.2	Aparcamiento nocturno en los institutos .....	40
3.9.3	Aparcamientos automáticos.....	41
3.9.4	Aparcamientos de estacionamiento corto .....	42
3.10	Estudio de la generación de viajes.....	43
3.11	Medios de transporte utilizados en los desplazamientos .....	46
3.12	Matrices Origen-Destino .....	48
4	Supermanzanas .....	51
4.1	Supermanzana .....	52
4.2	Tipos de implantación de Supermanzanas .....	53
4.2.1	Supermanzanas de nueva creación .....	53
4.2.2	Supermanzanas debidas a la renovación urbana .....	54
4.3	Importancia espacios públicos.....	55
4.4	Justificación de la implantación de supermanzanas.....	55
4.5	Aspectos positivos Supermanzanas .....	56
4.6	Complicaciones implantación supermanzanas.....	57
4.7	Solución a las complicaciones generadas.....	58
4.8	Implantación de Supermanzanas en España.....	59
4.8.1	Supermanzanas en Vitoria .....	59
4.8.2	Supermanzanas en A Coruña.....	60

4.8.3	Supermanzanas en Ferrol .....	61
4.8.4	Supermanzanas en Lugo .....	62
4.8.5	Supermanzanas en Barcelona .....	64
5	Simulación Supermanzanas barrio de La Rondilla.....	69
5.1	Matriz Origen-Destino.....	70
5.2	Simulaciones: .....	76
5.2.1	Modelo actual Rondilla .....	76
5.2.2	Modelo 3 Supermanzanas .....	80
5.2.3	Modelo 3 supermanzanas reducción tráfico (30%).....	83
5.2.4	Modelo 5 Supermanzanas .....	85
5.2.5	Modelo 5 supermanzanas reducción tráfico (30%).....	88
6	Conclusiones .....	91
6.1	Tablas resumen .....	92
6.1.1	Situación actual.....	92
6.1.2	Modelo 3 Supermanzanas .....	92
6.1.3	Modelo 3 Supermanzanas reducción tráfico (30%) .....	93
6.1.4	Modelo 5 Supermanzanas .....	93
6.1.5	Modelo 5 Supermanzanas reducción tráfico (30%) .....	94
6.2	Gráficas comparativas .....	94
6.2.1	Sin reducir tráfico.....	95
6.2.2	Reduciendo el tráfico.....	96
6.3	Conclusiones.....	97
7	Estudio económico.....	99
7.1	Introducción .....	100
7.2	Costes directos .....	100
7.2.1	Costes de personal .....	100
7.2.2	Coste de equipos:.....	103
7.2.3	Costes de material: .....	105
7.2.4	Costes totales directos: .....	105
7.3	Costes indirectos .....	106
7.4	Costes totales: .....	106
8	Bibliografía.....	107





# **1 Resumen, Introducción, Objetivos**

## 1.1 Resumen

Durante años se ha enfocado el espacio público de la ciudad al tráfico rodado, cuyo objetivo es desplazarse de un lugar a otro en el menor tiempo posible. Es por esto por lo que el espacio destinado a los peatones ha ido decreciendo desde que aparecieron los primeros vehículos.

Ahora, tomando como ejemplo el barrio de la Rondilla, y con ayuda del software Aimsun, se simulan diferentes escenarios en los que se devuelve a los peatones parte del espacio público, ofreciendo así áreas con menos circulación de vehículos, áreas de conciliación, donde los ciudadanos puedan desarrollarse plenamente. Y analizaremos los datos de tráfico obtenidos con cada modelo, estudiando su posibilidad o no de implantación.

Gracias a la distribución ordenada de los edificios que forman el barrio, podemos simular la implantación de supermanzanas, encauzando el tráfico rodado por vías rápidas y aumentando el espacio de uso para peatones y ciclistas. Reduciendo así el ruido, la contaminación, y aumentando los espacios verdes.

Este trabajo servirá como base para la aplicación del concepto de supermanzanas en diferentes zonas de Valladolid y España.

## 1.2 Palabras clave

Rondilla, Simulación, Supermanzana, Vehículo, Aimsun, Tráfico.

## 1.3 Objetivos del TFG

- Estudio y análisis de la situación actual del tráfico en la Rondilla.
- Introducción del concepto de Supermanzana en el área de estudio para analizar sus posibilidades y visibilizar los beneficios de su implantación.
- Simulación y análisis de distintas propuestas para la implantación del modelo de supermanzanas en la Rondilla, dando respuesta a los problemas encontrados en el modelo actual.

- Establecer un modelo que permita la conciliación entre la movilidad rodada y peatonal, visibilizando la importancia social que tiene el espacio destinado a los viandantes.

## 1.4 Introducción

Con el paso de los años, y ya de manera muy evidente, se ha experimentado un cambio significativo en la distribución de la población dentro de las distintas áreas demográficas. Las ciudades no han dejado de crecer en las últimas décadas, mientras que los pueblos no han dejado de reducir su población.

En el caso de la ciudad de Valladolid, esto conlleva a que la ciudad previamente formada, en la que las distancias no eran muy largas y podían hacerse a pie, bicicleta o transporte público, se va haciendo cada vez más grande, expandiéndose por todo su perímetro a lo largo de los dos ríos de la ciudad. Hasta llegar a la ciudad tal y como es ahora.

Este incremento urbanístico, tanto en área como en población da lugar a varios factores que afectan la movilidad, tanto peatonal como automovilística.

Debido a que la ciudad ya estaba previamente formada y va creciendo por fases, no se puede hacer un plan de ordenación total y óptimo. Ya que los edificios de viviendas construidos, monumentos y resto de espacios urbanísticos no se pueden destruir.

Uno de los principales problemas actuales detectados en Valladolid es el siguiente: lo que antes eran áreas de origen y destino, barrios o zonas residenciales, a los que sólo se dirigían los residentes de esa zona, ahora se han convertido en zonas de paso, ya que se han construido barrios más allá, de modo que ahora son una zona intermedia, la cual hay que atravesar para desplazarse del lugar de residencia al resto de zonas, en especial la zona centro.

Este hecho, hace que las infraestructuras originales se desborden, ya que no estaban pensadas para tal fin.

Por todo esto es necesario realizar un estudio profundo de la zona, en este caso La Rondilla. Haciendo hincapié en las características que sí se pueden controlar. Se puede incidir en los semáforos, la distribución del espacio para cada tipo de desplazamiento (a pie, bicicleta, vehículo privado, transporte público, o los diferentes medios que vayan apareciendo, como el patinete eléctrico).

Considerando que el automóvil se ha convertido en un elemento esencial para la vida, el principal problema observado en la ciudad de Valladolid es el tráfico en hora punta, el cual suele durar entre 15 minutos y una hora. Y los problemas de aparcamiento, dado el aumento exponencial del parque de vehículos, frente a la lenta o nula generación de nuevas plazas de aparcamiento, ya sea en superficie o aparcamiento privado.

## 1.5 Organización de la memoria

En el desarrollo de este trabajo fin de grado se va a proceder de la siguiente manera. Primero unas nociones básicas del tráfico y la movilidad, seguido de un estudio de las Supermanzanas ya implantadas en España, para después fijar el objetivo en el barrio de la Rondilla, explicando las características del barrio, y viendo el porqué de la necesidad de implantar este tipo de reordenación del tráfico en el barrio. Acto seguido, como base principal del trabajo, se desarrollará un capítulo en el que se refleja el estudio realizado mediante el Software Aimsun de las propuestas de implantación. Para finalizar se obtendrán unas conclusiones de este estudio, en base a los resultados obtenidos. Y finalmente se realiza el estudio económico del proyecto.

# 2 Teoría del tráfico

## 2.1 Introducción

Comenzaremos el capítulo definiendo lo que es la ingeniería del tráfico, y todo lo que engloba.

El Instituto de Ingenieros de tráfico de EE.UU. define la ingeniería del tráfico como “la rama de la Ingeniería que trata de la planificación, trazado y funcionamiento de las calles y carreteras, así como de los aparcamientos, terrenos colindantes y zonas de influencia y de su relación con otros medios de transporte. Su objetivo es que el movimiento de personas y mercancías se realice de la forma más segura, eficaz y cómoda”

Como se puede deducir de la definición, su acción principal es asegurar el movimiento tanto de personas como de mercancías. Para ello se tiene muy en cuenta a los peatones.

Es por ello por lo que la ingeniería del tráfico surge en el momento en el que la concentración de vehículos comienza a generar problemas de diversa índole, ya que pone en riesgo la circulación de los peatones. Previo a la aparición de los automóviles, los peatones se desplazaban libremente por las calles. Con la llegada de los vehículos, se decidió desplazar a los peatones a los bordes de la vía o calle, dejando la parte central para los automóviles. Acción que permitía la rápida circulación de estos vehículos recién llegados.

Cuanto más marcada estuviera la separación entre las zonas de automóviles y de peatones, más se reduce el riesgo de accidentes, luego minimizando la interacción entre vehículos y peatones, se reduce el riesgo de accidente, y se aumenta la velocidad a la que se pueden desplazar los primeros.

## 2.2 Objetivos de la ingeniería de transporte

El objetivo de la Ingeniería del tráfico es la ordenación de la circulación y la seguridad vial, así como la obtención del mayor rendimiento posible de las vías ya existentes.

Inicialmente el tráfico era únicamente controlado por la policía, fue durante la segunda mitad del siglo XX cuando empezó a ser tratado desde el punto de

vista de la ingeniería, la cual ahora se ocupa de la planificación, ordenación, desarrollo y regulación del transporte.

## 2.2.1 Planificación viaria y de transportes

Se desarrolla a largo plazo.

Consiste en la planificación de carreteras y calles. Para este aspecto, se necesita un equipo multifuncional e interprofesional con expertos de varios ámbitos. En cuanto a lo que a los ingenieros del tráfico se refiere, estos realizan lo siguiente:

Recogida y análisis de datos, lo que da lugar al completo conocimiento del objeto a tratar, cuanta más información se tenga, mejor será el análisis.

En este caso los Ingenieros desarrollan programas de recogida de datos, y lo más importante, los analizan y contextualizan, ya que los datos no sirven de nada si no se les da un sentido. Tampoco pueden incurrir en la toma de datos innecesarios, ya que esto aumenta el coste y no aporta valor.

Dentro del ámbito del trazado de carreteras y calles, hay que prestar especial importancia sobre todo en las intersecciones y enlaces, pues son los puntos que potencialmente más problemas generan.

## 2.2.2 Ordenación

Se desarrolla a corto plazo, de manera inmediata

El objetivo principal es obtener el mayor rendimiento posible de las vías existentes.

Se trata de que esto sea eficiente, minimizando los costes externos, tales como la contaminación, los accidentes, los atascos... Con el fin de que tanto la circulación de vehículos como de personas sea rápida, económica y segura.

Si hablamos de la organización y ordenación a escala municipal, hay que destacar que, en casi todas las ciudades de más de 100.000 habitantes, e incluso en algunas de menor número, existen serios problemas de circulación

y estacionamiento, al menos durante algunas horas señaladas al día en zonas determinadas.

Estos problemas se agravan con el paso de los años, ya que el parque de vehículos crece cada año y las condiciones físicas de las ciudades mejoran muy poco a poco y a veces, son prácticamente invariables.

Anteriormente, cuando surgía un nuevo problema de ordenación del tráfico, este solía encomendarse a la policía con muy poca o nula intervención de los ingenieros, pero con el paso de los años, es notable como en muchos países se observa la tendencia a que, al aumentar las dificultades, se acude a la Ingeniería de Tráfico, la cual intenta poner solución a todo ellos, no siendo esto posible el 100% de las veces debido a que, no puede resolver muchos de los problemas cuyo origen está en la planificación de la propia ciudad.

## 2.3 Definición y factores básicos de los que se compone el tráfico

El concepto de tráfico puede expresarse como el movimiento constante de alguna cosa por un camino determinado. El caso que nos atañe es el tráfico de automóviles, los automóviles cuentan con vías dispuestas exclusivamente para su tránsito, con el objetivo de crear una estructura de tránsito fluido.

También podemos definir el tráfico como un movimiento en masa, por una vía determinada, en la que existen miles de caminos alternativos.

Una vez definido el tráfico, exponemos los factores básicos, y la relación entre ellos.

El ya conocido fenómeno del tráfico satisface la necesidad humana de movilidad de personas y transporte de mercancías. Por lo que hay varios factores, cuyas características son diferentes, que afectan la demanda del tráfico, estos pueden ser de diversa índole, economía, tasa de paro, precio de combustible, tasa de motorización, políticas de transporte, costumbres sociales, climatología, horario de jornadas laborales, períodos vacacionales entre otros.



Empezaré explicando a grandes rasgos cuales son los dos tipos de circulación que existen estos son la circulación continua, en la cual no existen elementos de regulación fijos externos (semáforos o señales) que obliguen a detenerse a los vehículos. En contraposición con la circulación discontinua, que es la que se da cuando existen elementos fijos que producen interrupciones en la circulación vial, como semáforos o señales de STOP. Este tipo de circulación es la que encontramos en las ciudades.

## 2.3.1 Intensidad

Podemos definir la intensidad como el número de vehículos que pasa a través de una sección fija de carretera por unidad de tiempo.

La intensidad varía sobre todo en función de la demanda, pero también en función de la oferta (capacidad de la vía) que establece el límite absoluto.

Existen varias formas de medir la intensidad, en función de la utilidad posterior que se va a dar al dato. Así podemos medir la intensidad de dos formas en función del periodo temporal,

- Intensidad horaria, medida en Vehículos/hora. Es un indicador de referencia para conocer el estado del tráfico, asociable a la capacidad para conocer el rendimiento de la carretera (intensidad/capacidad)

Este Dato que se utiliza durante el proyecto y ordenación, etapa en la que se gestiona lo siguiente → capacidad de las vías, características de las intersecciones y enlaces, control de tráfico, coordinación de semáforos y ordenación de la circulación. También es ésta, junto con la intensidad infra horaria (15min) la que se utiliza para la gestión del tráfico.

- Intensidad horaria punta: número de vehículos que pasan por una sección durante la hora que se considera representativa de las condiciones de mayor circulación. Magnitud utilizada para determinar el correcto funcionamiento de una calle o vía.

Se calcula con la siguiente expresión.

$$I = V / (\text{intervalo de tiempo} / 1\text{ hora}) = V / (\text{intervalo de tiempo} / 60\text{min}) = V * 60 / \text{intervalo de tiempo} = 60V / \text{intervalo de tiempo en minutos.}$$

Relacionado con el factor de hora punta (FHP) definido como la relación entre el volumen total horario y la intensidad de circulación máxima producida en un periodo de 15 minutos dentro de la hora.

- Intensidad diaria, medida en Vehículos/día. Magnitud más utilizada para caracterizar la intensidad de las carreteras.
- (IMD)Intensidad Media Diaria anual: Número de vehículos que pasan por una sección durante un año dividido entre 365 días.

Este valor es utilizado durante el planeamiento o planificación, etapa que se encarga de lo siguiente→ clasificación de vías, programas de mejora, determinación de tendencias en el uso de las vías, determinación de características geométricas de carácter general, proyectos de señalización e iluminación, diseño geométrico, pavimento, planes de conservación, estudios de demanda.

También estudiando la evolución del IMD a lo largo del tiempo se obtienen oscilaciones cíclicas, las cuales aportan gran información a la hora de planificar. Podemos diferenciar entre los siguientes ciclos:

Ciclo anual (IMD): Variaciones en función del período estival, es sustancialmente notable durante los meses de verano en áreas rurales, frente a los meses de invierno.

Ciclo mensual (IMD): Mayor a primeros de mes, tendencia negativa, menor capacidad adquisitiva y repostajes a final de mes.

Ciclo semanal (IMD): Diferencia entre el tráfico de los días laborables frente a los fines de semana, incremento de tráfico los fines de semana entorno a zonas de ocio.

Ciclo diario (Ih): Curvas horarias, aumento de intensidad en horas punta.

## 2.3.2 Velocidad:

La velocidad es una de las magnitudes más complejas a la hora de definirla, ya que, con un mismo término podemos referirnos a varios conceptos. Podemos referirnos a la velocidad de un vehículo determinado, la de un grupo de vehículos o a una magnitud que tiene simultáneamente en cuenta las circunstancias ambientales y de la vía.

La velocidad de un determinado vehículo puede expresarse de las siguientes maneras:

- Velocidad local: velocidad de un vehículo al atravesar una determinada sección de una vía.
- Velocidad de circulación ( $V_c$ ): se calcula como la distancia recorrida en un tramo determinado dividida por el tiempo en que el vehículo está en movimiento.
- Velocidad de recorrido ( $V_r$ ), o velocidad momentánea ( $V_m$ ): se calcula como el cociente entre la distancia total recorrida en un tramo determinado y el tiempo que transcurre desde el instante en que el vehículo inicia el viaje hasta que llega a su destino, incluyendo las posibles detenciones y retrasos debidos al tráfico.

Las velocidades que también tienen en cuenta las circunstancias de la vía pueden definirse como:

- Velocidad de proyecto: aquella que se toma como base para definir los elementos geométricos de la vía (radios de curvas, horizontales y verticales, distancias de visibilidad y peraltes)
- Velocidad de servicio: velocidad a la que se puede circular por una determinada vía en situaciones atmosféricas favorables, en las condiciones de circulación existentes en cada momento y dentro de unos márgenes razonables de seguridad. Este concepto de velocidad tiene gran interés en la definición de la capacidad y de los niveles de servicio de los distintos tipos de calles y carreteras.

### 2.3.3 Densidad:

La densidad se define como el número medio de vehículos en un tramo de carretera por unidad de longitud para un instante dado. Se representa con la siguiente expresión.

d: densidad de vehículos en un instante n: número de vehículos en la carretera L: longitud de la carretera
--

$$d=n/L$$

La densidad es uno de los factores que miden la calidad de la circulación, ya que, a mayor densidad, la velocidad disminuye, y los conductores han de hacer más maniobras. Cuando la densidad se acerca a su valor máximo, los vehículos circulan muy lentamente y con frecuentes paradas.

De los tres factores básicos, la densidad es el valor más complicado de obtener de las tres magnitudes básicas que definen el tráfico, puesto que para obtenerlo In Situ, se necesitaría observar la vía entera, para poder contar el número de vehículos en el tramo, como esto es muy difícil. Normalmente este dato se calcula a través de los otros dos, puesto que se obtiene el valor de manera mucho más sencilla. Mediante la ecuación de la Relación fundamental del Tráfico.

## 2.4 Relación entre densidad, intensidad y velocidad.

### 2.4.1 Relación fundamental del tráfico:

Esta ecuación relaciona la Intensidad, la Velocidad y la Densidad, que son las tres variables fundamentales del flujo.

$$I = V \times D$$

I: Intensidad de circulación (veh/h)

V: velocidad media de recorrido (km/h)

D: Densidad (veh/km)

Esta relación es válida para todo tipo de vías, aunque el tipo de vía en el que más se ha utilizado es en autopistas (circulación continua).

Gracias a esta relación, las tres magnitudes están ligadas, por lo que conociendo dos de ellas, es fácil obtener la tercera de ellas. Como he comentado más arriba, generalmente se tiene el valor de la intensidad y de la velocidad, y aplicando la ecuación se obtiene el valor de la densidad. Esto es porque la densidad es la magnitud más difícil de obtener.

Es el momento de explicar la relación que albergan estas variables dos a dos:

### 2.4.2 Relación velocidad-densidad:

Adjunto una gráfica de la relación entre la velocidad y la densidad, de modo que es más visual ver su relación.

Observamos como a un aumento de la densidad corresponde una reducción de la velocidad media, hasta llegar a un punto de densidad crítica que corresponde a la máxima intensidad, momento en el que los vehículos están parados.

Cuando el valor de la densidad es muy pequeño, los coches pueden circular muy separados y a gran velocidad, de esta manera el factor que limita su velocidad es el indicador de velocidad de la vía, no el resto de los vehículos que circula por ella.

A medida que el valor de la densidad aumenta, la velocidad disminuye, esto es debido a que con mayor frecuencia se encuentran coches delante circulando a una velocidad inferior.

Es por lo anterior que podemos admitir que la relación entre la velocidad y la densidad es inversa. A mayor densidad menos velocidad, y a menor densidad mayor velocidad.

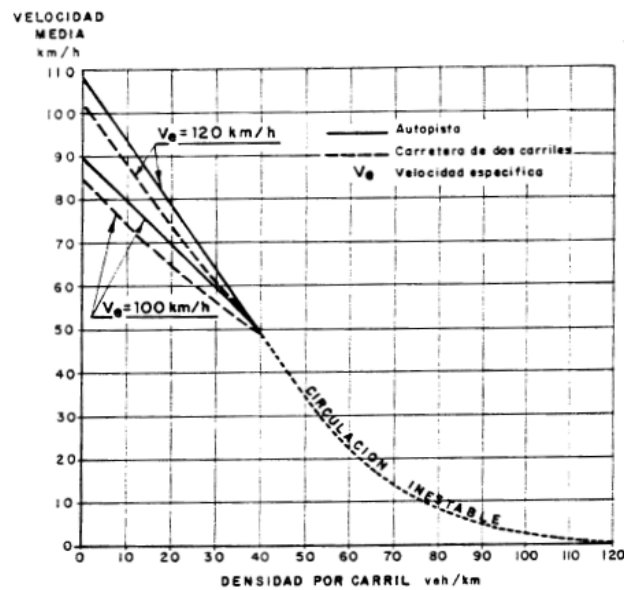


Ilustración 1. Relación velocidad-densidad

## 2.4.3 Relación intensidad-densidad:

Son directamente proporcionales, el máximo lo determina la densidad

\*Capacidad de la carretera: valor máximo de la intensidad para un tramo de carretera.

\*Densidad crítica: valor de la densidad con la que se obtiene el valor máximo de la intensidad (capacidad de la carretera). Una estimación es que suele ser del orden del 30-40% de la densidad máxima.

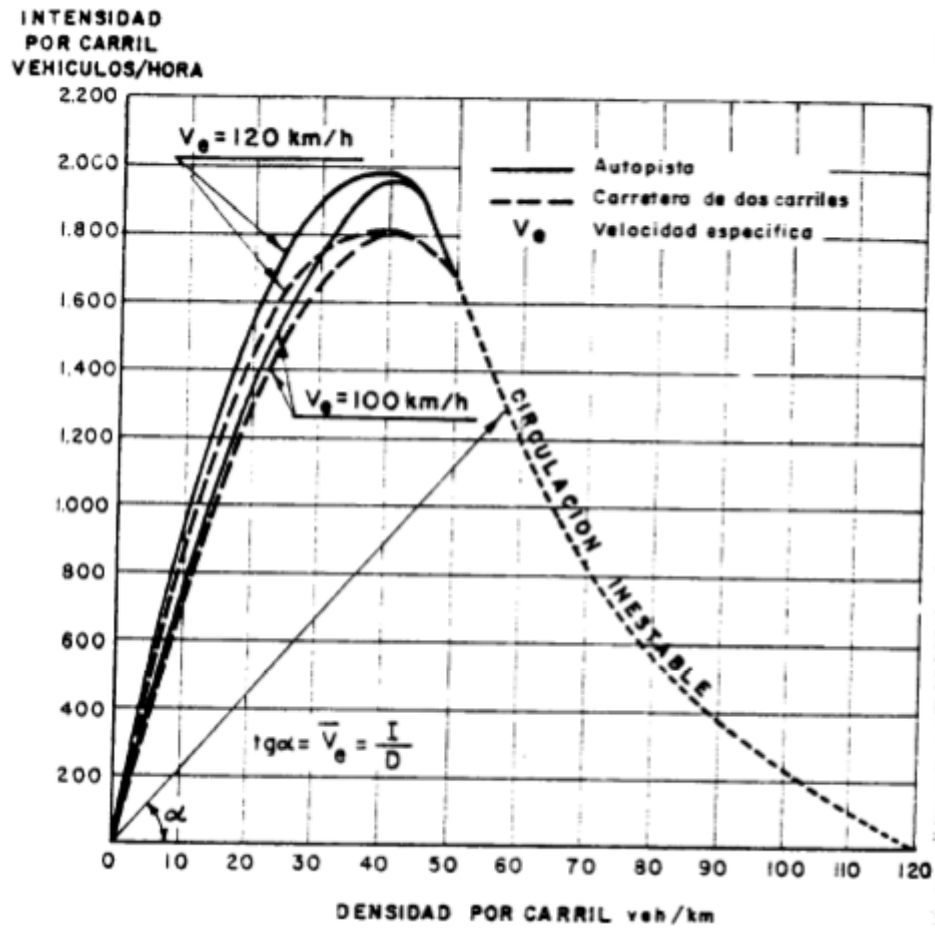


Ilustración 2. Relación intensidad-densidad

De este diagrama podemos obtener la velocidad media, a partir de la pendiente de la gráfica

Como vemos, cuando la densidad es superior a la crítica, la circulación es inestable, lo que supone que se produzcan constantemente paradas y avances, y la velocidad es siempre muy pequeña.

## 2.4.4 Relación velocidad- intensidad

En condiciones estables, estas dos magnitudes son inversamente proporcionales, a baja intensidad, los vehículos pueden ir a la velocidad deseada, a medida que va aumentando la intensidad, la velocidad dependerá de la velocidad de los demás, por lo que disminuye la velocidad media.

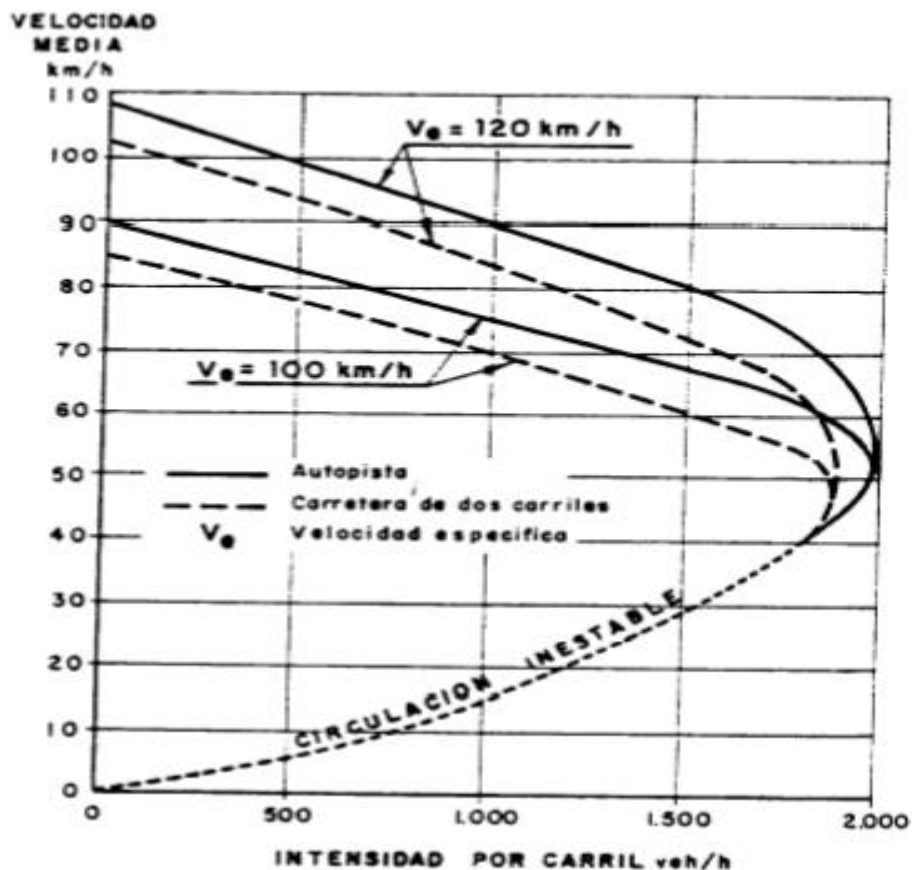


Ilustración 3. Relación velocidad-intensidad



Cuando la intensidad alcanza el valor máximo (punto de densidad crítica, definida en el apartado anterior), la carretera está congestionada (circulación inestable). A partir de ese punto, decrecen tanto la velocidad como la intensidad.

La parte superior del diagrama representa circulación libre y estable, mientras que la parte inferior de la curva representa circulación congestionada e inestable, es por eso que, para cada valor de intensidad se obtienen dos valores de velocidad.

En condiciones de circulación interrumpida o discontinua, condiciones que se dan en vías urbanas con semáforos, es difícil establecer la relación intensidad-velocidad.

Hay que considerar también que la velocidad está condicionada por factores muy distintos: límites de velocidad, progresión de los semáforos o capacidad de intersecciones próximas. Por lo que no solamente evoluciona en función de la intensidad.

