

10. CONCLUSIONES

- **Estudios anteriores**

Según estudios generales el modo de transporte más utilizado en las grandes ciudades es el automóvil, cerca del 40%, mientras que el transporte público y los viajes a pie tienen un peso similar del 30%. Sin embargo, en el caso de Barcelona y de desplazamientos internos el uso del automóvil se reduce a la mitad. En este caso el peso de los otros dos modos sigue siendo equilibrado y ronda el 40%.

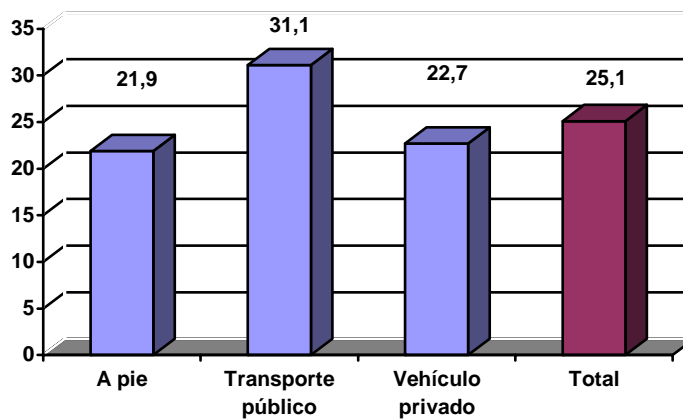


Figura 3.5. Distribución por duración media y modo (minutos)
(EMQ, 2001) [9]

En la Figura 3.5. se observa que la duración media de los trayectos con origen y destino en Barcelona es de 25 minutos. Este valor es importante como referencia para poder escoger el mejor modo de desplazamiento. De todos modos vamos a considerar el tiempo de los trayectos en transporte público, 31 minutos, que sirve para comparar los resultados obtenidos en nuestro estudio respecto al Metro. Del mismo modo, hay que tener en cuenta el resultado del modo A Pie, cuya media son 22 minutos de trayecto.

En la Figura 3.1. se muestra el porcentaje de desplazamientos urbanos según la distancia y el modo. En ella se observa un predominio del modo a pie hasta los 1.600 metros. Entre 1.600 y 3.200 metros se observa que todos los modos adoptan una importancia similar. A partir de 3.200 metros comienza el predominio del transporte público y el coche. La bicicleta pierde su fuerza a los 4.800 metros. Los resultados de la tesina muestran que la población no optimiza el modo de transporte.

