



Ferro-carriles en Barcelona. Movilidad y accesibilidad y su impacto sobre las transformaciones sociales y espaciales de la ciudad

Enrique Viana Suberviola

ADVERTIMENT. La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX (www.tdx.cat) i a través del Dipòsit Digital de la UB (diposit.ub.edu) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX ni al Dipòsit Digital de la UB. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX o al Dipòsit Digital de la UB (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

ADVERTENCIA. La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR (www.tdx.cat) y a través del Repositorio Digital de la UB (diposit.ub.edu) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR o al Repositorio Digital de la UB. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR o al Repositorio Digital de la UB (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

WARNING. On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX (www.tdx.cat) service and by the UB Digital Repository (diposit.ub.edu) has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized nor its spreading and availability from a site foreign to the TDX service or to the UB Digital Repository. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service or to the UB Digital Repository is not authorized (framing). Those rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author.

UNIVERSIDAD DE BARCELONA
FACULTAD DE GEOGRAFÍA E HISTORIA-DEPTO. DE GEOGRAFÍA HUMANA

**Ferro-carriles en Barcelona. Movilidad y accesibilidad
y su impacto sobre las transformaciones sociales y
espaciales de la ciudad**

VOLUMEN I

Enrique Viana Suberviola

Codirector

Dr. Horacio Capel Sáez

Codirector

Dr. Vicente Casals Costa

Tutora

Dra. Isabel Pujades Rúbies

Programa de Doctorado

GEOGRAFÍA, PLANIFICACIÓN TERRITORIAL Y GESTIÓN AMBIENTAL

2014

ÍNDICE

VOLUMEN I

Introducción y agradecimientos	27
Estructura de la Tesis.....	29
Agradecimientos.....	30
Capítulo 1. Objetivos, hipótesis, metodología y ámbito territorial.....	33
1.1.Objetivos e hipótesis de la tesis.....	33
1.1.1.Objetivos generales de la tesis.....	34
1.1.2.Objetivos específicos de la tesis.....	34
1.1.3.Hipótesis generales de la tesis.....	35
1.1.4.Hipótesis específicas de la tesis.....	35
1.2.Metodología y fuentes de la tesis.....	36
1.2.1.Fuentes bibliográficas de la tesis.....	36
1.2.2.Fuentes gráficas y estadísticas de la tesis.....	37
1.2.3.Procesos de trabajo empleados en la tesis.....	45
1.3.Ámbito territorial y escalas de la tesis.....	49
1.3.1Ámbito territorial de la tesis.....	50
1.3.2.Escalas de análisis utilizadas en la tesis.....	52
Notas del capítulo 1.....	52
Capítulo 2. Definición y tipología de los sistemas ferro-viarios.....	55
2.1.Historia de los sistemas ferro-viarios urbanos.....	55
2.1.1.Evolución histórica del ferrocarril.....	56
2.1.2.Evolución histórica del tranvía y del metro ligero.....	61
2.1.3.Evolución histórica del metro.....	65
2.1.4.Evolución histórica de la alta velocidad.....	67
2.1.5.Evolución histórica del funicular.....	69
2.1.6.Evolución histórica del monorraíl.....	69
2.1.7.Evolución histórica de los sistemas ferro-viarios mixtos.....	70
2.2. Distribución y cronología de los sistemas ferro-viarios urbanos en la actualidad.....	70
2.2.1. Distribución y cronología de los sistemas ferro-viarios urbanos en el mundo	70
2.2.2. Distribución y cronología de los sistemas ferro-viarios urbanos en España.....	79
2.3. Características técnicas y financieras de los sistemas ferro-viarios urbanos.....	80
2.3.1.Características técnicas de los sistemas ferro-viarios urbanos.....	80
2.3.2.Características financieras de los sistemas ferro-viarios urbanos.....	87
Notas del capítulo 2.....	91
Capítulo 3. Grandes sistemas ferro-viarios del mundo.....	93
3.1.Cronología de los grandes sistemas ferro-viarios del mundo.....	94
3.1.1.Cronología del sistema ferro-viario de Londres.....	94
3.1.2.Cronología del sistema ferro-viario de París.....	97

3.1.3.Cronología del sistema ferro-viario de Berlín.....	99
3.1.4.Cronología del sistema ferro-viario de Nueva York.....	102
3.1.5.Cronología del sistema ferro-viario de Madrid.....	104
3.1.6.Cronología del sistema ferro-viario de Tokio.....	106
3.1.7.Cronología del sistema ferro-viario de Moscú.....	107
3.1.8.Cronología del sistema ferro-viario de Los Ángeles.....	108
3.2.Estructuras de los grandes sistemas ferro-viarios del mundo.....	109
3.2.1.Estructura del sistema ferro-viario de Londres.....	110
3.2.2.Estructura del sistema ferro-viario de París.....	113
3.2.3.Estructura del sistema ferro-viario de Berlín.....	116
3.2.4.Estructura del sistema ferro-viario de Nueva York.....	118
3.2.5.Estructura del sistema ferro-viario de Madrid.....	120
3.2.6.Estructura del sistema ferro-viario de Tokio.....	122
3.2.7.Estructura del sistema ferro-viario de Moscú.....	124
3.2.8.Estructura del sistema ferro-viario de Los Ángeles.....	125
Notas del capítulo 3.....	128
Capítulo 4. Los sistemas ferro-viarios de Barcelona.....	131
4.1.Las primeras redes ferro-viarias de Barcelona. Ferrocarril y tranvía.....	131
4.1.1.La red de ferrocarril de Barcelona.....	131
4.1.2.El tranvía en Barcelona.....	141
4.2.Las redes ferro-viarias más recientes de Barcelona. Metro convencional, metro ligero, funicular y AVE.....	147
4.2.1.El funicular en Barcelona.....	147
4.2.2.El metro en Barcelona.....	148
4.2.3.El metro ligero en Barcelona.....	161
4.2.4.El AVE en Barcelona.....	163
Notas del capítulo 4.....	164
Capítulo 5. Análisis técnico y evolución de la red ferro-viaria de Barcelona.....	169
5.1.Características y evolución de los medios de transporte ferro-viarios de Barcelona.....	169
5.1.1.Características y evolución del ferrocarril de Barcelona.....	169
5.1.2.Características y evolución del tranvía de Barcelona.....	173
5.1.3.Características y evolución del funicular de Barcelona.....	177
5.1.4.Características y evolución del metro de Barcelona.....	177
5.1.5.Características y evolución del metro ligero de Barcelona.....	182
5.1.6.Características y evolución del AVE en Barcelona.....	184
5.2.Características de la red ferro-viaria conjunta de Barcelona.....	187
5.2.1.Características y evolución del sistema ferro-viario conjunto de Barcelona.....	188
5.2.2.Características técnicas de la red ferro-viaria de Barcelona.....	191
Capítulo 6. Accesibilidad: Concepto, definiciones e indicadores.....	195
6.1.Accesibilidad: concepto, definiciones y tipos.....	195
6.1.1.Concepto y definiciones de accesibilidad.....	195
6.1.2.Tipos de accesibilidad.....	197
6.2.Indicadores de accesibilidad.....	200
6.2.1.Indicadores físicos de accesibilidad.....	200
6.2.2.Indicadores socioeconómicos de accesibilidad.....	205

Notas del capítulo 6.....	207
Capítulo 7. Accesibilidad de la red ferro-viaria Barcelonesa.....	211
7.1.Isoaccesibilidad e isocronas de Barcelona.....	212
7.1.1.Isoaccesibilidad e isocronas del metro de Barcelona en 1926.....	212
7.1.2.Isoaccesibilidad e isocronas del metro de Barcelona en 1950.....	214
7.1.3. Previsión de isoaccesibilidad e isocronas del metro de Barcelona en 1966.....	216
7.1.4.Isoaccesibilidad e isocronas del metro de Barcelona en 1980.....	218
7.1.5.Isoaccesibilidad e isocronas del metro de Barcelona en 2000.....	220
7.1.6.Isoaccesibilidad e isocronas del metro de Barcelona en 2009.....	222
7.1.7. Previsión de isoaccesibilidad e isocronas del metro de Barcelona en 2018.....	224
7.1.8. Previsión de isoaccesibilidad e isocronas del metro de Barcelona en 2020.....	227
7.1.9. Previsión de isoaccesibilidad e isocronas del metro de Barcelona más allá de 2020.....	229
7.1.10.Isoaccesibilidad e isocronas del Sistema Ferro-viario Integrado de Barcelona en 2009.....	230
7.1.11. Previsión de isoaccesibilidad e isocronas de Barcelona del Sistema Ferro-viario integrado en 2020.....	233
7.1.12. Previsión de isoaccesibilidad e isocronas de Barcelona del Sistema Ferro-viario integrado más allá de 2020.....	236
7.1.13.Isoaccesibilidad e isocronas de Barcelona en horario laboral.....	238
7.1.14. Isoaccesibilidad e isocronas de Barcelona en horario festivo.....	241
7.1.15.Isoaccesibilidad e isocronas de Barcelona en horario nocturno.....	244
7.1.16.Isoaccesibilidad e isocronas de Barcelona en horario medio.....	246
7.1.17.Isoaccesibilidad e isocronas de Barcelona según sus accesos.....	248
7.1.18. Isoaccesibilidad e isocronas según el área de las estaciones.....	250
7.2.Otros estudios de accesibilidad en Barcelona.....	253
7.2.1.Diferencia entre medidas de tiempo real y tiempo teórico de la red de metro de Barcelona.....	253
7.2.2.Diferencia existente ente ámbitos de las estaciones de la red ferro-viario de Barcelona según los accesos y según los centroides	254
7.2.3.Estudio de accesibilidad de las estaciones no inauguradas de la red ferro- viaria de Barcelona.....	257
7.2.4.Distance al centro de la red ferro-viaria de Barcelona.....	258
7.2.5.Usuarios potenciales de la red ferro-viaria de Barcelona.....	267
7.2.6.Isoaccesibilidad de la red ferro-viaria de Barcelona por líneas.....	277
Notas del capítulo 7.....	283
Capítulo 8. Movilidad: Concepto, definiciones e indicadores.....	285
8.1.Concepto , definición y evolución de la movilidad y de los estudios de movilidad.....	286
8.1.1.Definición y componentes de la movilidad.....	286
8.1.2.Evolución de los estudios y disciplinas vinculados con la movilidad...289	
8.1.3.Evolución de los transportes y de la movilidad.....	291
8.2.Movilidad según variables territoriales y sociodemográficas.....	293
8.2.1.Movilidad según variables territoriales.....	293