## 2.5 Otros factores del tráfico

### 2.5.1 Capacidad

Capacidad teórica: número de vehículos que pueden estar o atravesar una vía en un determinado momento. (veh/hora)

Los factores que pueden limitar esta capacidad son: clima, tonelaje, paradas, potencia, habilidad del conductor.

Capacidad real tiene que ser siempre inferior a la capacidad teórica

Los estudios realizados estipulan que dicha capacidad teórica máxima se encuentra para un flujo de 2000 veh/h a 50 km/h

Gráfica: Capacidad máxima de un carril en diferentes situaciones

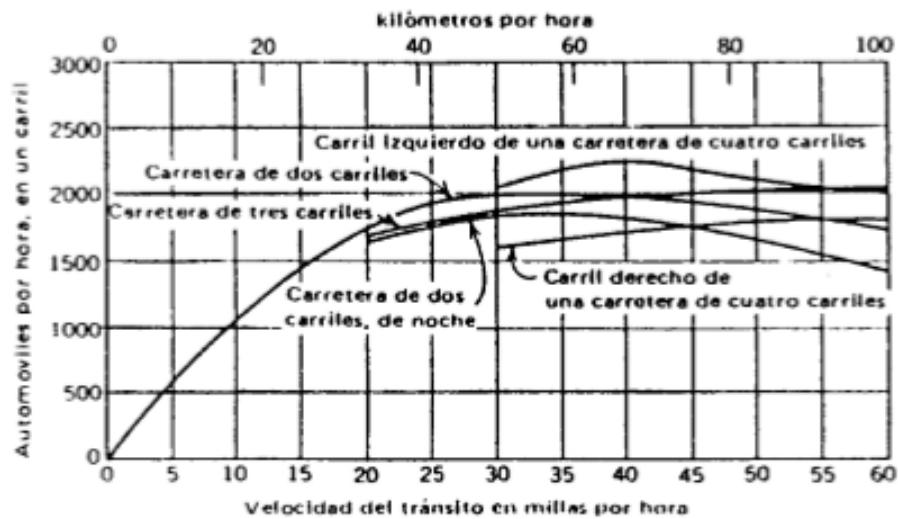


Ilustración 4. Capacidad máxima de un carril en diferentes situaciones

## 2.5.2 Composición

Variable que define la clase o tipo de vehículos que forman la corriente de tráfico, difieren entre sí en función de peso, dimensiones y velocidad. Depende de la función de la carretera que estemos estudiando, y varía con el tiempo. Este factor es muy útil ya que amplía la información del número de vehículos que pasan por una determinada carretera, completándola con el tipo de estos vehículos.

En los estudios españoles se distingue entre 7 tipos de vehículos, estos son: motos, coches, camionetas, tractores, camiones con y sin remolque y autocares.

La media de vehículos pesados que circulan por la carretera depende mucho de dónde esté situada la carretera, en las carreteras dentro de la ciudad el porcentaje de vehículos pesados es menor del 10%, en las carreteras próximas a las ciudades entre 15% y 20%, y en vías interurbanas y destinadas al transporte entre un 20% y un 30%.

## 2.5.3 Distribución

Distribución del tráfico entre diferentes carriles. (Importante a la hora de estudiar la intensidad)

Reparto de los vehículos entre los carriles de los que cuenta la vía. El reparto depende de la intensidad de tráfico total y de la composición del mismo. Por ejemplo, si las calzadas tienen dos carriles para un sólo sentido, cuando la intensidad de tráfico es baja la mayor parte de los vehículos utilizan el carril derecho, mientras que si la intensidad es muy alta se utiliza más frecuentemente el carril izquierdo. Además, la composición del tráfico es muy distinta en estos carriles, ya que en el carril derecho circulan muchos más vehículos lentos que por el izquierdo. Cuando la intensidad de tráfico aumenta, el carril derecho acaba siendo utilizado principalmente por vehículos pesados y vehículos ligeros lentos, mientras que el carril izquierdo lo utilizan preferentemente vehículos ligeros rápidos. Esta distribución de los vehículos, especialmente las condiciones que afectan al carril derecho resultan importantes en ciertas situaciones, como en los enlaces e intersecciones.

En las carreteras de dos carriles y dos sentidos de circulación se suele considerar la intensidad de tráfico total, es decir, la suma de las correspondientes a ambos sentidos. Mientras se consideren intensidades diarias, especialmente la IMD, será aceptable suponer que esta cifra se divide en partes iguales entre ambos sentidos. Por el contrario, cuando se consideran intensidades horarias pueden presentarse grandes diferencias entre sentidos.

En carreteras con calzadas separadas, suele ser normal considerar independientemente la intensidad correspondiente a cada calzada. Dentro de ellas, el tráfico se reparte entre los carriles existentes.

## 2.5.4 Niveles de servicio:

medida cualitativa del funcionamiento de una vía, tiene en cuenta los siguientes factores: velocidad y tiempo de recorrido, interrupciones (número de paradas y su duración), libertad de maniobra, comodidad en la conducción, accesibilidad, frecuencia del servicio (transporte comercial).

Se establecen seis niveles de servicio que comprenden todas las situaciones de tráfico que se pueden producir:

Los niveles de A a D se definen en función de unos límites determinados para la velocidad de servicio y de los índices de servicio i/c. El nivel E corresponde a situaciones próximas a la saturación y el F cuando se rebasa la capacidad de la vía, las condiciones son inestables y la velocidad e intensidad pueden variar considerablemente.

A) Fluida: la velocidad de los vehículos es la que elige libremente cada conductor, Cuando un vehículo alcanza a otro más lento, puede adelantar sin sufrir demora. Condiciones de circulación libre y fluida.

B) Estable: La velocidad de los vehículos más rápidos se ve influenciada por otros vehículos. Pequeñas demoras en ciertos tramos, sin llegar a formarse colas. Circulación estable a alta velocidad.

C) Estable: La velocidad y la libertad de maniobra se halla más reducida, formándose grupos. Aumento de demoras de adelantamiento. Formación de colas poco consistentes. Nivel de circulación estable.

D) Estable intermitente: Velocidad reducida y regulada en función de la de los vehículos precedentes. Formación de colas en puntos localizados. Dificultad para efectuar adelantamientos. Condiciones inestables de circulación.

E) Saturada: velocidad reducida y uniforme para todos los vehículos, del orden de 40-50km/h. Formación de largas colas de vehículos. Imposible efectuar adelantamientos. Define la capacidad de una carretera.

F) Interrumpida: formación de largas y densas colas. Circulación intermitente mediante parones y arrancadas sucesivas. La circulación se realiza de forma forzada.

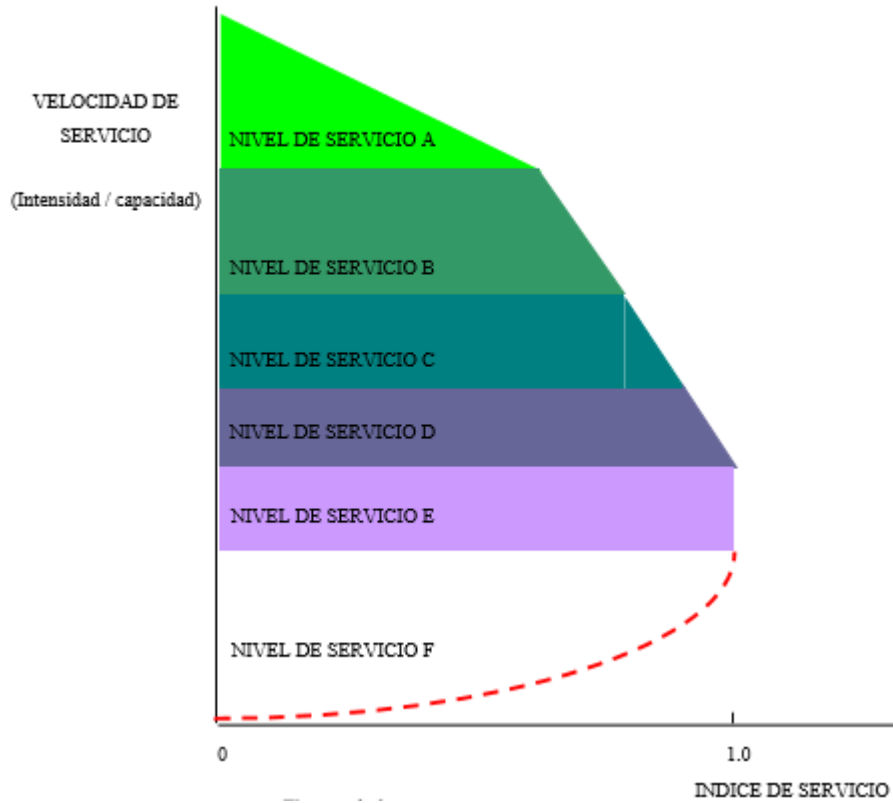


Ilustración 5. Nivel de servicio

## 2.5.5 Tiempo de recorridos y demoras

Tiempo de recorrido: Tiempo empleado por un vehículo en desplazarse entre dos puntos fijos que se encuentran a distancia. Este concepto se utiliza sobre todo en estudios dentro de las ciudades, donde los datos de velocidades instantáneas o locales no tienen sentido, ya que muchas veces el vehículo se detiene.

Velocidad de recorrido: longitud del viaje/tiempo de recorrido.

Demora por detención: tiempo que un vehículo permanece parado en una cola mientras espera para pasar por la intersección.

Velocidad media de circulación: indicador que mide la fluidez de la circulación

## 2.6 Clasificación transporte Urbano de pasajeros

### 2.6.1 Por el tipo de servicio

Transporte privado: se caracteriza por no estar abierto al público en general, no está sujeto a rutas, no depende de ningún horario, y es el usuario el que elige la velocidad a la que circula.

Transporte de alquiler: es un transporte público, lo puede utilizar cualquier persona que pague por el servicio.

Transporte público: es un sistema de transporte que mantienen unos horarios y unas rutas predeterminadas y fijas. La tarifa está establecida de antemano.

A continuación, un cuadro comparativo entre los tres tipos de transporte en función del servicio que prestan.

CARACTERÍSTICAS	Tipo de Servicio		
	Privado	De alquiler	Público
Disponibilidad	dueño	público	público
Proveedor	usuario	chofer	transportista
Determinación de ruta	usuario (flexible)	usuario-chofer	fijo (Estado)
Determinación de horario/servicio	usuario (flexible)	usuario-chofer	fijo (Estado)
Precio/Costo	usuario	tarifa fija	fijo

Por Volumen	Individual	Por Grupo	
			Respuesta a Demanda
	automóvil	taxi compartido	colectivo
	auto compartido	remis	autobús escolar
	bicicleta	Uber	autobús de alquiler
	motocicleta		trolebús
	peatón		tranvía
			metro
			tren ligero
			tren regional
			transporte especializado

Ilustración 6. Comparación del servicio prestado entre los tipos de transporte

## 2.6.2 Por el volumen de viajes:

Transporte individual: persona o grupo de personas organizadas con el mismo destino.

Transporte en grupos: personas que no tienen relación entre sí, y cuyo destino es diferente.

## 2.7 Componentes físicos del sistema de transporte.

Para definir completamente un sistema de transporte, es preciso nombrar los siguientes elementos.

-Vehículo: Es considerada la unidad mínima de transporte, el conjunto de los vehículos se define como parque móvil, concepto con el que se estudia el nivel de motorización de las ciudades.

-Infraestructura: Son todos aquellos elementos que hacen posible el modelo de transporte, paradas, estaciones, garajes, depósitos.

-Red de transporte: conjunto de las rutas que realizan el total de los transportes públicos, así sean, autobús, metro, tranvía...

## 2.8 Evolución del sistema urbano de transporte

En la figura adjunta a continuación esta figura, se puede observar cómo evoluciona el transporte con el crecimiento de las ciudades.

El primer paso nace de un asentamiento humano, donde los habitantes se desplazan de un lugar a otro a pie, puesto que las distancias son cortas.

A medida que las distancias crecen, los que pueden permitírselo, ya sea económicamente o porque cumplen los requerimientos, adquieren una unidad de transporte privada. Antiguamente esto era un caballo o un carro de caballos, ahora puede ser bien una bici, una moto, un coche...

Para dar respuesta a aquellos individuos que no cuentan con transporte privado, surgen las unidades de transporte de alquiler, las cuales permiten desplazarse libremente a todos los individuos (taxi).

A medida que el parque vehicular va aumentando, y la ciudad es cada vez más grande, se estudia el ensanchamiento de las calles y se lleva a cabo.

Acto seguido, aparecen las unidades de transporte público, como pueden ser el microbús, o autobús.

Por último, con el fin de garantizar la seguridad de los peatones, y la posibilidad de desplazarse de manera más rápida los vehículos, surge la separación de los medios de transporte.

Esto se lleva a cabo de dos modos por diferentes motivos.

El primero de ellos es separar al peatón del tráfico rodado, ya que la velocidad que ambos pueden alcanzar difiere mucho, lo que hace inseguro al peatón. De este modo, los vehículos adquieren la propiedad del centro de las vías, mientras que los peatones son desplazados a los bordes de estas.



El otro motivo por el que se separan los medios de transporte es, porque algunos medios necesitan una infraestructura específica: es el caso de los trenes, tranvías y del metro.







PASO	DESCRIPCIÓN	FIGURA	CARACTERÍSTICAS	SISTEMA EN EL MUNDO REAL
1	PEATÓN			Peatones
2	UNIDAD DE TRANSPORTE PRIVADA		Velocidad, comodidad, conveniencia	Automóviles privados
3	UNIDAD DE TRANSPORTE DE ALQUILER		Servicio para todo público	Taxis - Remises - Uber
4	ENSANCHAMIENTO DE CALLES		Capacidad. Nivel de Servicio	Arterias
5	UNIDAD DE TRANSPORTE PÚBLICO		Capacidad. Costo. Comodidad	Autobuses
6	SEPARACIÓN DE LOS MEDIOS DE TRANSPORTE		Confiabilidad. Capacidad. Velocidad del Transporte Público.	Derecho de vía para el Transporte Público separado longitudinalmente

Ilustración 7. Evolución del transporte en las ciudades



# **3 Análisis del barrio de La Rondilla y el problema de aparcamiento**

## 3.1 Introducción

Después de la realización del trabajo de campo del barrio de la Rondilla, en el que contamos con la colaboración de algunos vecinos, y en el que nos adentramos en los asuntos que conciernen al barrio, llegamos a la conclusión de que uno de los mayores problemas con los que cuenta el barrio de la Rondilla, es el problema de aparcamiento, así como el problema de circulación que este genera.

Durante algunas horas del día, conocidas como hora punta, el problema de circulación por el barrio se acentúa, dando lugar a retenciones y tráfico denso. A este problema se une el problema de aparcamiento, el cual tiene lugar durante las 24 horas del día, generando estacionamiento en doble fila durante todo el día, este tipo de aparcamiento, que invade parte de la vía dificulta el tráfico de manera significativa.

Detectados los problemas que dificultan la vida en el barrio, y a partir de los datos recogidos en PIMUSSVA 2016, procedo a desarrollar un estudio.

Empezando por información general sobre el barrio de la Rondilla, y analizando después los datos recogidos de PIMUSSVA.

## 3.2 El barrio de la Rondilla:



El Barrio de la Rondilla cuenta con una superficie de 82 hectáreas, limitadas por unos bordes claros y bien consolidados, estos son: La calle Rondilla de Santa Teresa por el sur. El río Pisuerga por el Oeste. El río Esgeva por el norte. Y Calle Santa Clara y Avenida de Palencia por el Este.

El barrio de la Rondilla se formó a partir de los años 60, aunque de manera más intensa y destacable en los diez años que transcurren desde 1967 hasta 1977. Anteriormente la zona estaba formada por huertas. Durante esa década, parte de la población de Palencia, Zamora y los pueblos de Valladolid, inmigraba a Valladolid ciudad, ya que debido a la expansión industrial que se

estaba llevando a cabo en la ciudad, había gran oferta de trabajo, se aumentó el número de mano de obra requerida, cuya incorporación debía ser rápida.

Esto hecho, dio lugar a la construcción en masa de viviendas, ya que había que ofrecer hogar de manera rápida a las familias que venían del campo y ciudades próximas. La rapidez con la que se tuvo que construir este número de viviendas, da lugar a construcciones marcadas por: ausencia de garajes, baja calidad de materiales, alta densidad (ya que los pisos familiares son pequeños) y ausencia de espacio público.

Lo que sí que se llevó a cabo durante los procesos constructivos del barrio fue ir siguiendo un orden estricto a la hora de construir. Este orden está caracterizado por la ordenación ortogonal. Explicada a continuación:

En la parte Sur, a base de grandes manzanas rectangulares muy largas en sentido Norte-Sur (160-200m con 50-60m de ancho) mientras que en la parte Norte, la proporción y dimensiones están más equilibradas (120\*60m) y están ubicadas perpendicularmente a las anteriores.

Las dimensiones de las vías varían entre los 12 y los 20 m, aunque algunas de las calles interiores cuentan con menos de 12 m. Aspecto muy importante en el desarrollo del proyecto, lo veremos en capítulos posteriores.

Tiempo después se aumentó el número de viviendas en la Rondilla. Durante los años 1998 y 1999 con la construcción de 100 viviendas en suelo municipal destinadas a familias con bajos ingresos, y 80 viviendas más para familia socialmente desfavorecidas.

Por todo lo citado anteriormente, se denomina al barrio de la Rondilla como barrio 'Colmena', ya que todo el suelo está destinado a vivienda (de alta densidad) o vías, las pocas infraestructuras y espacios verdes que se encuentran en el barrio están situadas en un extremo del barrio, parque Ribera de Castilla y son muy posteriores a la construcción masiva de vivienda.

El único ejemplo de un modelo nuevo de construcción es el área del plan parcial Ribera de Castilla, que cuenta con la plaza Ribera de Castilla, único espacio verde libre y abierto en el interior del barrio. Esta plaza atrae gran actividad comercial, y junto con el parque Ribera de Castilla, es el principal espacio de reunión del barrio.



## 3.3 Población del barrio de la Rondilla

Durante años se ha estudiado la población del barrio y a día de hoy, se sigue trabajando en la parte más social del barrio, de manera que se pueda humanizar más la zona. El objetivo principal es el de adaptar el barrio a sus residentes, la población del barrio de la Rondilla difiere mucho con la población de otros barrios de la ciudad, ya que la población de la zona está relativamente envejecida, el 27% de los residentes en la Rondilla son mayores de 65 años, y solo se cuenta con un 9% menor de 15 años

En la tabla siguiente, podemos ver la estructura de la población en la Rondilla, comparada con la estructura de la ciudad de Valladolid de manera global.

Es interesante destacar varios aspectos relevantes, la población está envejecida, con un índice de 27,5 frente al 21,36 en Valladolid, por el contrario, la tasa de juventud es destacablemente menor, con un valor de 34,6 frente al 57,64 de la ciudad de Valladolid en su conjunto.

<b>Índices demográficos</b>	<b>Área</b>	<b>Valladolid</b>
Dependencia	58,7	50,76
Envejecimiento	27,5	21,36
Sobreenvejecimiento	12,8	14,39
Juventud	34,6	57,64
Maternidad	13,5	18,11
Tendencia	88,5	98,35
Reemplazo	76,59	75,96
Infancia	9,51	12,31
Masculinidad	87,18	90,12

*Ilustración 8. Índices demográficos*

## 3.4 Documento PIMUSSVA

El significado de las siglas que componen PIMUSSVA es el siguiente: Plan Integral de Movilidad Urbana Sostenible y Segura de la Ciudad de Valladolid.

Un plan integral de Movilidad Urbana Sostenible y Segura es una herramienta de planificación estratégica, y su fin es concienciar y sensibilizar a los ciudadanos, y a todos aquellos implicados en la movilidad, como pueden ser las empresas y las administraciones públicas.

En este documento se sintetiza y se reflexiona sobre la manera en la que se desplazan los ciudadanos de una determinada área de estudio, en este caso la ciudad de Valladolid. Buscando la manera de implantar o mejorar estas formas de desplazamiento hacia unas más sostenibles, que a su vez sean más seguras y que respeten el medio ambiente, fomentando con ello el crecimiento económico o la cohesión social. El fin último de estos planes estratégicos es siempre mejorar la calidad de vida de los ciudadanos.

Como precedente de PIMUSSVA, en la ciudad de Valladolid se contaba con PIMUVA, cuyas siglas hacen referencia a Plan integral de Movilidad Urbana de la ciudad de Valladolid, con el paso de los años se ha introducido la vertiente de Sostenible y Seguro, que tanta importancia adquiere en la actualidad.

Podemos definir los objetivos principales del plan de movilidad PIMUSSVA como:

Fomento de modos de transporte más eficientes, hacer hincapié en la reducción del consumo de energía, y muy importante también, mejorar los niveles de accesibilidad, seguridad y calidad de vida de los ciudadanos.

Ahora que ya sabemos qué es y los objetivos de PIMUSSVA, vamos a apoyarnos en los datos del documento para proseguir con el estudio que nos atañe.



## 3.5 Población y área

El documento se organiza recogiendo varios datos en tablas y mapas. Para realizar el estudio, se ha dividido la superficie de Valladolid en varias zonas, estas zonas aparecen representadas en el siguiente mapa.

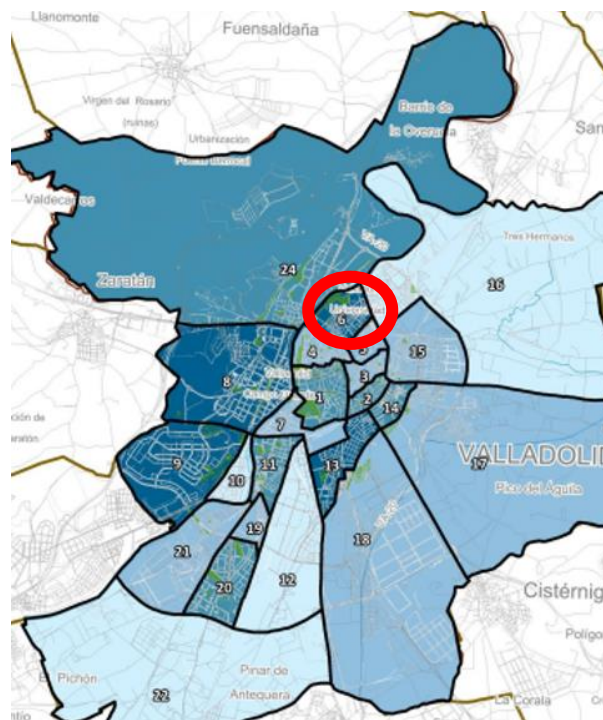
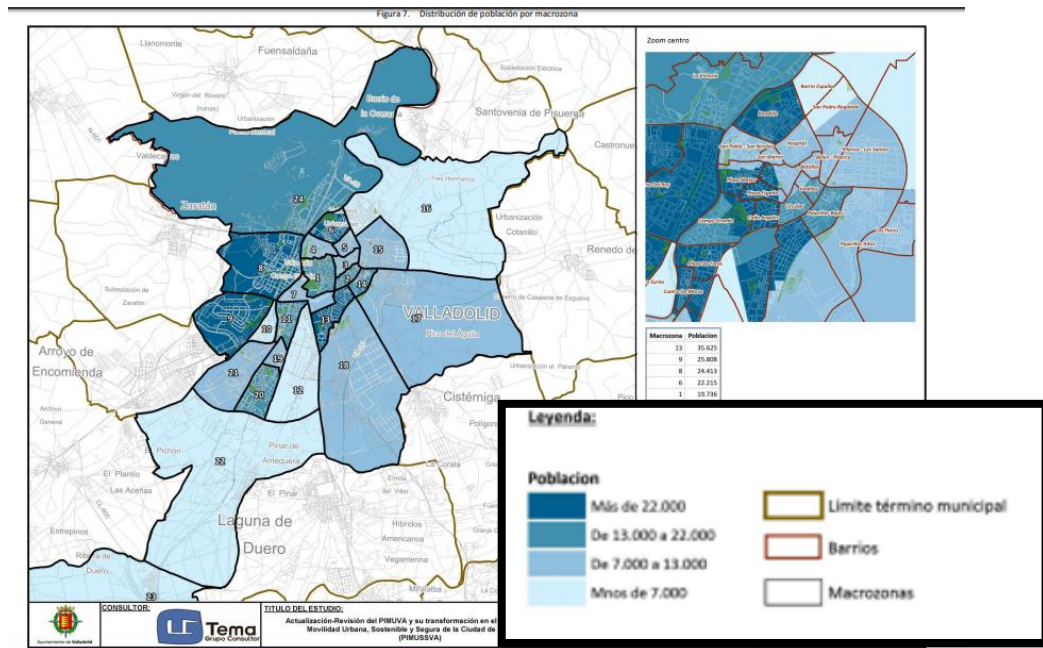


Ilustración 9. Población y área macrozonas



En este mapa aparecen representadas dos cosas, la primera de ellas, es la división del área de Valladolid en zonas, el criterio seguido para llevar a cabo esta división ha sido la separación del territorio por barrios. La segunda de ellas es la población de cada barrio.

Es un mapa que aporta mucha información, ya que podemos apreciar la diferencia de tamaño de las zonas. Y en función del color, y como aparece expresado en la leyenda, podemos saber la población de cada área. Es interesante remarcar que la población aparece reflejada en datos totales, no está referida al área.

De todas las zonas marcadas, vamos a señalar la zona número 6, pues es la referente al barrio de la Rondilla, sobre la que vamos a realizar los análisis y las comparaciones en lo sucesivo. Adjunto la siguiente tabla, de modo que sea fácil asociar cada área del mapa a los barrios de la ciudad.

Macrozona	
1	CENTRO
2	PLAZA CIRCULAR - VADILLOS
3	SAN JUAN - BATALLAS
4	SAN NICOLÁS
5	UNIVERSIDAD - HOSPITAL
6	RONDILLA - SANTA CLARA - 25 AÑOS DE PAZ
7	PASEO DE ZORRILLA NORTE
8	HUERTA DEL REY - GIRON
9	PARQUESOL
10	ARTURO EYRIES
11	PASEO DE ZORRILLA SUR
12	POLIGONO ARGALES - ARCA REAL
13	DELICIAS
14	PAJARILLOS BAJOS
15	BELEN - PILARICA
16	BARRIO ESPAÑA - SAN PEDRO REGALADO
17	LAS FLORES - PAJARILLOS ALTOS
18	POLIGONO DE SAN CRISTOBAL
19	LA RUBIA
20	PARQUE ALAMEDA - COVARESA - PAULA LOPEZ
21	SAN ADRIAN - LAS VILLAS - SANTA ANA
22	PINAR DE ANTEQUERA
23	PUENTE DUERO
24	LA VICTORIA - FUENTE BERROCAL - LA OVERUELA
27	RESTO DE ALFOZ DE VALLADOLID
99	EXTERIOR

*Ilustración 10. División por macrozonas*

Con estos primeros datos, superficie y población, ya podemos hacernos una idea de uno de los motivos por los que existen los problemas expresados anteriormente en la Rondilla.

Observamos que la Rondilla (zona 6) aparece en color Azul Oscuro, lo que indica que la población supera los 22.000 habitantes. Hay que destacar que es una de las zonas más pequeñas en superficie, por lo que la densidad de población, entendida como habitantes/superficie, es muy grande.

Con estos datos concluimos con la afirmación: la densidad de población del barrio de la Rondilla es muy alta.

Para continuar con el análisis poblacional, nos fijamos en la siguiente tabla de valores, ya que nos aporta datos numéricos, lo cual complementa significativamente la información obtenida en el mapa visto anteriormente.

Macrozonas	Población	Hogares	Tamaño medio familiar	Turismos <sup>2</sup>	Nivel de Motorización	Empleo	Estudiantes
1	19.736	8.629	2,29	8.074	409	16.241	4.718
2	14.726	6.595	2,23	5.848	397	2.264	83
3	10.101	4.391	2,30	3.579	354	3.002	3.225
4	11.008	4.824	2,28	4.599	418	4.577	1.735
5	7.421	3.476	2,13	2.388	322	4.042	2.171
6	32.215	9.520	2,83	7.846	353	2.941	1.804
7	12.113	5.258	2,30	5.237	432	4.718	1.690
8	34.413	9.819	2,49	10.556	432	7.678	4.634
9	35.808	9.371	2,75	10.493	407	3.400	2.938
10	4.580	1.708	2,68	1.653	361	623	184
11	19.586	8.473	2,31	8.143	416	3.867	2.416
12	2.325	1.097	2,12	1.040	447	7.099	1.176
13	35.625	14.611	2,44	11.633	327	3.766	2.311
14	14.722	5.918	2,49	5.143	349	1.779	1.551
15	10.398	4.399	2,36	5.163	497	2.746	5.179
16	5.257	2.099	2,50	2.143	408	898	295
17	8.871	3.379	2,63	3.518	397	1.854	596
18	7.882	3.043	2,59	3.137	398	12.036	2.544
19	8.598	3.527	2,44	4.033	469	1.486	541
20	13.089	4.707	2,78	6.846	523	1.881	630
21	7.482	2.663	2,81	3.967	530	1.608	2.206
22	925	263	3,52	488	527	3.267	922
23	1.110	398	2,79	514	463	225	87
24	17.430	6.830	2,55	6.389	367	6.428	1.411
Total general	305.416	124.998	2,44	122.430	401	98.463	45.048

Ilustración 11. Características socioeconómicas por macrozona

En rojo la zona 6, referente al barrio de la Rondilla. Comprobamos que, en cuanto a población y número de hogares, es de las zonas con valores más elevados, junto con las zonas 8,9 y 13, correspondientes con Huerta del Rey-Girón, Parquesol y Delicias. En el mapa observamos que las zonas 8 y 9 son tres veces más grandes que la zona 6, puesto que parece lógico haya alta población y número de hogares y no se produzcan problemas. En el caso de las Delicias, zona 13, detectamos varias similitudes con el barrio de estudio.