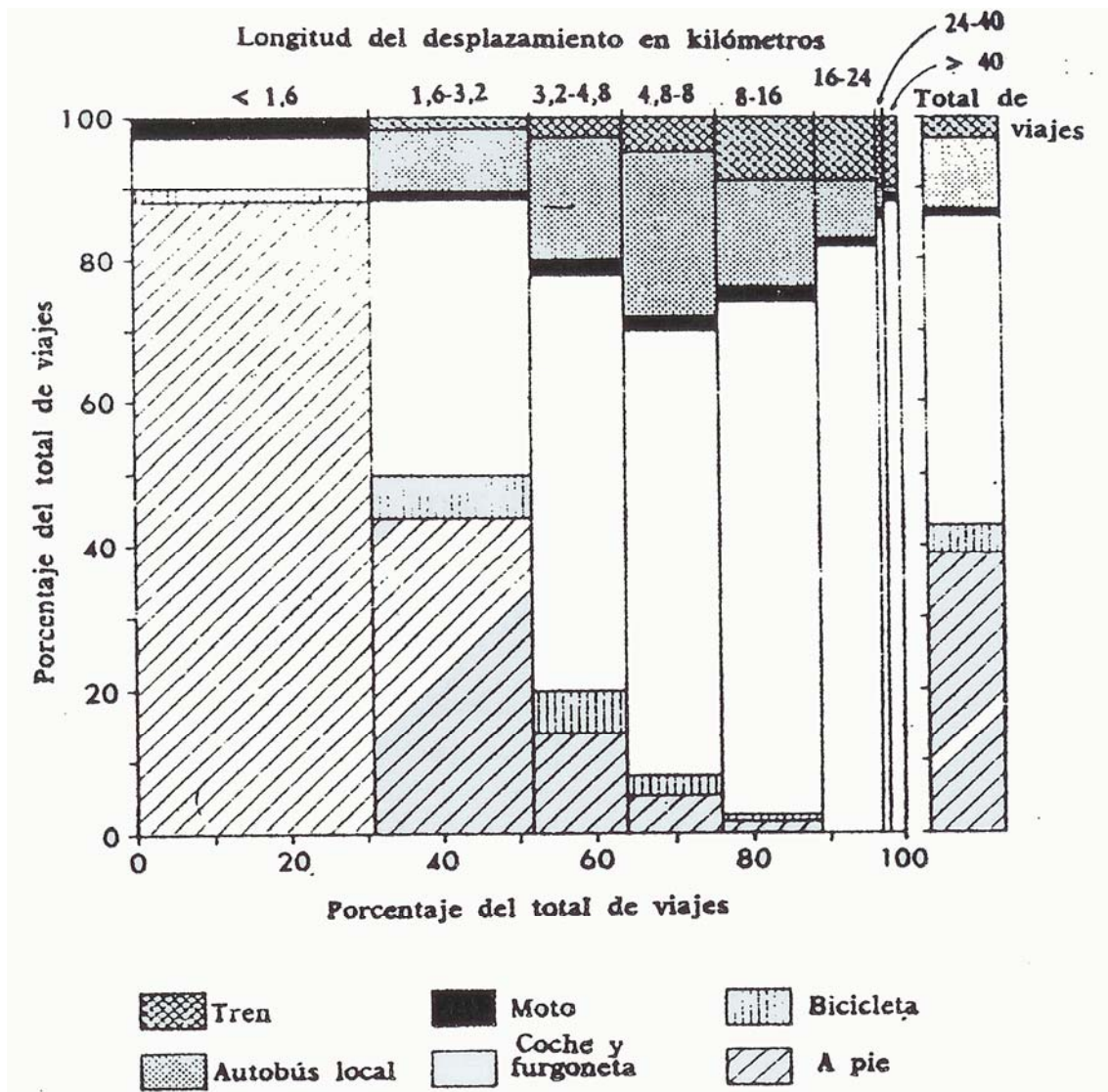


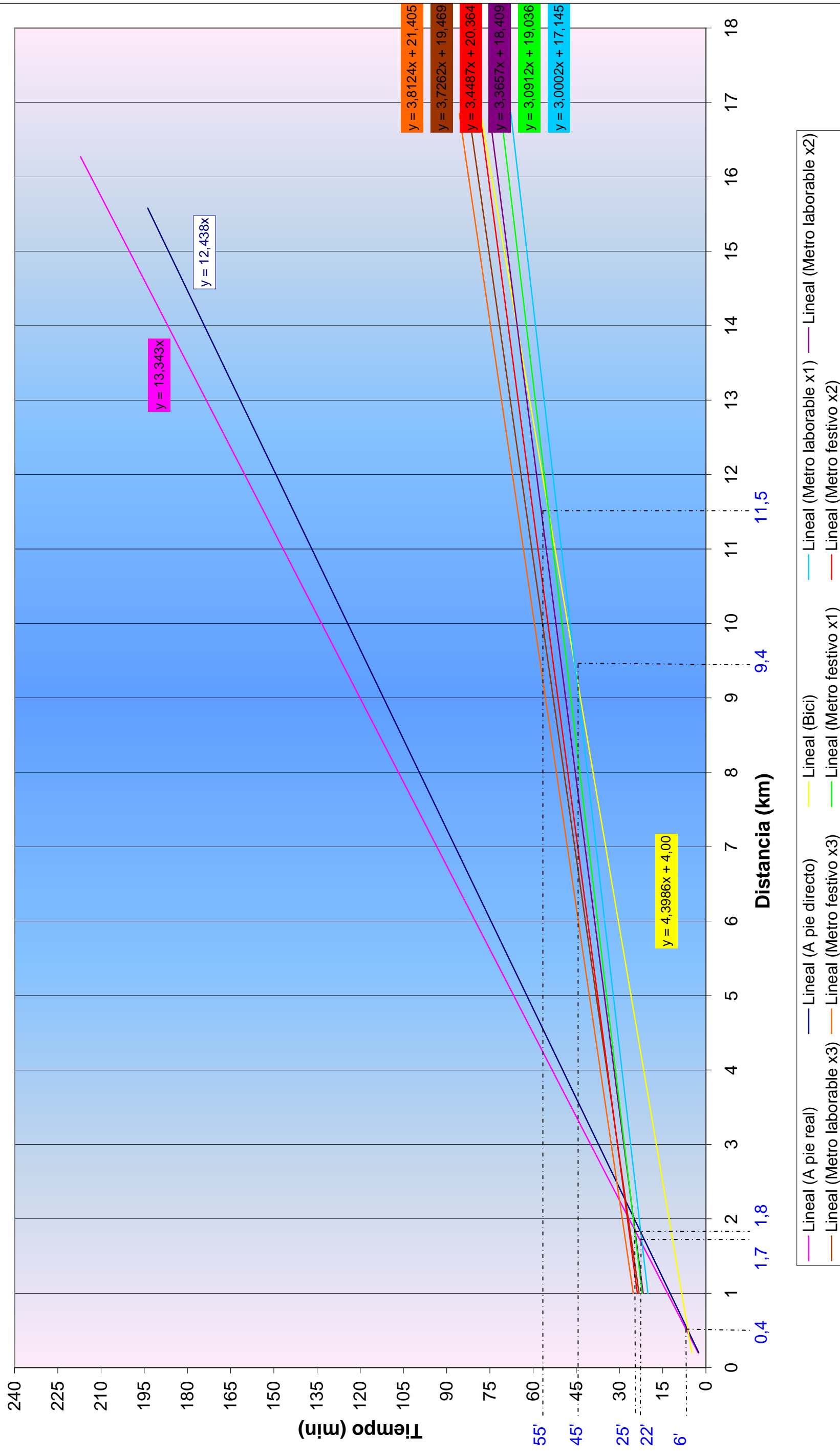
Figura 3.1. Distancia y medio de transporte de los desplazamientos urbanos individuales

(DANIELS, 1983) [5]

Respecto a la Figura 3.2. los resultados mostrados en la tesina son más cercanos, aunque en esta figura se muestra que la velocidad de la bicicleta y del transporte colectivo son idénticas. Parece lógico que esta valoración no es cierta para tramos de cierta longitud, puesto que no parece comprensible que el transporte colectivo nunca sea competitivo respecto a la bicicleta. En la tesina se ha visto que a partir de una distancia determinada escoger el Metro sí que es la mejor alternativa, aunque nunca hay que olvidar que este estudio está restringido a la ciudad de Barcelona y difícilmente es extrapolable a otras ciudades.

Según el Ministerio de Fomento el tiempo de preparación para utilizar la bicicleta es 1 minuto, cuando en esta tesina se ha medido y utilizado un tiempo de 4 minutos. Por tanto, respecto el modo A Pie, la bicicleta es más competitiva para el Ministerio de Fomento de lo que hemos estudiado nosotros. En cambio, en nuestro caso el Metro es más competitivo que caminar a partir de los 22 minutos de trayecto, mientras que el Ministerio establece el tiempo en 19 minutos.

Rectas de regresión medias de los diferentes modos



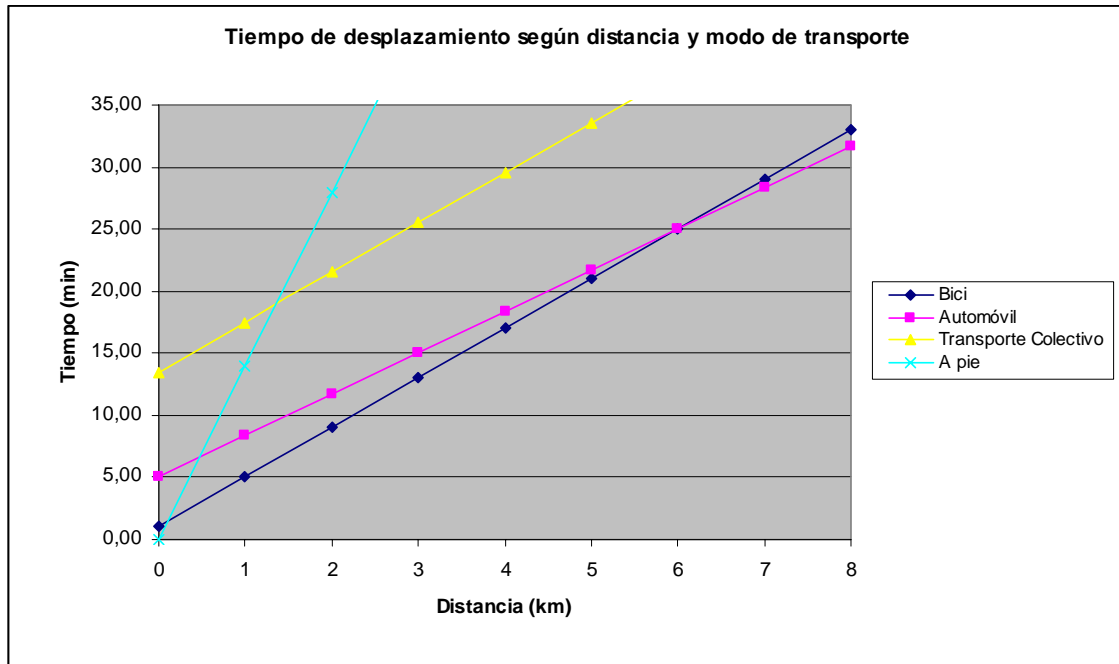


Figura 3.2. Efectividad del transporte urbano
(Ministerio de Fomento, 2000) [6]

• Conclusiones individuales de los modos de transporte

La media obtenida con la bicicleta es de un 23,5% de recorridos por carril bici y un 3,8% de trayectos por calles peatonales, lo que hace un total de un 27,3% de trayecto seguro. Por tanto más de una cuarta parte del trayecto se realiza de forma segura. Sería una buena política poder aumentar este porcentaje con el objetivo de minimizar el gran problema de la bicicleta que no es otro que la seguridad. La velocidad media obtenida ha sido 11,4 km/h en condiciones de día laborable y respetando las normas de circulación.

La velocidad del peatón en el modo A Pie Directo la hemos establecido en 4,82 km/h (TRRL, 1978). La velocidad media obtenida en el modo A Pie Real es de 4,50 km/h. La pérdida del 7% de la velocidad se produce por la espera en los cruces de calles, y por la distancia extra recorrida en los chaflanes, especialmente en la zona de l'Eixample, como muestra la Figura 6.1. El análisis de los resultados lo hemos efectuado con el valor A Pie Real, que es el representativo en la ciudad de Barcelona.