8.2.2.Movilidad según variables sociodemográficas.....	295
8.3.Métodos, técnicas e indicadores de movilidad.....	300
8.3.1.Métodos y técnicas de movilidad.....	300
8.3.2.Modelos e indicadores de movilidad.....	302
8.4.Movilidad e impacto ambiental.....	310
8.4.1.Origen de los estudios de impacto ambiental.....	311
8.4.2.La sostenibilidad ambiental y la movilidad	312
Notas del capítulo 8.....	315
Capítulo 9. Análisis histórico de la movilidad en Barcelona.....	321
9.1.Movilidad según el número de pasajeros por línea y modo de transporte.....	321
9.1.1.Análisis de las líneas y modos de transporte en función de la afluencia de pasajeros.....	322
9.1.2.Análisis de las líneas y modos de transporte en función de la recaudación obtenida y el gasto de inversión.....	329
9.2.Movilidad por estación: afluencia de pasajeros y habilitación de la estación a personas con movilidad reducida.....	334
9.2.1.Número de pasajeros por estaciones.....	334
9.2.2.Estaciones habilitadas para minusválidos.....	337
9.2.3.Profundidad de las estaciones.....	340
9.3.Encuestas de movilidad obligada y encuestas de movilidad cotidiana.....	341
9.3.1.Encuestas de movilidad obligada.....	341
9.3.2.Encuestas de movilidad cotidiana.....	353
Capítulo 10. Interacción urbe-transporte: Transformación urbanística, impacto ambiental y percepción social del transporte.....	363
10.1.Planificación urbana y de los transportes.....	363
10.1.1.Historia de la planificación urbana y territorial y su relación con los transportes.....	364
10.1.2.Estrategias de planificación urbana y territorial en la actualidad.....	368
10.1.3.Modelos gravitacionales y teorías de desarrollo urbano y territorial.....	374
10.1.4.Impacto ambiental y territorial de los medios de transporte.....	378
10.2.Planificación territorial y urbana y su relación con el ferro-carril.....	380
10.2.1.Interacción entre ferrocarril y ciudad.....	380
10.2.2.Integración del ferro-carril en el medio urbano.....	383
10.3.Percepción social del transporte y de la ciudad.....	386
10.3.1.La dimensión social del transporte.....	386
10.3.2.La dimensión perceptual de la ciudad.....	388
10.3.3.Estudio de caso: mapas mentales de Barcelona.....	392
Notas del capítulo 10.....	395
Capítulo 11. Ferro-carril y ciudad: Evolución e interrelación histórica.....	399
11.1.Evolución ferro-viaria, evolución urbana y planificación territorial.....	399
11.1.1.Evolución ferro-viaria y evolución urbana de Barcelona.....	400
11.1.2.Planificación territorial en Barcelona.....	409
11.2.Vinculación entre redes ferro-viarias y urbe.....	412
11.2.1.Distribución de los equipamientos de Barcelona.....	413
11.2.2.Los centroides de la red ferro-viaria y del área urbana de Barcelona....	426

11.2.3.Evolución del precio de la vivienda y estructura ferro-viaria de Barcelona.....	433
Notas del capítulo 11.....	437
Conclusiones finales.....	441
Bibliografía.....	453

ÍNDICE DE CUADROS DEL VOLUMEN I

-Cuadro 1.1. Evolució de la velocitat comercial de les línies ferroviàries.....	38
-Cuadro 1.2. Tiempos por líneas.....	39
-Cuadro 1.3. Frecuencias de paso de los convoyes según modo y gestor ferroviario...	41
-Cuadro 1.4. Profundidad de estaciones de las que no existen datos.....	43
-Cuadro 2.1.Criterios generales de explotación en tranvías, metros ligeros y pesados...	85
-Cuadro 2.2. Características técnicas, operativas y del sistema de los modos de transporte público urbano.....	86
-Cuadro 2.3 Beneficios y beneficiarios del transporte urbano y posibles aportes a su financiación.....	88
-Cuadro 2.4 Perjuicios al transporte y sus causantes y posibles aportes a su financiación.....	89
-Cuadro 4.1. Valoración de la Red de metro de 1966 (en millones).....	151
-Cuadro 4.2. Costos en millones de pesetas para cada línea de las infraestructuras de la red de metro de Barcelona.1966.....	152
-Cuadro 4.3. Costo en millones de pesetas para cada línea para las superestructuras de la red de metro de Barcelona. 1966.....	152
-Cuadro 4.4. Costos de la infraestructura de la red de metro de Barcelona. 1971.....	154
-Cuadro 4.5. Costo en millones de pesetas para las superestructuras de la red de metro de Barcelona. 1971.....	154
-Cuadro 4.6. Costos en millones de pesetas de la superestructura de cada línea de la red de metro de Barcelona. 1974.....	156
-Cuadro 4.7. Costos de la infraestructura de la red de metro de Barcelona. 1974.....	157
-Cuadro 5.1. Longitud de las líneas según sistema ferro-viarias.....	186
-Cuadro 5.2. Número de estaciones según sistema ferro-viario.....	187
-Cuadro 5.3. Superficie urbana que abarca la red ferro-viaria y longitud de la misma....	193
-Cuadro 5.4. Indicadores topológicos de la red ferro-viaria de Barcelona.....	193
-Cuadro 7.1. Isoaccesibilidad de la red ferro-viaria de Barcelona en horario laboral...	240
-Cuadro 7.2. Isoaccesibilidad de la red ferro-viaria de Barcelona en horario festivo...	242
-Cuadro 7.3. Isoaccesibilidad de la red ferro-viaria de Barcelona en horario nocturno.....	245
-Cuadro 7.4. Isoaccesibilidad de la red ferro-viaria de Barcelona en horario medio...	247
-Cuadro 7.5. Isoaccesibilidad de la red ferro-viaria de Barcelona en horario según los accesos.....	249
-Cuadro 7.6. Isoaccesibilidad de la red ferro-viaria de Barcelona en horario según el área de las estaciones.....	251
-Cuadro 7.7. Diferencias entre la superficie entre las áreas de los centroides de las estaciones del metro de Barcelona y las áreas según los accesos de las estaciones del metro de Barcelona.2009.....	255

-Cuadro 7.8. Superficie según la franja temporal de distancia al centro de la red.....	263
-Cuadro 7.9. Número de estaciones según usuarios potenciales por estación.....	269
-Cuadro 7.10. Número de estaciones según la densidad de usuarios potenciales por estación.....	270
-Cuadro 11.1. Número de equipamientos en Barcelona, 2007.....	414
-Cuadro 11.2. Número de equipamientos de Barcelona por categorías, 2007.....	415
-Cuadro 11.3. Centroides en Barcelona.....	429

ÍNDICE DE FIGURAS DEL VOLUMEN I

-Figura 2.1. Metros y tranvías del mundo.....	71
-Figura 2.2. Metros del mundo.....	71
-Figura 2.3. Tranvías del mundo.....	72
-Figura 2.4. Metros y tranvías de Europa.....	74
-Figura 2.5. Metros y tranvías de América del Norte.....	75
-Figura 2.6. Metros y tranvías de América del Sur.....	76
-Figura 2.7. Metros y tranvías de Asia.....	77
-Figura 2.8. Metros y tranvías de África.....	78
-Figura 2.9. Metros y tranvías de Oceanía.....	78
-Figura 2.10. Metros y tranvías de España.....	80
-Figura 3.1. Metro de Londres.....	113
-Figura 3.2. Metro de París.....	115
-Figura 3.3. Metro de Berlín.....	117
-Figura 3.4. Metro de Nueva York.....	120
-Figura 3.5. Metro de Madrid.....	122
-Figura 3.6. Metro de Tokio.....	123
-Figura 3.7. Metro de Moscú.....	125
-Figura 3.8. Metro de Los Ángeles.....	126
-Figura 4.1. Plan de Metros de 1966.....	150
-Figura 4.2. Plan de Metros de 1971.....	153
-Figura 4.3. Plan de Metros de 1974.....	155
-Figura 4.4. Plan de Metros de 1984.....	158
-Figura 5.1. Ferrocarril de Barcelona 1848.....	171
-Figura 5.2. Ferrocarril de Barcelona 1956.....	172
-Figura 5.3. Ferrocarril de Barcelona 2000.....	172
-Figura 5.4. Ferrocarril de Barcelona 2020.....	173
-Figura 5.5. Tranvía de Barcelona 1872.....	175
-Figura 5.6. Tranvía de Barcelona 1900.....	175
-Figura 5.7. Tranvía de Barcelona 1950.....	176
-Figura 5.8. Tranvía de Barcelona 1972.....	176
-Figura 5.9. Metro de Barcelona 1924.....	180
-Figura 5.10. Metro de Barcelona 1950.....	181
-Figura 5.11. Metro de Barcelona 2000.....	181
-Figura 5.12. Metro de Barcelona más de 2020.....	182
-Figura 5.13. Metro ligero de Barcelona 2005.....	183
-Figura 5.14. Metro ligero de Barcelona más de 2020.....	184
-Figura 5.15. Longitud de líneas según sistema ferro-viario.....	185
-Figura 5.16. Número de estaciones según sistema ferro-viario.....	185
-Figura 5.17. Sistema ferroviario integrado de Barcelona 1848.....	189

-Figura 5.18. Sistema ferroviario integrado de Barcelona 1956.....	190
-Figura 5.19. Sistema ferroviario integrado de Barcelona 2000.....	190
-Figura 5.20. Sistema ferroviario integrado de Barcelona más de 2020.....	191
-Figura 7.1. Isoaccesibilidad en horario laboral del metro de Barcelona 1926.....	213
-Figura 7.2. Isocronas en horario laboral del metro de Barcelona 1926.....	214
-Figura 7.3. Isoaccesibilidad en horario laboral del metro de Barcelona 1950.....	215
-Figura 7.4. Isocronas en horario laboral del metro de Barcelona 1950.....	215
-Figura 7.5. Isoaccesibilidad en horario laboral del metro de Barcelona 1966.....	217
-Figura 7.6. Isocronas en horario laboral del metro de Barcelona 1966.....	217
-Figura 7.7. Isoaccesibilidad en horario laboral del metro de Barcelona 1980.....	219
-Figura 7.8. Isocronas en horario laboral del metro de Barcelona 1980.....	219
-Figura 7.9. Isoaccesibilidad en horario laboral del metro de Barcelona 2000.....	221
-Figura 7.10. Isocronas en horario laboral del metro de Barcelona 2000.....	221
-Figura 7.11. Isoaccesibilidad en horario laboral del metro de Barcelona 2009.....	223
-Figura 7.12. Isocronas en horario laboral del metro de Barcelona 2009.....	224
-Figura 7.13. Isoaccesibilidad en horario laboral del metro de Barcelona 2018.....	226
-Figura 7.14. Isocronas en horario laboral del metro de Barcelona 2018.....	227
-Figura 7.15. Isoaccesibilidad en horario laboral del metro de Barcelona 2020.....	228
-Figura 7.16. Isocronas en horario laboral del metro de Barcelona 2020.....	228
-Figura 7.17. Isoaccesibilidad en horario laboral del metro de Barcelona más de 2020.....	229
-Figura 7.18. Isocronas en horario laboral del metro de Barcelona más de 2020.....	230
-Figura 7.19. Isoaccesibilidad en horario laboral del sistema ferroviario integrado de Barcelona 2009.....	232
-Figura 7.20. Isocronas en horario laboral del sistema ferroviario integrado de Barcelona 2009.....	233
-Figura 7.21. Isoaccesibilidad en horario laboral del sistema ferroviario integrado de Barcelona 2020.....	235
-Figura 7.22. Isocronas en horario laboral del sistema ferroviario integrado de Barcelona 2020.....	235
-Figura 7.23. Isoaccesibilidad en horario laboral del sistema ferroviario integrado de Barcelona más de 2020.....	237
-Figura 7.24. Isocronas en horario laboral del sistema ferroviario integrado de Barcelona más de 2020.....	237
-Figura 7.25. Superficie del ámbito de las estaciones de la red ferro-viaria de Barcelona según la isoaccesibilidad en horario laboral.....	240
-Figura 7.26. Población del ámbito de las estaciones de la red ferro-viaria de Barcelona según la isoaccesibilidad en horario laboral.....	241
-Figura 7.27. Superficie del ámbito de las estaciones de la red ferro-viaria de Barcelona según la isoaccesibilidad en horario festivo.....	243
-Figura 7.28. Población del ámbito de las estaciones de la red ferro-viaria de Barcelona según la isoaccesibilidad en horario festivo.....	243
-Figura 7.29. Superficie del ámbito de las estaciones de la red ferro-viaria de Barcelona según la isoaccesibilidad en horario nocturno.....	245
-Figura 7.30. Población del ámbito de las estaciones de la red ferro-viaria de Barcelona según la isoaccesibilidad en horario nocturno.....	246
-Figura 7.31. Superficie del ámbito de las estaciones de la red ferro-viaria de Barcelona según la isoaccesibilidad en horario medio.....	247
-Figura 7.32. Población del ámbito de las estaciones de la red ferro-viaria de Barcelona según la isoaccesibilidad en horario medio.....	248