## 3.6 Vehículos y aparcamiento

Otro de los aspectos importantes a tratar sobre el barrio de la Rondilla es el relativo a la circulación de vehículos y los problemas de aparcamiento. En el documento PIMUSSVA también aparecen datos útiles para este estudio.

El problema de aparcamiento data del inicio de la motorización en la zona. Y es debido a lo siguiente: Partimos de una alta densidad de vivienda, por lo que muchos núcleos familiares viven en el área, algunos de estos núcleos cuentan con más de un vehículo. En contraposición con la alta densidad de vivienda, el espacio para estacionar vehículos es bastante escaso.

La escasez de plazas de aparcamiento se debe a varias razones:

La primera de ellas es que la mayoría de las construcciones del área, realizadas durante la industrialización no cuentan con garaje. Sólo los edificios construidos en años sucesivos empezaron a incluirlo de manera normal.

Otra de las razones es la anchura de las calles, la mayoría de ellas entre 12 y 20 metros, pero también las hay más estrechas. Los edificios se construyeron de manera ordenada, pero al ser necesario un alto número de vivienda, la distancia que separa unos de otros es reducida, ofreciendo así más edificios, y por lo tanto vivienda. Por norma, cada calle cuenta con dos aceras (una a cada lado) y una vía central destinada a la circulación de vehículos. Cuando la calle es suficientemente ancha, entre la calzada y la acera hay zona para estacionar vehículos, esta puede ser en paralelo o en batería. Al ser estrechas estas calles dan lugar a menos espacio para aparcar en superficie, ya que muchas de las calles son de aparcamiento en línea, por falta de espacio.

La estrechez de las vías da lugar también a otros problemas ajenos a los vehículos, como la ausencia casi total de arbolado, ya que en la mayoría de las calles de la Rondilla no hay espacio para árboles, ni zonas verdes. Lo cual lleva a unas condiciones ambientales bastante pobres.

De PIMUSSVA obtenemos el dato del número de turismos en el área, aproximadamente 9000, en la fecha de que data esta tabla. Dato que habrá aumentado en los últimos años.

Parque de Vehículos	Área		Ciudad
	Núm.	%	%
Turismos	9.084	83%	78%
Autobuses	7	0%	0%
Camiones	607	6%	8%
Motocicletas	447	4%	6%
Tractores	87	1%	2%
Remolques	54	0%	1%
Ciclomotores	604	6%	4%
<b>Vehículos</b>	<b>10.890</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

*Ilustración 12. Parque de vehículos La Rondilla*

## 3.7 Aparcamiento barrio de la Rondilla.

En las zonas centrales de Valladolid, el principal problema de aparcamiento se da durante la noche, pero en el barrio de La Rondilla, el problema se agrava, ya que no solo existe problema de aparcamiento durante la noche, sino que también es notable el problema a lo largo del día.

El problema de aparcamiento durante la noche afecta a los residentes. Pero durante el día afecta a una mayoría de población de toda la ciudad.

Iré desarrollando el problema de aparcamiento a lo largo de esta explicación.

El escaso número de plazas de aparcamiento privadas en el barrio de la Rondilla es una de las principales causas de este problema. Ya que la escasa dotación de plazas en las construcciones de los años 60 da lugar a que muchos de los residentes de la zona aparquen sus vehículos en superficie (las plazas de la calle).

Este problema, que data de años atrás, se ve incrementado con el aumento de motorización de Valladolid, aspecto que afecta a todas las zonas de la ciudad, pero se hace más visible en este barrio.

Los vehículos que no encuentran lugar en las escasas plazas de aparcamiento en superficie. Normalmente estacionan en lugares prohibidos o en doble fila. Aspecto destacable ya que, estos coches entorpecen y ocupan

espacio de las vías principales de circulación, y generan atascos y tramos de poca visibilidad.

La estrechez de las calles y la disposición de las plazas de aparcamiento dificulta también la entrada de vehículos de asistencia de mayor tamaño, como por ejemplo los camiones de bomberos.

Una de las soluciones implantadas por los vecinos del barrio ante el problema de aparcamiento, y como medida para aumentar el número de plazas de estacionamiento en superficie, es el siguiente: en las calles con doble carril de un único sentido, aparcen los coches en batería, aunque el lugar destinado a tal fin este señalado y diseñado para aparcar en línea. Esto se da en las calles principales, ya que, como aparece expresado anteriormente, la mayoría de las calles de la Rondilla destacan por su estrechez. Un ejemplo de ello es la calle Cardenal Cisneros.



*Ilustración 13. Aparcamiento Calle Cardenal Cisneros*

Esto soluciona el problema de aparcamiento en alguna medida, ya que aumenta el número de coches que pueden aparcar, pero al ocupar parte de la calzada, hace que los coches circulen de uno en uno, como si sólo hubiera un carril, cuando en realidad hay dos, lo que provoca retenciones.

## 3.8 Análisis numérico del problema de aparcamiento

En la siguiente tabla, aparece expresado el parque total de vehículos por barrio, el que nos atañe, destacado en rojo. Este parque de vehículos aparece dividido en dos grupos, plazas de aparcamiento privado, y parque de vehículos que aparca en la calle.

Cabe destacar que, en todos los barrios, el número de plazas de aparcamiento privadas o en alquiler, supera de manera considerable el número de vehículos que estacionan en la calle. Salvo en el área número 6, referente al barrio de la Rondilla, en el que la diferencia entre un dato y otro es de menos de 250. De esta manera podemos expresar con datos claros, el problema.

MACROZONA	Parque Total	Plazas de Aparcamiento Privado y alquiler	Parque en la calle
1 Centro	8.909	5.814	3.095
2 Plaza Circular-Vodillos	6.210	4.237	1.973
3 San Juan-Batallas	4.527	2.789	1.738
4 San Nicolás	5.760	4.139	1.621
5 Universidad-Hospital	3.529	1.818	1.711
6 Rondilla-Santa Clara 25 Años de Paz	9.303	4.777	4.526
7 Paseo de Zorrilla Norte	5.783	3.475	2.308
8 Huerta del Rey-Girón	9.121	6.067	3.054
9 Parquesol	9.940	7.886	2.054
10 Arturo Eyries	2.185	1.500	685
11 Paseo de Zorrilla Sur	8.124	4.180	3.944
12 Polígono Argales-Arca Real	434	338	96
13 Delicias	14.642	8.038	6.604
14 Pajarillos Bajos	6.089	2.754	3.335
15 Belén-Pilarica	3.001	1.990	1.011

Ilustración 14. Distribución parque de vehículos

Como se puede observar, el dato relativo a la última columna es el parque de vehículos del área que aparca en la calle, no el número de plazas que hay en la calle, se estima, que en el barrio de la Rondilla hay un déficit de cerca de 800 plazas.

## 3.9 Alternativa al problema de aparcamiento

Uno de los objetivos de este trabajo de fin de grado, es dar alternativas al problema de aparcamiento, es de suma importancia, puesto que, con la introducción del modelo de supermanzana, se reduce aún más el número de plazas en superficie que hay en los márgenes de las vías. Por eso es importante tratar de resolver este problema. Para ello se ofrecen varias alternativas descritas a continuación.

### 3.9.1 Construcción de nuevos aparcamientos

Para cubrir la alta demanda de plazas de aparcamiento del barrio de la Rondilla, se están llevando a cabo estudios de la implantación de aparcamientos de residentes en varias áreas del barrio como por ejemplo la calle Rondilla de Santa Teresa. Estos proyectos todavía no se han llevado a la práctica, por lo que el problema de aparcamiento sigue vigente.

Como medidas resolutivas al actual problema, los vecinos proponen la posibilidad de realizar un aparcamiento para residentes en el solar del colegio San Juan de la Cruz. O utilizar el aparcamiento actual del hospital Clínico Universitario, al menos durante la noche.



*Ilustración 15. Aparcamiento Hospital Clínico Universitario*



## 3.9.2 Aparcamiento nocturno en los institutos

Otra de las medidas propuestas que daría solución en mayor medida al problema de aparcamiento de residentes durante la noche, es la utilización de los aparcamientos de los colegios e institutos de la zona, aparcamientos en los que se estima podrían aparcarse del orden de 200 coches, en los siguientes institutos, situados en el margen del Pisuega. IES Juan de Juni, IES Ribera de Castilla, Colegio Público Gonzalo de Berceo, CEIP Entre Ríos.

Este sistema tendría un coste de implantación bajo, y sería de aplicación muy rápida. El mayor problema sería llegar a un acuerdo entre los gestores de los institutos y el Ayuntamiento de Valladolid, y la delimitación de la responsabilidad ante incidentes en el área. Los residentes del barrio expresan que, con voluntad, esta medida se puede llevar a cabo y daría una solución efectiva.

Funcionaría con un sistema similar a las áreas destinadas de carga y descarga, siendo posible el estacionamiento en horario en que los institutos no estuvieran funcionando.



*Ilustración 16. Aparcamiento IES Ribera de Castilla*



### 3.9.3 Aparcamientos automáticos

Otra posible solución al problema de aparcamiento de la Rondilla es la implantación de aparcamientos automáticos. Ya que una de las características del barrio es la falta de espacio, el espacio necesario para implantar este tipo de aparcamientos se podría generar con la aplicación de Supermanzanas, concepto que se explica en el próximo capítulo.

Los aparcamientos automáticos permiten el máximo aprovechamiento del espacio, aumentando la densidad del aparcamiento, minimizando el espacio por cada plaza, a su vez reducen el número de maniobras que tienen que hacer los usuarios, ofreciendo así mayor confort. Son también útiles porque se pueden realizar en lugares donde un aparcamiento convencional, por normativa en cuanto a la inclinación de las rampas no podría implantarse.

Con este sistema, los vehículos se asocian a una plataforma, y se almacenan en estanterías, de manera que se aprovecha el espacio tanto en superficie como en altura.

Estas plataformas cuentan con ruedas, de manera que se puedan manipular fácilmente. Cuentan con equipos mecánicos, responsables del movimiento horizontal y vertical de las plataformas.

Existen actualmente dos tipos de aparcamientos automáticos, estos son:

Lanzaderas: se aplican en áreas irregulares

Modulares: aplicados en áreas más regulares.

A continuación, adjunto una comparación referente a la diferencia de gestión del espacio entre un aparcamiento automático y uno convencional, información facilitada por (Thyssenkrupp Ingeniería y Sistemas)

Tipo Parking	Área	N.º Plazas	M2 por plaza
Convencional	2.500 m2	84	29.76 m2/plaza
Automático	2.500 m2	156	16.02 m2/plaza

*Ilustración 17. Comparativa parking convencional/automático (lanzadera)*

Tipo Parking	Área	N.º Plazas	M2 por plaza
Convencional	5.500 m <sup>2</sup>	180	50.555 m <sup>2</sup> /plaza
Automático	5.500 m <sup>2</sup>	338	16.27 m <sup>2</sup> /plaza

Ilustración 18. Comparativa parking convencional/automático (modular)



Ilustración 19. Aparcamiento automático

### 3.9.4 Aparcamientos de estacionamiento corto

Otra de las posibles vías a estudiar puede ser el establecimiento de un área de estacionamiento corto, inferior a 45 minutos, el cual fomentaría la rotación de las plazas en superficie, ya que muchos de los vehículos aparcados en doble fila en la Rondilla durante el día, realizan recados cortos. Este tipo de estacionamiento daría solución a aquellos vehículos que se dirigen a la Rondilla para realizar recados o acudir a alguna tienda específica. Este tipo de zonas no pueden extenderse a toda el área, ya que hay que dar respuesta al problema de los residentes. Un ejemplo de punto donde podría aplicarse es la calle Moradas, donde se encuentra el mercado municipal de La Rondilla.

## 3.10 Estudio de la generación de viajes

Para estudiar la generación de viajes del área vamos a estudiar diferentes variables, a partir de datos obtenidos también del documento PIMUSSVA.

La primera de ellas es la disponibilidad de permiso de conducir y vehículo. Partimos de una población aproximada en Valladolid de 305500 habitantes.

Disponibilidad de carnet y vehículo	Personas	%
Posee carnet y vehículo	130.816	42,8%
Posee carnet y no posee vehículo	31.301	10,2%
No posee carnet y dispone de vehículo	8.699	2,8%
No posee ni carnet ni vehículo	130.646	42,8%
NS/NC	3.954	1,3%
<b>Total general</b>	<b>305.416</b>	<b>100,0%</b>

*Ilustración 20. Disponibilidad de carnet y vehículo*

Sumando los dos primeros tipos que aparecen en la tabla, vemos que el 50% de la población tiene posibilidad de conducir, toda esta población es potencialmente generadora de viajes, y este dato aumenta con los años, ya que cada vez se dispone antes de permiso de conducir y vehículo propio.

Las principales causas de generación de viajes siempre son aquellas que hay que realizar de manera obligatoria, son así el empleo y los estudios. Es por esto por lo que me parece destacable estudiar la distribución del empleo en Valladolid, lo realizamos con ayuda de la siguiente tabla:

Macrozona	Empleo	%
1	16.241	16,3%
2	2.364	2,4%
3	3.002	3,0%
4	4.577	4,6%
5	4.042	4,0%
6	2.941	2,9%
7	4.718	4,7%
8	7.678	7,7%
9	3.400	3,4%
10	623	0,6%
11	3.867	3,9%
12	7.099	7,1%
13	3.706	3,7%
14	1.779	1,8%
15	2.746	2,8%
16	898	0,9%
17	1.854	1,9%
18	12.036	12,1%
19	1.486	1,5%
20	1.881	1,9%
21	1.608	1,6%
22	3.267	3,3%
23	225	0,2%
24	6.428	6,4%
25	230	0,2%
26	1.148	1,1%
<b>Total general</b>	<b>99.843</b>	<b>100,0%</b>

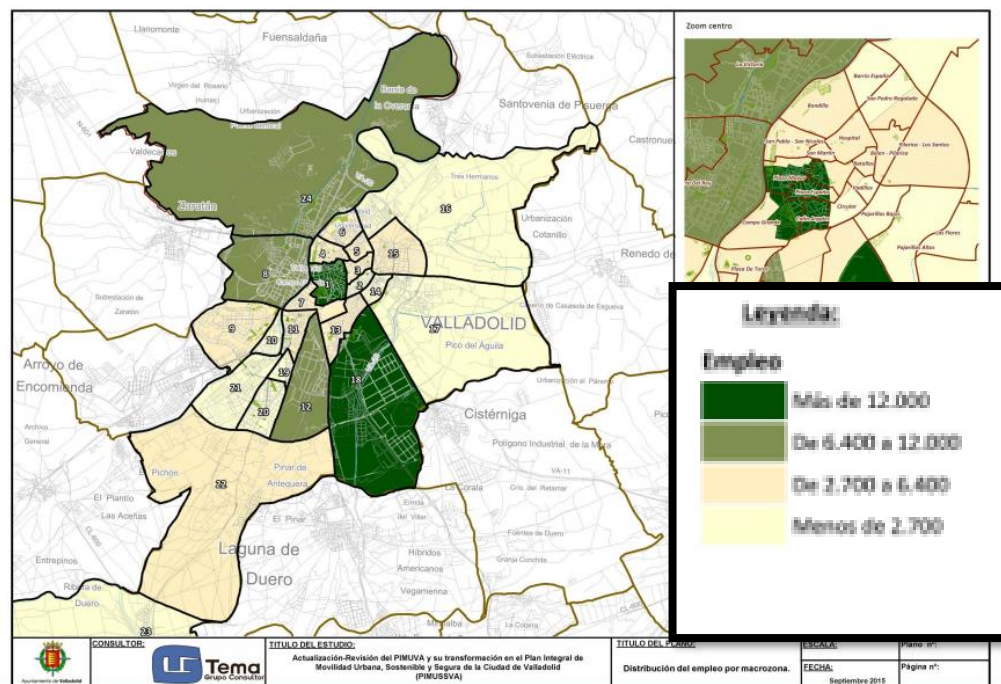


Ilustración 21. Distribución del empleo por macrozona

Recordando que nuestro área de estudio es la zona 6, el 2,6 % de los empleos de Valladolid se encuentran en esta zona, lo que genera dos lecturas, la primera de ellas es que, dada la densidad de población del área, muchos de los residentes del barrio tienen que desplazarse a otras zonas para desarrollar su actividad laboral, lo que implica mover el vehículo propio quien disponga de él, o desplazarse de algún otro modo, lo que genera movimiento y tráfico. La segunda lectura es que el barrio de la Rondilla se localiza cerca de la almendra central de Valladolid, la cual genera un 16,3% del empleo, de modo que población de diferentes zonas se dirige hacia el centro para trabajar, esto supone tráfico de paso por el área de la Rondilla, tanto a la hora de ir a trabajar como a la hora de volver.

Como he expresado anteriormente, la mayoría de los desplazamientos se generan entorno a las actividades obligatorias de los ciudadanos, podemos ver en el siguiente cuadro el número de viajes efectuados en función de su origen y destino, adjunto la información en valores absolutos y también en porcentaje, ya que me parece que con el porcentaje se entiende mejor esta distribución.

Motivo de origen \ Motivo de destino		Motivo de destino									
		Casa	Trabajo	Asuntos Trabajo	Estudios	Compra diaria	Compra no diaria	Asuntos Personales	Ocio	Llevar a un acompañante	Otros
Casa	0	96.876	3.260	44.702	38.168	13.529	42.505	57.534	11.903	7.625	316.101
Trabajo	96.215	2.893	448	87	359	338	681	819	627	415	102.883
Asuntos Trabajo	3.485	249	357	0	16	36	4	46	18	32	4.244
Estudios	44.575	23	17	477	8	112	178	305	29	282	46.006
Compra diaria	38.944	79	0	7	454	292	331	177	32	161	40.476
Compra no diaria	14.353	11	0	18	148	293	497	460	55	26	15.861
Asuntos Personales	42.667	156	58	6	514	963	2.165	444	166	58	47.197
Ocio	58.514	110	0	63	626	162	424	890	95	95	60.979
Llevar a un acompañante	9.819	1.247	43	71	475	101	516	95	341	67	12.774
Otros	7.588	254	193	102	176	35	84	115	117	129	8.794
Total	316.160	101.898	4.377	45.531	40.944	15.860	47.384	60.886	13.385	8.891	655.316

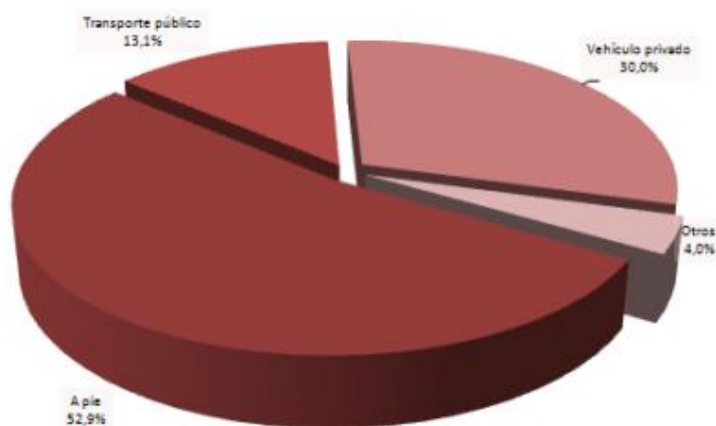
Ilustración 22. Distribución viajes según motivo origen y motivo destino

Motivo de origen		Motivo de destino									
		Casa	Trabajo	Asuntos Trabajo	Estudios	Compra diaria	Compra no diaria	Asuntos Personales	Ocio	Llevar a un acompañante	Otros
Casa		14,8%	0,5%	6,8%	5,8%	2,1%	6,5%	8,8%	1,8%	1,2%	48,2%
Trabajo	14,7%	0,4%	0,1%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	15,7%
Asuntos Trabajo	0,5%	0,0%	0,1%		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,6%
Estudios	6,8%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	7,0%
Compra diaria	5,9%	0,0%		0,0%	0,1%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	6,2%
Compra no diaria	2,2%	0,0%		0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%	2,4%
Asuntos Personales	6,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	0,3%	0,1%	0,0%	0,0%	7,2%
Ocio	8,9%	0,0%		0,0%	0,1%	0,0%	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%	9,3%
Llevar a un acompañante	1,5%	0,2%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,1%	0,0%	0,1%	0,0%	1,9%
Otros	1,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,3%
Total	48,2%	15,5%	0,7%	6,9%	6,2%	2,4%	7,2%	9,3%	2,0%	1,4%	100,0%

Ilustración 23. Distribución de los viajes según motivo de origen y motivo de destino (%)

## 3.11 Medios de transporte utilizados en los desplazamientos

Mediante el siguiente gráfico observamos como el 30% de los desplazamientos diarios generados, se realiza mediante vehículo privado. Según la evolución actual este número tiende a incrementar, al igual que incrementarán los problemas que esto trae consigo. El objetivo de los ayuntamientos es mejorar el sistema de transporte público y fomentar otro tipo de desplazamientos más sostenibles para reducir la circulación de vehículos motorizados dentro de las ciudades.



Modo Básico	Viajes	%	Viajes/ persona	Viajes/ hogar
A pie	346.555	52,9%	1,21	2,77
Transporte Público	85.538	13,1%	0,50	0,68
Vehículo privado	196.874	30,0%	0,68	1,58
Otros	26.349	4,0%	0,09	0,21
Total general	655.316	100,0%	2,28	5,24

Ilustración 24. Reparto modal de viajes

En un día medio laborable se realizan un total de 655.316 desplazamientos en el municipio de Valladolid, lo que supone un ratio de 2,28 viajes por persona y 5,24 viajes por hogar.

Es relevante darse cuenta de que el 50% de los desplazamientos se realizan a pie, y la distribución del espacio público entre coches y peatones es 70-30, lo cual no tiene sentido en base a estos datos. Esta es una de las principales razones por las que se lleva a cabo este Trabajo, y el estudio de la implantación de supermanzanas, para redistribuir el espacio público de manera más equitativa.

Es interesante destacar también como en función del motivo de generación de viajes, se diferencia el modo de desplazamiento utilizado. Muy marcado en los viajes por motivo trabajo, en los que el principal medio de transporte es el vehículo privado. Mientras que para el motivo estudios el principal medio de transporte es a pie, al igual que cuando el motivo es ocio. Esta información aparece gráficamente a continuación.



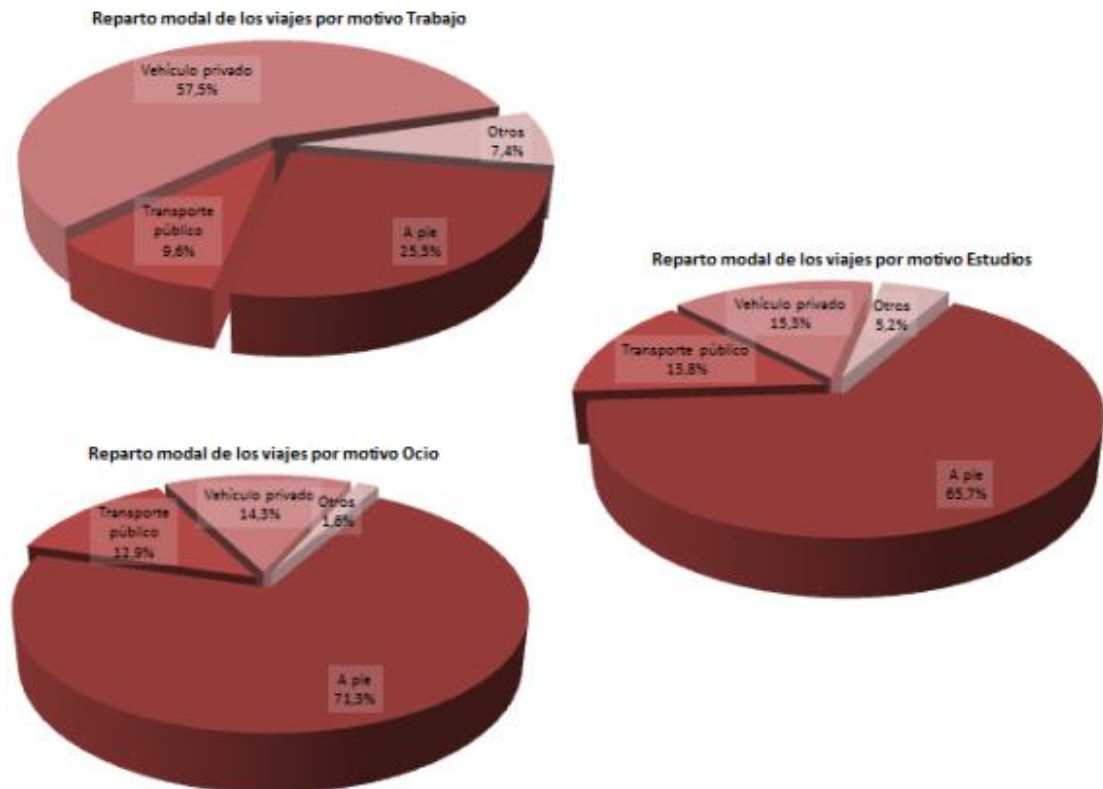


Ilustración 25. Reparto modal en los viajes por motivo de trabajo, estudios y ocio

## 3.12 Matrices Origen-Destino

Para terminar el capítulo introduzco el concepto de matriz origen-destino. Este concepto será de suma importancia en la simulación que se realiza en el barrio de la Rondilla, puesto que es el origen de todos los datos.

Estas matrices cuantifican el tránsito entre diferentes zonas del área de estudio. Por lo que antes de generar la matriz origen destino, hay que dividir el área de estudio en diferentes zonas. En este caso, se ha dividido Valladolid en varias macrozonas. En el posterior estudio de La Rondilla, se divide el barrio en subzonas, marcadas mediante diferentes centroides.

Para generar estas matrices se generan encuestas. Estas encuestas se realizan a los usuarios, que se desplazan entre las diferentes zonas, los datos obtenidos de las encuestas son una muestra, que luego se extenderá hasta el total, para poder utilizar los datos de flujos totales.

El mayor problema de este tipo de encuestas es que, para obtener valores y datos fiables y representativos, la muestra debería ser de gran tamaño, y la



mayoría de las veces esto no se lleva a cabo, debido al coste. Por lo que se suelen hacer muestras más pequeñas, lo que lleva a hacerse una idea genérica.

Otra manera de obtener los datos necesarios para la generación de estas matrices es a partir de los aforos, éstos son más fáciles y baratos de obtener, ya que se obtienen a partir del conteo de los arcos de la red.

El objetivo de estas matrices es detectar las necesidades de infraestructuras y transportes, ya que aporta datos de que áreas hay que mejorar en función de la demanda Origen-Destino.

La siguiente tabla es una matriz Origen-Destino de Valladolid, cuyos centroides son las diferentes zonas en las que se ha dividido el área (barrios). Es una tabla cruzada, en la que aparecen las zonas de origen a la izquierda y las zonas de destino a la derecha. Como vemos, en la diagonal de la tabla también hay datos, estos son los referentes a los desplazamientos que se originan dentro de un barrio y cuyo destino está dentro de esa misma zona.

En el desarrollo de la simulación, en el próximo capítulo partiremos de una tabla como esta.