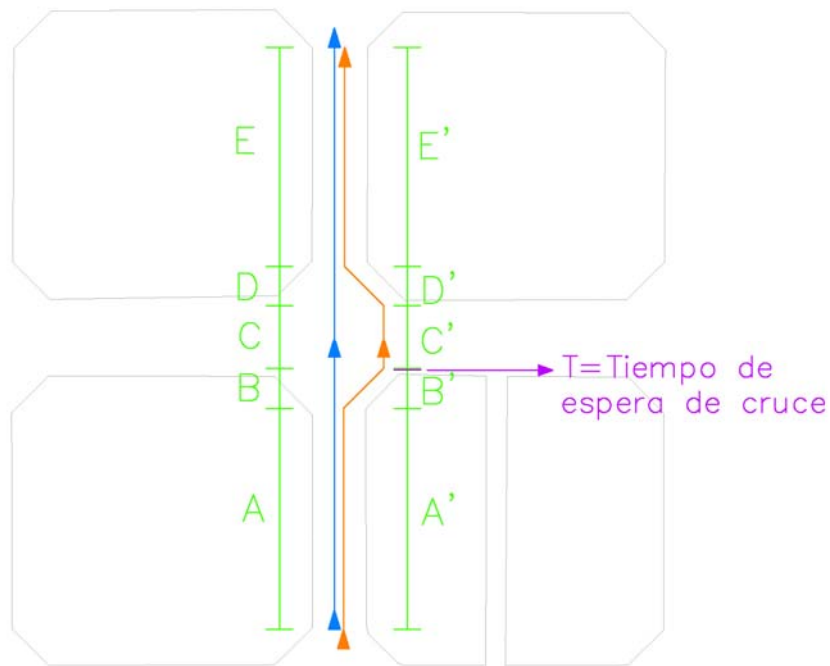


Figura 6.1. Diferencia entre distancia de desplazamiento real y desplazamiento directo.

Del estudio de la red de Metro dentro del municipio de Barcelona se extrae que la velocidad media de desplazamiento, dentro del recinto del Metro, es de 13,9 km/h en día laborable. La velocidad media del convoy, desde que arranca en una estación hasta que para en la siguiente, es de 28 km/h. Por tanto los accesos, tiempos de espera y trasbordos hacen que la velocidad media del Metro disminuya hasta la mitad de la que tiene como vehículo. La velocidad obtenida en trayectos puerta a puerta, es decir, considerando el tramo a pie por la calle, ha sido de 11,4 km/h para un día laborable.

También es destacable que las estaciones sin correspondencia tienen, por lo general, accesos más cortos. Por último, reseñar que las estaciones que menos tiempo de trasbordo tienen son Trinitat Nova, Paral·lel y La Pau respectivamente, mientras que las que más tiempo de trasbordo necesitan son Passeig de Gràcia, Plaça de Sants y Diagonal, por este orden, como muestra la Figura 10.1. No hay una correlación entre las líneas y las distancias de trasbordo, siendo la modernidad el único nexo de unión entre las estaciones de trasbordo más corto.

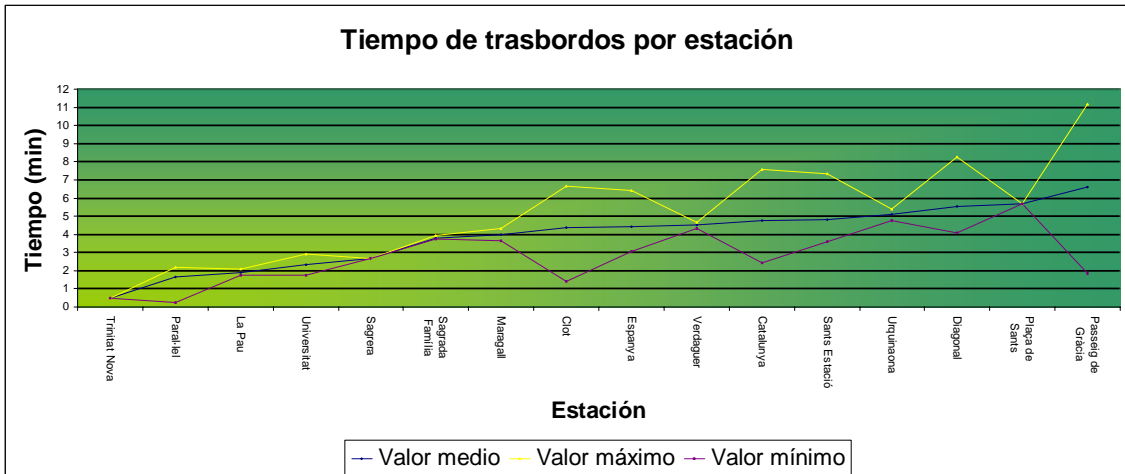


Figura 10.1. Tiempo de trasbordos por estación

• **Análisis por modos**

El título de la tesina induce a la comparativa entre tres modos de desplazamiento, como son ir a pie, en bicicleta o en Metro, y decidir cual es el modo más rápido para desplazarse por la ciudad es el gran objetivo. En la siguiente gráfica se muestran los intervalos óptimos para cada modo según las diferentes hipótesis estudiadas, y considerando los valores medios obtenidos de todos los datos.

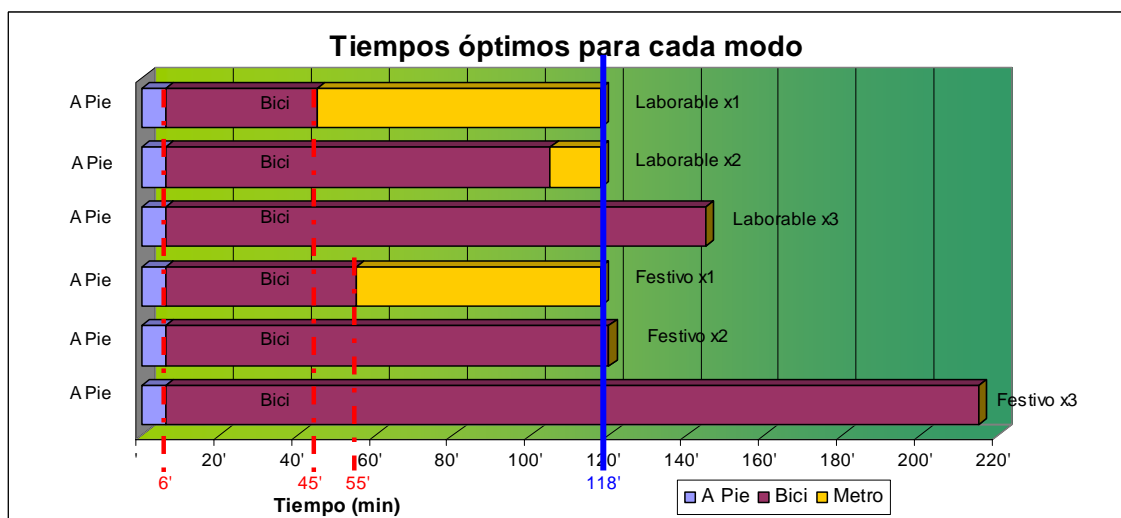


Figura 9.2. Intervalos de tiempo óptimos para cada modo

Se observa que el modo a pie es el más apropiado para distancias cortas. En las condiciones que ofrece la ciudad de Barcelona, con chaflanes en las manzanas y paradas en los cruces, el intervalo óptimo para el modo A Pie se sitúa en 0 a 450 metros, con 6 minutos de trayecto. Todo ello caminando a una velocidad media de 4,50 km/h.