-Figura 7.33. Superficie del ámbito de las estaciones de la red ferro-viaria de Barcelona según la isoaccesibilidad en horario según los accesos.....	249
-Figura 7.34. Población del ámbito de las estaciones de la red ferro-viaria de Barcelona según la isoaccesibilidad en horario según los accesos.....	250
-Figura 7.35. Superficie del ámbito de las estaciones de la red ferro-viaria de Barcelona según la isoaccesibilidad en horario según el área de las estaciones.....	252
-Figura 7.36. Población del ámbito de las estaciones de la red ferro-viaria de Barcelona según la isoaccesibilidad en horario según el área de las estaciones.....	252
-Figura 7.37. Diferencia de medida tiempo real-tiempo teórico 2009.....	254
-Figura 7.38. Diferencias entre la superficie entre las áreas de los centroides de las estaciones del metro de Barcelona y las áreas según los accesos de las estaciones del metro de Barcelona. 2009.....	256
-Figura 7.39. Comparativa entre ámbitos accesos y estaciones del metro de Barcelona 2009.....	256
-Figura 7.40. Ámbito de estaciones no inauguradas.....	258
-Figura 7.41. Superficie según la franja temporal de distancia al centro de la red.....	263
-Figura 7.42. Distancia al centro de la red de metro, Catalunya 1926.....	264
-Figura 7.43. Distancia al centro de la red de metro, Catalunya 1980.....	264
-Figura 7.44. Distancia al centro de la red de metro, Catalunya 2009.....	265
-Figura 7.45. Distancia al centro de la red de metro, Catalunya más de 2020.....	265
-Figura 7.46. Distancia al centro del sistema ferroviario integrado, Catalunya 2009.....	266
.....	266
-Figura 7.47. Distancia al centro del sistema ferroviario integrado, Catalunya más de 2020.....	266
-Figura 7.48. Número de estaciones según los usuarios potenciales por estación.....	269
-Figura 7.49. Número de estaciones según densidad de usuarios potenciales por estación.....	270
-Figura 7.50. Usuarios potenciales residentes servidos por el área de influencia de cada estación de metro 2009.....	275
-Figura 7.51. Usuarios potenciales residentes servidos por el área de influencia de cada estación de metro más de 2020.....	275
-Figura 7.52. Usuarios potenciales residentes servidos por el área de influencia de cada estación del sistema ferroviario integrado 2009.....	276
-Figura 7.53. Usuarios potenciales residentes servidos por el área de influencia de cada estación del sistema ferroviario integrado más de 2020.....	276
-Figura 7.54. Tiempo de desplazamiento medio entre estaciones por líneas 1926.....	280
-Figura 7.55. Tiempo de desplazamiento medio entre estaciones por líneas 1980.....	280
-Figura 7.56. Tiempo de desplazamiento medio entre estaciones por líneas 2009.....	281
-Figura 7.57. Tiempo de desplazamiento medio entre estaciones por líneas más de 2020.....	281
-Figura 7.58. Tiempo de desplazamiento medio entre estaciones por líneas del sistema ferroviario integrado 2009.....	282
-Figura 7.59. Tiempo de desplazamiento medio entre estaciones por líneas del sistema ferroviario integrado más de 2020.....	282
-Figura 9.1. Beneficios de la línea de Sants.....	324
-Figura 9.2. Beneficios de las líneas de Sant Andreu y Horta.....	324
-Figura 9.3. Recaudación de la red de tranvías.....	325
-Figura 9.4. Recaudación de las redes de tranvías, metro, autobuses y trolebuses.....	325
-Figura 9.5. Viajeros transportados por el metro 1925-1991.....	326
-Figura 9.6. Viajeros de metro T.M.B. y metro ligero por líneas 1925.....	326

-Figura 9.7. Viajeros de metro T.M.B. y metro ligero por líneas 1950.....	327
-Figura 9.8. Viajeros de metro T.M.B. y metro ligero por líneas 1975.....	327
-Figura 9.9. Viajeros de metro T.M.B. y metro ligero por líneas 2000.....	328
-Figura 9.10. Viajeros de metro T.M.B. y metro ligero por líneas 2010.....	328
-Figura 9.11. Resultados explotación G.M.B. 1925-1960.....	332
-Figura 9.12. Resultados explotación F.M.T. 1927-1960.....	333
-Figura 9.13. Resultados explotación F.C.M.B. 1961-1991.....	333
-Figura 9.14. Viajeros de metro por estaciones 1987.....	335
-Figura 9.15. Viajeros de metro por estaciones 2007.....	336
-Figura 9.16. Viajeros de metro por estaciones 2020.....	336
-Figura 9.17. Número de estaciones según número de viajeros.....	337
-Figura 9.18. Número de estaciones habilitadas para minusválidos.....	338
-Figura 9.19. Estaciones habilitadas para minusválidos 1995.....	338
-Figura 9.20. Estaciones habilitadas para minusválidos 2009.....	339
-Figura 9.21. Estaciones habilitadas para minusválidos 2020.....	339
-Figura 9.22. Profundidad de las estaciones 2020.....	340
-Figura 9.23. Municipios con origen de viajeros de metro por motivos laborales 1981.....	344
-Figura 9.24. Municipios con origen de viajeros de tren por motivos laborales 1981.....	344
-Figura 9.25. Municipios con origen de viajeros de metro por motivos laborales 1986.....	346
-Figura 9.26. Municipios con origen de viajeros de tren por motivos laborales 1986.....	346
-Figura 9.27. Municipios con origen de viajeros de metro por motivos laborales 1991.....	347
-Figura 9.28. Municipios con origen de viajeros de tren por motivos laborales 1991.....	348
-Figura 9.29. Municipios con origen de viajeros de metro por motivos laborales 1996.....	349
-Figura 9.30. Municipios con origen de viajeros de tren por motivos laborales 1996.....	349
-Figura 9.31. Municipios con origen de viajeros de metro por motivos laborales 2001.....	351
-Figura 9.32. Municipios con origen de viajeros de tren por motivos laborales 2001.....	352
-Figura 9.33. Municipios con origen de viajeros de metro 2006.....	357
-Figura 9.34. Municipios con origen de viajeros de tren 2006.....	357
-Figura 10.1. Modelos de crecimiento urbano.....	377
-Figura 10.2. Mapa mental de Barcelona.....	394
-Figura 10.3. Mapa mental de Barcelona.....	394
-Figura 11.1. Número de equipamientos en Barcelona 2007.....	418
-Figura 11.2. Densidad de equipamientos de Barcelona. 2007.....	424
-Figura 11.3. Densidad de equipamientos de Barcelona. 2020.....	425
-Figura 11.4. Densidad de equipamientos por área de las estaciones del sistema ferroviario integrado de Barcelona 2009.....	425
-Figura 11.5. Densidad de equipamientos por área de las estaciones del sistema ferroviario integrado de Barcelona más de 2020.....	426
-Figura 11.6. Centroides en Barcelona.....	429
-Figura 11.7. Centroides del metro de Barcelona 1926.....	430

-Figura 11.8. Centroides del metro de Barcelona 1980.....	430
-Figura 11.9. Centroides del metro de Barcelona 2009.....	431
-Figura 11.10. Centroides del metro de Barcelona más de 2020.....	431
-Figura 11.11. Centroides del sistema ferroviario integrado de Barcelona 2009.....	432
-Figura 11.12. Centroides del sistema ferroviario integrado de Barcelona más de 2020.....	432
-Figura 11.13. Precio del suelo de Barcelona 1951.....	435
-Figura 11.14. Precio del suelo de Barcelona 1960.....	436
-Figura 11.15. Precio del suelo de Barcelona 1972.....	436
-Figura 11.16. Precio del suelo de Barcelona 1978.....	437

VOLUMEN II

ANEXOS DEL CAPÍTULO 2. Figuras del capítulo 2.....21

-Figura A1: Evolución del nº de metros y tranvías en España.....	23
-Figura A2: Metros y tranvías del mundo.....	24
-Figura A3: Metros y tranvías del mundo.....	25
-Figura A4: Metros y tranvías del mundo.....	26
-Figura A5: Metros y tranvías de Europa.....	27
-Figura A6: Metros y tranvías de América del norte y central.....	28
-Figura A7: Metros y tranvías de América del sur.....	29
-Figura A8: Metros y tranvías de Asia.....	30
-Figura A9: Metros y tranvías de África.....	31
-Figura A10: Metros y tranvías de Oceanía.....	32

ANEXOS DEL CAPÍTULO 5. Figuras del capítulo 5.....33

-Figura B1: Metro de Barcelona 1924.....	35
-Figura B2: Metro de Barcelona 1930.....	36
-Figura B3: Metro de Barcelona 1935.....	37
-Figura B4: Metro de Barcelona 1940.....	38
-Figura B5: Metro de Barcelona 1945.....	39
-Figura B6: Metro de Barcelona 1950.....	40
-Figura B7: Metro de Barcelona 1955.....	41
-Figura B8: Metro de Barcelona 1960.....	42
-Figura B9: Metro de Barcelona 1965.....	43
-Figura B10: Metro de Barcelona 1970.....	44
-Figura B11: Metro de Barcelona 1975.....	45
-Figura B12: Metro de Barcelona 1980.....	46
-Figura B13: Metro de Barcelona 1985.....	47
-Figura B14: Metro de Barcelona 1990.....	48
-Figura B15: Metro de Barcelona 1995.....	49
-Figura B16: Metro de Barcelona 2000.....	50
-Figura B17: Metro de Barcelona 2005.....	51
-Figura B18: Metro de Barcelona 2009.....	52
-Figura B19: Metro de Barcelona 2020.....	53
-Figura B20: Metro de Barcelona más de 2020.....	54
-Figura B21: Tranvía de Barcelona 1872.....	55
-Figura B22: Tranvía de Barcelona 1875.....	56