ANÁLISIS E IMPLANTACIÓN DEL MODELO DE SUPERMANZANAS EN EL BARRIO DE LA RONDILLA

Macrozona	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	27	99	Total
1 CENTRO	456	111	293	156	641	410	1.245	786	1.260	489	192	1.062	519	321	447	0	87	1.496	162	539	700	581	167	359	1.317	1.653	15.459
2 PLAZA CIRCULAR - VADILLOS	498	48	0	351	329	262	254	480	331	28	593	241	447	14	738	215	231	736	104	0	206	408	0	67	1.015	885	8.481
3 SAN JUAN - BATALLAS	278	38	0	80	196	296	162	62	126	0	208	342	81	0	60	183	294	622	213	0	134	25	0	283	176	498	4.355
4 SAN NICOLÁS	330	73	87	144	204	147	113	359	593	198	135	353	31	419	305	337	0	1.053	0	92	259	0	0	296	797	685	7.010
5 UNIVERSIDAD - HOSPITAL	136	13	49	39	171	44	59	116	580	0	92	347	133	429	361	446	68	665	62	323	46	104	18	761	493	373	5.929
6 RONDILLA - SANTA CLARA - 25 AÑOS DE PAZ	431	223	145	73	83	151	173	489	415	170	349	1.013	434	206	257	223	331	725	185	392	843	62	0	818	1.584	880	10.654
7 PASEO DE ZORRILLA NORTE	312	393	83	141	158	161	118	281	196	243	401	340	44	44	78	40	27	714	329	237	505	10	19	322	740	487	6.424
8 HUERTA DEL REY - GIRON	1.046	54	324	468	264	433	392	632	506	87	596	655	292	132	805	108	849	1.568	61	264	803	334	0	1.141	576	816	13.206
9 PARQUESOL	2.329	91	533	539	477	127	783	1.248	2.936	404	685	788	278	30	695	199	148	1.210	68	109	527	100	0	942	1.122	1.181	17.550
10 ARTURO EYRIES	155	0	0	161	114	53	193	411	294	56	38	44	47	0	52	21	43	159	41	154	567	64	0	197	362	484	3.711
11 PASEO DE ZORRILLA SUR	910	146	16	495	313	436	116	375	1.214	113	242	670	379	134	384	74	78	773	168	111	982	387	25	490	771	699	10.500
12 POLIGONO ARGALES - ARCA REAL	74	286	5	12	0	26	115	473	203	0	38	194	39	16	50	35	677	281	73	4	312	32	18	0	21	91	3.072
13 DELICIAS	1.071	96	91	188	641	578	184	1.028	1.052	86	658	1.387	366	107	663	135	222	2.508	91	393	373	337	88	1.288	1.650	1.199	16.480
14 PAJARILLOS BAJOS	522	144	132	96	166	21	31	371	179	0	62	429	16	100	314	151	51	1.004	20	41	213	69	2	174	701	992	6.001
15 BELEN - PILARICA	327	105	43	309	142	8	78	238	187	29	63	269	58	102	162	157	3	279	11	0	245	140	0	284	232	273	3.745
16 BARRIO ESPAÑA - SAN PEDRO REGALADO	276	0	288	174	216	400	13	92	113	0	104	183	135	252	192	263	16	271	20	47	73	40	0	257	372	247	4.044
17 LAS FLORES - PAJARILLOS ALTOS	299	51	16	0	0	34	0	527	60	0	136	41	45	0	427	173	241	637	0	46	0	0	0	120	167	0	3.021
18 POLIGONO DE SAN CRISTOBAL	238	531	195	268	0	253	85	949	927	79	74	211	584	178	599	28	218	1.476	210	204	488	59	129	254	107	201	8.543
19 LA RUBIA	405	160	52	329	86	0	46	248	299	20	332	459	139	0	148	79	6	380	0	282	242	211	6	441	184	462	5.016
20 PARQUE ALAMEDA - COVARESA - PAULA LOPEZ	576	168	0	309	102	77	533	978	510	24	713	713	276	123	503	0	0	569	224	339	907	392	100	446	390	414	9.385
21 SAN ADRIAN - LAS VILLAS - SANTA ANA	306	66	60	103	121	18	3	308	269	64	250	244	190	41	96	0	37	505	20	83	732	215	7	134	86	160	4.119
22 PINAR DE ANTEQUERA	44	0	5	7	0	8	98	134	50	0	112	94	0	78	18	9	305	181	18	167	137	62	18	15	51	35	1.646
23 PUENTE DUERO	18	1	0	0	0	0	6	23	55	0	45	74	19	10	8	9	0	41	0	11	51	28	40	35	54	96	623
24 LA VICTORIA - FUENTE BERROCAL - LA OBERUELA	1.466	80	87	418	310	367	295	1.278	636	69	466	1.228	207	213	753	405	173	1.237	47	123	292	63	0	1.215	1.027	1.064	13.518
27 RESTO DE ALFOZ DE VALLADOLID	64	492	0	104	21	1	272	648	161	0	38	139	0	23	133	38	0	191	81	87	197	34	13	106	10	57	2.912
99 EXTERIOR	675	232	75	79	263	603	428	1.221	1.370	0	359	334	541	310	1.389	87	532	866	272	241	613	137	53	551	69	168	11.469
<b>Total general</b>	<b>13.241</b>	<b>3.602</b>	<b>2.581</b>	<b>5.041</b>	<b>5.016</b>	<b>4.916</b>	<b>5.795</b>	<b>13.757</b>	<b>14.522</b>	<b>2.168</b>	<b>6.982</b>	<b>11.853</b>	<b>5.296</b>	<b>3.282</b>	<b>9.637</b>	<b>3.416</b>	<b>4.637</b>	<b>20.145</b>	<b>2.480</b>	<b>4.287</b>	<b>10.447</b>	<b>3.894</b>	<b>704</b>	<b>10.999</b>	<b>14.074</b>	<b>14.101</b>	<b>196.874</b>

Ilustración 26. Matriz origen-destino ciudad de Valladolid

# 4 Supermanzanas

En este capítulo se introduce el concepto de supermanzanas, y algunos ejemplos de su implantación en España. Es importante tener claro que el objetivo del modelo de Supermanzanas es permitir la convivencia ordenada entre peatones y vehículos dentro de la ciudad.

## 4.1 Supermanzana

Es una nueva forma de ordenar el espacio público urbano en las ciudades. Sus principales características son las siguientes: establece prioridades entre diferentes tipos de vehículos, y separa cada tipo de transporte en diferentes redes.

Organizando el tráfico urbano mediante el modelo de Supermanzanas, lo que se consigue es potenciar y visibilizar la importancia del peatón, dándole más relevancia. Esto se lleva a cabo reduciendo la presencia de automóviles dentro de estas áreas.

Frente al concepto conocido de Manzana, espacio urbano, edificado o destinado a la edificación, normalmente de dimensiones cuadradas o rectangulares, delimitado por calles por todos sus lados.

Surge ahora el concepto de Supermanzana, definido como zona peatonal en la que se desarrollan actividades de ocio, o complejo residencial de edificios rodeados de zonas ajardinadas, área por la que circula un tráfico limitado. Su extensión es más pequeña que la del barrio tradicional, luego, un barrio puede estar formado por varias supermanzanas.

Como aparece mencionado anteriormente, el objetivo es ganar espacio para la ciudadanía y hacer que la ciudad sea más sostenible.

Las Supermanzanas son células urbanas, constituidas por un conjunto de edificios, por las que está restringido el acceso al interior, a todo vehículo a motor que no sea de residentes, carga y descarga, o emergencias. Por estas zonas interiores, la velocidad de circulación es limitada, a 10 Km/h, con esto se da más importancia a la seguridad del peatón. Por el perímetro de la supermanzana, se encuentran las vías básicas de circulación, las cuales conectan unas con otras, y están destinadas al tráfico de paso, son áreas de circulación rápida (50 Km/h).

En el caso de Barcelona, se establece que estas Supermanzanas tienen 400-500 metros de lado, pero el concepto de supermanzana no está delimitado a unas dimensiones exactas, de modo que puede haberlas más grandes o más pequeñas.

## 4.2 Tipos de implantación de Supermanzanas

Se pueden dar dos tipos de Supermanzanas muy distintos, que difieren bastante en su dificultad de implantación.

### 4.2.1 Supermanzanas de nueva creación

Son aquellas que se proyectan desde el principio a la hora de construir un nuevo barrio o una nueva zona, se pueden hacer de manera ordenada.

En el caso de Valladolid, no se le da el nombre de Supermanzana, pero puede ser suficiente para entender este concepto la zona de Puente Jardín, ya que se ordena de manera que se unen varios edificios mediante área exclusivamente peatonal. Y cuenta con varias zonas verdes.

Véase las áreas delimitadas por las calles:

- A) Calle Jara, paseo jardín Botánico, Paseo del obregón
- B) Calle Jara, paseo jardín Botánico, Paseo del obregón, Calle Abedul
- C) Calle Abedul, paseo jardín Botánico, Paseo del obregón, Calle MadreSelva



Ilustración 27. Zona Puente Jardín

## 4.2.2 Supermanzanas debidas a la renovación urbana

Se pueden dar después de una guerra, para reconstruir el territorio, con la recalificación de zonas industriales para uso residencial, o en un área ya construida.

Son aquellas que no estaban planificadas desde el principio de la construcción del área, como más tarde veremos, una de las ventajas de este tipo de distribución es que no hace falta destruir ningún edificio ya creado para implantarlas. Se dan en ciudades que buscan dar más importancia y espacio público a los peatones, de esta manera, reordenan el tráfico rodado y liberan espacio para transformarlo en áreas de paseo, de juego o zonas verdes.

El principal problema de estas implantaciones es que los vecinos del área no han elegido desde un primer momento esta ordenación, de modo que se ven afectados por ella, y hay residentes a favor y en contra de estas implantaciones.

## 4.3 Importancia espacios públicos

La distribución del espacio público juega un papel muy importante en el concepto de ciudad. Es conveniente diferenciar entre el concepto de espacio público y espacio urbanizado. El espacio público es aquel en el que sucede algo, los niños pueden jugar, puede existir intercambio económico, espacio de ocio. Es un punto de reunión común para todos. Gracias a este espacio, las personas pueden desarrollarse al cien por cien como Ciudadanos.

En las últimas décadas, se ha dado visibilidad a los problemas que acarrea dedicar el 70% del espacio público a la movilidad vehicular por varios aspectos, uno de ellos es la contaminación, estos vehículos emiten partículas contaminantes al ambiente y además ocupan mucho espacio, de manera que dificultan la posibilidad de plantar más árboles y espacios verdes en el interior de los barrios, los cuales ayudarían a suavizar esta contaminación, otro de ellos puede ser la falta de espacio público para socializar .

## 4.4 Justificación de la implantación de supermanzanas

Actualmente, la mayor parte del espacio público está destinado a la circulación del tráfico rodado, lo que ha dado lugar, a que todo el espacio público se destine a la circulación, ya sea motorizada o peatonal, puesto que el espacio reservado para los peatones no es lo suficientemente amplio como para desarrollar otro tipo de actividad del ámbito social.

Por lo que el espacio público actual, está compuesto básicamente por vehículos, los cuales hacen ruido, contaminan, y ocupan el área central de este espacio. Impidiendo así que los ciudadanos/residentes desarrollen plenamente sus actividades. Esto sumado a que ya conocemos la importancia del espacio público sobre los ciudadanos, justifica el hecho de que se busque una manera nueva de ordenación de las ciudades. Con la que se puedan conciliar los objetivos de aquellos que se quieren desplazar de manera rápida, Junto con la de aquellos que quieren desarrollarse como peatones, y fomentando la creación de nuevas áreas verdes.

## 4.5 Aspectos positivos Supermanzanas

Organizar el espacio urbano de esta manera tiene varias ventajas, entre ellas destacan:

Las calles en el interior de la supermanzana son calles peatonales, con el suelo a un único nivel, lo cual facilita la movilidad a las personas con movilidad reducida, o discapacitadas.

Facilitando y fomentando la presencia del peatón en las calles, se reactiva el consumo en el pequeño comercio, lo cual puede dar lugar a la reactivación de la actividad económica de la zona.

Al contrario que en el modelo actual, la pieza fundamental sería el peatón de modo que tiene preferencia sobre los vehículos en todo el área.

En la zona interior de la supermanzana, la velocidad de circulación se reduce hasta 10 km por hora, lo que hace el espacio seguro para los peatones y ciclistas.

Una de las principales razones que lleva a las familias a instalarse en zonas un poco alejadas del centro, como pueblos o áreas circundantes a la ciudad. (En el caso de Valladolid se pueden destacar Arroyo de la Encomienda o Zaratán), es la cantidad de zonas verdes que esos lugares ofrecen, y la seguridad que dan a los niños de la familia, puesto que gozan de zonas de juego por las que no hay circulación de vehículos próxima.



Esta idea se puede acercar al centro de las ciudades mediante las supermanzanas, ya que generan espacios más amplios, con calzada a un solo nivel y zonas verdes.

También aumenta la seguridad en el núcleo de la ciudad, ya que la velocidad máxima permitida del tráfico rodado son 10km/h. Con la ventaja que tiene residir dentro del núcleo urbano.

Otra de las ventajas importantes de este modelo, es que se puede implantar tanto en áreas nuevas, con una distribución más geométrica y meditada, como en zonas ya construidas, esto es una gran ventaja, dado que no habría que derribar ninguno de los edificios ya construidos, ni ningún monumento o construcción arquitectónica destacable. Pues se puede realizar sobre las vías ya existentes, cambiando el uso y la forma de las vías que formarán parte del interior de la nueva Supermanzana.

Es así como sin hacer cambios drásticos en la ciudad, se pueden conseguir áreas de convivencia y fomento de la vida social de los ciudadanos. Dando a estos el espacio que se merecen, y que ahora lo ocupan las redes de tráfico rodado.

Por último, cabe destacar que, al limitar la presencia de vehículos, y fomentar los desplazamientos a pie, se reduce el impacto negativo de las emisiones producidas. Así como la contaminación acústica y visual.

## 4.6 Complicaciones implantación supermanzanas

En las Supermanzanas en áreas de nueva construcción no se encuentra ningún problema destacable, ya que se genera de manera ordenada, aportando valor a la zona ya que los destinatarios potenciales buscan áreas tranquilas, verdes y seguras, en las cuales puedan desarrollar su vida social y familiar sin preocupaciones.

En cuanto a la implantación de Supermanzanas en zonas ya construidas, el principal problema radica en la disposición de las calles y edificios ya existentes, y en el cambio radical de mentalidad que los residentes de la zona

tienen que llevar a cabo ya que, en este caso, ellos no han decidido vivir en una zona de esas características, y aunque a largo plazo se perciba como una ventaja y mejore la calidad de vida, a corto plazo supone un cambio brusco en sus hábitos y costumbres.

También es un trastorno para los conductores que utilizaban las vías que ahora forman parte de la supermanzana como ruta para desplazarse desde su origen a su destino, aunque este no se encontrara localizado en el interior de la supermanzana. El nuevo cambio de ruta hace que los recorridos sean más largos, lo que genera disconformidad.

Supone la pérdida de un gran número de plazas de aparcamiento en superficie, liberando así el espacio para el uso peatonal

Las calles que rodean la supermanzana, vías rápidas por las que se desplazan los vehículos, pueden no ser rectas, o no ser lo suficientemente anchas como para que el nuevo tráfico desviado a esas zonas sea fluido.

En principio, los autobuses y otros transportes tendrían su parada en las vías localizadas en el borde de las supermanzanas, lo que da lugar a dos problemas, el primero de ellos es la lejanía de la parada a los hogares de los residentes. Y la segunda es el entorpecimiento de la vía principal, durante el tiempo de parada de estos vehículos.

## 4.7 Solución a las complicaciones generadas

Para comenzar, tras la transformación de la ordenación del tráfico, habría que reajustar los semáforos, de modo que se pueda hacer más fluido el tráfico de paso, que se desplaza por las vías colindantes a las Supermanzanas.

Para que un cambio pueda ser socialmente bien aceptado, es importante que los ciudadanos a los que estos afecte estén bien informados y conozcan todos los detalles, y cómo este cambio va a mejorar su calidad de vida. Así su actitud ante el cambio será más positiva. Para ello debe llevarse una campaña informativa intensa de manera previa, durante y después de la implantación. En la que se informe tanto a los residentes del área como a los usuarios de las vías afectadas.

Lo principal es que con el tiempo el tráfico se irá ajustando y buscando nuevas vías, y que el objetivo, entre otros, es reducir el uso de vehículos, luego la sociedad irá cediendo.

En cuanto al transporte público, dependiendo de las características del área, se puede estudiar incluir un área dentro de la Supermanzana para el autobús, y hacer apartaderos para la parada de estos en la vía principal.

Ante la eliminación de aparcamiento en superficie lo ya comentado anteriormente, generación de nuevos espacios de aparcamiento, ya sea mediante aparcamientos automáticos, aparcamientos normales, aparcamientos disuasorios, opción de aparcamiento en colegios...

## 4.8 Implantación de Supermanzanas en España

En España, se está trabajando en el desarrollo de Supermanzanas en varias zonas, estas son: Lugo, Barcelona, Vitoria, A Coruña y Ferrol.

### 4.8.1 Supermanzanas en Vitoria

El objetivo del plan de movilidad del Ayuntamiento de Vitoria es establecer 77 Supermanzanas a lo largo de su extensión, partiendo del centro. Con el objetivo de recuperar el 70% del espacio público para los peatones, sacando el tráfico a la periferia.

Detectado el posible problema de aparcamiento, el Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz está trabajando para crear nuevas plazas de aparcamiento en aquellas zonas que rodean el perímetro de las supermanzanas, ya que la recuperación de estos espacios para peatones y ciclistas conlleva la pérdida de plazas en superficie. La reorganización de la OTA también está orientada a lograr una rotación de los vehículos que optimice el espacio disponible para el estacionamiento.

Como consecuencia, además de aumentar el espacio de paseo y recreo, se reducen el ruido y la contaminación y se genera la posibilidad de un nuevo diseño urbano que facilita la conexión entre espacios públicos, la promoción

de los corredores comerciales, los caminos escolares y la circulación de bicicletas.



Ilustración 28. Modelo Supermanzanas Vitoria

## 4.8.2 Supermanzanas en A Coruña

Desde 2011 se habla de la implantación del modelo de Supermanzanas en A Coruña. El gobierno elaboró un plan con la intención de limitar el tráfico a las calles más exteriores del casco urbano, para lo que se aprovecharían una gran parte de las vías existentes peatonales. Suprimiendo el tráfico en zonas, reduciéndolo sólo al paso de autobuses y bicicletas.

La implantación de este modelo requeriría una importante modificación del tráfico. La base de este modelo es la creación de divisiones en la ciudad de 400 metros de lado, dejando que el tráfico discurriera por las calles periféricas, reservando las interiores para los residentes, el transporte público y los servicios de abastecimiento. Se eligió el barrio de la pescadería y Ciudad Vieja para probar el modelo que luego se extenderá al resto de la ciudad.

En esta ciudad era necesario realizar las siguientes modificaciones, es interesante prestarle atención, puesto que para la implantación de este modelo de movilidad en otras ciudades pueden surgir las mismas medidas:

- Ensanchamiento de las aceras hasta los 2.5 metros y reducción de los carriles de la calzada hasta esa misma anchura.

- Supresión de las medianas de las carreteras y en algunos casos plazas de aparcamiento.
- Carriles bicis separados del resto del tráfico cuando coincidirían con el paso de autobuses.
- Utilización de franjas de servicio para proteger el carril bici en las que se situarían paradas de bus, mobiliario urbano y aparcamientos de coches y bicis.
- Hacer peatonales ciertas calles.

En este mapa se representan las calles anteriores, y cómo quedaría el área con el modelo de Supermanzanas planteado en el plan de movilidad.



*Ilustración 29. Modelo Supermanzanas A Coruña*

### 4.8.3 Supermanzanas en Ferrol

En el plan de movilidad y espacio público de Ferrol se establece que una de las actuaciones estratégicas era el modelo de las supermanzanas en el barrio de la Magdalena. El proyecto consistía en la implantación de 3 supermanzanas en el casco histórico de la ciudad.



*Ilustración 30. Modelo Supermanzanas en Ferrol*

La zona en cuestión a remodelar se trata de un conjunto de calles estrechas y en algunos casos con pendientes mayores del 6%. En general se trata de una zona céntrica que cuenta con la cercanía de zonas muy transitadas como el parque Reina Sofía, la plaza España y los Jardines de Suances. Las nuevas propuestas de remodelación también abarcan el trazado de la nueva red de autobuses y de la red de bicicletas. Así como la reorganización del aparcamiento y de la distribución urbana.

## 4.8.4 Supermanzanas en Lugo

En el plan de movilidad y espacio público de Lugo también aparece proyectado el modelo de Supermanzanas, con el objetivo de encauzar la ciudad hacia la sostenibilidad.

Para ello se hace un estudio en el que se obtienen datos de la ciudad en la actualidad, con el fin de mejorar estos escenarios, y que la ciudad sea menos ruidosa y contaminante, mejorando tanto la calidad como la cantidad de espacio público para los ciudadanos.

En el caso de Lugo, el estudio va más allá, y propone también las nuevas redes de autobuses, bicicletas y peatones, de modo que se potencian los transportes públicos y alternativos

En esta primera imagen podemos ver dos cosas, la división del área en Supermanzanas, y la proporción (antes de implantar las Supermanzanas) de



acera/ calzada en las supermanzanas propuestas. El objetivo es invertir estos gráficos.



Ilustración 31. Proporción acera/calzada Supermanzanas Lugo

En las dos siguientes imágenes podemos ver la propuesta de red peatonal y de autobuses y bicicletas, destaca el aumento de la red de carril bici, antes solamente próxima al río, y ahora extendida por todo el área.

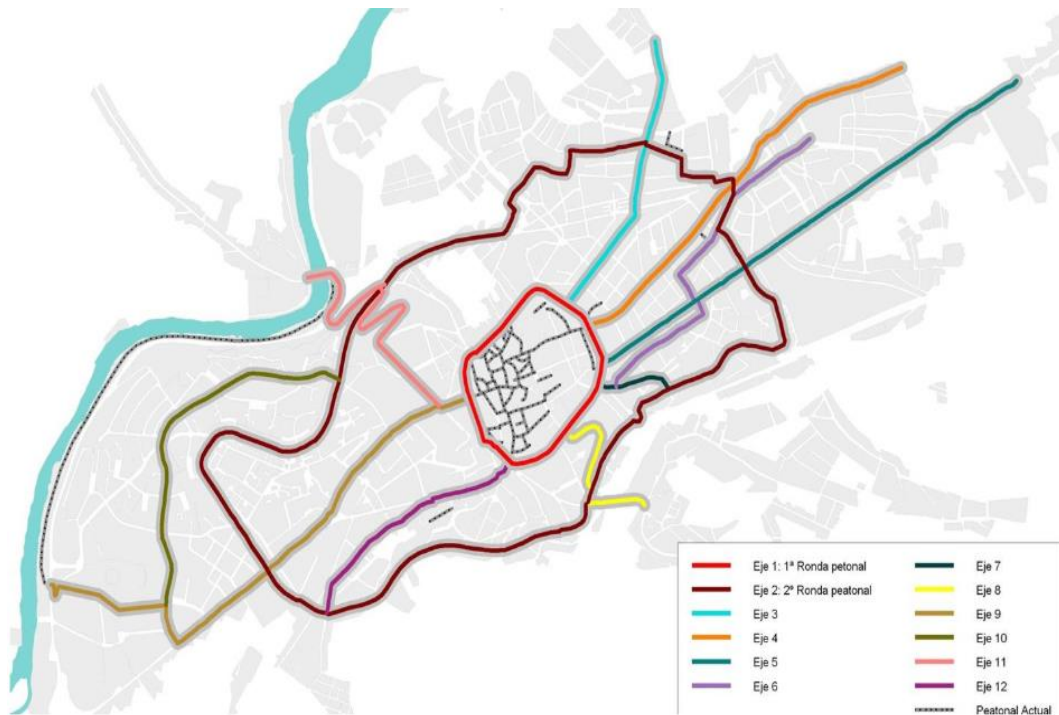


Ilustración 32. Propuesta red peatonal Lugo

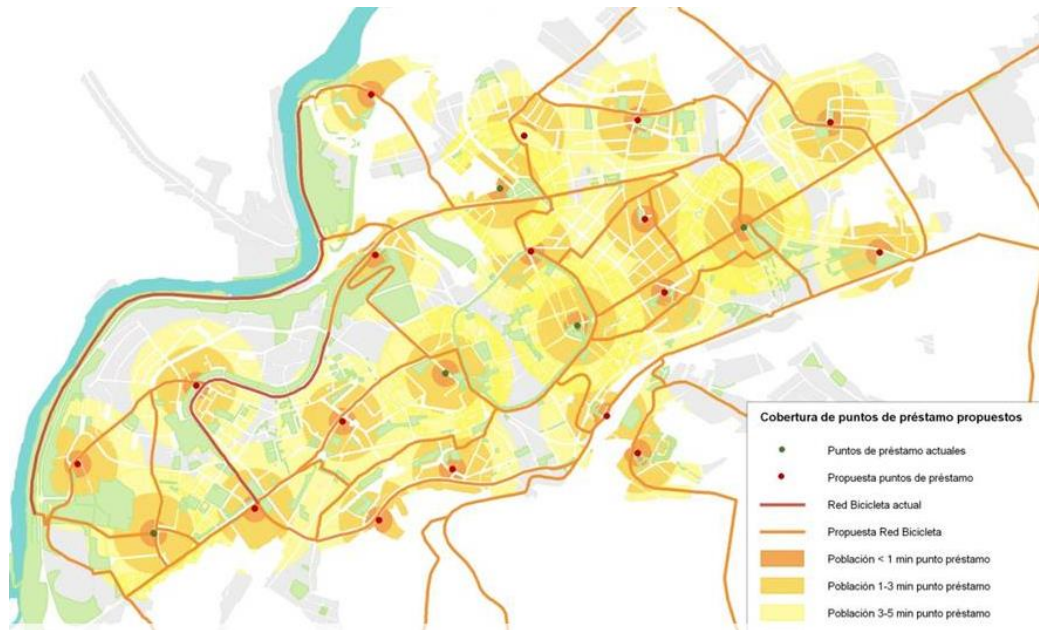


Ilustración 33. Propuesta red ciclista y puntos de préstamo Lugo

## 4.8.5 Supermanzanas en Barcelona

Como aparece reflejado anteriormente, el concepto de Supermanzana es un concepto relativamente nuevo. En el caso de la implantación de este tipo de modelo en la ciudad de Barcelona, físicamente la Supermanzana se define como: un área de unos 400 metros de lado, por el exterior de esta se mueven (por vías `rápidas`) los automóviles cuyo destino no sea esa área residencial. Por el interior se intenta reducir la presencia de vehículos a motor, pudiendo acceder solo, y a una velocidad reducida: vehículos de residentes, emergencias, servicios públicos, carga y descarga de mercancías, y algunas excepciones. Lo que potencia el confort del peatón o ciclista, fomentando así que aumente su número y relevancia.

En la ciudad de Barcelona, se puede ver la gran evolución que experimenta el urbanismo al introducir Supermanzanas como elemento básico de ordenación del territorio, en la construcción de la nueva ciudad, sXIX. Gracias a ello la ciudad de Barcelona es hoy en día un ejemplo de convivencia ordenada entre peatones y vehículos.



Esta definición es buena, salvo que no se sabe realmente los metros de lado que definirían una supermanzana. En Barcelona se da el valor, ya que se ha realizado unificando grupos de 3 por 3 manzanas iguales. Ya que el área en el que lo han implantado era ordenada.



Ilustración 34. Modelo Supermanzanas en Barcelona

El Eixample es un distrito de la ciudad de Barcelona, situado en la parte central de la ciudad con una superficie de 7,48 km<sup>2</sup>. Cuenta con una población de 265000 habitantes, es el distrito más poblado de Barcelona, representando el 16,4% del total de la ciudad.

#### 4.8.5.1 Plan Cerdá

El Plan Cerdá fue un plan de reforma y ensanche de la ciudad de Barcelona de 1860 que seguía una estructura en cuadrícula, abierta e igualitaria.

El proyecto fue acometido por el urbanista Ildefonso Cerdá, considerado uno de los fundadores del urbanismo moderno.

El plan proponía en toda la extensión una cuadrícula de manzanas octogonales todas con las mismas dimensiones. Tan solo cruzadas por 2 amplias avenidas diagonales.

La ordenación de Cerdá incluía manzanas de 113,3 metros de lado con chaflanes en las cuatro esquinas de 45°.

La anchura de las vías es de 20 metros y de 60 metros en el caso de las avenidas.

La visión de futuro de Cerdá con la inclusión de los chaflanes a 45° en las cuatro esquinas de cada manzana se adelantó a su tiempo permitiendo una mayor visibilidad en los cruces.