A partir de los 6 minutos de trayecto la bicicleta se erige como el modo óptimo de desplazamiento, hasta trayectos de 45 minutos en día Laborable y 55 minutos en día festivo. Traducido a distancias el intervalo se sitúa entre 450 metros y 9,4-11,5

kilómetros. Hemos comentado anteriormente que la media de tiempo de desplazamiento en la ciudad de Barcelona es de 31 minutos para el transporte público, por lo que podemos asegurar que la bicicleta es la mejor manera de desplazarse por Barcelona para la mayoría de casos. Esta afirmación está supeditada a la disponibilidad de los usuarios a realizar trayectos largos en bicicleta, puesto que, a diferencia de otros países europeos, en nuestro país no hay tradición ciclista y mucha gente no estaría dispuesta a estos desplazamientos. Es objetivo de esta tesina destacar los beneficios de tiempo de desplazamiento de la bicicleta para aumentar la cultura ciclista que apenas está apareciendo en la ciudad.

Puesto que hay estudios que indican que la sensación de pérdida de tiempo en los trasbordos es superior a la que se tiene en el interior del vagón, hemos decidido penalizar los trasbordos duplicando y triplicando el tiempo (análisis x2 y x3). La conclusión es que si tenemos en cuenta las penalizaciones, la bicicleta siempre es mejor que el Metro para desplazarse por Barcelona, puesto que el Metro se hace competitivo para distancias mayores a las presentes en la ciudad, es decir, sería alternativa para desplazarse a los núcleos de población colindantes.

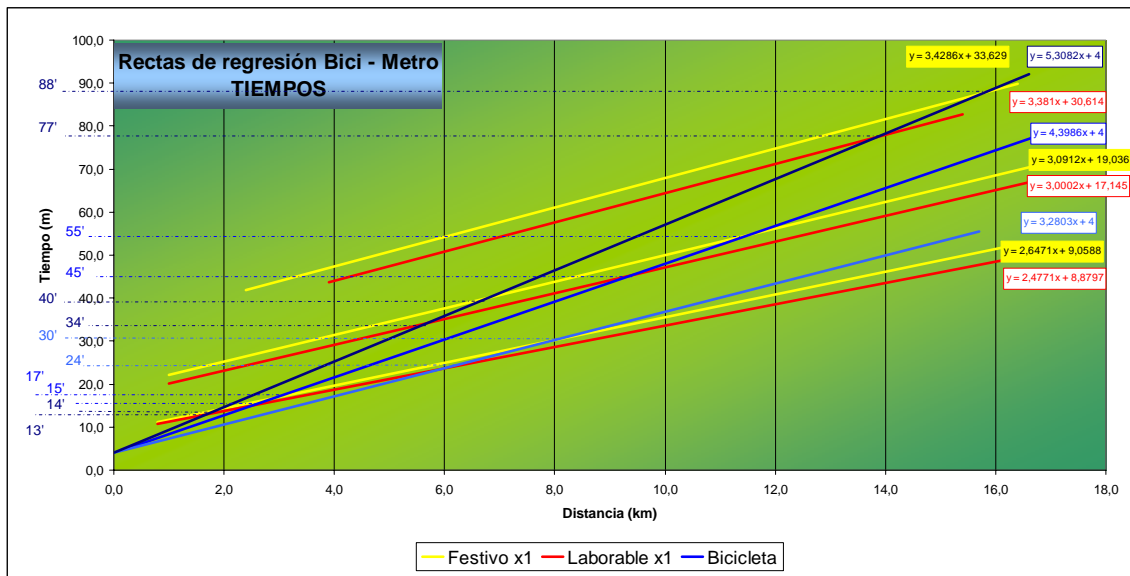


Figura 10.2. Análisis de medias y extremos de bicicleta y Metro

La figura 10.2. muestra el estudio de extremos de los datos. Los datos mostrados anteriormente estaban referidos a valores medios, pero dado el volumen de datos se pueden hallar las rectas de regresión de extremos, y compararlas. De la figura 10.2. se desprende que el Metro es muy competitivo en sus desplazamientos más rápidos, es decir, los que no tienen trasbordo. La bicicleta deja de ser competitiva antes de los 30 minutos o 8 km en cualquier caso. Sin embargo, en cuanto hay trasbordos y nos desplazamos a la recta de regresión media la bicicleta se convierte en protagonista. Incluso en caso de trayecto cuesta arriba la bicicleta es favorable para desplazamientos superiores a los 34 minutos. Los casos más desfavorables de Metro se justificarían por la incomodidad que supone para muchos usuarios pedalear durante más de 30 minutos, porque el tiempo en Metro es muy superior.

Si comparamos los modos A Pie y Metro exclusivamente hemos observado que el límite en el que el Metro supera al modo A Pie oscila entre los 22 y los 30 minutos, en función del día de la semana y de la penalización de trasbordo. Si recordamos que los desplazamientos medios en la ciudad son de 22 minutos para el modo A Pie y de 31 minutos para el Metro vemos que la gráfica confirma plenamente los datos, ya que entre los 22 y los 31 minutos se produce la transición de modo óptimo, quedando ese intervalo de desplazamiento a expensas de cada caso particular, y al gusto personal del usuario.

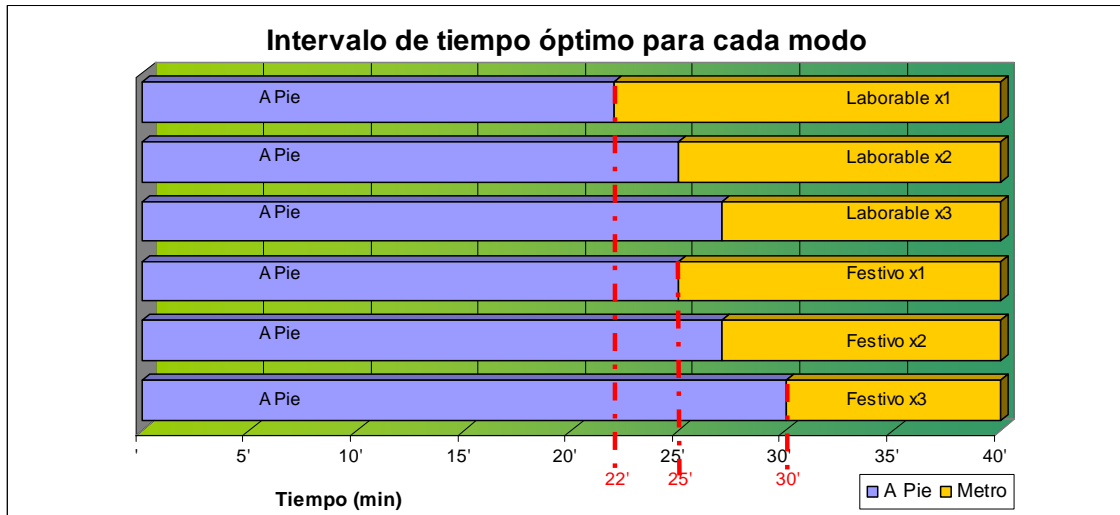


Figura 9.4. Intervalos de tiempo óptimos sin considerar la bicicleta

La Tabla 10.1 muestra un resumen de los datos más significativos mostrados hasta este momento:

	Distancia	Tiempo	Velocidad
A Pie	Respecto Bici: 450 m Respecto Metro: 1,7-1,8 km	Respecto Bici: 6' Respecto Metro: 22'-25'	4,50 km/h
Bicicleta	Entre 0,45 y 9,4-11,5 km	Entre 6' y 45'-55'	11,4 km/h
Metro	Respecto A Pie: 1,7-1,8 km Respecto Bici: 9,4-11,5 km	Respecto A Pie: 22'-25' Respecto Bici: 45'-55'	Puerta a puerta: 11,4 Dentro recinto: 13,9 Dentro vagón: 28,0