-Figura B23: Tranvía de Barcelona 1880.....	57
-Figura B24: Tranvía de Barcelona 1885.....	58
-Figura B25: Tranvía de Barcelona 1890.....	59
-Figura B26: Tranvía de Barcelona 1895.....	60
-Figura B27: Tranvía de Barcelona 1900.....	61
-Figura B28: Tranvía de Barcelona 1905.....	62
-Figura B29: Tranvía de Barcelona 1910.....	63
-Figura B30: Tranvía de Barcelona 1915.....	64
-Figura B31: Tranvía de Barcelona 1920.....	65
-Figura B32: Tranvía de Barcelona 1925.....	66
-Figura B33: Tranvía de Barcelona 1930.....	67
-Figura B34: Tranvía de Barcelona 1935.....	68
-Figura B35: Tranvía de Barcelona 1940.....	69
-Figura B36: Tranvía de Barcelona 1945.....	70
-Figura B37: Tranvía de Barcelona 1950.....	71
-Figura B38: Tranvía de Barcelona 1955.....	72
-Figura B39: Tranvía de Barcelona 1960.....	73
-Figura B40: Tranvía de Barcelona 1965.....	74
-Figura B41: Tranvía de Barcelona 1970.....	75
-Figura B42: Tranvía de Barcelona 1972.....	76
-Figura B43: Plano de Barcelona 1900.....	77
-Figura B44: Plano de Barcelona 1925.....	78
-Figura B45: Plano de Barcelona 1950.....	79
-Figura B46: Plano de Barcelona 1980.....	80
-Figura B47: Tranvía líneas 1957-1964.....	81
-Figura B48: Tranvía 1957-1964.....	82
-Figura B49: Ferrocarril de Barcelona 1848.....	83
-Figura B50: Ferrocarril de Barcelona 1860.....	84
-Figura B51: Ferrocarril de Barcelona 1885.....	85
-Figura B52: Ferrocarril de Barcelona 1925.....	86
-Figura B53: Ferrocarril de Barcelona 1956.....	87
-Figura B54: Ferrocarril de Barcelona 1972.....	88
-Figura B55: Ferrocarril de Barcelona 1985.....	89
-Figura B56: Ferrocarril de Barcelona 1993.....	90
-Figura B57: Ferrocarril de Barcelona 2000.....	91
-Figura B58: Ferrocarril de Barcelona 2009.....	92
-Figura B59: Ferrocarril de Barcelona 2020.....	93
-Figura B60: AVE de Barcelona 2009.....	94
-Figura B61: AVE de Barcelona 2020.....	95
-Figura B62: Funicular de Barcelona 1906.....	96
-Figura B63: Funicular de Barcelona 1928.....	97
-Figura B64: Metro ligero de Barcelona 2005.....	98
-Figura B65: Metro ligero de Barcelona 2011.....	99
-Figura B66: Metro ligero de Barcelona 2020.....	100
-Figura B67: Metro ligero de Barcelona más de 2020.....	101
-Figura B68: Sistema Ferroviario Integrado de Barcelona 1848.....	102
-Figura B69: Sistema Ferroviario Integrado de Barcelona 1860.....	103
-Figura B70: Sistema Ferroviario Integrado de Barcelona 1872.....	104
-Figura B71: Sistema Ferroviario Integrado de Barcelona 1888.....	105
-Figura B72: Sistema Ferroviario Integrado de Barcelona 1898.....	106

-Figura B73: Sistema Ferroviario Integrado de Barcelona 1906.....	107
-Figura B74: Sistema Ferroviario Integrado de Barcelona 1924.....	108
-Figura B75: Sistema Ferroviario Integrado de Barcelona 1935.....	109
-Figura B76: Sistema Ferroviario Integrado de Barcelona 1956.....	110
-Figura B77: Sistema Ferroviario Integrado de Barcelona 1972.....	111
-Figura B78: Sistema Ferroviario Integrado de Barcelona 1985.....	112
-Figura B79: Sistema Ferroviario Integrado de Barcelona 2000.....	113
-Figura B80: Sistema Ferroviario Integrado de Barcelona 2009.....	114
-Figura B81: Sistema Ferroviario Integrado de Barcelona 2020.....	115
-Figura B82: Sistema Ferroviario Integrado de Barcelona más de 2020.....	116

ANEXOS DEL CAPÍTULO 7. Figuras del capítulo 7.....117

-Figura C1: Isoaccesibilidad en horario laboral del metro de Barcelona 1926.....	119
-Figura C2: Isoaccesibilidad accesos del metro de Barcelona 1926.....	120
-Figura C3: Isoaccesibilidad del área de las estaciones del metro de Barcelona 1926.....	121
-Figura C4: Isoaccesibilidad en horario laboral del metro de Barcelona 1950.....	122
-Figura C5: Isoaccesibilidad accesos del metro de Barcelona 1950.....	123
-Figura C6: Isoaccesibilidad del área de las estaciones del metro de Barcelona 1950.....	124
-Figura C7: Isoaccesibilidad en horario laboral del metro de Barcelona 1966.....	125
-Figura C8: Isoaccesibilidad área estación del metro de Barcelona 1966.....	126
-Figura C9: Isoaccesibilidad en horario laboral del metro de Barcelona 1980.....	127
-Figura C10: Isoaccesibilidad accesos del metro de Barcelona 1980.....	128
-Figura C11: Isoaccesibilidad del área de las estaciones del metro de Barcelona 1980.....	129
-Figura C12: Isoaccesibilidad en horario laboral del metro de Barcelona 2000.....	130
-Figura C13: Isoaccesibilidad accesos del metro de Barcelona 2000.....	131
-Figura C14: Isoaccesibilidad del área de las estaciones del metro de Barcelona 2000.....	132
-Figura C15: Isoaccesibilidad en horario laboral del metro de Barcelona 2009.....	133
-Figura C16: Isoaccesibilidad en horario festivo del metro de Barcelona 2009.....	134
-Figura C17: Isoaccesibilidad en horario nocturno del metro de Barcelona 2009.....	135
-Figura C18: Isoaccesibilidad en horario medio del metro de Barcelona 2009.....	136
-Figura C19: Isoaccesibilidad accesos del metro de Barcelona 2009.....	137
-Figura C20: Isoaccesibilidad del área de las estaciones del metro de Barcelona 2009.....	138
-Figura C21: Isoaccesibilidad en horario laboral del metro de Barcelona 2018.....	139
-Figura C22: Isoaccesibilidad en horario festivo del metro de Barcelona 2018.....	140
-Figura C23: Isoaccesibilidad en horario nocturno del metro de Barcelona 2018.....	141
-Figura C24: Isoaccesibilidad en horario medio del metro de Barcelona 2018.....	142
-Figura C25: Isoaccesibilidad accesos del metro de Barcelona 2018.....	143
-Figura C26: Isoaccesibilidad del área de las estaciones del metro de Barcelona 2018.....	144
-Figura C27: Isoaccesibilidad en horario laboral del metro de Barcelona 2020.....	145
-Figura C28: Isoaccesibilidad en horario festivo del metro de Barcelona 2020.....	146
-Figura C29: Isoaccesibilidad en horario nocturno del metro de Barcelona 2020.....	147
-Figura C30: Isoaccesibilidad en horario medio del metro de Barcelona 2020.....	148
-Figura C31: Isoaccesibilidad accesos del metro de Barcelona 2020.....	149

-Figura C32: Isoaccesibilidad del área de las estaciones del metro de Barcelona 2020.....	150
-Figura C33: Isoaccesibilidad en horario laboral del metro de Barcelona más de 2020.....	151
-Figura C34: Isoaccesibilidad en horario festivo del metro de Barcelona más de 2020.....	152
-Figura C35: Isoaccesibilidad en horario nocturno del metro de Barcelona más de 2020.....	153
-Figura C36: Isoaccesibilidad en horario medio del metro de Barcelona más de 2020.....	154
-Figura C37: Isoaccesibilidad accesos del metro de Barcelona más de 2020.....	155
-Figura C38: Isoaccesibilidad del área de las estaciones del metro de Barcelona más de 2020.....	156
-Figura C39: Isoaccesibilidad en horario laboral del sistema ferroviario integrado de Barcelona 2009.....	157
-Figura C40: Isoaccesibilidad en horario festivo del sistema ferroviario integrado de Barcelona 2009.....	158
-Figura C41: Isoaccesibilidad en horario nocturno del sistema ferroviario integrado de Barcelona 2009.....	159
-Figura C42: Isoaccesibilidad en horario medio del sistema ferroviario integrado de Barcelona 2009.....	160
-Figura C43: Isoaccesibilidad accesos del sistema ferroviario integrado de Barcelona 2009.....	161
-Figura C44: Isoaccesibilidad del área de las estaciones del sistema ferroviario integrado de Barcelona 2009.....	162
-Figura C45: Isoaccesibilidad en horario laboral del sistema ferroviario integrado de Barcelona 2020.....	163
-Figura C46: Isoaccesibilidad en horario festivo del sistema ferroviario integrado de Barcelona 2020.....	164
-Figura C47: Isoaccesibilidad en horario nocturno del sistema ferroviario integrado de Barcelona 2020.....	165
-Figura C48: Isoaccesibilidad en horario medio del sistema ferroviario integrado de Barcelona 2020.....	166
-Figura C49: Isoaccesibilidad accesos del sistema ferroviario integrado de Barcelona 2020.....	167
-Figura C50: Isoaccesibilidad del área de las estaciones del sistema ferroviario integrado de Barcelona 2020.....	168
-Figura C51: Isoaccesibilidad en horario laboral del sistema ferroviario integrado de Barcelona más de 2020.....	169
-Figura C52: Isoaccesibilidad en horario festivo del sistema ferroviario integrado de Barcelona más de 2020.....	170
-Figura C53: Isoaccesibilidad en horario nocturno del sistema ferroviario integrado de Barcelona más de 2020.....	171
-Figura C54: Isoaccesibilidad en horario medio del sistema ferroviario integrado de Barcelona más de 2020.....	172
-Figura C55: Isoaccesibilidad accesos del sistema ferroviario integrado de Barcelona más de 2020.....	173
-Figura C56: Isoaccesibilidad del área de las estaciones del sistema ferroviario integrado de Barcelona más de 2020.....	174
-Figura D1: Isocronas en horario laboral del metro de Barcelona 1926.....	175

-Figura D2: Isocronas accesos del metro de Barcelona 1926.....	176
-Figura D3: Isocronas del área de las estaciones del metro de Barcelona 1926.....	177
-Figura D4: Isocronas en horario laboral del metro de Barcelona 1950.....	178
-Figura D5: Isocronas accesos del metro de Barcelona 1950.....	179
-Figura D6: Isocronas del área de las estaciones del metro de Barcelona 1950.....	180
-Figura D7: Isocronas en horario laboral del metro de Barcelona 1966.....	181
-Figura D8: Isocronas área estación del metro de Barcelona 1966.....	182
-Figura D9: Isocronas en horario laboral del metro de Barcelona 1980.....	183
-Figura D10: Isocronas accesos del metro de Barcelona 1980.....	184
-Figura D11: Isocronas del área de las estaciones del metro de Barcelona 1980.....	185
-Figura D12: Isocronas en horario laboral del metro de Barcelona 2000.....	186
-Figura D13: Isocronas accesos del metro de Barcelona 2000.....	187
-Figura D14: Isocronas del área de las estaciones del metro de Barcelona 2000.....	188
-Figura D15: Isocronas en horario laboral del metro de Barcelona 2009.....	189
-Figura D16: Isocronas en horario festivo del metro de Barcelona 2009.....	190
-Figura D17: Isocronas en horario nocturno del metro de Barcelona 2009.....	191
-Figura D18: Isocronas en horario medio del metro de Barcelona 2009.....	192
-Figura D19: Isocronas accesos del metro de Barcelona 2009.....	193
-Figura D20: Isocronas del área de las estaciones del metro de Barcelona 2009.....	194
-Figura D21: Isocronas en horario laboral del metro de Barcelona 2018.....	195
-Figura D22: Isocronas en horario festivo del metro de Barcelona 2018.....	196
-Figura D23: Isocronas en horario nocturno del metro de Barcelona 2018.....	197
-Figura D24: Isocronas en horario medio del metro de Barcelona 2018.....	198
-Figura D25: Isocronas accesos del metro de Barcelona 2018.....	199
-Figura D26: Isocronas del área de las estaciones del metro de Barcelona 2018.....	200
-Figura D27: Isocronas en horario laboral del metro de Barcelona 2020.....	201
-Figura D28: Isocronas en horario festivo del metro de Barcelona 2020.....	202
-Figura D29: Isocronas en horario nocturno del metro de Barcelona 2020.....	203
-Figura D30: Isocronas en horario medio del metro de Barcelona 2020.....	204
-Figura D31: Isocronas accesos del metro de Barcelona 2020.....	205
-Figura D32: Isocronas del área de las estaciones del metro de Barcelona 2020.....	206
-Figura D33: Isocronas en horario laboral del metro de Barcelona más de 2020.....	207
-Figura D34: Isocronas en horario festivo del metro de Barcelona más de 2020.....	208
-Figura D35: Isocronas en horario nocturno del metro de Barcelona más de 2020.....	209
-Figura D36: Isocronas en horario medio del metro de Barcelona más de 2020.....	210
-Figura D37: Isocronas accesos del metro de Barcelona más de 2020.....	211
-Figura D38: Isocronas del área de las estaciones del metro de Barcelona más de 2020.....	212
-Figura D39: Isocronas en horario laboral del sistema ferroviario integrado de Barcelona 2009.....	213
-Figura D40: Isocronas en horario festivo del sistema ferroviario integrado de Barcelona 2009.....	214
-Figura D41: Isocronas en horario nocturno del sistema ferroviario integrado de Barcelona 2009.....	215
-Figura D42: Isocronas en horario medio del sistema ferroviario integrado de Barcelona 2009.....	216
-Figura D43: Isocronas accesos del sistema ferroviario integrado de Barcelona 2009.....	217