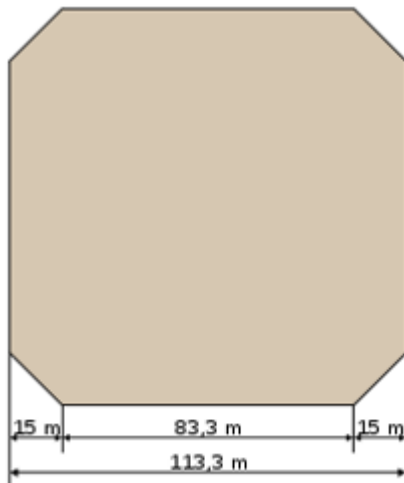


Ilustración 35. Manzana Plan Cerdá

...

## 4.8.5.2 Supermanzana Poblenou

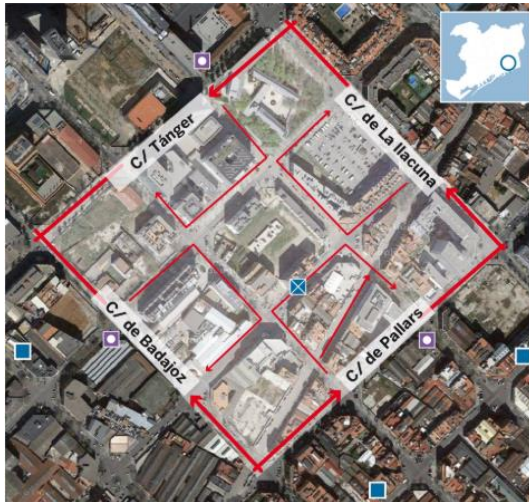
Poblenou ha sido la prueba piloto de la implantación de Supermanzanas en Barcelona (septiembre 2016) La medida fue bien recibida por gran parte de los residentes, pero a su vez también hubo quienes la rechazaron.

Hubo carteles en contra colgados en los balcones y la Plataforma de afectados por la supermanzana interpuso varias demandas contra el proyecto.

Ahora dos años después la mayoría de los vecinos están encantados, mientras que algunos vecinos siguen reticentes al cambio, son por ejemplo, aquellos que tienen negocios destinados al automóvil en el interior de la Supermanzana, véanse talleres mecánicos, repuestos, concesionarios... Y otro tipo de negocios, puesto que ahora solo son visibles para los vecinos del barrio.

El funcionamiento de la Supermanzana es el siguiente:

La obligatoriedad de giro no permite a los vehículos seguir recto, esto evita el tráfico de paso por el interior de la supermanzana, haciendo que las calles interiores sean para el uso vecinal.



*Ilustración 36. Supermanzana Poblenou*

De esta prueba piloto se han obtenido varios datos muy útiles para la futura implantación de Supermanzanas.

Entre ellos, hay que informar a todos los ciudadanos de los cambios, no solo a los residentes del área. Puesto que las vías son de uso por todos.

Con la implantación se desplazan varias paradas de autobús a puntos más lejanos, estudiar la posibilidad de incluir paradas de autobús más cercanas.

Reducción del número de plazas de aparcamiento.

El objetivo de la supermanzana era humanizar la zona, hacer que la ciudad sea más sostenible y ganar espacio para la ciudadanía.

Se han recuperado más de ocho mil metros cuadrados, que se pueden destinar a otras funciones más allá de la movilidad, como el intercambio, el ocio, la cultura y la participación, se han generado 4 nuevas plazas de 2000m<sup>2</sup>, destinada cada una a un derecho (democracia y participación, ocio, intercambio y comercio y por último a la cultura).

Dar prioridad a los peatones, las bicicletas y el transporte público, por este orden.

Las bicicletas son los únicos vehículos que pueden atravesar la manzana, pueden circular en doble sentido por toda ella.



*Ilustración 37. Recuperación espacio público Poblenou*

El segundo punto de acción es Eixample.



*Ilustración 38. Distrito Eixample*

# **5 Simulación**

## **Supermanzanas**

### **barrio de La**

### **Rondilla**

Para realizar este apartado, utilizamos el programa de simulación Aimsun. En el utilizamos un plano de las vías del barrio de la Rondilla. Gracias a este software, se pueden modificar diferentes características, ya sean tiempo de duración de los semáforos, velocidad de las calles, capacidad, tipo de vía, sentido, conexiones en las intersecciones...

Para el estudio vamos a comparar diferentes parámetros (Tiempo de viaje, velocidad, tiempo de parada, densidad y flujo en toda el área de la red. De esta manera podremos hacer un estudio comparativo en función del modelo utilizado y obtener conclusiones.

## 5.1 Matriz Origen-Destino

La base principal que utiliza el programa para la simulación, una vez establecidas las características de la vía es la Matriz Origen-Destino.

Para establecer esta matriz, previamente se han establecido unos Nodos (centroides), numerados del 1 al 25, representan diferentes puntos de la Rondilla.

Encontramos dos tipos diferentes de Nodos, aquellos por los que entra y sale el tráfico del área de la Rondilla (1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,24,25), y aquellos que están localizados en el interior de la Rondilla (el resto hasta 25).

Vamos a dividir el proceso de estudio en dos grandes apartados, uno de ellos se realiza partiendo como base del número real de vehículos que cruzan por cada nodo.

En el segundo de los casos, se llega a la conclusión de que, con la implantación de Supermanzanas, el 30% de los viajes de paso, toman rutas alternativas, como puede ser la ronda, lo que hace disminuir el número de vehículos en el interior de la Rondilla. Para ello, se ha procedido reduciendo un 30% el valor de la Matriz O-D, solamente en aquellos datos cruzados que implicaban que el viaje comenzaba fuera del barrio de La Rondilla y acababa también fuera.

En los siguientes planos aparecen los diferentes nodos, en azul, y las intersecciones en amarillo, así como la representación de las vías de toda el área de estudio.

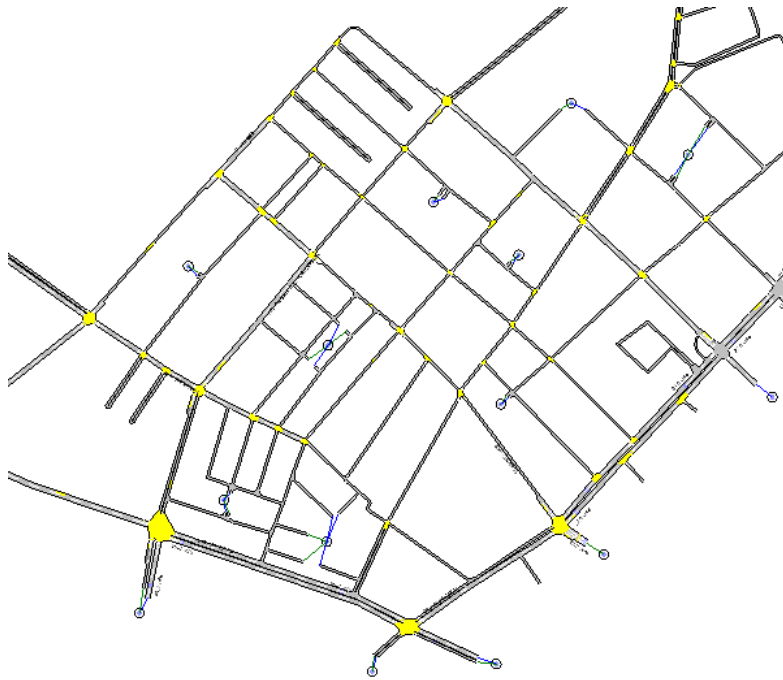


Ilustración 39. Red viaria La Rondilla

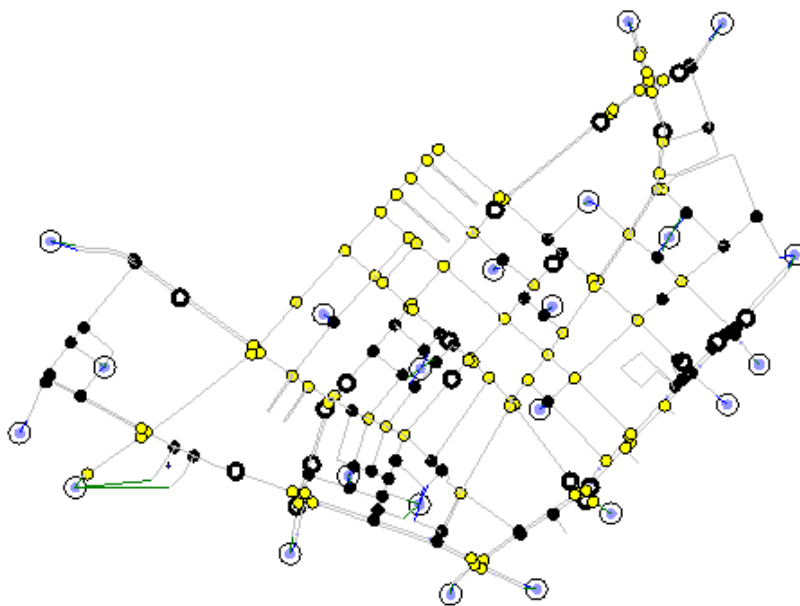


Ilustración 40. Centroides e intersecciones Red viaria La Rondilla

Para llevar a cabo la simulación de una manera realista, se ha dividido el período de estudio en 4 franjas horarias. De esta manera se simplifica el modelo real, y se tiene en cuenta el cambio de tráfico en función de la hora.

La franja horaria considerada es la comprendida entre las 13:30 y las 15:30. Se ha tomado esta franja horaria, ya que el objetivo es estudiar el problema en las horas más conflictivas, para que funcione durante todo el día. Estas horas seleccionadas coinciden con horario de salida del trabajo y a su vez con horario de salida de los colegios.

A continuación, las matrices Origen-destino de las 4 franjas horarias.

Estas cuatro primeras matrices contienen datos reales de los vehículos que se desplazan de una zona a otra, estos datos fueron cedidos por el ayuntamiento de Valladolid en el 2015, contamos entonces con un pequeño margen de error, relativo al aumento proporcional del parque de vehículos.

ZONA	2	3	4	5	6	8	9	10	13	14	15	16	17	18	19	20	21-22	23	24	25	Totales
1	12	5,4	0	0	15,36	6	6	3	1,2	0,24	1,68	0,48	3	2,4	0,48	1,2	0,72	1,2	1,8	9	71,16
3	175	0	29	105	60	8	12	2	1,2	1,2	2,4	0,96	1,2	4,2	4,08	3	1,68	0,6	3	0	414,52
4	13,8	0	0	42	14,4	4	8	0,6	0	0	0,24	0	0	0,6	0,72	0,6	0,72	1,2	1,8	7,2	95,88
5	325	24	0	0	52,8	6	16	3	3,84	1,44	2,88	1,68	7,8	12	4,8	3,6	2,16	9,6	2,4	30	509
7	60	15	0	0	19,2	10	24	5,4	2,16	5,04	1,92	1,44	3,6	5,4	8,4	2,4	2,88	2,4	1,8	28,8	199,84
9	74	25	0	0	48	90	0	20	1,6	3,2	3,2	4	6	14	6,4	6	2,4	1,2	21	7,2	333,2
10	3,6	1,8	0	0	4,32	0,6	0	0	2	0,24	0,24	0	0	0,6	0	0,6	0,24	0,6	0	7,2	22,04
13	3,6	0,6	0	0	1,92	1,2	1,2	0,6	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	3	1,2	13,92
14	10,8	1,8	0	0	2,88	2,4	5,4	0,6	0	0	0,24	0	0	0	0,48	0	0,24	1,8	1,2	0	27,84
15	10,8	0	0	0	4,8	4,8	3,6	4,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,4	30,6
16	6	0	0	0	3,36	0,6	1,2	1,2	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0,24	0	4,2	4,8	22,2
17	7,8	0	0	0	4,8	0	0,6	0,6	0	0,24	0	0	0	0	0	0	0,24	0	2,4	0	16,68
18	12	0	0	0	4,8	4,2	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,2	1,2	6	30
19	7,56	0	0	0	4,368	0,42	3,78	0,84	0	0,168	0	0	0,84	0	0,336	0	0,168	0,84	1,26	0	20,58
20	4,8	0	0	0	7,2	4,2	4,8	0,6	0	0,48	0	0	0	0	1,2	0	1,2	1,2	0	2,4	28,08
21-22	16	0	0	0	4,8	4,2	3	2,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	1,8	5,4	38,2
23	6,6	0	0	0	0	1,8	1,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,8	0	11,4
24	4,2	5,4	0	0	0	3,6	3	0	2	1,92	0	3	0	0	2	0	0	0	0,6	14	39,72
25	10,8	6	0	0	26,4	10,8	15	7,2	0	2,88	0	2,16	6,6	6,6	2,88	13,8	1,92	5,4	0	0	118,44
Totales	764,36	85	29	147	279,408	157,42	109,98	57,04	12	17,128	14,72	10,72	33,24	45,8	29,776	33,2	14,808	27,84	49,26	125,6	2.043,30

Ilustración 41. Matriz O-D real 13:30-14:00



ANÁLISIS E IMPLANTACIÓN DEL MODELO DE SUPERMANZANAS EN EL BARRIO DE LA RONDILLA

ZONA	2	3	4	5	6	8	9	10	13	14	15	16	17	18	19	20	21-22	23	24	25	Totales	
1	20,16	10,08	0	0	32,704	10,08	17,92	2,24	2,24	0,448	3,136	0,896	5,6	4,48	0,896	2,24	1,344	2,24	5,6	16,8	139,104	
3	123,2	0	35	218,4	179,76	14	25,2	1,68	2,24	2,24	4,48	1,792	2,24	7,84	7,616	5,6	3,136	1,12	8,96	0	644,504	
4	38,304	8,96	0	56	28,672	8,4	10,64	1,12	0	0	0,448	0	0	1,12	1,344	1,12	1,344	2,24	5,6	13,44	178,752	
5	403,2	11,2	0	0	96,32	10,08	25,76	5,6	7,168	2,688	5,376	3,136	14,56	32,48	4,48	6,72	4,032	17,92	7,84	5,6	714,56	
7	71,68	25,2	0	0	47,6	47,6	103,6	10,08	4,032	9,408	3,584	2,688	6,72	10,08	15,68	4,48	5,376	4,48	6,72	53,76	432,768	
9	72,8	36,4	0	0	75,6	112	0	22,4	8,4	10,64	8,4	9,52	12,32	12,32	3,92	15,68	8,4	9,52	26,88	19,04	464,24	
10	6,048	3,36	0	0	8,064	1,12	0	0	0,448	0,448	0,448	0	0	1,12	0	1,12	0,448	1,12	16,8	13,44	53,984	
13	6,048	1,12	0	0	0,896	8,96	2,24	1,12	0	0	0	0	0	1,12	0	0	0	0	5,6	2,24	29,344	
14	18,144	3,36	0	0	6,272	3,36	7,84	0,56	0	0	0,448	0	0	0	0,896	0	0,448	3,36	4,48	0	49,168	
15	18,144	0	0	0	8,96	5,6	3,36	3,36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,48	43,904
16	10,08	0	0	0	6,272	1,12	2,24	1,68	0	0	0	0	0	1,12	0	0	0,448	0	7,84	8,96	39,76	
17	13,104	0	0	0	10,752	0	1,12	0,56	0	0,448	0	0	0	0	0	0	0,448	0	4,48	0	30,912	
18	20,16	0	0	0	9,856	7,84	0	0,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,24	3,36	11,2	55,216	
19	15,904	0	0	0	9,408	0,784	7,056	1,12	0	0,3136	0	0	1,568	0	0,6272	0	0,3136	1,568	3,92	0	42,5824	
20	8,064	0	0	0	15,232	3,36	5,6	0,56	0	0,896	0	0	0	0	2,24	0	2,24	2,24	0	4,48	44,912	
21-22	21,28	0	0	0	7,5264	5,488	3,92	1,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0,784	3,136	7,056	0	50,3104	
23	11,088	0	0	0	0	0	3,36	1,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,48	0	20,048	
24	14,8176	12,544	0	0	0	10,976	8,624	13,44	0	10,08	6,272	0	4,48	0	0	12,32	0	0	8,4	23,52	125,474	
25	18,144	11,2	0	0	56,616	19,04	31,92	6,72	0	5,376	0	4,032	12,32	12,32	5,376	25,76	3,584	10,08	0	0	222,488	
Totales	910,37	123,424	35	274,4	600,51	269,808	260,4	75,04	24,528	42,9856	32,592	22,064	62,048	81,76	43,0752	75,04	31,5616	58,912	124,096	234,416	3.382,03	

Ilustración 42. Matriz O-D real 14:00-14:30

ZONA	2	3	4	5	6	8	9	10	13	14	15	16	17	18	19	20	21-22	23	24	25	Totales	
1	16,92	8,46	0	0	27,448	8,46	15,04	1,88	1,88	0,376	2,632	0,752	4,7	3,76	0,752	1,88	1,128	1,88	4,7	14,1	116,748	
3	103,4	0	12	170	150,87	11,75	21,15	1,41	1,88	1,88	3,76	1,504	1,88	6,58	6,392	4,7	2,632	0,94	7,52	0	510,248	
4	32,148	7,52	0	47	24,064	7,05	8,93	0,94	0	0	0,376	0	0	0,94	1,128	0,94	1,128	1,88	4,7	11,28	150,024	
5	338,4	9,4	0	0	80,84	8,46	21,62	4,7	6,016	2,256	4,512	2,632	12,22	27,26	3,76	5,64	3,384	15,04	6,58	4,7	599,72	
7	60,16	21,15	0	0	39,95	39,95	86,95	8,46	3,384	7,896	3,008	2,256	5,64	8,46	13,16	3,76	4,512	3,76	5,64	45,12	363,216	
9	61,1	30,55	0	0	63,45	94	0	18,8	14	10	7,05	10	10,34	10,34	3,29	13,16	7,05	7,99	22,56	15,98	399,66	
10	5,076	2,82	0	0	6,768	0,94	0	0	0,376	0,376	0	0	0	0,94	0	0,94	0,376	0,94	14,1	11,28	45,308	
13	5,076	0,94	0	0	0,752	7,52	1,88	0,94	0	0	0	0	0	0,94	0	0	0	0	4,7	1,88	24,628	
14	15,228	2,82	0	0	5,264	2,82	6,58	0,47	0	0	0,376	0	0	0	0,752	0	0,376	2,82	3,76	0	41,266	
15	15,228	0	0	0	7,52	4,7	2,82	2,82	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,76	36,848
16	8,46	0	0	0	5,264	0,94	1,88	1,41	0	0	0	0	0,94	0	0	0	0,376	0	6,58	7,52	33,37	
17	10,998	0	0	0	9,024	0	0,94	0,47	0	0,376	0	0	0	0	0	0	0,376	0	3,76	0	25,944	
18	16,92	0	0	0	8,272	6,58	0	0,47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,88	2,82	9,4	46,342	
19	13,348	0	0	0	7,896	0,658	5,922	0,94	0	0,2632	0	0	1,316	0	0,5264	0	0,2632	1,316	3,29	0	35,7388	
20	6,768	0	0	0	12,784	2,82	4,7	0,47	0	0,752	0	0	0	0	1,88	0	1,88	1,88	0	3,76	37,694	
21-22	17,86	0	0	0	6,3168	4,606	3,29	0,94	0	0	0	0	0	0	0	0	0,658	2,632	5,922	0	42,2248	
23	9,306	0	0	0	0	0	2,82	0,94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,76	0	16,826	
24	12,4362	10,528	0	0	0	9,212	7,238	11,28	0	8,46	5,264	0	3,76	0	0	10,34	0	0	7,05	19,74	105,308	
25	15,228	9,4	0	0	47,517	15,98	26,79	5,64	0	4,512	0	3,384	10,34	10,34	4,512	21,62	3,008	8,46	0	0	186,731	
Totales	764,06	103,588	12	217	504	226,446	218,55	62,98	27,536	37,1472	27,354	20,528	52,076	68,62	36,1524	62,98	26,4892	49,444	104,152	196,742	2.817,84	

Ilustración 43. Matriz O-D real 14:30-15:00

ZONA	2	3	4	5	6	8	9	10	13	14	15	16	17	18	19	20	21-22	23	24	25	Totales
1	14	6,3	0	0	22,4	7,7	10,5	3	1,4	0,28	1,96	0,56	3,5	2,8	0,56	1,4	0,84	1,4	2,1	10,5	91,2
3	115	0	22	133	80,5	10,5	17,5	2	1,4	1,4	2,8	1,12	1,4	4,9	4,76	3,5	1,96	0,7	3,5	0	407,94
4	16,1	0	0	24,5	21	2,1	12,6	0,7	0	0	0,28	0	0	0,7	0,84	0,7	0,84	1,4	2,1	8,4	92,26
5	335	36	0	0	77	9,1	23,8	3,5	4,48	1,68	3,36	1,96	9,1	14	5,6	4,2	2,52	11,2	2,8	35	580,3
7	61	15	0	0	28	13,3	28	6,3	2,52	5,88	2,24	1,68	4,2	6,3	9,8	2,8	3,36	2,8	2,1	33,6	228,88
9	72	22	0	0	72	76	0	16	4	3	4	5	11	13	6	5	3	2	18	9	341
10	4,2	2,1	0	0	6,3	0,7	0	0	0,28	0,28	0,28	0	0	0,7	0	0,7	0,28	0,7	0	8,4	24,92
13	4,2	0,7	0	0	2,8	1,4	1,4	0,7	0	0	0	0	0	0,7	0	0	0	0	3,5	1,4	16,8
14	12,6	2,1	0	0	4,2	2,8	6,3	0,7	0	0	0,28	0	0	0	0,56	0	0,28	2,1	1,4	0	33,32
15	12,6	0	0	0	7	5,6	4,2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,8	34,2
16	7	0	0	0	4,9	0,7	1,4	1	0	0	0	0	0	0,7	0	0	0,28	0	4,9	5,6	26,48
17	9,1	0	0	0	7	0	0,7	0,7	0	0,28	0	0	0	0	0	0	0,28	0	2,8	0	20,86
18	14	0	0	0	7	4,9	0	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,4	1,4	7	36,4
19	8,82	0	0	0	6,37	0,49	4,41	0,98	0	0,196	0	0	0,98	0	0,392	0	0,196	0,98	1,47	0	25,284
20	5,6	0	0	0	10,5	4,9	5,6	0,7	0	0,56	0	0	0	0	1,4	0	1,4	1,4	0	2,8	34,86
21-22	14	0	0	0	4,9	3,43	2,45	1,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,49	1,47	4,41	0	32,35
23	7,7	0	0	0	0	0	2,1	1,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,1	0	13,3
24	4,9	6,3	0	0	0	0	4,2	3,5	0	2	4	2	4	2	0	2,1	0	0	0,7	28	63,7
25	12,6	7	0	0	38,5	12,6	17,5	8,4	0	3,36	0	2,52	7,7	7,7	3,36	16,1	2,24	6,3	0	0	145,88
Totales	730,42	97,5	22	157,5	400,37	156,22	142,66	53,48	14,08	18,916	19,2	14,84	43,28	52,1	33,272	36,5	17,476	32,87	50,34	156,91	2.249,93

Ilustración 44. Matriz O-D real 15:00-15:30

Las siguientes cuatro matrices, que representan también las mismas divisiones dentro de la franja horaria establecida han sido modificadas.

En base a la información recogida durante el trabajo de campo realizado en el área, en el que participaron activamente los vecinos. Y en función de los datos obtenidos de otras situaciones semejantes en España, se ha considerado que, al introducir el modelo de Supermanzanas en el barrio de la Rondilla, el 30% de los vehículos que atravesaban el área como medio de paso de un lugar a otro, buscarán ahora rutas alternativas.

Esto se lleva a cabo reduciendo un 30 % el valor de los datos de los vehículos que van de un centroide a otro en los que ambos centroides se encuentran fuera del área de La Rondilla estos son los centroides: 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10, 24 y 25).

Datos considerando un 30% menos de los viajes de paso:

ZONA	2	3	4	5	6	8	9	10	13	14	15	16	17	18	19	20	21-22	23	24	25	Totales
1	8,4	3,78	0	0	10,752	4,2	4,2	2,1	1,2	0,24	1,68	0,48	3	2,4	0,48	1,2	0,72	1,2	1,26	6,3	53,592
3	122,5	0	20,3	73,5	42	5,6	8,4	1,4	1,2	1,2	2,4	0,96	1,2	4,2	4,08	3	1,68	0,6	2,1	0	296,32
4	9,66	0	0	29,4	10,08	2,8	5,6	0,42	0	0	0,24	0	0	0,6	0,72	0,6	0,72	1,2	1,26	5,04	68,34
5	227,5	16,8	0	0	36,96	4,2	11,2	2,1	3,84	1,44	2,88	1,68	7,8	12	4,8	3,6	2,16	9,6	1,68	21	371,24
7	42	10,5	0	0	13,44	7	16,8	3,78	2,16	5,04	1,92	1,44	3,6	5,4	8,4	2,4	2,88	2,4	1,26	20,16	150,58
9	51,8	17,5	0	0	33,6	63	0	14	1,6	3,2	3,2	4	6	14	6,4	6	2,4	1,2	14,7	5,04	247,64
10	2,52	1,26	0	0	3,024	0,42	0	0	2	0,24	0,24	0	0	0,6	0	0,6	0,24	0,6	0	5,04	16,784
13	3,6	0,6	0	0	1,92	1,2	1,2	0,6	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	3	13,92
14	10,8	1,8	0	0	2,88	2,4	5,4	0,6	0	0	0,24	0	0	0	0,48	0	0,24	1,8	1,2	0	27,84
15	10,8	0	0	0	4,8	4,8	3,6	4,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,4	30,6
16	6	0	0	0	3,36	0,6	1,2	1,2	0	0	0	0	0,6	0	0	0,24	0	4,2	4,8	0	22,2
17	7,8	0	0	0	4,8	0	0,6	0,6	0	0,24	0	0	0	0	0	0	0,24	0	2,4	0	16,68
18	12	0	0	0	4,8	4,2	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,2	1,2	6	30
19	7,56	0	0	0	4,368	0,42	3,78	0,84	0	0,168	0	0	0,84	0	0,336	0	0,168	0,84	1,26	0	20,58
20	4,8	0	0	0	7,2	4,2	4,8	0,6	0	0,48	0	0	0	0	1,2	0	1,2	1,2	0	2,4	28,08
21-22	16	0	0	0	4,8	4,2	3	2,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	1,8	5,4	0	38,2
23	6,6	0	0	0	0	0	1,8	1,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,8	0	11,4
24	2,94	3,78	0	0	0	0	2,52	2,1	0	2	1,92	0	3	0	0	2	0	0	0,42	9,8	30,48
25	7,56	4,2	0	0	18,48	7,56	10,5	5,04	0	2,88	0	2,16	6,6	6,6	2,88	13,8	1,92	5,4	0	0	95,58
Totales	560,84	60,22	20,3	102,9	207,264	116,8	84,6	43,78	12	17,128	14,72	10,72	33,24	45,8	29,776	33,2	14,808	27,84	39,54	94,58	1.570,06

Ilustración 45. Matriz O-D futuro 13:30-14:00

ZONA	2	3	4	5	6	8	9	10	13	14	15	16	17	18	19	20	21-22	23	24	25	Totales
1	14,112	7,056	0	0	22,8928	7,056	12,544	1,568	2,24	0,448	3,136	0,896	5,6	4,48	0,896	2,24	1,344	2,24	3,92	11,76	104,429
3	86,24	0	24,5	152,88	125,832	9,8	17,64	1,176	2,24	2,24	4,48	1,792	2,24	7,84	7,616	5,6	3,136	1,12	6,272	0	462,644
4	26,8128	6,272	0	39,2	20,0704	5,88	7,448	0,784	0	0	0,448	0	0	1,12	1,344	1,12	1,344	2,24	3,92	9,408	127,411
5	282,24	7,84	0	0	67,424	7,056	18,032	3,92	7,168	2,688	5,376	3,136	14,56	32,48	4,48	6,72	4,032	17,92	5,488	39,2	529,76
7	50,176	17,64	0	0	33,32	33,32	72,52	7,056	4,032	9,408	3,584	2,688	6,72	10,08	15,68	4,48	5,376	4,48	4,704	37,632	322,896
9	50,96	25,48	0	0	52,92	78,4	0	15,68	8,4	10,64	8,4	9,52	12,32	12,32	3,92	15,68	8,4	9,52	18,816	13,328	354,704
10	4,2336	2,352	0	0	5,6448	0,784	0	0	0,448	0,448	0,448	0	0	1,12	0	1,12	0,448	1,12	11,76	9,408	39,3344
13	6,048	1,12	0	0	0,896	8,96	2,24	1,12	0	0	0	0	1,12	0	0	0	0	0	5,6	2,24	29,344
14	18,144	3,36	0	0	6,272	3,36	7,84	0,56	0	0	0,448	0	0	0	0,896	0	0,448	3,36	4,48	0	49,168
15	18,144	0	0	0	8,96	5,6	3,36	3,36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,48	43,904
16	10,08	0	0	0	6,272	1,12	2,24	1,68	0	0	0	0	1,12	0	0	0	0,448	0	7,84	8,96	39,76
17	13,104	0	0	0	10,752	0	1,12	0,56	0	0,448	0	0	0	0	0	0	0,448	0	4,48	0	30,912
18	20,16	0	0	0	9,856	7,84	0	0,56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,24	3,36	11,2	55,216
19	15,904	0	0	0	9,408	0,784	7,056	1,12	0	0,3136	0	0	1,568	0	0,6272	0	0,3136	1,568	3,92	0	42,5824
20	8,064	0	0	0	15,232	3,36	5,6	0,56	0	0,896	0	0	0	0	2,24	0	2,24	2,24	0	4,48	44,912
21-22	21,28	0	0	0	7,5264	5,488	3,92	1,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,784	3,136	7,056	50,3104
23	11,088	0	0	0	0	0	3,36	1,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,48	0	20,048
24	10,3723	8,7808	0	0	0	7,6832	6,0968	9,408	0	10,08	6,272	0	4,48	0	0	12,32	0	5,88	16,464	0	97,771
25	12,7008	7,84	0	0	39,6312	13,328	22,344	4,704	0	5,376	0	4,032	12,32	12,32	5,376	25,76	3,584	10,08	0	0	179,396
Totales	679,864	87,7408	24,5	192,08	442,91	199,819	193,301	56,056	24,528	42,9856	32,592	22,064	62,048	81,76	43,0752	75,04	31,5616	58,912	98,056	175,616	2.624,51