Tabla 10.1. Resumen de datos

- **Análisis por barrios**

A Pie

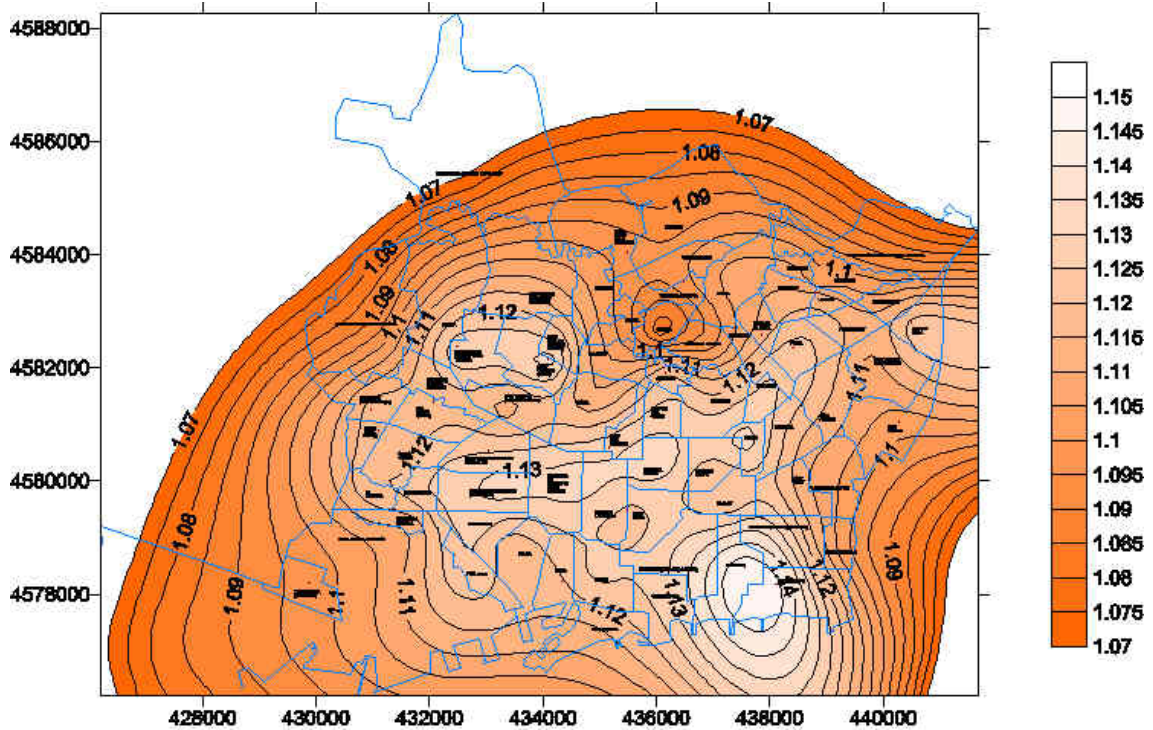


Figura 9.8. Curvas de nivel de la comparativa (A Pie Real) / (A Pie Directo)

Las diferencias de tiempo entre los modos A Pie Directo y A Pie Real se sitúan entre un 10% y un 15%. La Figura 9.8. muestra una zona muy clara donde la afectación es mayor, y que es la zona de L'Eixample, con un 13% de pérdida de tiempo media. De este modo se observa un área definida por la Ronda del Mig, la Calle Bac de Roda, el frontal marítimo y la Av. Paral·lel donde las dificultades para caminar son mayores. Esto es debido a la gran cantidad de manzanas con chaflán existentes, y la gran cantidad de cruces con semáforo. Las zonas de Sant Martí y Sant Gervasi con fisonomía similar a l'Eixample presentan las mismas características. En cambio se observa que en las zonas altas de la ciudad, donde hay más cruces sin semáforo y menos quiebros, tiende a mejorar la situación para el peatón.

Bicicleta

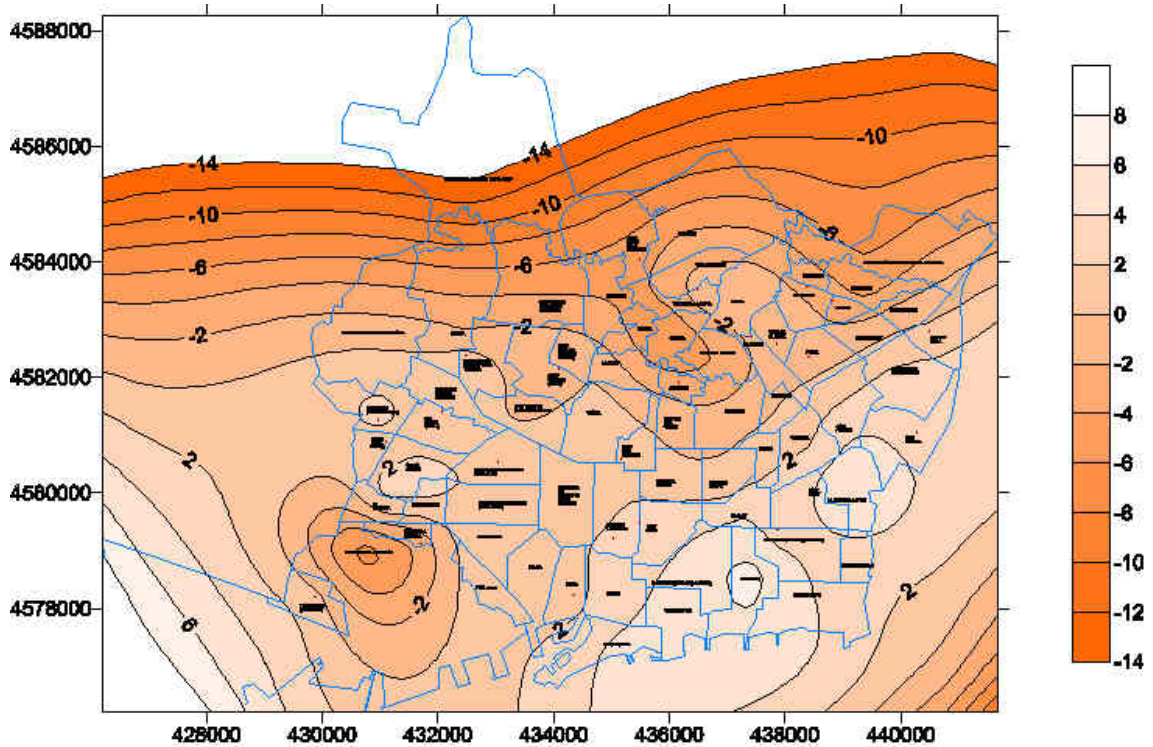


Figura 9.11. Curvas de nivel de la comparativa (Bici Origen) - (Bici destino)

Los desplazamientos en bicicleta dependen en gran medida de la orografía. Por ese motivo se han estudiado los desplazamientos por barrio tomado como origen y como destino. De la diferencia de ambos casos se obtiene la Figura 9.11.

El eje que constituye la separación entre preferencias de origen o destino está formado, de izquierda a derecha, C/ Jordi Girona, Vía Augusta, Ronda del Mig, C/ Sant Antoni Maria Claret y Av. Meridiana. Al norte de este eje se sitúan los barrios altos, con preferencia de trayectos en bajada, es decir de origen. También encontramos una pequeña excepción en la zona de la montaña de Montjuïc. La Ronda de Dalt coincide aproximadamente con la franja de los 4 minutos de diferencia, excepto en la zona del Carmel donde se observa una lengua en las curvas, lo que indica que también es zona favorable como origen. En el lado contrario tenemos el distrito de Sant Martí donde las diferencias a favor de ser destino de desplazamientos superan los 4 minutos. En l'Eixample las diferencias se establecen entorno a los 2 minutos.