-Figura D44: Isocronas del área de las estaciones del sistema ferroviario integrado de Barcelona 2009.....	218
-Figura D45: Isocronas en horario laboral del sistema ferroviario integrado de Barcelona 2020.....	219
-Figura D46: Isocronas en horario festivo del sistema ferroviario integrado de Barcelona 2020.....	220
-Figura D47: Isocronas en horario nocturno del sistema ferroviario integrado de Barcelona 2020.....	221
-Figura D48: Isocronas en horario medio del sistema ferroviario integrado de Barcelona 2020.....	222
-Figura D49: Isocronas accesos del sistema ferroviario integrado de Barcelona 2020.....	223
-Figura D50: Isocronas del área de las estaciones del sistema ferroviario integrado de Barcelona 2020.....	224
-Figura D51: Isocronas en horario laboral del sistema ferroviario integrado de Barcelona más de 2020.....	225
-Figura D52: Isocronas en horario festivo del sistema ferroviario integrado de Barcelona más de 2020.....	226
-Figura D53: Isocronas en horario nocturno del sistema ferroviario integrado de Barcelona más de 2020.....	227
-Figura D54: Isocronas en horario medio del sistema ferroviario integrado de Barcelona más de 2020.....	228
-Figura D55: Isocronas accesos del sistema ferroviario integrado de Barcelona más de 2020.....	229
-Figura D56: Isocronas del área de las estaciones del sistema ferroviario integrado de Barcelona más de 2020.....	230
-Figura E1: Diferencias de medidas tiempo real-tiempo teórico 2009.....	231
-Figura E2: Comparativa ámbito accesos y estaciones del metro de Barcelona 2009.....	232
-Figura E3: Área de influencia de estaciones no inauguradas.....	233
-Figura E4: Distancia al centro de la red de metro, Catalunya 1926.....	234
-Figura E5: Distancia al centro de la red de metro, Catalunya 1950.....	235
-Figura E6: Distancia al centro de la red de metro, Catalunya 1966.....	236
-Figura E7: Distancia al centro de la red de metro, Catalunya 1980.....	237
-Figura E8: Distancia al centro de la red de metro, Catalunya 2000.....	238
-Figura E9: Distancia al centro de la red de metro, Catalunya 2009.....	239
-Figura E10: Distancia al centro de la red de metro, Catalunya 2018.....	240
-Figura E11: Distancia al centro de la red de metro, Catalunya 2020.....	241
-Figura E12: Distancia al centro de la red de metro, Catalunya más de 2020.....	242
-Figura E13: Distancia al centro del sistema ferroviario integrado, Catalunya 2009...	243
-Figura E14: Distancia al centro del sistema ferroviario integrado, Catalunya 2020...	244
-Figura E15: Distancia al centro del sistema ferroviario integrado, Catalunya más de 2020.....	245
-Figura E16: Usuarios potenciales residentes servidos por el área de influencia de cada estación de metro 2000.....	246
-Figura E17: Usuarios potenciales residentes servidos por el área de influencia de cada estación de metro 2009.....	247
-Figura E18: Usuarios potenciales residentes servidos por el área de influencia de cada estación de metro 2018.....	248

-Figura E19: Usuarios potenciales residentes servidos por el área de influencia de cada estación de metro 2020.....	249
-Figura E20: Usuarios potenciales residentes servidos por el área de influencia de cada estación de metro más de 2020.....	250
-Figura E21: Usuarios potenciales residentes servidos por el área de influencia de cada estación del sistema ferroviario integrado de 2009.....	251
-Figura E22: Usuarios potenciales residentes servidos por el área de influencia de cada estación del sistema ferroviario integrado de 2020.....	252
-Figura E23: Usuarios potenciales residentes servidos por el área de influencia de cada estación del sistema ferroviario integrado más de 2020.....	253
-Figura E24: Densidad de población servida por el área de influencia cada estación de metro 2000.....	254
-Figura E25: Densidad de población servida por el área de influencia cada estación de metro 2009.....	255
-Figura E26: Densidad de población servida por el área de influencia de cada estación de metro 2018.....	256
-Figura E27: Densidad de población servida por el área de influencia de cada estación de metro 2020.....	257
-Figura E28: Densidad de población servida por el área de influencia de cada estación de metro más de 2020.....	258
-Figura E29: Densidad de población servida por el área de influencia de cada estación del sistema ferroviario integrado 2009.....	259
-Figura E30: Densidad de población servida por el área de influencia de cada estación del sistema ferroviario integrado 2020.....	260
-Figura E31: Densidad de población servida por el área de influencia de cada estación del sistema ferroviario integrado más de 2020.....	261
-Figura E32: Tiempo medio de desplazamiento entre estaciones por líneas 1926.....	262
-Figura E33: Tiempo medio de desplazamiento entre estaciones por líneas 1950.....	263
-Figura E34: Tiempo medio de desplazamiento entre estaciones por líneas 1966.....	264
-Figura E35: Tiempo medio de desplazamiento entre estaciones por líneas 1980.....	265
-Figura E36: Tiempo medio de desplazamiento entre estaciones por líneas 2000.....	266
-Figura E37: Tiempo medio de desplazamiento entre estaciones por líneas 2009.....	267
-Figura E38: Tiempo medio de desplazamiento entre estaciones por líneas 2018.....	268
-Figura E39: Tiempo medio de desplazamiento entre estaciones por líneas 2020.....	269
-Figura E40: Tiempo medio de desplazamiento entre estaciones por líneas más de 2020.....	270
-Figura E41: Tiempo medio de desplazamiento entre estaciones por líneas del sistema ferroviario integrado 2009.....	271
-Figura E42: Tiempo medio de desplazamiento entre estaciones por líneas del sistema ferroviario integrado 2020.....	272
-Figura E43: Tiempo medio de desplazamiento entre estaciones por líneas del sistema ferroviario integrado más de 2020.....	273

ANEXOS DEL CAPÍTULO 7. Cuadros del capítulo 7.....275

-Cuadro 7.11. Promedios temporales de la red de metro de Barcelona 1925.....	277
-Cuadro 7.12. Promedios temporales de la red de metro de Barcelona 1950.....	277
-Cuadro 7.13. Promedios temporales de la red del proyecto de metro de Barcelona 1966.....	278
-Cuadro 7.14. Promedios temporales de la red de metro de Barcelona 1980.....	280

-Cuadro 7.15. Promedios temporales de la red de metro de Barcelona 2000.....	282
-Cuadro 7.16. Promedios temporales de la red de metro de Barcelona 2009.....	285
-Cuadro 7.17. Promedios temporales de la red de metro de Barcelona 2018.....	288
-Cuadro 7.18. Promedios temporales de la red de metro de Barcelona 2020.....	292
-Cuadro 7.19. Promedios temporales de la red de metro de Barcelona más de 2020.....	297
-Cuadro 7.20. Promedios temporales del sistema ferroviario integrado de Barcelona 2009.....	302
-Cuadro 7.21. Promedios temporales del sistema ferroviario integrado de Barcelona 2020.....	308
-Cuadro 7.22. Promedios temporales del sistema ferroviario integrado de Barcelona más de 2020.....	316
ANEXOS DEL CAPÍTULO 9. Figuras del capítulo 9.....	327
-Figura F1: Viajeros de metro TMB y metro ligero por líneas 1925.....	329
-Figura F2: Viajeros de metro TMB y metro ligero por líneas 1930.....	330
-Figura F3: Viajeros de metro TMB y metro ligero por líneas 1934.....	331
-Figura F4: Viajeros de metro TMB y metro ligero por líneas 1940.....	332
-Figura F5: Viajeros de metro TMB y metro ligero por líneas 1945.....	333
-Figura F6: Viajeros de metro TMB y metro ligero por líneas 1950.....	334
-Figura F7: Viajeros de metro TMB y metro ligero por líneas 1955.....	335
-Figura F8: Viajeros de metro TMB y metro ligero por líneas 1960.....	336
-Figura F9: Viajeros de metro TMB y metro ligero por líneas 1965.....	337
-Figura F10: Viajeros de metro TMB y metro ligero por líneas 1970.....	338
-Figura F11: Viajeros de metro TMB y metro ligero por líneas 1975.....	339
-Figura F12: Viajeros de metro TMB y metro ligero por líneas 1980.....	340
-Figura F13: Viajeros de metro TMB y metro ligero por líneas 1985.....	341
-Figura F14: Viajeros de metro TMB y metro ligero por líneas 1990.....	342
-Figura F15: Viajeros de metro TMB y metro ligero por líneas 1991.....	343
-Figura F16: Viajeros de metro TMB y metro ligero por líneas 1998.....	344
-Figura F17: Viajeros de metro TMB y metro ligero por líneas 2000.....	345
-Figura F18: Viajeros de metro TMB y metro ligero por líneas 2005.....	346
-Figura F19: Viajeros de metro TMB y metro ligero por líneas 2010.....	347
-Figura F20: Estaciones habilitadas para minusválidos 1995.....	348
-Figura F21: Estaciones habilitadas para minusválidos 2006.....	349
-Figura F22: Estaciones habilitadas para minusválidos 2009.....	350
-Figura F23: Estaciones habilitadas para minusválidos 2020.....	351
-Figura F24: Viajeros de metro por estaciones 1987.....	352
-Figura F25: Viajeros de metro por estaciones 1997.....	353
-Figura F26: Viajeros de metro por estaciones 2007.....	354
-Figura F27: Viajeros de metro por estaciones 2020.....	355
-Figura F28: Profundidad de las estaciones 2020.....	356
-Figura F29: Viajeros por estación 2001.....	357
-Figura F30: Viajeros por estación 2005.....	358
-Figura F31: Viajeros por estación 2009.....	359
-Figura G1: Municipios con destinación de viajeros de metro por motivos laborales 1981.....	360