Ilustración 46. Matriz O-D futuro 14:00-14:30

ANÁLISIS E IMPLANTACIÓN DEL MODELO DE SUPERMANZANAS EN EL BARRIO DE LA RONDILLA

ZONA	2	3	4	5	6	8	9	10	13	14	15	16	17	18	19	20/21-22	23	24	25	Totales	
1	11,844	5,922	0	0	19,2136	5,922	10,528	1,316	1,88	0,376	2,632	0,752	4,7	3,76	0,752	1,88	1,128	1,88	3,29	9,87	87,6456
3	72,38	0	8,4	119	105,609	8,225	14,805	0,987	1,88	1,88	3,76	1,504	1,88	6,58	6,392	4,7	2,632	0,94	5,264	0	366,818
4	22,5036	5,264	0	32,9	16,8448	4,935	6,251	0,658	0	0	0,376	0	0	0,94	1,128	0,94	1,128	1,88	3,29	7,896	106,934
5	236,88	6,58	0	0	56,588	5,922	15,134	3,29	6,016	2,256	4,512	2,632	12,22	27,26	3,76	5,64	3,384	15,04	4,606	32,9	444,62
7	42,112	14,805	0	0	27,965	27,965	60,865	5,922	3,384	7,896	3,008	2,256	5,64	8,46	13,16	3,76	4,512	3,76	3,948	31,584	271,002
9	42,77	21,385	0	0	44,415	65,8	0	13,16	14	10	7,05	10	10,34	10,34	3,29	13,16	7,05	7,99	15,792	11,186	307,728
10	3,5532	1,974	0	0	4,7376	0,658	0	0	0,376	0,376	0,376	0	0	0,94	0	0,94	0,376	0,94	9,87	7,896	33,0128
13	5,076	0,94	0	0	0,752	7,52	1,88	0,94	0	0	0	0	0,94	0	0	0	0	0	4,7	1,88	24,628
14	15,228	2,82	0	0	5,264	2,82	6,58	0,47	0	0	0,376	0	0	0	0,752	0	0,376	2,82	3,76	0	41,266
15	15,228	0	0	0	7,52	4,7	2,82	2,82	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,76	36,848
16	8,46	0	0	0	5,264	0,94	1,88	1,41	0	0	0	0	0,94	0	0	0	0,376	0	6,58	7,52	33,37
17	10,998	0	0	0	9,024	0	0,94	0,47	0	0,376	0	0	0	0	0	0	0,376	0	3,76	0	25,944
18	16,92	0	0	0	8,272	6,58	0	0,47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,88	2,82	9,4	46,342
19	13,348	0	0	0	7,896	0,658	5,922	0,94	0	0,2632	0	0	1,316	0	0,5264	0	0,2632	1,316	3,29	0	35,7388
20	6,768	0	0	0	12,784	2,82	4,7	0,47	0	0,752	0	0	0	0	1,88	0	1,88	1,88	0	3,76	37,694
21-22	17,86	0	0	0	6,3168	4,606	3,29	0,94	0	0	0	0	0	0	0	0	0,658	2,632	5,922	0	42,2248
23	9,306	0	0	0	0	0	2,82	0,94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,76	0	16,826
24	8,70534	7,3696	0	0	0	6,4484	5,0666	7,896	0	8,46	5,264	3,76	0	0	10,34	0	0	4,935	13,818	82,0629	0
25	10,6596	6,58	0	0	33,2619	11,186	18,753	3,948	0	4,512	0	3,384	10,34	10,34	4,512	21,62	3,008	8,46	0	0	150,564
Totales	570,6	73,6396	8,4	151,9	371,728	167,705	162,235	47,047	27,536	37,1472	27,354	20,528	52,076	68,62	36,1524	62,98	26,4892	49,444	82,297	147,392	2.191,27

Ilustración 47. Matriz O-D futuro 14:30-15:00

ZONA	2	3	4	5	6	8	9	10	13	14	15	16	17	18	19	20/21-22	23	24	25	Totales	
1	9,8	4,41	0	0	15,68	5,39	7,35	2,1	1,4	0,28	1,96	0,56	3,5	2,8	0,56	1,4	0,84	1,4	1,47	7,35	68,25
3	80,5	0	15,4	93,1	56,35	7,35	12,25	1,4	1,4	1,4	2,8	1,12	1,4	4,9	4,76	3,5	1,96	0,7	2,45	0	292,74
4	11,27	0	0	17,15	14,7	1,47	8,82	0,49	0	0	0,28	0	0	0,7	0,84	0,7	0,84	1,4	1,47	5,88	66,01
5	234,5	25,2	0	0	53,9	6,37	16,66	2,45	4,48	1,68	3,36	1,96	9,1	14	5,6	4,2	2,52	11,2	1,96	24,5	423,64
7	42,7	10,5	0	0	19,6	9,31	19,6	4,41	2,52	5,88	2,24	1,68	4,2	6,3	9,8	2,8	3,36	2,8	1,47	23,52	172,69
9	50,4	15,4	0	0	50,4	53,2	0	11,2	4	3	4	5	11	13	6	5	3	2	12,6	6,3	255,5
10	2,94	1,47	0	0	4,41	0,49	0	0,28	0,28	0,28	0	0	0,7	0	0,7	0,28	0,7	0	5,88	18,41	0
13	4,2	0,7	0	0	2,8	1,4	1,4	0,7	0	0	0	0	0,7	0	0	0	0	0	3,5	1,4	16,8
14	12,6	2,1	0	0	4,2	2,8	6,3	0,7	0	0	0,28	0	0	0	0,56	0	0,28	2,1	1,4	0	33,32
15	12,6	0	0	0	7	5,6	4,2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,8	0	34,2
16	7	0	0	0	4,9	0,7	1,4	1	0	0	0	0	0,7	0	0	0	0,28	0	4,9	5,6	26,48
17	9,1	0	0	0	7	0	0,7	0,7	0	0,28	0	0	0	0	0	0	0,28	0	2,8	0	20,86
18	14	0	0	0	7	4,9	0	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,4	1,4	7	36,4
19	8,82	0	0	0	6,37	0,49	4,41	0,98	0	0,196	0	0	0,98	0	0,392	0	0,196	0,98	1,47	0	25,284
20	5,6	0	0	0	10,5	4,9	5,6	0,7	0	0,56	0	0	0	0	1,4	0	1,4	1,4	0	2,8	34,86
21-22	14	0	0	0	4,9	3,43	2,45	1,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,49	1,47	4,41	32,35
23	7,7	0	0	0	0	0	2,1	1,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,1	0	13,3
24	3,43	4,41	0	0	0	2,94	2,45	0	2	4	2	4	2	4	2	0	2,1	0	0,49	19,6	49,42
25	8,82	4,9	0	0	26,95	8,82	12,25	5,88	0	3,36	0	2,52	7,7	7,7	3,36	16,1	2,24	6,3	0	0	116,9
Totales	539,98	69,09	15,4	110,25	296,66	116,62	108,43	40,46	14,08	18,916	19,2	14,84	43,28	52,1	33,272	36,5	17,476	32,87	40,95	117,04	1.737,41

Ilustración 48. Matriz O-D futuro 15:00-15:30

## 5.2 Simulaciones:

Para el desarrollo del estudio se han llevado a cabo 5 modelos, los cuales son: Modelo actual, Modelo con 3 Supermanzanas, Modelo con 3 Supermanzanas con reducción del tráfico, Modelo con 5 Supermanzanas y modelo con 5 Supermanzanas con reducción del tráfico.

A continuación, se estudian las variables de cada uno de ellos. En el primer modelo se explicará brevemente que representa cada variable, variables que aparecerán de la misma manera en el resto de los modelos

### 5.2.1 Modelo actual Rondilla

El primero de ellos es el modelo actual del barrio de La Rondilla, referente a lo que está ocurriendo realmente.

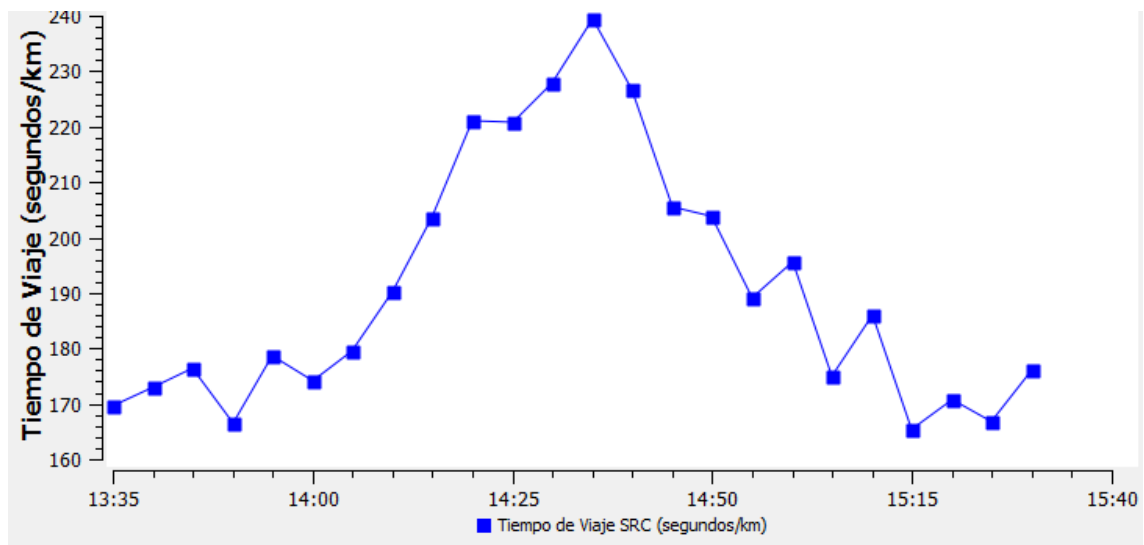
Se caracteriza por que la velocidad de todas sus vías es 50km/h



*Ilustración 49. Área de estudio La Rondilla sin supermanzanas*

Tras realizar una simulación completa obtenemos los siguientes resultados:

Tiempo de Viaje: entendido como segundos/km, este dato es un promedio de todos los vehículos que atraviesan la zona durante el período de estudio.

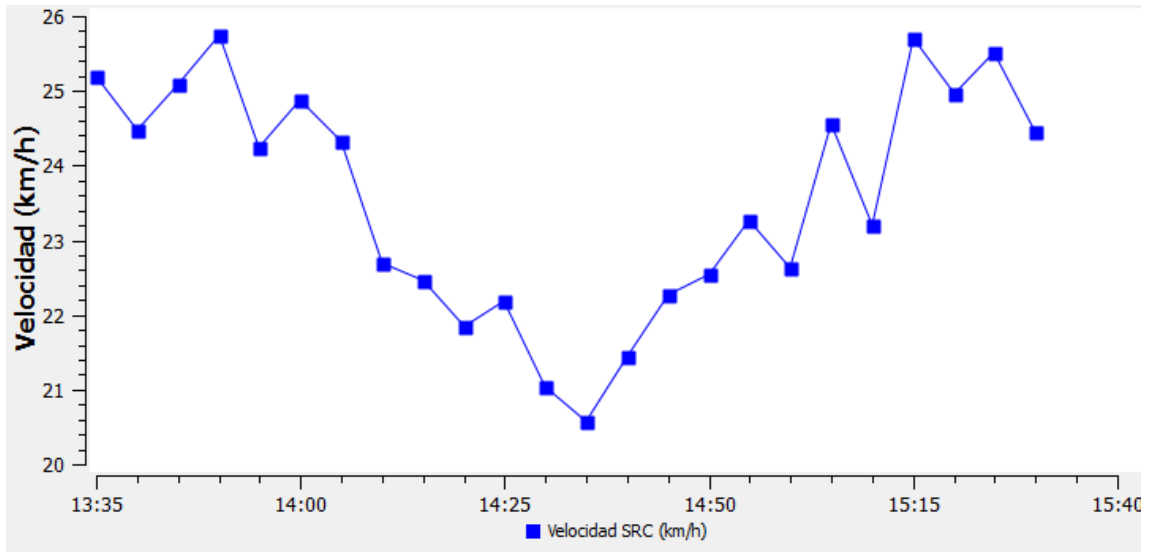


Gráfica 1. Tiempo de viaje modelo actual

Observamos que el tiempo de de viaje se mantiene bastante bajo y constante al principio y al final del período de estudio, aumentando este significativamente en forma de pico a las 14:30 del mediodía. Punto que coincide con el mayor tráfico debido a salidas del trabajo y de colegios.

Velocidad:

La velocidad se expresa en km/s, parece destacable que la velocidad alcance el valor máximo de 26 km/h, siendo las vías de velocidad máxima 50 km/h. Esto se debe a que no sólo considera la velocidad cuando los vehículos están en movimiento, si no que contempla el tiempo de estacionamiento en los semáforos, retenciones y deceleración.

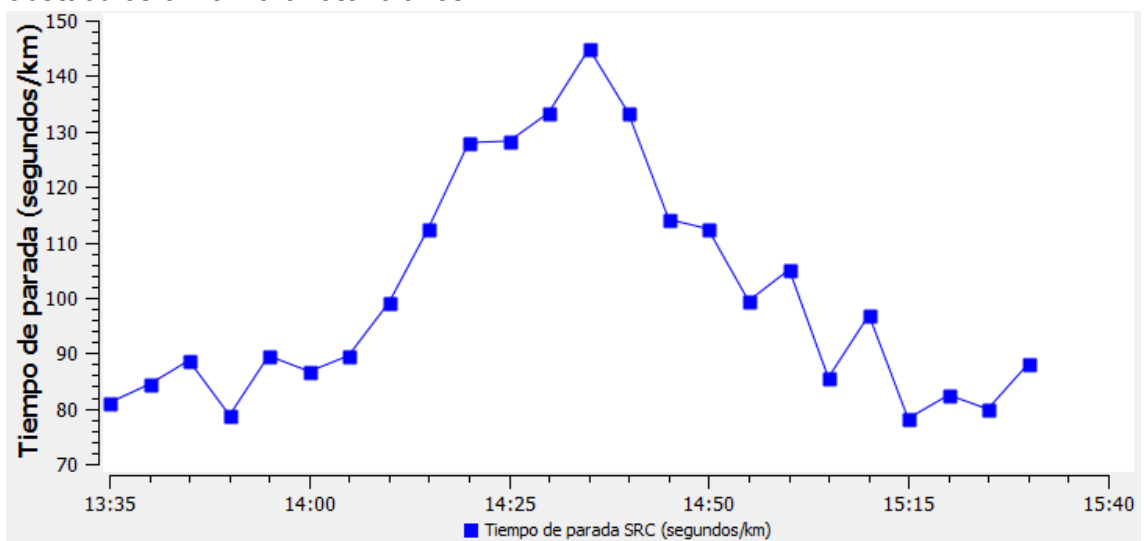


Gráfica 2. Velocidad modelo actual

Observamos en esta gráfica la presencia de un pico, inverso a la gráfica anterior pero localizado en el mismo período de tiempo. Esto se debe al aumento de tráfico, o que genera retenciones y hace que los vehículos estén más tiempo parados. Evento que hace que se reduzca mucho el valor de la velocidad media.

Tiempo de parada:

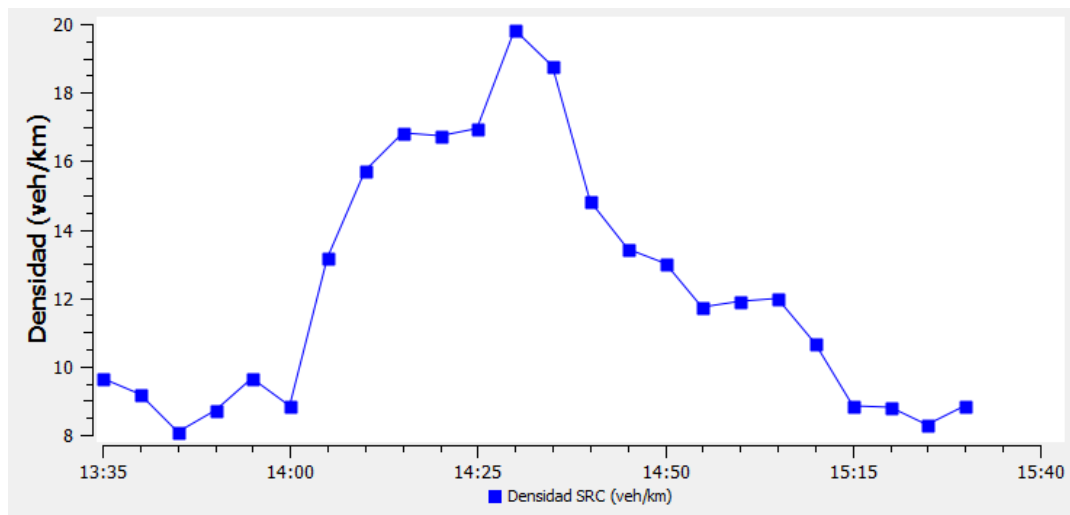
Hace alusión al tiempo medio que permanecen los vehículos completamente parados dentro del área de estudio. Esto puede ser debido a semáforos, obstáculos en la vía o retenciones.



Gráfica 3. Tiempo de Parada modelo actual

Densidad:

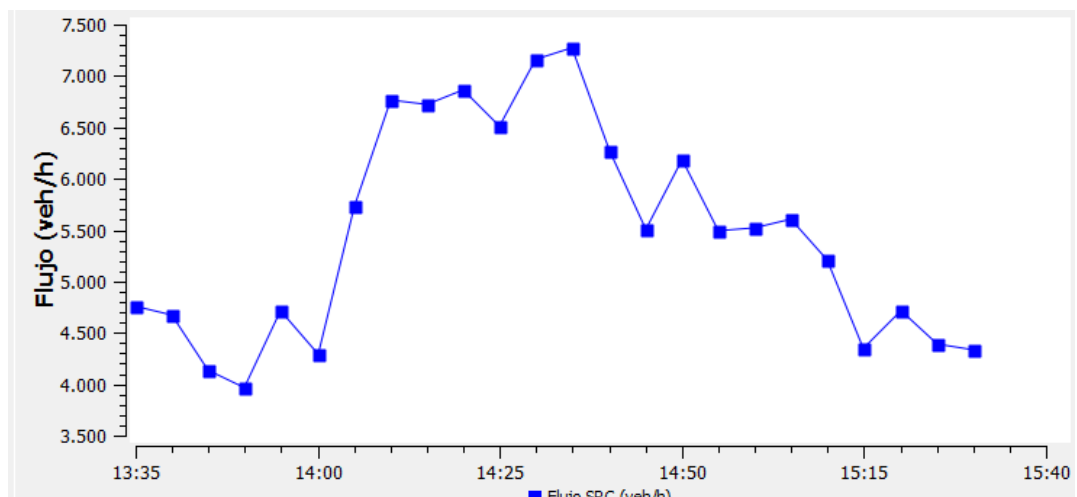
Entendida como vehículos/km, da a entender la presencia de vehículos en los diversos tramos de carretera, con este dato podemos hacernos una idea de la cantidad de coches que ocupan una vía determinada



Gráfica 2. Densidad modelo actual

Flujo:

El flujo hace alusión a la cantidad de vehículos que atraviesan una sección determinada a lo largo de una hora.



Gráfica 3. Flujo modelo actual

## 5.2.2 Modelo 3 Supermanzanas

Para este segundo modelo se han desarrollado tres Supermanzanas, señaladas en color rojo en la siguiente imagen.

Estas están delimitadas por las calles

- Calle Moradas, Calle Soto, calle Mirabel y Cardenal Cisneros
- Calle Moradas, Calle soto, calle Cardenal Cisneros, Calle Cerrada y Avenida de Palencia
- Calle Cardenal Cisneros, Calle Cerrada, Avenida Palencia, Calle Rondilla de Santa Teresa, Calle cardenal Torquemada.



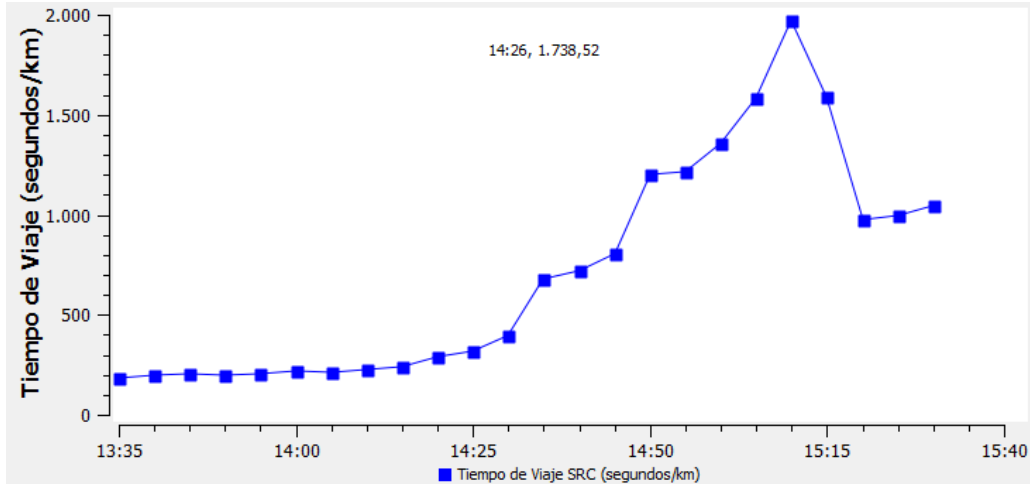
*Ilustración 50. Distribución modelo 3 Supermanzanas*

En verde las vías con límite de velocidad 50, entre las que se encuentran los bordes de las Supermanzanas, en rojo las vías del interior de las Supermanzanas, en las que la velocidad máxima permitida es 10 km/h

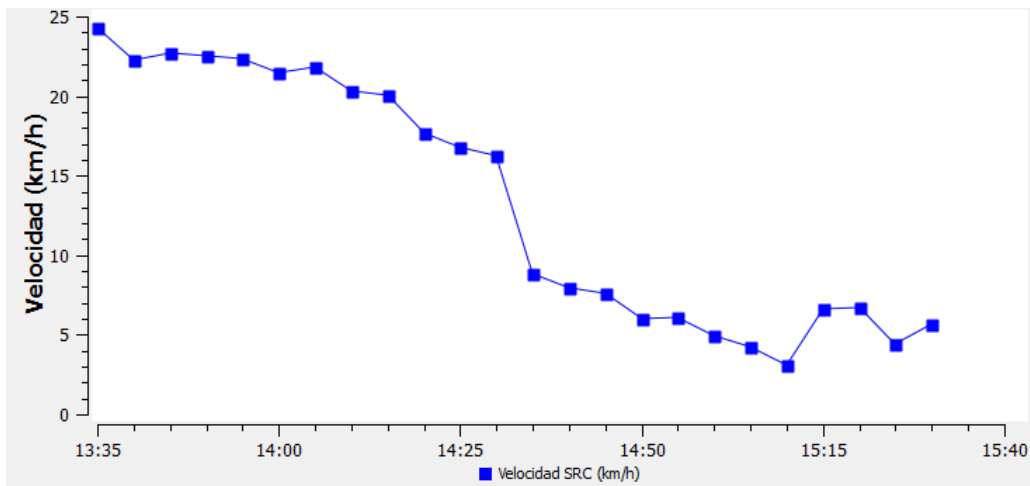


*Ilustración 51. Velocidad vías modelo 3 Supermanzanas*

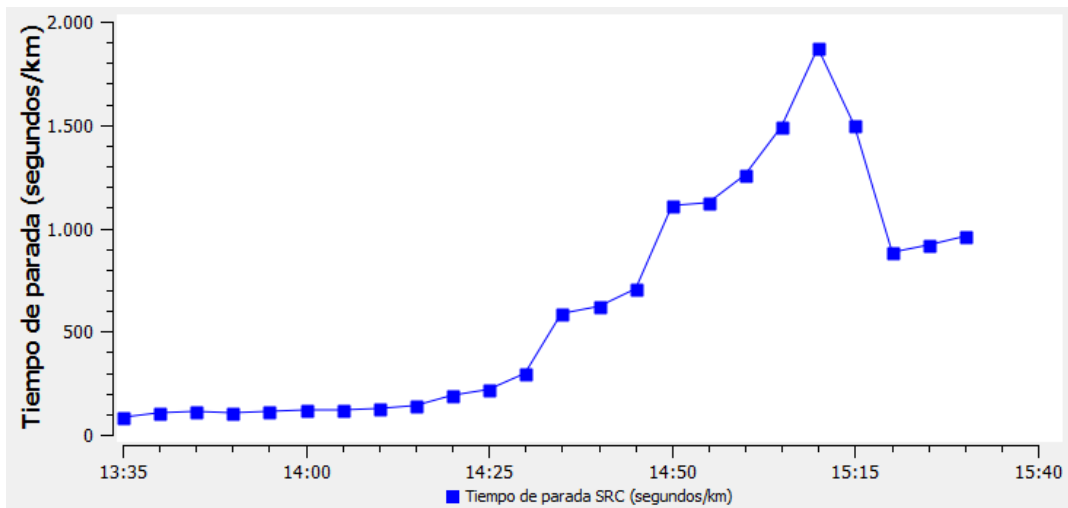




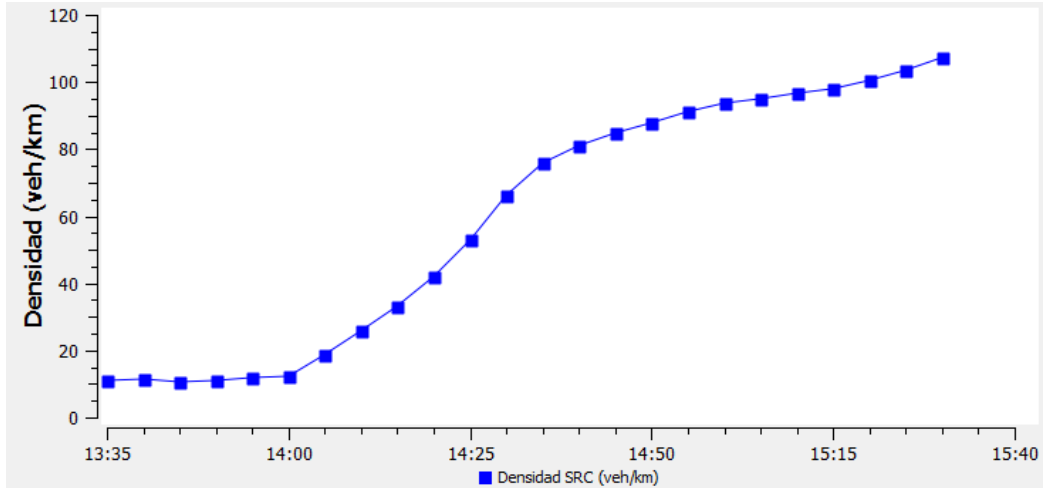
Gráfica 4. Tiempo de Viaje modelo 3 Supermanzanas