Metro Laborable

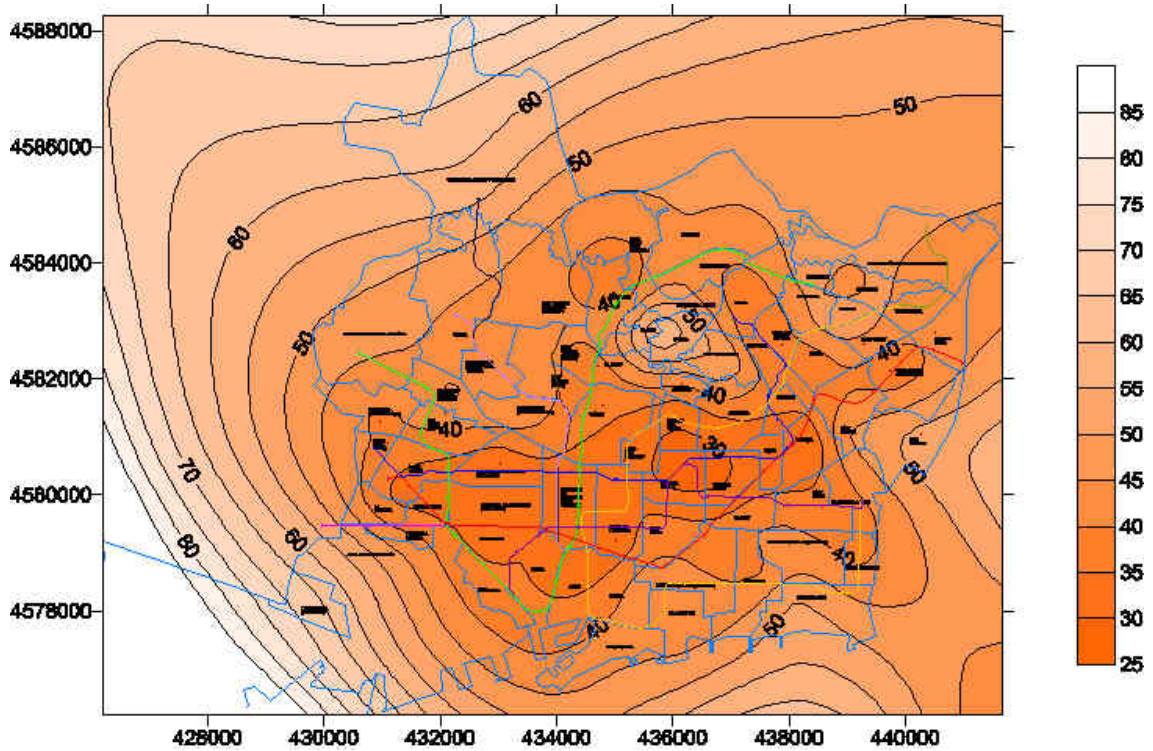


Figura 9.17. Curvas de nivel del modo Metro Laborable x1 con datos de origen

La gráfica que observamos nos ayuda a entender cuales son las zonas mejor comunicadas por Metro en la ciudad de Barcelona. La primera franja, más oscura, es la más favorable y abarca la zona de l'Eixample, Sagrada Família y Hospital de Sant Pau. Representa el corredor formado por la línea 5 en su tramo central. En todo este tramo el tiempo medio de desplazamiento se sitúa por debajo de los 35 minutos. En una segunda franja de observan los corredores de Av. Paral·lel (línea 3), Ramblas y Gran Vía (líneas 1, 2 y 3), Av. Meridiana (línea 1), Pg. Maragall (línea 5) y Av. de l'Hospital Militar (línea 3). En este caso hablamos de desplazamientos de 40 m. Los barrios de Sarrià y Sant Gervasi, conectados por los Ferrocarrils de la Generalitat, presentan tiempos medios superiores a los 40 minutos en todos los casos. Por último, en color más claro, se observa una zona muy desfavorable que no es otra que los barrios de El Coll y Carmel, con tiempos medios de 55 minutos. Otras dos zonas desfavorables son el barrio de Bon Pastor y el barrio de Zona Franca (Nou Barri), muy alejados del centro de la ciudad.

Penalización de trasbordo

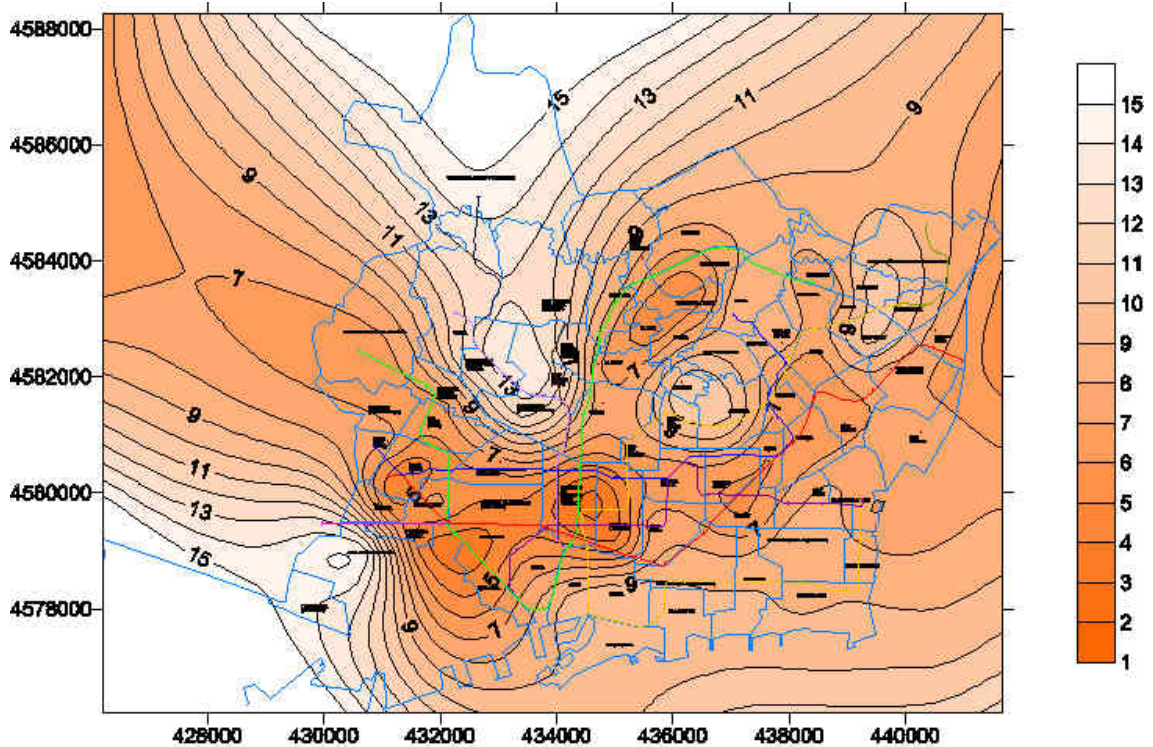


Figura 9.30. Curvas de nivel de la comparativa (Metro Laborable x3) - (Metro Laborable x1)

Desde el punto de vista desfavorable, en la primera gráfica observamos cuatro núcleos bien marcados. En primer lugar la Zona Franca, puesto que se comunica mediante la línea 8 de Ferrocarrils de la Generalitat, lo cual implica que necesariamente haya trasbordos para llegar a las otras zonas de la ciudad. En la misma situación encontramos el distrito de Sarrià-Sant Gervasi, también dependiente de las líneas 6 y 7 de FGC. Los otros dos núcleos son la zona de Trinitat Nova y la zona de Guinardó. Ambos casos pertenecen al corredor de la línea 4, zona desfavorable en todo su recorrido exceptuando la zona de Pg. de Gràcia.