-Figura G2: Municipios con destinación de viajeros de metro por motivos de estudio 1981.....	361
-Figura G3: Municipios con destinación de viajeros de tren por motivos laborales 1981.....	362
-Figura G4: Municipios con destinación de viajeros de tren por motivos de estudio 1981.....	363
-Figura G5: Municipios con destinación de viajeros totales 1981.....	364
-Figura G6: Municipios con origen de viajeros de metro por motivos laborales 1981.....	365
-Figura G7: Municipios con origen de viajeros de metro por motivos de estudio 1981.....	366
-Figura G8: Municipios con origen de viajeros de tren por motivos laborales 1981.....	367
-Figura G9: Municipios con origen de viajeros de tren por motivos de estudio 1981.....	368
-Figura G10: Municipios con origen de viajeros totales 1981.....	369
-Figura G11: Municipios con destinación de viajeros de metro por motivo laboral 1986.....	370
-Figura G12: Municipios con destinación de viajeros de metro por motivo de estudio 1986.....	371
-Figura G13: Municipios con destinación de viajeros de tren por motivos laborales 1986.....	372
-Figura G14: Municipios con destinación de viajeros de tren por motivo de estudio 1986.....	373
-Figura G15: Municipios con destinación de viajeros por motivo laboral 1986.....	374
-Figura G16: Municipios con destinación de viajeros por motivo de estudio 1986.....	375
-Figura G17: Municipios con destinación de viajeros totales 1986.....	376
-Figura G18: Municipios con origen de viajeros de metro por motivo laboral 1986.....	377
-Figura G19: Municipios con origen de viajeros de metro por motivo de estudio 1986.....	378
-Figura G20: Municipios con origen de viajeros de tren por motivo laboral 1986.....	379
-Figura G21: Municipios con origen de viajeros de tren por motivo de estudio 1986.....	380
-Figura G22: Municipios con origen de viajeros por motivo laboral 1986.....	381
-Figura G23: Municipios con origen de viajeros por motivo de estudio 1986.....	382
-Figura G24: Municipios con origen de viajeros totales 1986.....	383
-Figura G25: Municipios con destinación de viajeros de metro por motivos laborales 1991.....	384
-Figura G26: Municipios con destinación de viajeros de metro por motivos de estudio 1991.....	385
-Figura G27: Municipios con destinación de viajeros de tren por motivos laborales 1991.....	386
-Figura G28: Municipios con destinación de viajeros de tren por motivos de estudio 1991.....	387
-Figura G29: Municipios con destinación de viajeros totales por motivos laborales 1991.....	388
-Figura G30: Municipios con destinación de viajeros totales por motivos de estudio 1991.....	389
-Figura G31: Municipios con destinación de viajeros totales 1991.....	390
-Figura G32: Municipios con origen de viajeros de metro por motivos laborales 1991.....	391

-Figura G33: Municipios con origen de viajeros de metro por motivos de estudio 1991.....	392
-Figura G34: Municipios con origen de viajeros de tren por motivos laborales 1991.....	393
-Figura G35: Municipios con origen de viajeros de tren por motivo de estudio 1991.....	394
-Figura G36: Municipios con origen de viajeros totales por motivos laborales 1991.....	395
-Figura G37: Municipios con origen de viajeros totales por motivos de estudio 1991.....	396
-Figura G38: Municipios con origen de viajeros totales 1991.....	397
-Figura G39: Municipios con destinación de viajeros de metro por motivos laborales 1996.....	398
-Figura G40: Municipios con destinación de viajeros de tren por motivos laborales 1996.....	399
-Figura G41: Municipios con destinación de viajeros totales por motivos laborales 1996.....	400
-Figura G42: Municipios con origen de viajeros de metro por motivos laborales 1996.....	401
-Figura G43: Municipios con origen de viajeros de tren por motivos laborales 1996.....	402
-Figura G44: Municipios con origen de viajeros totales por motivos laborales 1996.....	403
-Figura G45: Municipios con destino de viajeros de metro por motivo de estudio 1996.....	404
-Figura G46: Municipios con destino de viajeros de tren por motivos de estudio 1996.....	405
-Figura G47: Municipios con destino de viajeros totales por motivo de estudio 1996.....	406
-Figura G48: Municipios con origen de viajeros de metro por motivo de estudio 1996.....	407
-Figura G49: Municipios con origen de viajeros de tren por motivos de estudio 1996.....	408
-Figura G50: Municipios con origen de viajeros totales por motivo de estudio 1996.....	409
-Figura G51: Municipios con destinación de viajeros de metro por motivos laborales 2001.....	410
-Figura G52: Municipios con destinación de viajeros de tren por motivos laborales 2001.....	411
-Figura G53: Municipios con destinación de viajeros totales por motivos laborales... ..	412
-Figura G54: Municipios con origen de viajeros de metro por motivos laborales 2001... ..	413
-Figura G55: Municipios con origen de viajeros de tren por motivos laborales 2001... ..	414
-Figura G56: Municipios con origen de viajeros totales por motivos laborales 2001... ..	415
-Figura G57: Municipios con origen de viajeros de metro de más de 16 años por motivos de estudio 2001.....	416
-Figura G58: Municipios con origen de viajeros de tren de más de 16 años por motivos de estudio 2001.....	417

-Figura G59: Municipios con origen de viajeros totales de más de 16 años por motivos de estudio 2001.....	418
-Figura G60: Municipios con destino de viajeros de metro de más de 16 años por motivos de estudio 2001.....	419
-Figura G61: Municipios con destino de viajeros de tren de más de 16 años por motivos de estudio 2001.....	420
-Figura G62: Municipios con destino de viajeros totales de más de 16 años por motivos de estudio 2001.....	421
-Figura G63: Municipios con destino de viajeros de metro de menos de 16 años por motivos de estudio 2001.....	422
-Figura G64: Municipios con destino de viajeros de tren de menos de 16 años por motivos de estudio 2001.....	423
-Figura G65: Municipios con destino de viajeros totales de menos de 16 años por motivos de estudio 2001.....	424
-Figura G66: Municipios con origen de viajeros de metro de menos de 16 años por motivos de estudio 2001.....	425
-Figura G67: Municipios con origen de viajeros de tren de menos de 16 años por motivos de estudio 2001.....	426
-Figura G68: Municipios con origen de viajeros totales de menos de 16 años por motivos de estudio 2001.....	427
-Figura G69: Municipios con origen de viajeros de metro 2006.....	428
-Figura G70: Municipios con destino de viajeros de metro 2006.....	429
-Figura G71: Municipios con origen de viajeros de tranvía 2006.....	430
-Figura G72: Municipios con destino de viajeros de tranvía 2006.....	431
-Figura G73: Municipios con origen de viajeros de FGC 2006.....	432
-Figura G74: Municipios con destino de viajeros de FGC 2006.....	433
-Figura G75: Municipios con origen de viajeros de RENFE 2006.....	434
-Figura G76: Municipios con destino de viajeros de RENFE 2006.....	435

ANEXOS DEL CAPÍTULO 9. Cuadros del capítulo 9.....437

-Cuadro 9.1. Beneficios de la línea de Sants.....	439
-Cuadro 9.2. Beneficios de las líneas de Sant Andreu y Horta.....	439
-Cuadro 9.3. Recaudación de la red de tranvías.....	440
-Cuadro 9.4. Recaudación de las redes de tranvías, metro, autobuses y trolebuses.....	441
-Cuadro 9.5. Viajeros transportados por el metro 1925-1991.....	442
-Cuadro 9.6. Resultados explotación G.M.B. 1925-1960.....	443
-Cuadro 9.7. Resultados explotación F.M.T. 1927-1960.....	444
-Cuadro 9.8. Resultados explotación F.C.M.B. 1961-1991.....	445
-Cuadro 9.9. Inversión y demanda de las actuaciones del PDI 2010-2020.....	445
-Cuadro 9.10. Número de estaciones habilitadas para minusválidos.....	447
-Cuadro 9.11. Número de estaciones según número de viajeros.....	447
-Cuadro 9.12. Encuesta de CMB de 1975. Origen-Destino TOTAL.....	447
-Cuadro 9.13. Encuesta de CMB de 1975. Origen-Destino TRABAJO.....	448
-Cuadro 9.14. Encuesta de CMB de 1975. Origen-Destino ESTUDIO.....	448
-Cuadro 9.15. Encuesta de CMB de 1975. Origen-Destino TREN.....	449
-Cuadro 9.16. Encuesta de CMB de 1975. Origen-Destino METRO.....	449
-Cuadro 9.17. Encuesta de CMB de 1975. Origen-Destino TRABAJO TREN.....	450
-Cuadro 9.18. Encuesta de CMB de 1975. Origen-Destino TRABAJO METRO.....	450
-Cuadro 9.19. Encuesta de CMB de 1975. Origen-Destino ESTUDIO TREN.....	451

-Cuadro 9.20. Encuesta de CMB de 1975. Origen-Destino ESTUDIO METRO.....	451
-Cuadro 9.21. Porcentaje de usuarios por modo de desplazamiento.1984.....	452
-Cuadro 9.22. Porcentaje de usuarios por modo de desplazamiento según sexo para Total Muestra, Barcelona y Resto Municipios.1984.....	452
-Cuadro 9.23. Porcentaje de utilizaciones correspondientes a cada modo.1984.....	453
-Cuadro 9.24. Razones para no utilizar el metro o el autobús.1984.....	453
-Cuadro 9.25. Porcentaje de usuarios por modos de desplazamiento según clase social para Total Muestra, Barcelona y Resto Municipios.1984.....	454
-Cuadro 9.26. Edad de los usuarios.1984.....	454
-Cuadro 9.27. Inversión en infraestructuras, superestructuras y material móvil.1993.....	455
-Cuadro 9.28. Motivo del desplazamiento.2006.....	455
-Cuadro 9.29. Situación profesional.2006.....	455
-Cuadro 9.30. Situación laboral.2006.....	456
-Cuadro 9.31. Sector de actividad.2006.....	456
-Cuadro 9.32. Nivel de estudios.2006.....	456
-Cuadro 9.33. Grupos de edad.2006.....	457
-Cuadro 9.34. Género.2006.....	457
-Cuadro 9.35. Ingresos mensuales en casa.2006.....	457
-Cuadro 9.36. Distribución de los desplazamientos de conexión.2001.....	458
-Cuadro 9.37. Distribución de los desplazamientos según motivo.2001.....	458
-Cuadro 9.38. Distribución de los desplazamientos según modo principal de transporte. 2001.....	458
-Cuadro 9.39. Distribución de los desplazamientos según medio de transporte y tipo de flujo (interno y conexión).2001.....	459
-Cuadro 9.40. Distribución de los desplazamientos según uso de cadenas modales y tipo de flujo (interno y conexión).2001.....	459
-Cuadro 9.41. Distribución de los desplazamientos según tipo de día y tipo de flujo (interno y conexión).2001.....	459
-Cuadro 9.42. Distribución de la movilidad según origen y destinación de los desplazamientos.2001.....	459
-Cuadro 9.43. Distribución de los desplazamientos de conexión.2001.....	460
-Cuadro 9.44. Distribución de los desplazamientos según motivo y medio por género. 2001.....	460
-Cuadro 9.45. Distribución de los desplazamientos según motivo y medio por grupos de edad.2001.....	460
-Cuadro 9.46. Distribución de los desplazamientos según motivo y medio por grupos de edad.2001.....	460
-Cuadro 9.47. Motivos para el uso del coche. Porcentaje de respuestas y porcentaje de casos.2001.....	461
-Cuadro 9.48. Modo de desplazamiento.2008.....	461
-Cuadro 9.49. Valoración del modo de desplazamiento.2008.....	462
-Cuadro 9.50. Modo de desplazamiento.2009.....	462
-Cuadro 9.51. Valoración del modo de desplazamiento.2009.....	463
-Cuadro 9.52. Modo de desplazamiento.2010.....	463
-Cuadro 9.53. Valoración del modo de desplazamiento.2010.....	464
-Cuadro 9.54. Modo de desplazamiento.2011.....	464
-Cuadro 9.55. Valoración del modo de desplazamiento.2011.....	465
-Cuadro 9.56. Modo de desplazamiento.2012.....	465
-Cuadro 9.57. Valoración del modo de desplazamiento.2012.....	466