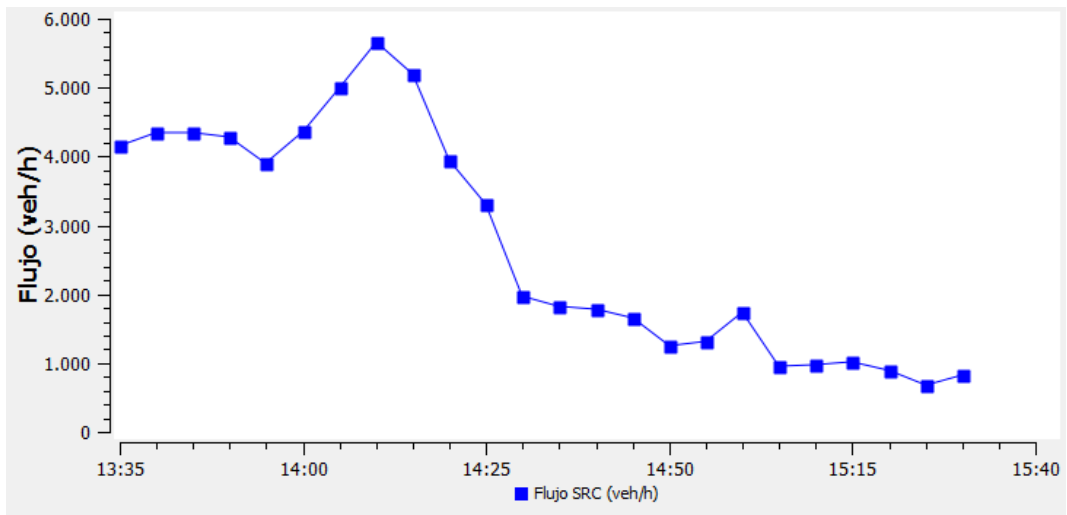
Gráfica 5. Velocidad modelo 3 Supermanzanas



Gráfica 6. Tiempo de Parada modelo 3 Supermanzanas



Gráfica 7. Densidad modelo 3 Supermanzanas

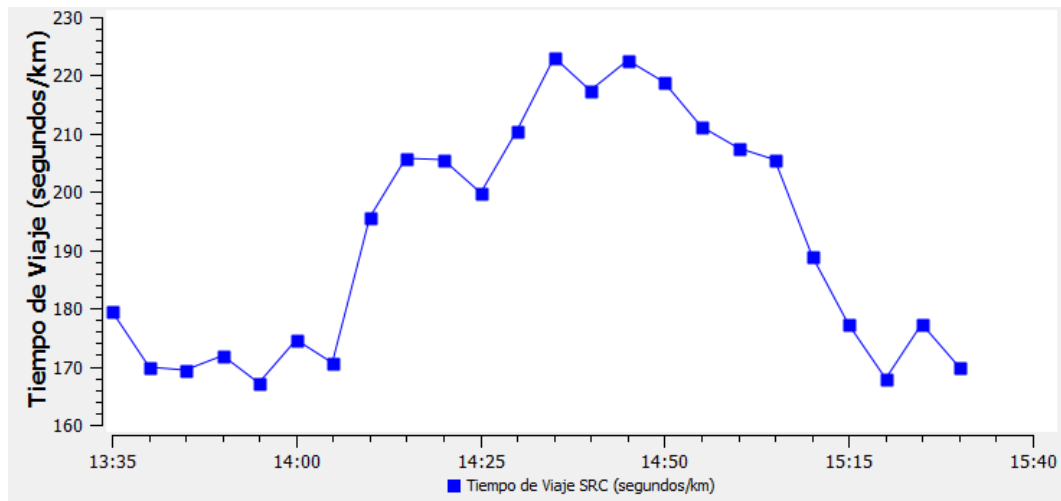


Gráfica 8. Flujo modelo 3 Supermanzanas

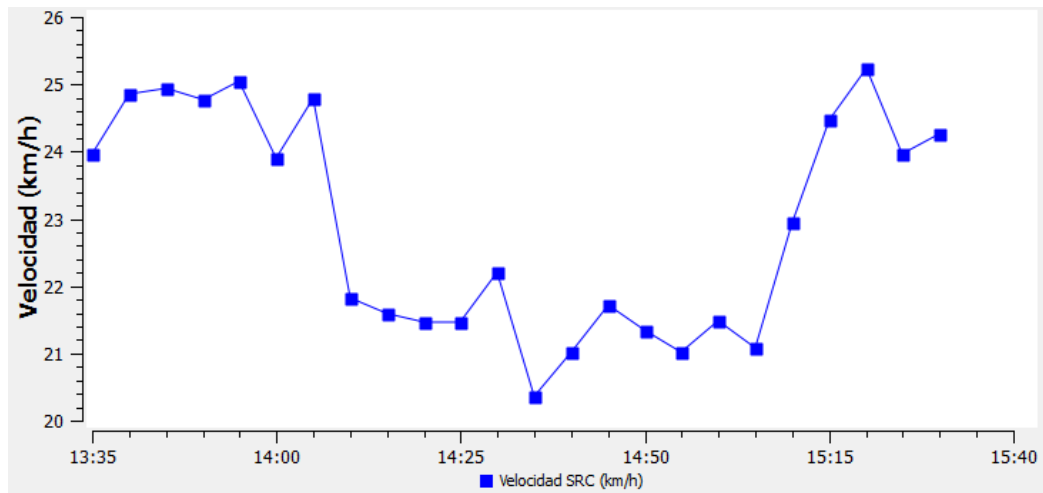
## 5.2.3 Modelo 3 supermanzanas reducción tráfico (30%)

Este modelo es exactamente igual que el modelo previo, lo único que cambia es la matriz Origen-Destino, que aparece reducida un 30% en los viajes cuyo origen y destino no se encuentran en el interior del barrio.

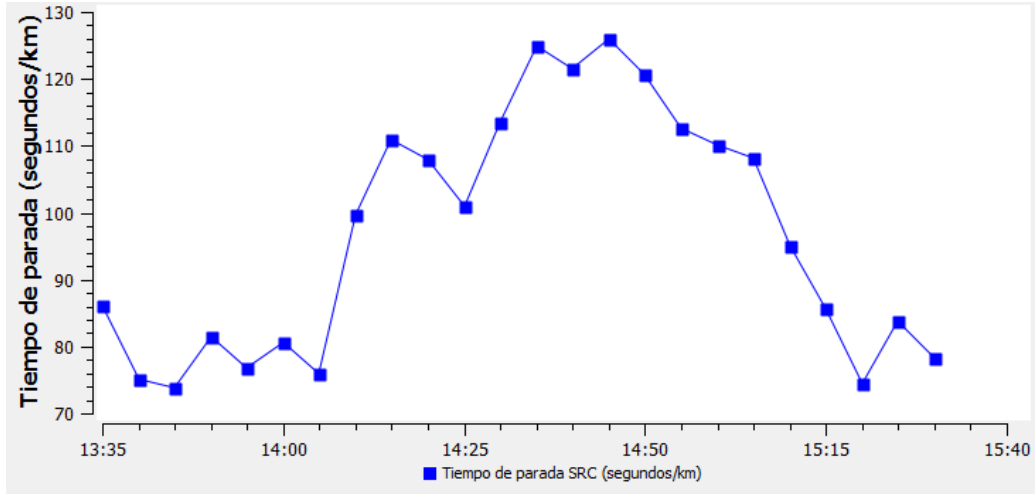
Analizamos las mismas variables para después poder compararlas.



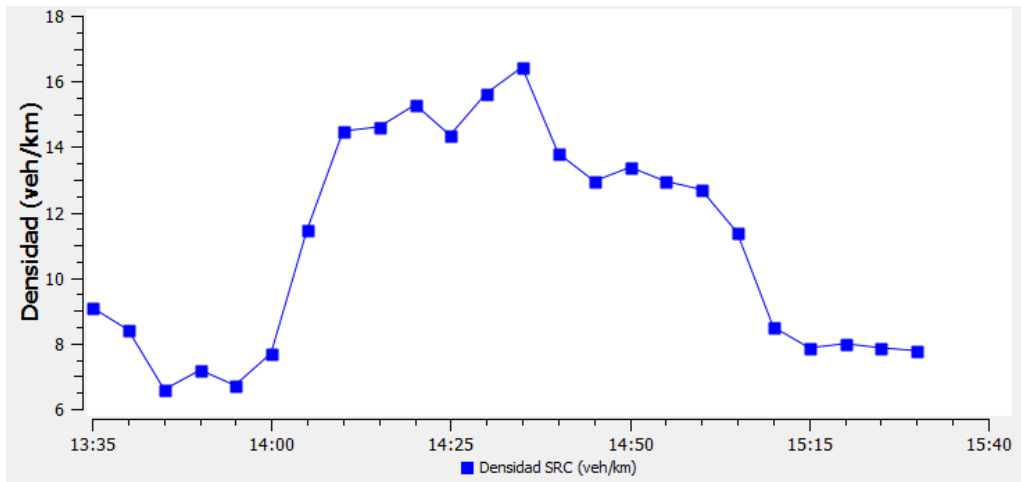
Gráfica 9. Tiempo de Viaje modelo 3 Supermanzanas tráfico reducido



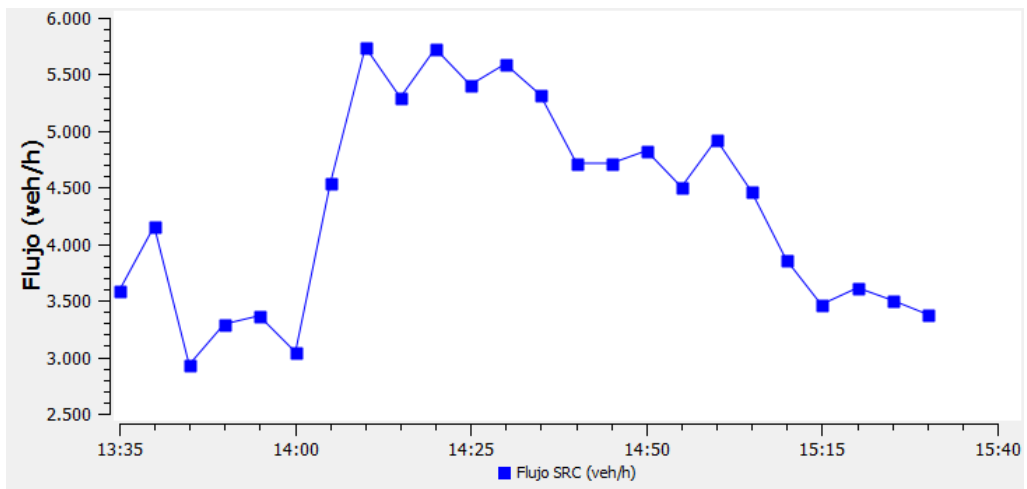
Gráfica 10. Velocidad modelo 3 Supermanzanas tráfico reducido



Gráfica 11. Tiempo de Parada modelo 3 Supermanzanas tráfico reducido



Gráfica 12. Densidad modelo 3 Supermanzanas tráfico reducido



Gráfica 13. Flujo modelo 3 Supermanzanas tráfico reducido

## 5.2.4 Modelo 5 Supermanzanas

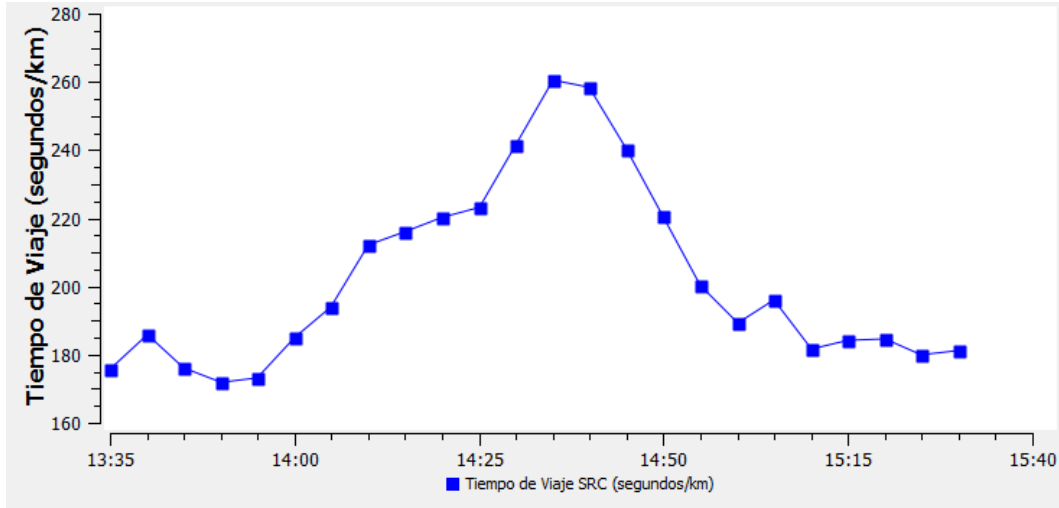
En este nuevo modelo también se ha introducido el modelo de Supermanzanas, al igual que en el modelo de 3 Supermanzanas. La diferencia entre ellos, a parte del número de Supermanzanas que forma cada modelo, es el tamaño de estas. En este último caso, el lateral de cada manzana es más corto, de modo que hay más vías rápidas por las que pueden circular los vehículos de paso. El mapa con este modelo queda de la siguiente manera:



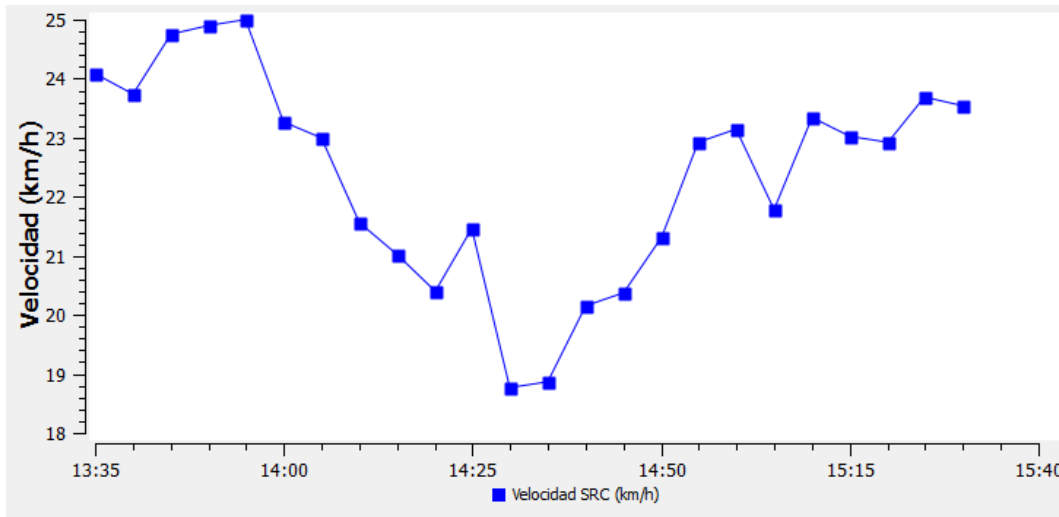
*Ilustración 52. División Supermanzanas y velocidad vías modelo 5 Supermanzanas*

Estas Supermanzanas están delimitadas por:

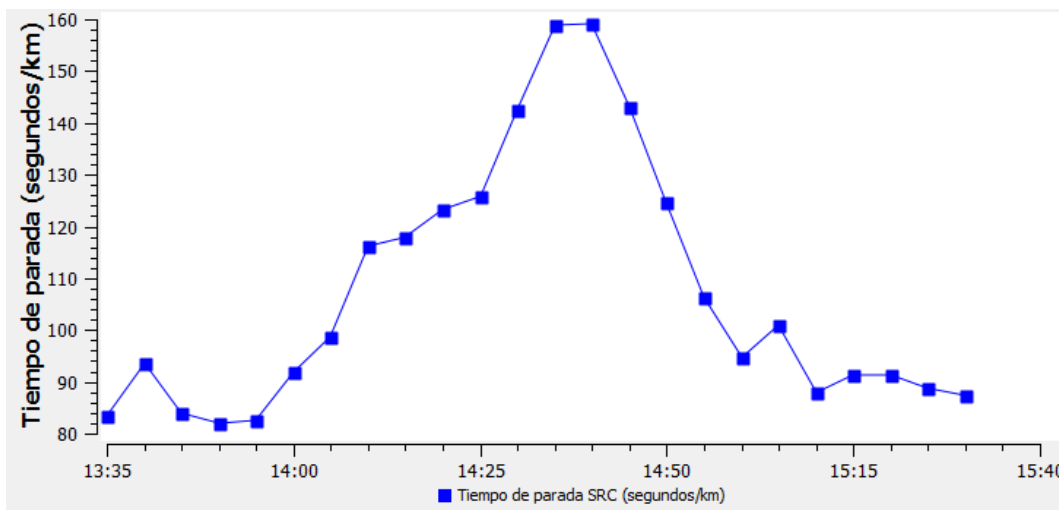
- Calle Mirabel, calle Soto, calle Cardenal Torquemada y calle Cardenal Cisneros
- Calle Soto, calle Cardenal Torquemada, calle Cardenal Cisneros y calle Portillo de Balboa
- Calle Soto, Calle Portillo de Balboa, Avenida de Palencia y calle Cerrada
- Calle Cardenal Torquemada, Calle Cardenal Cisneros, calle Portillo de Balboa, calle Tirso de Molina
- Calle Tirso de Molina, calle Portillo de Balboa, calle Cardenal Torquemada, calle Rondilla de Santa Teresa



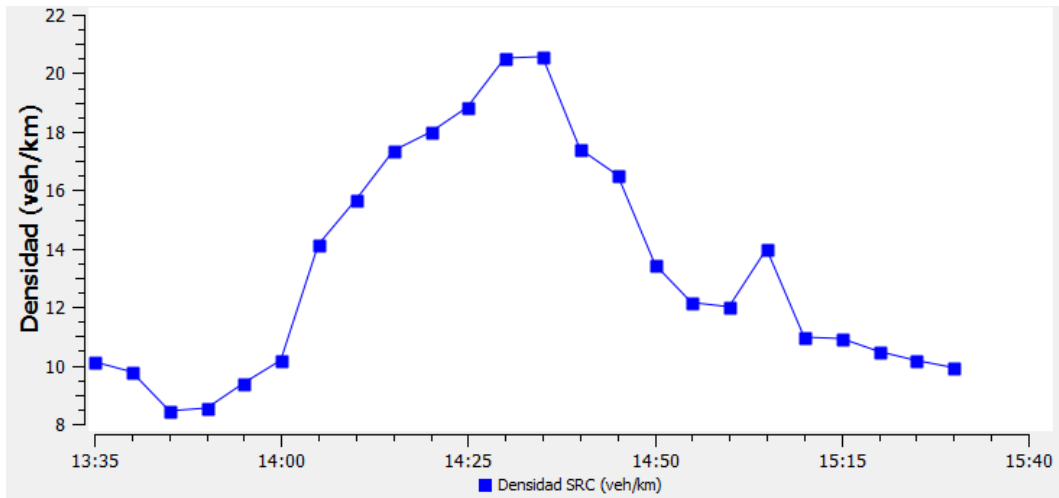
Gráfica 14. Tiempo de Viaje modelo 5 Supermanzanas



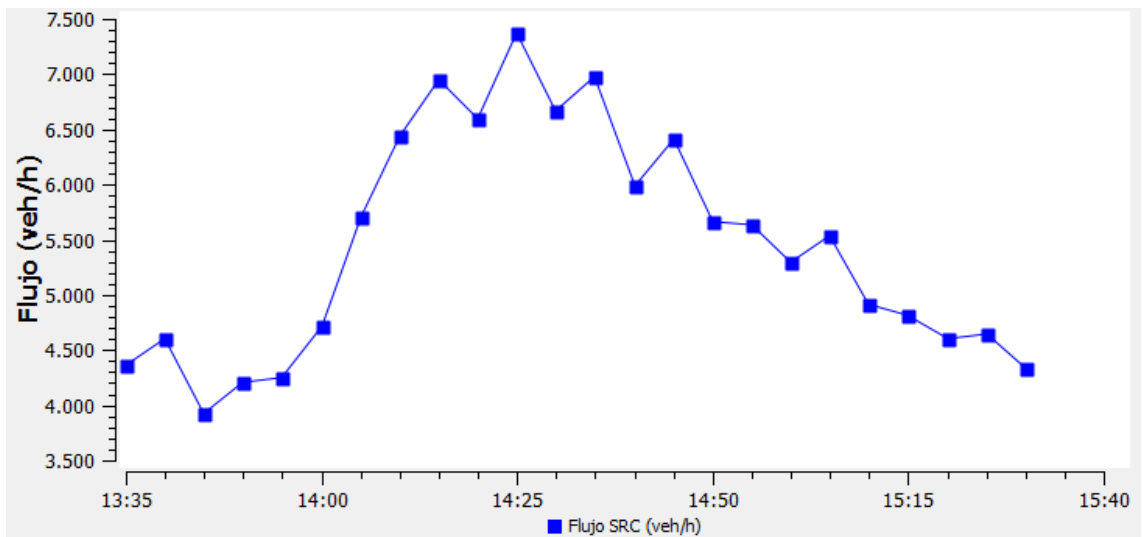
Gráfica 15. Velocidad modelo 5 Supermanzanas



Gráfica 16. Tiempo de Parada modelo 5 Supermanzanas



Gráfica 17. Densidad modelo 5 Supermanzanas



Gráfica 18. Flujo modelo 5 Supermanzanas

## 5.2.5 Modelo 5 supermanzanas reducción tráfico (30%)

Físicamente es exactamente igual que el modelo explicado anteriormente, vimos que el color rojo de la imagen representa las vías con velocidad limitada a 10km/h, mientras que las vías verdes tienen límite de velocidad 50km/h.

Como vemos, a grandes rasgos, para establecer una Supermanzana en un área ya urbanizada, basta con delimitar el área que formará la Supermanzana, y cambiar la velocidad de la vía. A esto hay que añadirle cambiar la programación de los semáforos y en ocasiones cambiar el sentido de algunas vías.

Todo ello no requiere un gran coste, y modifica sustancialmente el uso del espacio público.

Como vemos, se cumple con el modelo de Supermanzana, ya que las vías que circundan la supermanzana son vías rápidas. Y las interiores vías de velocidad limitada.

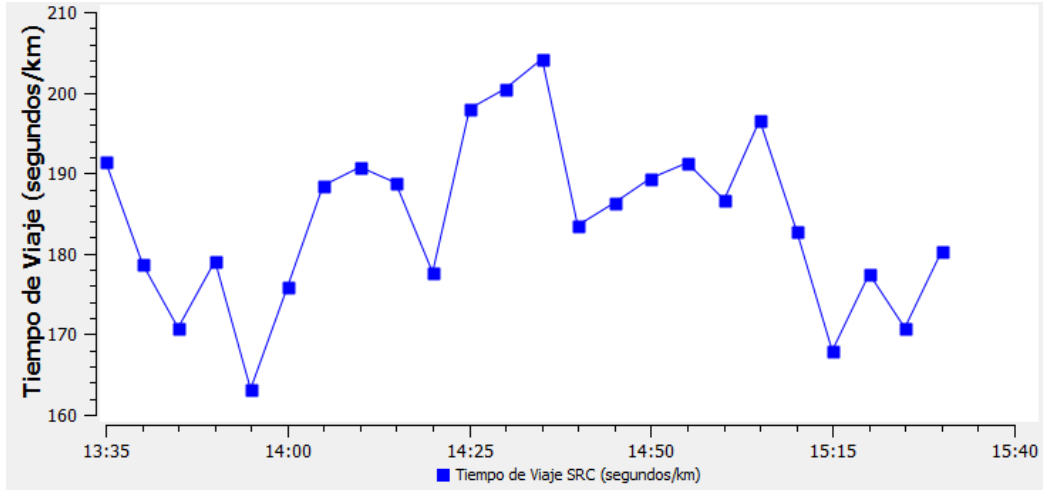
Tras simular el modelo con el programa Aimsun, obtenemos la siguiente imagen, que hace referencia a la ocupación de cada sección, verde la menos ocupada y rojo las que más



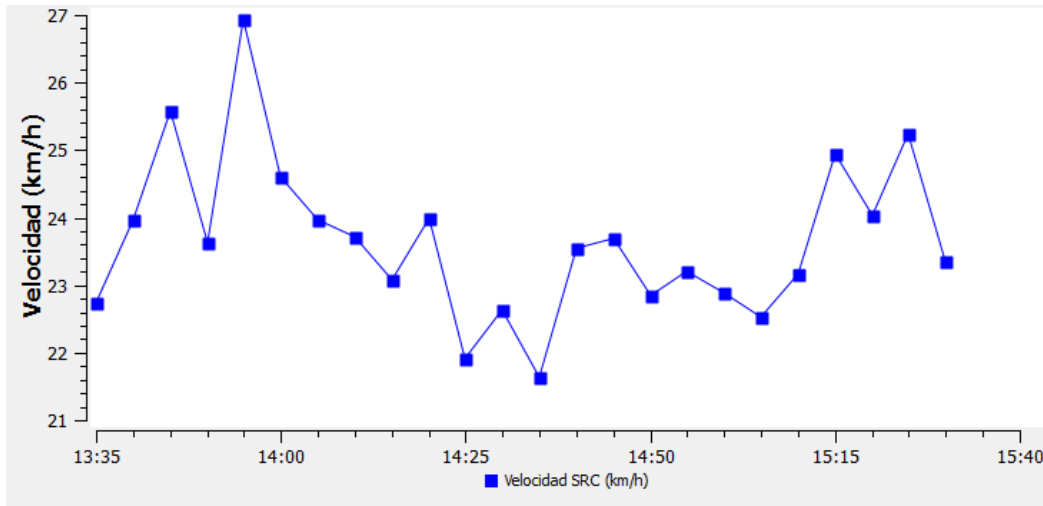
*Ilustración 53. Ocupación de sección*

Como en el resto de los modelos, vamos a estudiar diferentes variables en los, de manera que podamos comparar y cruzar los datos.