En el caso opuesto encontramos otros cuatro núcleos bien definidos. Los tres primeros, que son las zonas de Sagrera, Pl. Espanya y Pg. de Gràcia-Diagonal se justifican por la presencia de estaciones con correspondencia a más de dos líneas (incluyendo RENFE y FGC) o, en el caso de Sagrera, debido al corto tramo de trasbordo. El cuarto núcleo son los barrios de Carmel, El Coll y Taxonera-La Clota. La justificación de estos casos se debe a que estos barrios están tan mal comunicados por Metro que gran parte del tiempo destinado a cada desplazamiento se cubre a pie hasta la estación. Esta parte del trayecto no se ve afectada por el tiempo de trasbordo, y de ahí el resultado. Además hay que añadir que estos barrios se conectan con la línea 3, que en la gráfica se ve como la menos perjudicada por los trasbordos. Si hablamos de valores absolutos, vemos que las diferencias en el corredor de las líneas 3 y 5, la zona más favorable, están alrededor de los 2 minutos. En el caso del Carmel aumenta hasta los 3 minutos. Si observamos los casos más desfavorables, más extremos, las diferencias se doblan en la segunda gráfica

respecto la primera. En este sentido el corredor de la línea 4 presenta un incremento de tiempo que ronda los 5 minutos en toda la línea excepto en la zona de Pg. de Gràcia.

Penalización Metro Festivo

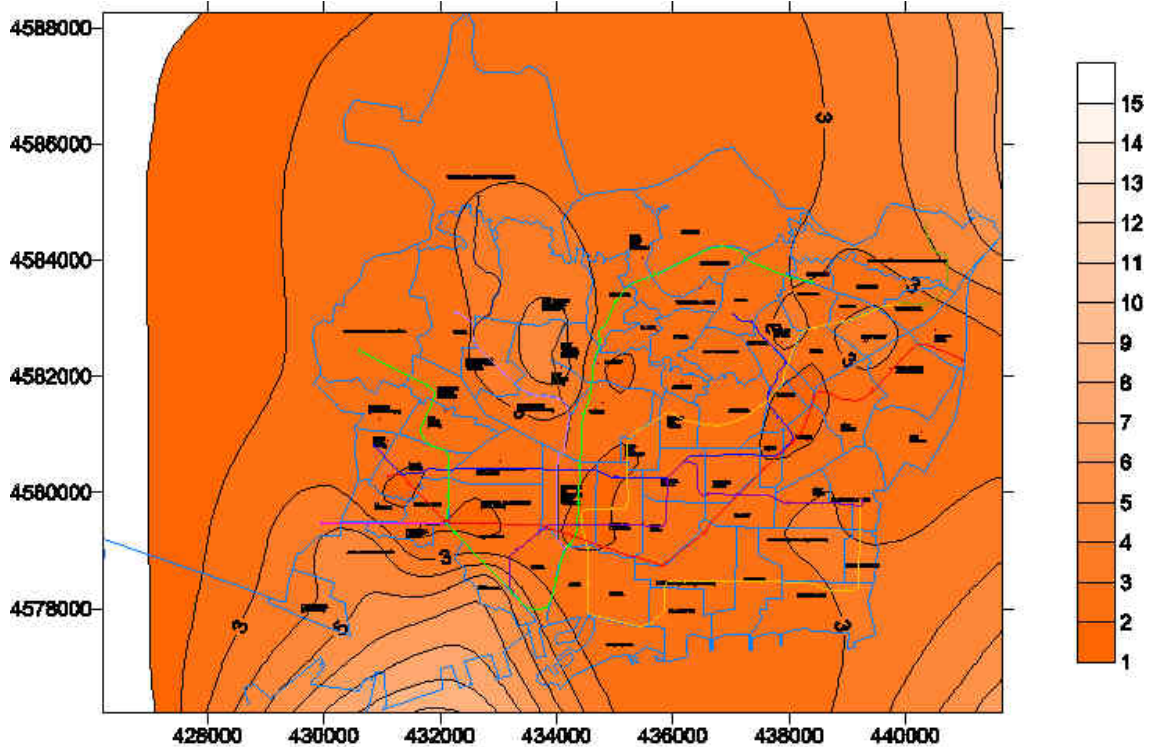


Figura 9.27. Curvas de nivel de la comparativa (Metro Festivo x1) - (Metro Laborable x1)

Las diferencias en el Metro entre un día laborable y un día festivo residen en la presencia de algunas salidas cerradas y en la peor frecuencia de paso de trenes. Lo que indican las gráficas es que no hay zonas extremadamente perjudicadas, sino que la afectación en toda la ciudad es bastante homogénea, cifrándose en un tiempo entre los 2 y 3 minutos. Esto indica que las diferencias entre laborables y festivos son pequeñas, y de mucho menor orden de magnitud que las diferencias establecidas con la penalización de trasbordo.

Comparativa entre Bicicleta y Metro

La comparación entre bicicleta y Metro se debe realizar diferenciando entre trayectos de origen y de destino, puesto que la orografía de Barcelona hace que la pendiente, aunque suave, sea determinante para caracterizar cada barrio.

En las gráficas podemos observar que la bicicleta siempre sale favorecida si tenemos en cuenta desplazamientos medios desde o hasta cada uno de los barrios. Esto no es incompatible con las gráficas vistas antes que mostraban al Metro como favorable para distancias largas. La interpretación es que la distancia media de desplazamientos desde cada barrio es inferior a los 10 km que se establecen como frontera aproximada entre modos.