-Cuadro 9.58. Transport Ferroviario (año 1996).....	466
-Cuadro 9.59. Resumen Transporte Ferroviario.1996.....	467
-Cuadro 9.60. Transporte ferroviario (año 1997).....	467
-Cuadro 9.61. Resumen Transporte Ferroviario.1997.....	468
-Cuadro 9.62. Transporte Ferroviario (año 1998).....	468
-Cuadro 9.63. Resumen Transporte Ferroviario.1998.....	468
-Cuadro 9.64. Transporte Ferroviario (año 1999).....	469
-Cuadro 9.65. Resumen Transporte Ferroviario.1999.....	469
-Cuadro 9.66. Transporte Ferroviario (año 2000).....	470
-Cuadro 9.67. Resumen Transporte Ferroviario.2000.....	470
-Cuadro 9.68. Transporte Ferroviario (año 2001).....	471
-Cuadro 9.69. Resumen Transporte Ferroviario.2001.....	471
-Cuadro 9.70. Transporte Ferroviario (año 2002).....	472
-Cuadro 9.71. Resumen Transporte Ferroviario.2002.....	472
-Cuadro 9.72. Transporte Ferroviario (año 2003).....	473
-Cuadro 9.73. Resumen Transporte Ferroviario.2003.....	473
-Cuadro 9.74. Transporte Ferroviario (año 2004).....	474
-Cuadro 9.75. Resumen Transporte Ferroviario.2004.....	474
-Cuadro 9.76. Transporte Ferroviario (año 2005).....	475
-Cuadro 9.77. Resumen Transporte Ferroviario.2005.....	475
-Cuadro 9.78. Transporte Ferroviario (año 2006).....	476
-Cuadro 9.79. Resumen Transporte Ferroviario.2006.....	476
-Cuadro 9.80. Transporte Ferroviario (año 2007).....	477
-Cuadro 9.81. Resumen Transporte Ferroviario.2007.....	477
-Cuadro 9.82. Transporte Ferroviario (año 2008).....	478
-Cuadro 9.83. Resumen Transporte Ferroviario.2008.....	478
-Cuadro 9.84. Transporte Ferroviario (año 2009).....	479
-Cuadro 9.85. Resumen Transporte Ferroviario.2009.....	479
-Cuadro 9.86. Transporte Ferroviario (año 2010).....	480
-Cuadro 9.87. Resumen Transporte Ferroviario.2010.....	480
-Cuadro 9.88. Transporte Ferroviario (año 2011).....	481
-Cuadro 9.89. Resumen Transporte Ferroviario.2011.....	481
-Cuadro 9.90. Transporte Ferroviario (año 2012).....	482
-Cuadro 9.91. Resumen Transporte Ferroviario.2012.....	483
-Cuadro 9.92. Transporte Ferroviario (año 2013).....	483
-Cuadro 9.93. Resumen Transporte Ferroviario. Primer semestre 2013.....	484

ANEXOS DEL CAPÍTULO 10. Figuras del capítulo 10.....485

-Figura 10.4.Mapa mental de Barcelona número 1.....	487
-Figura 10.5.Mapa mental de Barcelona número 2.....	488
-Figura 10.6.Mapa mental de Barcelona número 3.....	489
-Figura 10.7.Mapa mental de Barcelona número 4.....	490
-Figura 10.8.Mapa mental de Barcelona número 5.....	491
-Figura 10.9.Mapa mental de Barcelona número 6.....	492
-Figura 10.10.Mapa mental de Barcelona número 7.....	493
-Figura 10.11.Mapa mental de Barcelona número 8.....	494

ANEXOS DEL CAPÍTULO 11. Figuras del capítulo 11.....	495
-Figura H1: Densidad de equipamientos de Barcelona 2007.....	497
-Figura H2: Densidad de equipamientos de tratamiento de residuos y depuradoras de Barcelona 2007.....	498
-Figura H3: Densidad de equipamientos de transporte de Barcelona 2007.....	499
-Figura H4: Densidad de equipamientos de seguridad de Barcelona 2007.....	500
-Figura H5: Densidad de equipamientos sanitarios de Barcelona 2007.....	501
-Figura H6: Densidad de oficinas de correos de Barcelona 2007.....	502
-Figura H7: Densidad de mercados y centros comerciales de Barcelona 2007.....	503
-Figura H8: Densidad de instalaciones deportivas de Barcelona 2007.....	504
-Figura H9: Densidad de instalaciones educativas de Barcelona 2007.....	505
-Figura H10: Densidad de depósito de vehículos de Barcelona 2007.....	506
-Figura H11: Densidad de equipamientos de cultura y ocio de Barcelona 2007.....	507
-Figura H12: Densidad de centros oficiales de Barcelona 2007.....	508
-Figura H13: Densidad de cementerios y servicios funerarios de Barcelona 2007.....	509
-Figura H14: Densidad de equipamientos sanitarios ponderados de Barcelona 2007.....	510
-Figura H15: Densidad de instalaciones educativas ponderadas de Barcelona 2007.....	511
-Figura H16: Densidad de equipamientos de Barcelona 2020.....	512
-Figura H17: Densidad de equipamientos de tratamiento de residuos y depuradoras de Barcelona 2020.....	513
-Figura H18: Densidad de equipamientos de transporte de Barcelona 2020.....	514
-Figura H19: Densidad de equipamientos de seguridad de Barcelona 2020.....	515
-Figura H20: Densidad de equipamientos sanitarios de Barcelona 2020.....	516
-Figura H21: Densidad de oficinas de correos de Barcelona 2020.....	517
-Figura H22: Densidad de mercados y centros comerciales de Barcelona 2020.....	518
-Figura H23: Densidad de instalaciones deportivas de Barcelona 2020.....	519
-Figura H24: Densidad de instalaciones educativas de Barcelona 2020.....	520
-Figura H25: Densidad de depósito de vehículos de Barcelona 2020.....	521
-Figura H26: Densidad de equipamientos de cultura y ocio de Barcelona 2020.....	522
-Figura H27: Densidad de centros oficiales de Barcelona 2020.....	523
-Figura H28: Densidad de cementerios y servicios funerarios de Barcelona 2020.....	524
-Figura H29: Densidad de equipamientos sanitarios ponderados de Barcelona 2020.....	525
-Figura H30: Densidad de instalaciones educativas ponderadas de Barcelona 2020.....	526
-Figura H31: Densidad de población por edificación 2010.....	527
-Figura H32: Densidad de población por entramado urbano 2010.....	528
-Figura H33: Equipamientos según densidad de población de la sección de censal 2010.....	529
-Figura H34: Equipamientos según tipo de edificación 2010.....	530
-Figura H35: Densidad de equipamientos por área de las estaciones del sistema ferroviario integrado 2009.....	531
-Figura H36: Densidad de equipamientos por área de las estaciones del sistema ferroviario integrado más de 2020.....	532
-Figura I1: Precio del suelo de Barcelona 1951.....	533
-Figura I2: Precio del suelo de Barcelona 1960.....	534
-Figura I3: Precio del suelo de Barcelona 1972.....	535
-Figura I4: Precio del suelo de Barcelona 1978.....	536

-Figura I5: Centroides del metro de Barcelona 1926.....	537
-Figura I6: Centroides del metro de Barcelona 1950.....	538
-Figura I7: Centroides del metro de Barcelona 1966.....	539
-Figura I8: Centroides del metro de Barcelona 1980.....	540
-Figura I9: Centroides del metro de Barcelona 2000.....	541
-Figura I10: Centroides del metro de Barcelona 2009.....	542
-Figura I11: Centroides del metro de Barcelona 2018.....	543
-Figura I12: Centroides del metro de Barcelona 2020.....	544
-Figura I13: Centroides del metro de Barcelona más de 2020.....	545
-Figura I14: Centroides del sistema ferroviario integrado de Barcelona 2009.....	546
-Figura I15: Centroides del sistema ferroviario integrado de Barcelona 2020.....	547
-Figura I16: Centroides del sistema ferroviario integrado de Barcelona más de 2020.....	548

INTRODUCCIÓN Y AGRADECIMIENTOS

La presente Tesis busca profundizar en la interacción existente entre la red ferro-viaria de un área urbana específica y sus implicaciones a nivel territorial, social y política; Comprender los mecanismos que acciona y por los que son accionadas determinadas estrategias que determinan el impulso de una determinada área urbana frente a otras y los factores que posibilitan la distribución y conformación de los elementos existentes en un área urbana es otro de los objetivos que justifican la necesidad de realizar dicho estudio. Como finalidad última y siendo consciente del nivel de dificultad que entraña la empresa, se intentará analizar el fenómeno de la sinergia. En este caso concreto, referido a la sinergia existente entre la red ferroviaria y el entramado urbano y su expansión física y económica inducida por el ferrocarril y viceversa: el nivel de crecimiento y la forma y expansión de red ferroviaria inducida por los principales centros urbanos.

Hasta la fecha, los planes que decidían los trazados de las líneas y estaciones de los sistemas ferro-viarios, se realizaban, fundamentalmente, por medio de parámetros técnicos en base a las áreas de producción y reproducción de las urbes a las que daba cobertura el sistema ferro-viario. El propósito de esta tesis es ampliar el número de

variables a considerar a la hora de trazar una línea o red de metro considerando parámetros de índole social y no únicamente consideraciones técnicas.

El ferro-carril y especialmente el metro es el sistema urbano de transporte masivo de pasajeros por antonomasia. Es la infraestructura urbana de mayor coste, y mayor repercusión sobre el área sobre la cual se ubica. Posee un poder de transformación del tejido urbano a largo plazo y configura y refleja la historia, el crecimiento y evolución y los avatares del sistema urbano sobre el que se asienta. El ferro-carril forma un mundo a parte en cuanto a la transportística se refiere. La relación entre desarrollo urbano y desarrollo de la red de ferro-carril metropolitana es pareja y conforman un complejo puzzle donde se definen los centros neurálgicos y las periferias urbanas, los focos de gran dinamismo espacial, económica y social y las áreas relegadas al aislamiento debido a la escasa vertebración existente con el resto del ámbito urbano adyacente.

Prever los trazados del ferro-carril y sobre todo del metro significa prever a su vez los cambios y transformaciones que se producirán sobre la superficie a largo plazo o en ocasiones, de forma conjunta, planificando la instalación de la infraestructura a la par que la instalación de determinadas superestructuras.

El estudio de caso se centra en la ciudad de Barcelona. Hoy, Barcelona es una ciudad en etapa de consolidación, la expansión descontrolada de la periferia está en claro retroceso y el continuo urbano barcelonés ofrece la oportunidad de impulsar nuevos centros de gravedad económico y social que consoliden dicho espacio urbano. Dicha consolidación ha de pasar necesariamente por la vertebración que todo territorio dinámico reclama y necesita. El sistema ferro-viario barcelonés, en su etapa de madurez, ha transformado su estructura arborescente a una red propiamente dicha, una malla con interconexiones múltiples y un centro amplio que abarca la práctica totalidad del continuo urbano. Con la finalización de las obras de ampliación de la red ferro-viaria de Barcelona se cerrará también un capítulo en la historia del urbanismo barcelonés.

ESTRUCTURA DE LA TESIS

La presente Tesis está dividida en dos volúmenes. El primer volumen se estructura en 11 capítulos, las conclusiones, la bibliografía y los anexos de cuadros y figuras.

El primer capítulo está dividido en tres apartados que se encargan de analizar los objetivos e hipótesis de la Tesis, las metodologías y fuentes empleadas y el ámbito territorial y las escalas utilizadas.

El segundo capítulo está dividido en tres apartados. El primero narra la historia de los sistemas ferro-viarios urbanos, el segundo habla de su distribución y cronología en la actualidad y el tercero trata sobre sus características técnicas y financieras.

El tercer capítulo está dividido en dos apartados. El primero trata sobre la cronología de los grandes sistemas ferro-viarios del mundo mientras que el segundo versa sobre su estructura.

El cuarto capítulo está dividido en dos apartados. El primero trata de las redes ferroviarias más antiguas (ferrocarril y tranvía) mientras que el segundo trata de las más recientes (metro convencional, metro ligero, funicular y AVE).