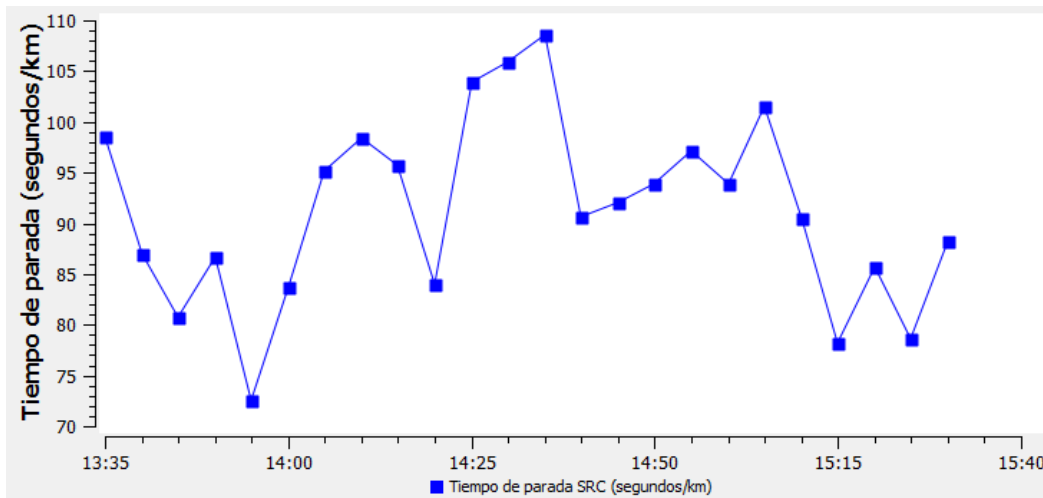




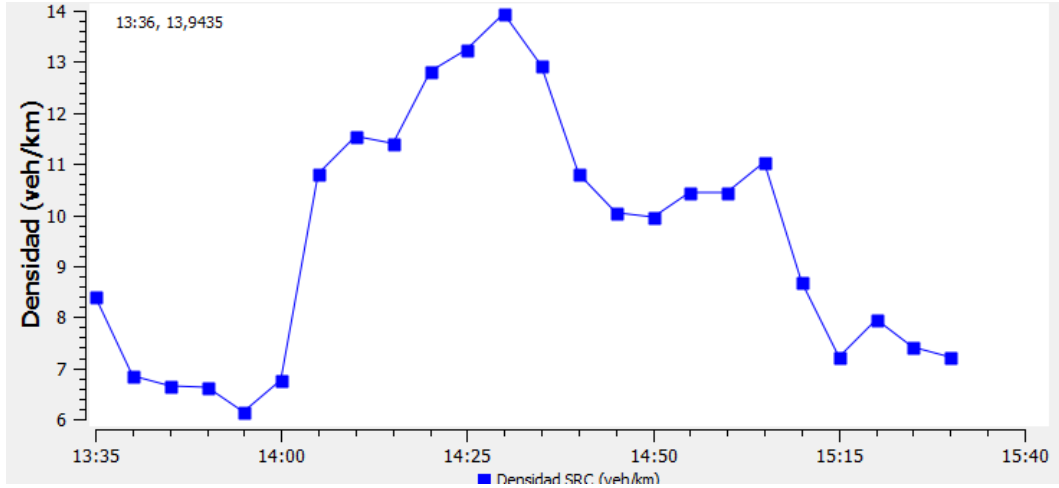
Gráfica 19. Tiempo de Viaje modelo 5 Supermanzanas tráfico reducido



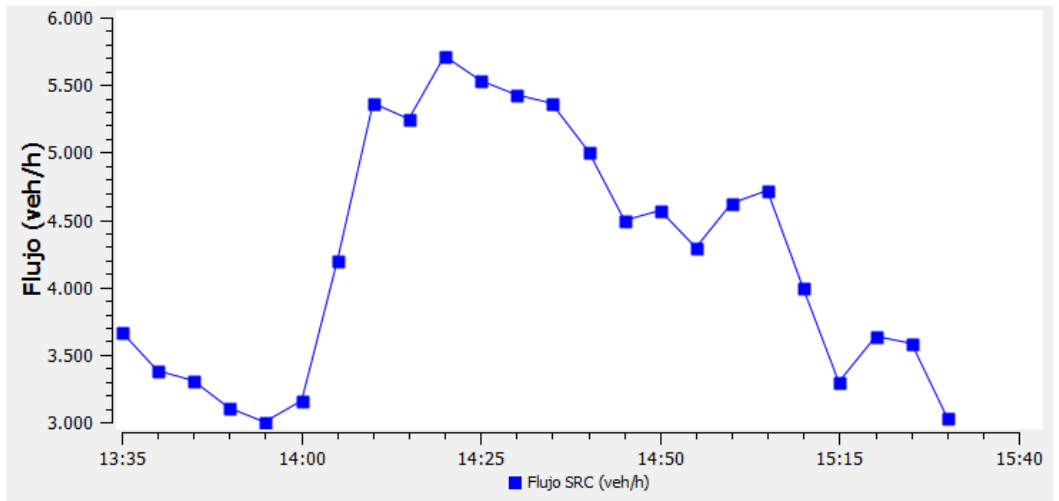
Gráfica 20. Velocidad modelo 5 Supermanzanas tráfico reducido



Gráfica 21. Tiempo de Parada modelo 5 Supermanzanas tráfico reducido



Gráfica 22. Densidad modelo 5 Supermanzanas tráfico reducido



Gráfica 23. Flujo modelo 5 Supermanzanas tráfico reducido

# 6 Conclusiones

## 6.1 Tablas resumen

### 6.1.1 Situación actual

Serie temporal	Valor	Unidad
Densidad	12,2723	veh/km
Distancia total viajada	9.512,17	km
Flujo	5.465	veh/h
Longitud media de cola virtual	3,40	vehs
Longitud máxima de cola virtual	33	vehs
Número de paradas	3,49916	
Tiempo de Viaje	194,548	segundos/km
Tiempo de parada	104,05	segundos/km
Tiempo total de viaje	1,67E+06	segundos
Velocidad	23,291	km/h

Ilustración 54. Resume situación actual

### 6.1.2 Modelo 3 Supermanzanas

Serie temporal	Valor	Unidad
Densidad	59,2875	veh/km
Distancia total viajada	4.329,60	km
Flujo	2.725	veh/h
Longitud media de cola virtual	1.003,07	vehs
Longitud máxima de cola virtual	3.601	vehs
Número de paradas	4,84321	
Tiempo de Viaje	435,25	segundos/km
Tiempo de parada	340,102	segundos/km
Tiempo total de viaje	1,63E+06	segundos
Velocidad	17,6567	km/h

Ilustración 55. Resumen modelo 3 Supermanzanas

### 6.1.3 Modelo 3 Supermanzanas reducción tráfico (30%)

Serie temporal	Valor	Unidad
Densidad	11,0477	veh/km
Distancia total viajada	8.115,63	km
Flujo	4.331	veh/h
Longitud media de cola virtual	0,61	vehs
Longitud máxima de cola virtual	17	vehs
Número de paradas	3,40559	
Tiempo de Viaje	195,094	segundos/km
Tiempo de parada	99,5352	segundos/km
Tiempo total de viaje	1,50E+06	segundos
Velocidad	22,6437	km/h

Ilustración 56. Resumen modelo 3 Supermanzanas reducción tráfico

### 6.1.4 Modelo 5 Supermanzanas

Serie temporal	Valor	Unidad
Densidad	13,3178	veh/km
Distancia total viajada	9.639,64	km
Flujo	5.441	veh/h
Longitud media de cola virtual	2,30	vehs
Longitud máxima de cola virtual	22	vehs
Número de paradas	3,58654	
Tiempo de Viaje	206,273	segundos/km
Tiempo de parada	111,018	segundos/km
Tiempo total de viaje	1,81E+06	segundos
Velocidad	22,0908	km/h

Ilustración 57. Resumen modelo 5 Supermanzanas

## 6.1.5 Modelo 5 Supermanzanas reducción tráfico (30%)

Serie temporal	Valor	Unidad
Densidad	9,55572	veh/km
Distancia total viajada	7.572,74	km
Flujo	4.239	veh/h
Longitud media de cola virtual	0,35	vehs
Longitud máxima de cola virtual	10	vehs
Número de paradas	3,27471	
Tiempo de Viaje	185,747	segundos/km
Tiempo de parada	92,6192	segundos/km
Tiempo total de viaje	1,30E+06	segundos
Velocidad	23,5054	km/h

Ilustración 58. Resumen modelo 5 Supermanzanas reducción tráfico

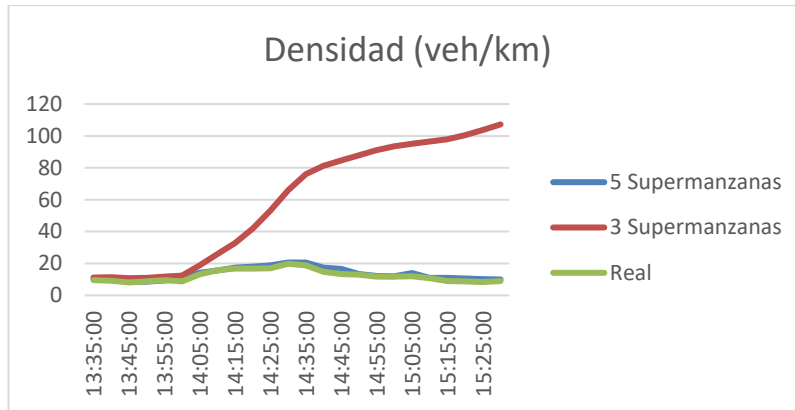
## 6.2 Gráficas comparativas

Partiendo de los datos obtenidos de las diferentes opciones planteadas para la implantación del modelo de Supermanzanas en el barrio de La Rondilla, realizamos aquí una comparación de ellos, en base a densidad, tiempo de parada y velocidad.

Para ello se han separado dos casos, el primero de ellos compara la situación real con la situación que se daría nada más implantar las Supermanzanas, en la que el volumen de tráfico sería el mismo, pero desplazando los vehículos por las vías externas de las Supermanzanas.

El segundo caso es el que se prevé se daría después de un tiempo razonable de la implantación de las Supermanzanas, basado como aparece anteriormente explicado en el hecho de que, el 30% de los vehículos de paso, escogería rutas alternativas ajenas al barrio de la Rondilla, para desplazarse desde su punto de origen al de destino.

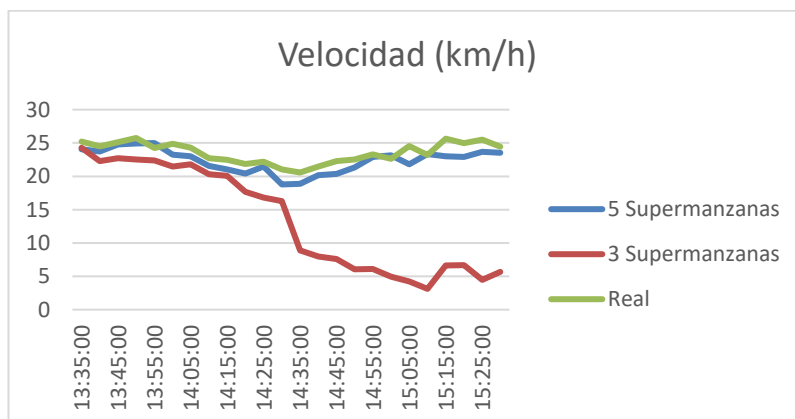
## 6.2.1 Sin reducir tráfico



Gráfica 24. Comparativa densidad sin reducción tráfico

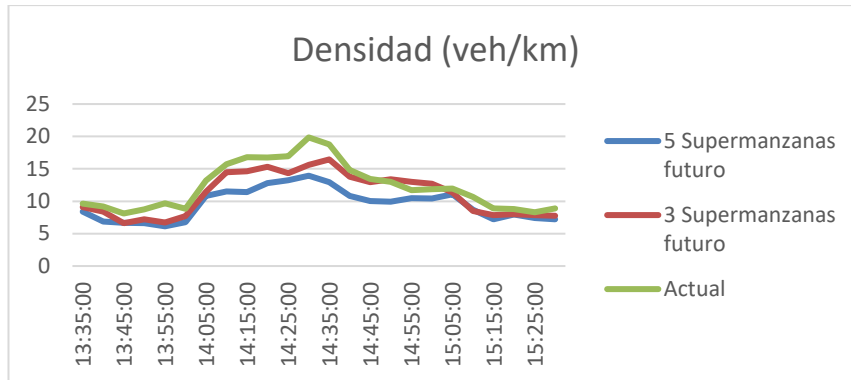


Gráfica 25. Comparativa tiempo de parada sin reducción tráfico

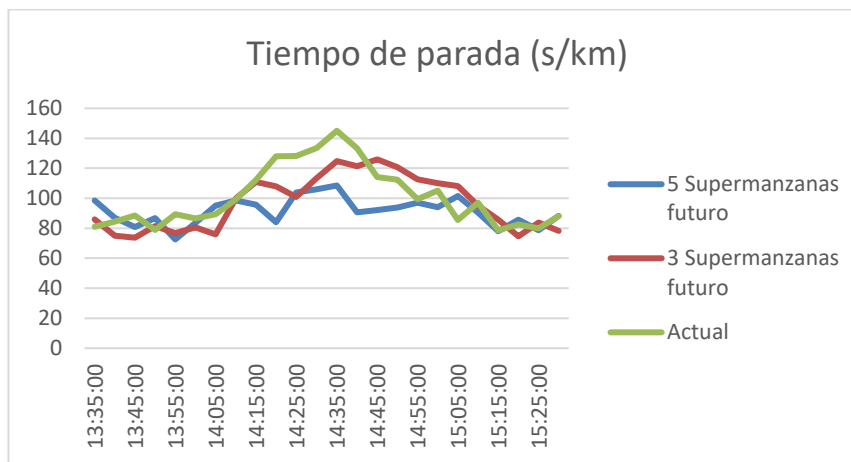


Gráfica 26. Comparativa Velocidad sin reducción tráfico

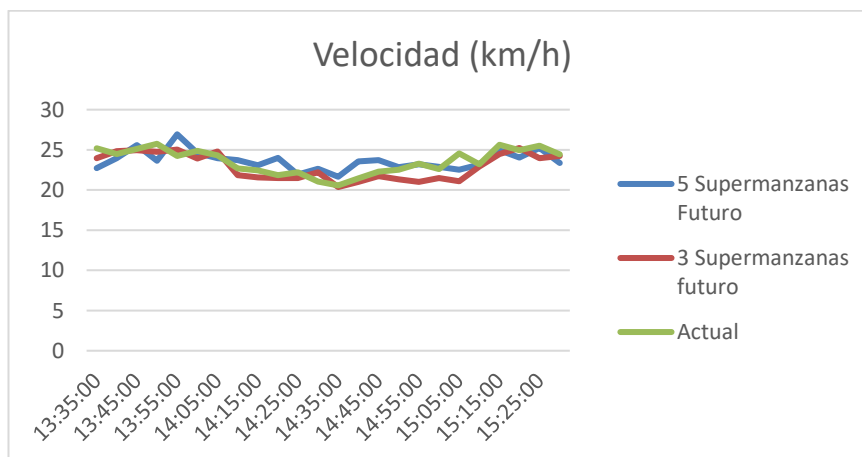
## 6.2.2 Reduciendo el tráfico



Gráfica 27. Comparativa densidad situación futura



Gráfica 28. Comparativa tiempo de parada situación futura



Gráfica 29. Comparativa Velocidad situación futura



## 6.3 Conclusiones

En base a todo lo redactado a lo largo del proyecto me parece importante destacar y concluir lo siguiente:

Por las características de los residentes en el barrio es primordial ofrecer un cambio drástico en la distribución del espacio público, ofreciendo más espacios de convivencia y mejor distribuidos, más áreas accesibles a aquellos con movilidad reducida.

Me parece de especial importancia resolver de manera inminente el problema de aparcamiento, escuchando a los vecinos y favoreciendo una actitud de cooperación entre vecinos e instituciones, de todas las opciones propuestas me parece que habría que empezar por utilizar los espacios que ya están contruidos para poder estacionar los vehículos durante la noche, como son los aparcamientos de los Institutos y el aparcamiento del hospital. Esto como medida a corto plazo.

Y la creación de nuevos espacios de aparcamiento, siguiendo el modelo de aparcamiento automático como propuesta de futuro.

En el caso de la construcción de nuevos edificios, implantar una norma en la que se puedas construir más plazas, así cubrir la demanda de los vecinos del edificio y poder dar servicio a otros residentes del barrio.

En cuanto a la parte social del barrio, como hemos estudiado es un barrio densamente poblado, y en su mayoría por población envejecida, el objetivo será fomentar la llegada de jóvenes al barrio, y mantener la población actual. Para ello es indispensable ofrecer servicios sociales, como los que se ofrecen en el centro cívico, aumentando el número de plazas, jardines y áreas de reunión.

En cuanto al tráfico, ya hemos explicado el problema que conlleva el tráfico de paso, puesto que es un barrio situado entre la ronda y el centro de la ciudad, y cerca de las universidades, a las que se desplazan cada día cientos de personas. Para ello se propone la solución de implantar supermanzanas, al 'dificultar' el paso los primeros meses de su implantación, aquellos vehículos de paso reorganizarán la ruta evitando el barrio, de modo que se verá disminuido el tráfico. Al aumentar la zona de aparcamiento, se evitará el estacionamiento de coches en doble fila, lo que llevará a que las vías no se vean entorpecidas y fomentará una circulación más rápida por las vías externas.

Al redistribuir el espacio, se pretende también fomentar los desplazamientos a pie, en autobús o en bicicleta, lo que también llevaría a una disminución del tráfico. A la vez que ayudaría a fomentar unos valores más sostenibles en la sociedad.

En cuanto a los modelos planteados de Supermanzanas, y en base a los datos obtenidos, y resumidos en los dos primeros apartados de este capítulo, concluir que:

Como observamos en las gráficas relativas a los primeros meses de implantación, el modelo de 3 Supermanzanas alberga los peores datos, ya que se generan retenciones y todas las características dan con mucha diferencia peores resultados que el modelo actual y el modelo de 5 Supermanzanas.

En cuanto al modelo de 5 Supermanzanas, observamos que los datos obtenidos son muy similares a los datos actuales en el principio de la implantación, y un poco mejores en el futuro.

Esto quiere decir que, aumentando el espacio público para los peatones y reordenando el aparcamiento y distribuyendo el tráfico, podríamos obtener unos resultados iguales o similares a los actuales, en el período de implantación que es normalmente el más problemático.

Esto puede no parecer un gran avance, pero sí lo es, ya que, sin modificar mucho a los desplazamientos en automóvil, se mejora sustancialmente la calidad de vida de los residentes, ofreciéndoles áreas de reunión, zonas verdes, espacios para los niños, y espacio para la implantación de nuevos servicios.

En cuanto a las gráficas comparativas del futuro, en el que se contempla un 30% menos de vehículos de paso, los datos referidos a 3 supermanzanas frente a 5 supermanzanas se asemejan, aunque siguen siendo mejores los relativos al modelo de 5 Supermanzanas

Todos estos datos podrían incluso mejorarse, realizando un estudio más a fondo sobre la organización de los semáforos, esto puede ser línea futura de estudio.

# 7 Estudio económico

## 7.1 Introducción

El objetivo de este apartado ha sido desarrollar un estudio de los costes en los que se incurre en la realización de un proyecto, en este caso el de Análisis e implantación del modelo de supermanzanas en la Rondilla, desde la fase de planeamiento hasta su finalización. Es preciso realizar este estudio en cualquier proyecto, ya que hace visible la viabilidad económica del mismo.

El estudio económico se ha realizado de la siguiente manera: división de los costes en directos e indirectos, y subdivisión de estos a su vez, explicando cada tipo que compone esta división.

Al dividir el estudio por conceptos es más fácil calcular el coste total del proyecto, y ver de donde proviene cada gasto. El coste total del proyecto se calcula como la suma de los costes directos y los indirectos.

## 7.2 Costes directos

Son aquellos que se pueden imputar sin dudar a la causa que los genera dentro del proyecto, porque están directamente relacionadas con ella. Los costes directos se pueden dividir en tres grandes grupos, que explicaré a continuación. Éstos son: Costes de personal, coste de materias primas y el coste de los equipos y software.

### 7.2.1 Costes de personal

Es aquel en el que se incurre por el hecho de contar con personal para desarrollar una actividad. Este coste se calcula en base al salario de cada persona trabajando en el proyecto, el cual depende de su categoría como trabajador, y puede variar de un proyecto a otro, y el número de horas dedicadas. También hay que contabilizar e incluir en este apartado el coste generado por el pago a la seguridad social de cada uno de los trabajadores.

En la realización de este proyecto se ha contado con la participación de dos personas, el tutor/director del proyecto, que es la persona encargada de guiar

y tutorizar el proyecto, mediante reuniones periódicas con el Ingeniero y revisión del documento en las diferentes etapas de su desarrollo y el ingeniero de organización industrial Junior, que realiza el proyecto, encargado de realizar la investigación, realizar simulaciones mediante el uso del software Aimsun, tomar datos, analizarlos y encargarse del desarrollo de la memoria.

Ahora que ya hemos aclarado que tipo de trabajadores participan en el proyecto, y mencionado sus funciones, calculamos el coste de personal.

En base a lo citado anteriormente calculamos el coste de personal de la siguiente manera:

Partimos del salario anual de cada trabajador para calcular el coste horario, teniendo en cuenta también el pago a la seguridad social (35%).

Para ello calculamos primero el número de horas efectivas al año:

Días anuales	365
2 días libres/semana	104
Días vacaciones	23
Festivos	12
Asuntos propios	5
Días trabajados/año	221
Horas/día	8
Horas/año	1768

*Ilustración 59. Cálculo de horas/año*

Partimos de que el año tiene 365 días, a los cuales les restamos 104 de fines de semana, 23 días de vacaciones, 12 festivos y 5 días de asuntos propios. Por lo que obtenemos un total de 221 días laborales. A una media de 8 horas diarias, obtenemos 1768 horas efectivas al año.

Tomamos este dato para calcular el coste horario de cada uno de los participantes en el proyecto, dato que finalmente emplearemos para el cálculo total del coste de personal en base al número de horas empleadas en el proyecto de cada trabajador.

	Ingeniero Organización	Tutor/Director
Sueldo anual	25000	50000
SS 35%	8750	17500
Total	33750	67500
Coste horario	19,09 €	38,18 €

*Ilustración 60. Cálculo de coste horario*

Partimos del sueldo anual, al cual sumamos el 35% perteneciente a la seguridad social pagada por la empresa, todo ello lo dividimos entre el número de horas efectivas al año (dato calculado anteriormente), para obtener el coste horario de cada trabajador. Para simplificar el cálculo, hemos aplicado el 35% de la seguridad social sobre todo el salario, sin hacer distinción entre lo que serían pagas extras. De esta tabla obtenemos entonces el dato referente al coste horario de cada trabajador.

Ahora que ya tenemos el valor del coste horario de cada uno de los trabajadores, falta analizar cuántas horas a dedicado cada uno al proyecto, lo calculamos de la siguiente manera para cada uno de ellos.

Cálculo de horas dedicadas:

INGENIERO ORGANIZACIÓN	
Actividad	Horas
Planteamiento tema proyecto	6
Búsqueda información	80
Trabajo de Capo	14
Uso Software	60
Análisis de datos	68
Propuestas de mejora	50
Elaboración documentación	210
Reuniones seguimiento	20
<b>TOTAL HORAS</b>	<b>508</b>

*Ilustración 61. Cálculo de horas dedicadas Ingeniero Organización Industrial*

Tutor/ Director	
Actividad	Horas
Planteamiento proyecto	4
Presentación softwre	2
Corrección documentación	19
Reuniones seguimiento	20
<b>TOTAL HORAS</b>	<b>45</b>

*Ilustración 62. Cálculo de horas dedicadas por el tutor/director*

Para finalizar el cálculo del coste de personal sólo faltaría multiplicar el número de horas dedicadas por el coste horario de cada uno de los intervinientes. Cálculo que aparece reflejado en la siguiente tabla, obteniendo así el valor total del coste de personal.

	Ingeniero	Tutor/Director
Horas invertidas	508	45
Coste horario	19,09 €	38,18 €
coste total	9.697,40 €	1.718,04 €
<b>SUMA</b>	<b>11.415,44 €</b>	

*Ilustración 63. Cálculo total coste de personal*

## 7.2.2 Coste de equipos:

Es aquel en el que se incurre por el hecho de poseer equipos, ya sea hardware o software, necesarios para la realización del proyecto.

Este se calcula en base al uso que se da a los equipos, si es exclusivamente para la realización de este proyecto o se utiliza para otros. Y en base a la amortización, puesto que los equipos no son consumibles, se les atribuye un periodo de amortización, y el coste se calcula en base a esta amortización.

Para el desarrollo del TFG, hemos contado con dos ordenadores (Hardware), uno de ellos situado en el laboratorio de la facultad, este equipo se utiliza a la vez para el desarrollo de otros proyectos, de modo que no podemos imputar todo el coste a nuestro proyecto. El ordenador personal del Ingeniero de Organización sí que se utiliza exclusivamente para la búsqueda de información, análisis de datos, y redacción de la memoria.

También se ha contado con software, el programa Aimsun, de simulación, este coste tampoco es imputable al 100% a nuestro proyecto, ya que se utiliza para el desarrollo de otros TFGs, y el Office (Word y Excel), instalado en el ordenador personal, e imputable al 100% al proyecto.

Con el dato del tiempo que ha llevado desarrollar el proyecto, y a partir de los siguientes datos de amortizaciones, podemos ser capaces de asociar el coste de los equipos al proyecto.

Considerando como periodo de desarrollo del TFG 6 meses. Y en base a la amortización, procedemos de la siguiente manera para calcular el coste de amortización imputable generado por cada equipo, y sumándolos obtener el coste total de los equipos.

		Precio total	vida útil(años)	%Utilización	Tiempo de uso (Años)	Coste amortización imputable
Software	Aimsun	3.000,00 €	3	25,00%	0,5	125,00 €
	Office	270,00 €	2	100,00%	0,5	67,50 €
Equipos informáticos	PC lenovo intel core i7	750,00 €	5	100,00%	0,5	75,00 €
	Ordenador ASUS MV-50c	900,00 €	5	25,00%	0,5	22,50 €
<b>Total amortización imputable:</b>						<b>290,00 €</b>

*Ilustración 64. Cálculo coste de equipos*

En la tabla aparece reflejado cómo ha sido calculado el coste de los equipos, a partir del precio total del equipo, y la vida útil. El % de utilización, en base a lo expuesto arriba, Office y el ordenador Lenovo se utilizan enteramente para el desarrollo del proyecto, mientras que el programa Aimsun, y el ordenador Asus se utilizan para más proyectos, es por eso que hemos asignado un 25% de utilización. El tiempo de desarrollo del proyecto ha sido de 6 meses, equivalente a medio año (0,5). Con todo ello calculamos el coste de amortización por equipo, y obtenemos el coste total.



## 7.2.3 Costes de material:

Se calcula sumando el coste de todo el material empleado para la realización del proyecto. El material considerado es material consumible.

En el caso de este proyecto, consideramos como material consumible lo siguiente, imprimir el proyecto, el CD en el que se graba el proyecto, los folios utilizados para el planteamiento de los capítulos y la organización del proyecto, y distinto material. Todo ello aparece reflejado en la siguiente tabla.

Material consumible	Coste
Imprimir proyecto	50,00 €
CD	12,00 €
Material oficina	60,00 €
Otros	20,00 €
<b>TOTAL</b>	<b>142,00 €</b>

*Ilustración 65. Cálculo coste de material*

## 7.2.4 Costes totales directos:

Ahora que ya hemos desagregado los costes directos, en costes de personal, costes de equipos, y costes de material consumible calculándolos por separado, solo tenemos que sumarlos, para obtener el coste directo total. Es lo que aparece especificado en la tabla adjunta.

Desglose costes directos	Coste
Coste de personal	11.415,44 €
Coste de equipos	290,00 €
Coste de material consumible	142,00 €
<b>TOTAL</b>	<b>11.847,44 €</b>

*Ilustración 66. Cálculo costes totales directos*

## 7.3 Costes indirectos

Son aquellos que son necesarios para el desarrollo del proyecto, pero que no se pueden imputar directamente al mismo. Estos costes no son fácilmente asignables, ya que no se conoce en qué medida afectan al proyecto.

Para el desarrollo de este proyecto consideramos los siguientes, el consumo de electricidad, coste de teléfono, costes administrativos y financieros, costes de desplazamiento (reflejados en la tabla como coste de gasolina).

A continuación, adjunto tabla en la que aparece el coste aproximado de cada uno de estos aspectos, y finalmente el cálculo total de los costes indirectos, expresado este como suma de lo anterior.

Desglose costes indirectos	Coste
Consumo eléctrico	90,00 €
Teléfono,internet	80,00 €
Gasolina	110,00 €
Coste administrativo/ financiero	65,00 €
<b>TOTAL</b>	<b>345,00 €</b>

Ilustración 67. Cálculo de costes indirectos

## 7.4 Costes totales:

Se calculan como la suma de los costes directos más los costes indirectos, de esta manera obtenemos el coste total del proyecto. Para ello, a lo largo de este capítulo, hemos ido calculando los costes directos y los indirectos por separado, ahora sumándolos, conoceremos el coste total del proyecto.

	Coste
Coste directo	11.847,44 €
Coste indirecto	345,00 €
<b>Coste total proyecto</b>	<b>12.192,44 €</b>

Ilustración 68. Cálculo de costes totales

Obtenemos así que el coste total del proyecto es de: **12.192,44 Euros**.

# 8 Bibliografía

## Libros

Asociación Técnica de Carreteras. (1995). Manual de capacidad de carreteras. Madrid. Asociación Técnica de Carreteras.

Pérez, E. (2014). Ingeniería de Transporte. Valladolid: Universidad de Valladolid.

Edward K. Morlock "Introduction to transportation engineering and Planning", McGRAW-HILL

Luis Bañón y José F. Beviá "Manual de Carreteras"

C.S. Papacostas "Transportation engineering and planning"

Valdés, A. (1988). Ingeniería del Tráfico. Madrid: Bellisco.

Wright, P. H. (1989). Transportation engineering: planning and design. New York: John Wiley & Sons.

## Proyectos

Isla Lorenzo, Laura (2019) Modelo de integración de los vehículos de movilidad personal (VPN) en un área residencial urbana.

Fernández Miguel, Juan (2015) Análisis y simulación del tráfico rodado del barrio de La Rondilla

González González, Jorge (2000) Modelos de integración para el desarrollo sostenido de la movilidad en zona urbana

## Direcciones de internet

Dirección General de Tráfico <http://www.dgt.es/es/>. (Último acceso enero 2019).

Plan Integral de Movilidad Urbana Ciudad de Valladolid.  
<https://www.valladolid.es/es/temas/hacemos/plan-integral-movilidad-urbana-ciudad-valladolid-pimuva> (último acceso diciembre 2019)

Plan Integral de Movilidad Urbana, Sostenible y Segura de la Ciudad de Valladolid <http://www.pimussva.es>

Asociación Vecinal Rondilla <https://rondilla.org/asociacion-rondilla.html>  
(Último acceso febrero 2019)

TSS. Transport Simulation System. Aimsun). <http://www.aimsun.com> (último acceso diciembre 2018)

BCN ECOLOGÍA, Agencia de Ecología Urbana de Barcelona  
<http://bcnecologia.net/es/proyectos/> (Último acceso febrero 2019)