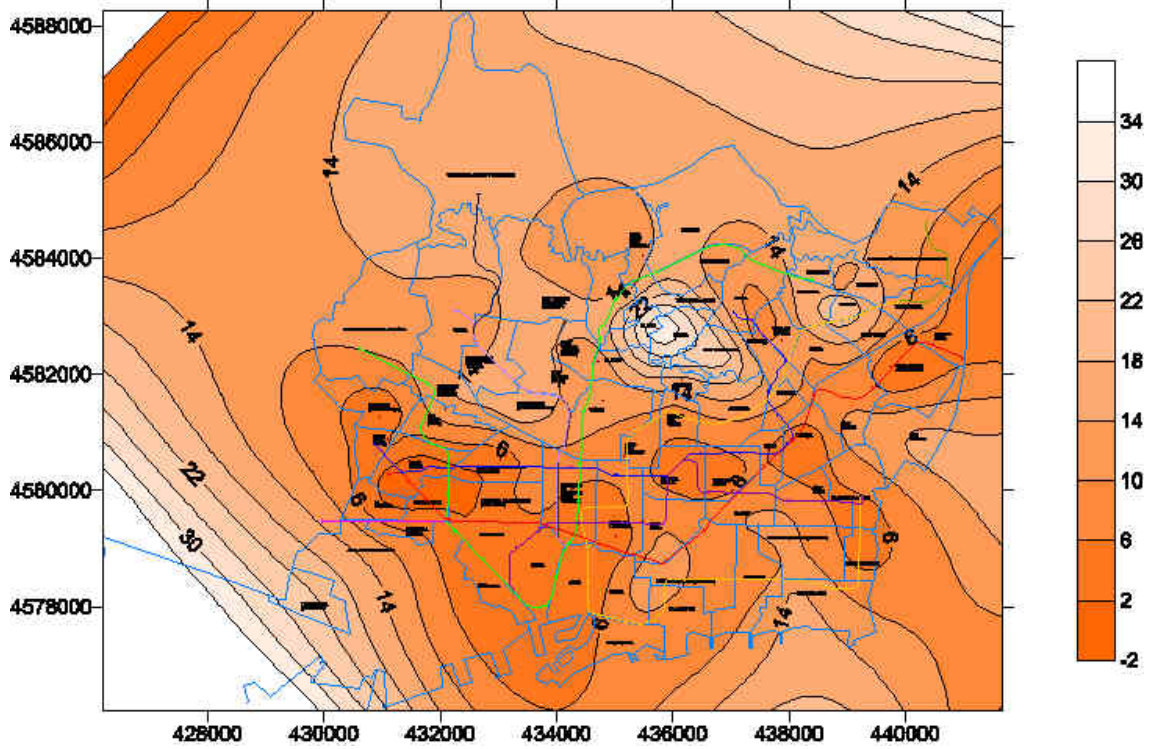


Figura 9.19. Curvas de nivel de la comparativa (Metro Laborable x1 origen) - (Bici origen)

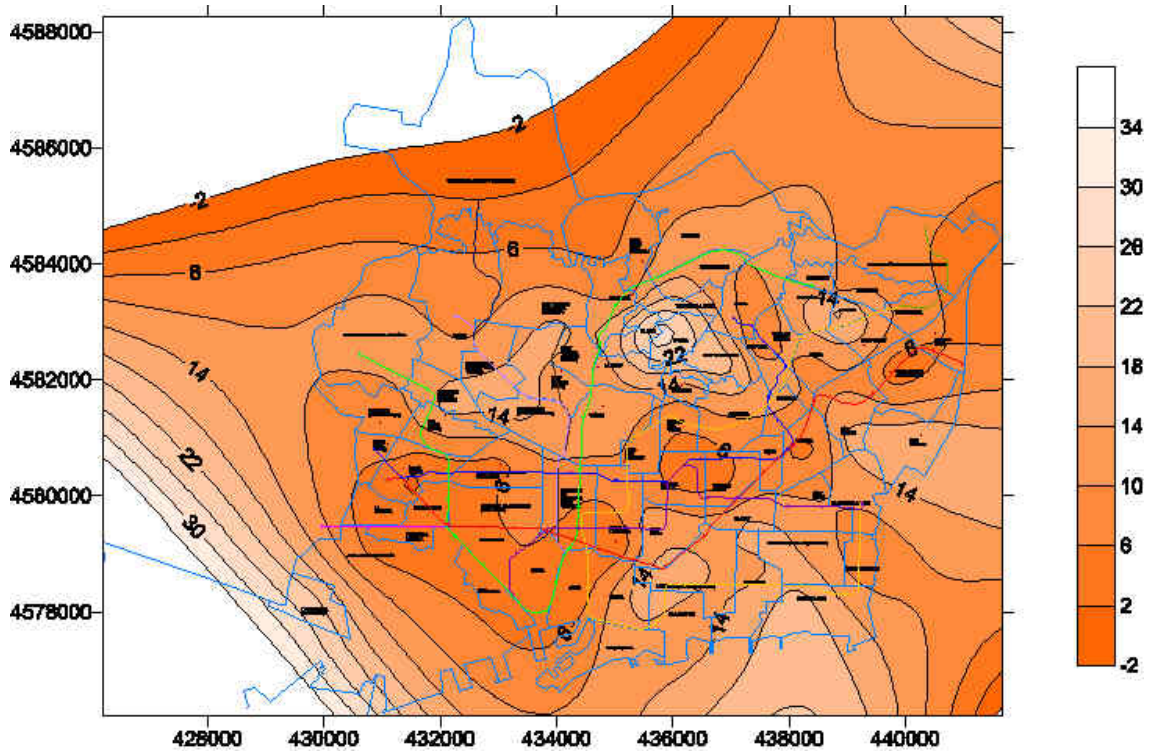


Figura 9.21. Curvas de nivel de la comparativa (Metro Laborable x1 destino) - (Bici destino)

Las zonas más oscuras son favorables al Metro. Estas zonas, presentes a lo largo del Eixample, siguiendo los corredores de las líneas 3 y 5, se mantienen prácticamente invariables en las dos gráficas. Se justifica por el hecho que es una zona céntrica, donde las pendientes son más suaves y donde hay compensación entre desplazamientos cuesta arriba y cuesta abajo para la bicicleta, por lo que este modo no tiene preferencias en esta zona. Las diferencias absolutas están alrededor de los 6 minutos. Si se comparan ambas gráficas en los casos extremos, encontramos que las diferencias en el caso del frontal marítimo pasan de los 14 minutos si es el origen a 18 minutos si es el destino (la bicicleta se beneficia del efecto bajada en 4 minutos). En la zona de la Ronda de Dalt se pasa de los 14 minutos en origen a los 10 minutos en destino, por lo que la diferencia entre ambos casos vuelve a ser de 4 minutos.

En el caso de la bicicleta encontramos como zonas propicias tres grandes zonas, con diferencias entre los 10 y los 20 minutos. Por un lado la zona de Sant Martí, debido a la ventaja que suponen las pendientes cuesta abajo. Por otro lado está la zona de Bon Pastor, mal comunicada por el Metro. Por último tenemos delimitada la franja entre Av. Diagonal-Príncipe d' Astúries-Ronda del Mig y Ronda de Dalt. Esta zona, a priori, no es beneficiosa para la bicicleta debido a las pendientes que debe superar, pero se ve favorecida por la escasa cobertura de Metro en esta zona. Nuevamente destaca en este sentido el caso del Carmel, con diferencias de unos 25 minutos a pesar de ser cuesta arriba.

En resumen se puede afirmar que:

- El Metro es la mejor alternativa para distancias largas, de más de 9,4 km. Pero esta ventaja se traduce en viajes de más de 45 minutos que son poco representativos en nuestro ámbito de estudio. En trayectos sin trasbordos el Metro se transforma en óptimo para desplazamientos alrededor de los 30 minutos, por lo que en este caso sí es buena alternativa.

- La bicicleta es el modo de transporte óptimo entre los 450 metros y los 9,4-11,5 kilómetros, rango que supone la gran mayoría de desplazamientos urbanos. Si hablamos en formato de tiempo resulta un rango entre 6 y 45-55 minutos. Su uso dependerá de que los ciudadanos se acostumbren a realizar desplazamientos largos con este modo, ya que actualmente una gran mayoría no están dispuestos a ello para un trayecto no lúdico.

- El peatón, debido a la presencia de obstáculos en la ciudad como cruces de calles o tramos más largos debido a quiebros y chaflanes, sufre un incremento de tiempo de trayecto entre un 10% y un 15% respecto al tiempo en condiciones favorables.

- Los tramos más favorables para desplazarse en Metro corresponden a los corredores de las líneas 3 y 5, en su parte intermedia. Sin embargo son poco competitivos los corredores de la línea 4 y los Ferrocarrils de la Generalitat, tanto hacia Sarrià-Sant Gervasi como hacia Zona Franca.

- El incremento de tiempo medio que supone viajar en Metro un día festivo se sitúa alrededor de los 3 minutos comparado con un día laborable. El incremento de tiempo es bajo en comparación al tiempo de recorrido.