El quinto capítulo está dividido en dos apartados. El primero narra las características y evolución de los medios de transporte ferro-viarios de Barcelona mientras que el segundo trata de las características de la red ferro-viaria conjunta de Barcelona.

El sexto capítulo está dividido en dos apartados. El primero versa sobre los conceptos, definiciones y tipos de accesibilidad y el segundo trata sobre sus indicadores.

El séptimo capítulo está dividido en dos apartados. El primero es un estudio sobre las isócronas y la isoaccesibilidad en Barcelona mientras que el segundo son otros estudios de accesibilidad de la ciudad condal.

El octavo capítulo está dividido en cuatro apartados. El primero versa sobre el concepto, definición y evolución de la movilidad y de sus estudios. El segundo habla de la movilidad según variables territoriales y sociodemográficas mientras que el tercer apartado trata de sus métodos, técnicas e indicadores y el cuarto de su impacto ambiental.

El noveno capítulo se divide en 3 apartados. El primero versa sobre la movilidad según el número de pasajeros por línea y modo de transporte mientras que el segundo habla de la movilidad por estación. El tercer apartado trata sobre las encuestas de movilidad obligada y las encuestas de movilidad cotidiana.

El décimo capítulo está dividido en tres apartados. El primero habla de la planificación urbana y los transportes, el segundo de la planificación territorial y urbana y su relación con el ferrocarril y el tercero de la percepción social del transporte y de la ciudad.

El undécimo capítulo está dividido en dos apartados. El primero trata sobre la evolución ferroviaria, la evolución urbana y la planificación territorial mientras que el segundo versa sobre la vinculación entre redes ferroviarias y urbe.

Posteriormente, en el volumen primero siguen las conclusiones finales, la bibliografía y los anexos de cuadros y figuras.

El volumen segundo de la Tesis está conformada por diversos anexos de cuadros y figuras.

Los primeros anexos son los del capítulo segundo que está constituido únicamente por figuras. Los segundos anexos son los del capítulo 5 que también está constituido únicamente por figuras. Los anexos del capítulo 7 están constituidos por cuadros y figuras al igual que el capítulo 9. Por último están los capítulos 10 y 11 que únicamente poseen anexos de figuras.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar me gustaría mostrar mi agradecimiento a toda mi familia y mis amigos por su cariño y apoyo, especialmente a mis padres. Sin su apoyo moral y económico esta Tesis habría sido totalmente imposible de realizar.

Por otra parte, me gustaría darle un agradecimiento especial a Horacio Capel, el director de esta Tesis. Desde que tenía 16 años he tenido la oportunidad de poder leer algunas de las obras de este gran maestro de la geografía universal y ha sido para mí un privilegio poder ser dirigido y aconsejado por él. Agradezco también a mi codirector Vicente Casals por el esfuerzo volcado en mi tesis y a mi tutora Isabel Pujadas. Debo agradecer también

a Dolores Sánchez Aguilera por haber dirigido mi tesina y por haberme transmitido buenos y sabios consejos. Un agradecimiento especial quiero darles a todo el laboratorio de SIG de la Universitat de Barcelona, en donde cursé el Master en producción cartográfica y SIG , especialmente a Ernest Ruiz. Gracias también a todos los profesores que participaron en el Master en planificación territorial y gestión ambiental y que me transmitieron su conocimiento.

También me gustaría mostrarle mi agradecimiento a mis profesores de la Universidad de Cantabria por inocularme la pasión por la investigación.

Un cordial agradecimiento también a todas las personas que han colaborado conmigo y me han ayudado a obtener diversos documentos y bases estadísticas. Estas personas son Magda Unied Seguí , Josep Roza y Carlos Marmolejo Duarte de la Universitat Politècnica de Catalunya, Maria-Meroslava Borachok Prado, Luís Ramón Peláez de Loño y Marc Dargallo Estrada de Transports Metropolitans de Barcelona, Francesc Calvet , Anna Farrero y Maria Montaner i Maragall de la Autoritat de Transport Metropolità, Antoni Gras i Font y Yolanda Martínez Martínez de Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya, Ricard Fernández Valentí y Ricard Riol Jurado de PTP, Jose María Carreras Quilis y Javier Alarcon Carbo de Área Metropolitana de Barcelona, Xavier Delgado Vázquez de la Generalitat de Catalunya, Rafael Salvador Ortega de la Fundación de los Ferrocarriles Españoles, María del Mar Ruiz Criado de Adif y Jesús Morales Castillo y Antonio Alba de RENFE,

También me gustaría agradecer a todos mis amigos y compañeros por su apoyo moral y en especial a aquellos amigos que han colaborado conmigo en la confección de los mapas mentales. Estas personas son Frederic Galimany, Roser Bríñquez, Miguel Ángel Campos Aquino, Pablo Rivero Moreno, Nuria Conejo Martelo, Esther Lorente, Alfred Bellés y Laura Medina Sardonil. También me gustaría agradecer a Jordi Mulet Arias, Daniel Cano Rubio y a Diego García Menéndez por sus sabios consejos sobre mi Tesis. Y por último, gracias Jose por enseñarme lo más importante.

CAPÍTULO 1. OBJETIVOS, HIPÓTESIS, METODOLOGÍA Y ÁMBITO TERRITORIAL

Este primer capítulo versa sobre los objetivos, fuentes y metodologías empleados para la elaboración de la Tesis. Está dividido en tres apartados. El primero hace referencia a los objetivos e hipótesis iniciales que se plantearon a la hora de planificar la Tesis, distinguiendo entre los objetivos e hipótesis de orden general y los de orden más específico. El segundo apartado hace referencia a las metodologías y fuentes empleadas en la confección del presente trabajo. Se tiene en cuenta la información técnica y estadística asociada a los sistemas ferro-viarios barceloneses y se analizan los procesos, programas y herramientas empleados para confeccionar el material gráfico, cartográfico y estadístico. El tercer apartado, por último, se centra en el ámbito territorial y en las escalas empleadas en la cartografía.

1.1. OBJETIVOS E HIPÓTESIS DE LA TESIS

En este apartado se exponen los objetivos e hipótesis más importantes que en su momento se plantearon a la hora de realizar la Tesis. Se pretendía abarcar todas las causas y consecuencias que los sistemas ferro-viarios eran capaces de producir. Si bien no todos los objetivos se han cumplido, el propósito inicial permanece vigente.

1.1.1. Objetivos generales de la Tesis

Uno de los objetivos perseguidos es el de comprender los procesos históricos y la evolución de los sistemas ferro-viarios desde sus orígenes y realizar una comparativa entre los diferentes sistemas ferro-viarios mundiales y el sistema ferro-viario barcelonés.

Se ha de tener en cuenta que los diferentes sistemas ferro-viarios afectan y son afectados por el entorno en el que se implantan. La accesibilidad, la movilidad y las transformaciones espaciales y sociales son variables que se ven modificadas por estos sistemas de transporte de masas. Por ello, esta Tesis pretende considerar y analizar todos esos procesos de forma conjunta, puesto que no es posible hablar, por ejemplo, de variaciones en los niveles de movilidad de un área sin hacer hincapié en la accesibilidad o en los cambios en las pautas sociales de desplazamiento que conlleva dicha variación. Esta Tesis pretende comprender el impacto en todas sus variantes que se produce al integrar un sistema ferro-viario en un territorio.

1.1.2. Objetivos específicos de la Tesis

Un primer objetivo específico hace referencia a la presentación de los resultados. La cartografía es uno de los pilares fundamentales en la confección de este trabajo. La cantidad y calidad de los mapas reproducidos a lo largo de este estudio es la base misma del trabajo y un objetivo prioritario. La búsqueda del modo de representación más eficaz, eficiente y de mayor comprensión e impacto visual es una de las mayores prioridades que se persigue.

Otro propósito es el de realizar un pormenorizado análisis de la evolución de la red ferro-viaria de Barcelona y su imbricación con el desarrollo urbano, industrial y social del entorno colindante. Este objetivo pretende corroborar la relación existente entre la implementación de un trazado ferro-viario urbano y el desarrollo urbano adyacente.

También se pretende analizar las principales variables que influyen o son influidas por el sistema ferro-viario y que definen y determinan la idoneidad del mismo. Estas

variables son la accesibilidad, la movilidad, las transformaciones urbanas y las transformaciones sociales. Este análisis permitirá valorar de forma individual la importancia de cada una de estas variables en la configuración de la red ferro-viaria y de la urbe.

1.1.3. Hipótesis generales de la Tesis

La red ferro-viaria es una plasmación de las principales líneas de fuerza que dibujan una ciudad y el estudio de sus trazados permite conocer la dinámica urbana bajo la que se asienta. Prever los trazados del sistema ferro-viario significa prever a su vez los cambios y transformaciones que se producirán en la urbe a largo plazo (en ocasiones la planificación es conjunta, realizando la instalación de las infraestructuras a la par que la de determinadas superestructuras).

1.1.4. Hipótesis específicas de la Tesis

El sistema ferro-viario de Barcelona está experimentando cambios notables en su configuración. Dentro del sistema ferro-viario barcelonés destacan las actuaciones que se están llevando a cabo en la red de metro. La transformación de la actual red de metro, caracterizada por una forma arborescente con un centro y varias periferias se verá traumáticamente modificada por una forma que se puede definir propiamente de red integrada. La red de metro se consolidará como un sistema maduro gracias a la implantación de dos líneas de carácter circular (L9-L10 y L8) que homogeneizarán el nivel de isoaccesibilidad (nivel de accesibilidad de un punto respecto al resto de puntos de un sistema) en todo el sistema. A su vez, las ampliaciones del metro ligero y del ferrocarril darán consistencia a esta red y su nueva estructura. Se potenciarán nuevos centros de interconexión que alejarán el centro de gravedad del centro tradicional y que lo acercarán hacia nuevos polos ubicados en áreas intermedias. La definitiva expansión del sistema ferro-viario barcelonés es signo de la madurez de la ciudad que, después de un período de expansión, ha iniciado un periodo de consolidación y de recuperación de algunas de sus áreas urbanas más degradadas, normalmente ubicadas en los municipios aledaños a Barcelona. La apuesta por los servicios de transporte público, en detrimento del transporte privado, se enmarcan con fuerza en este contexto, ya que las ampliaciones de la red ferroviaria que se pretenden acometer en Barcelona son las mayores nunca

antes planificadas y eso únicamente puede deberse a una voluntad integral de fomentar un transporte que reduzca el consumo desahogado que el transporte rodado ostenta.

1.2. METODOLOGÍA Y FUENTES DE LA TESIS

Se debe iniciar este capítulo aludiendo a las fuentes bibliográficas y cartográficas. Este apartado está dividido en tres partes. En cuanto a la parte que habla de las fuentes bibliográficas de la Tesis, se citan los centros de documentación más importantes de donde se han extraído la información necesaria para el desarrollo teórico del presente estudio. La parte que habla de las fuentes gráficas y estadísticas de la Tesis hace hincapié en la recopilación de datos de carácter técnico, mientras que la parte dedicada a los procesos empleados, habla del tratamiento que se le ha dado a dichos datos para obtener nuevos datos y conclusiones.

1.2.1. Fuentes bibliográficas de la Tesis

La metodología empleada es bastante amplia, teniendo en cuenta el carácter eminentemente pragmático del trabajo. Se ha trabajado con numerosas fuentes estadísticas y bibliográficas que han posibilitado la confección de la cartografía y los documentos gráficos y estadísticos. Para el desarrollo teórico del proyecto se ha precisado de fuentes bibliográficas procedentes básicamente de la Universitat de Barcelona, la Universidad de Cantabria y la Universitat Politècnica de Catalunya. La mayoría de los artículos consultados proceden de las revistas *Scripta Nova*, *Physica A*, *Transport Geography* y *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, entre otras. La recopilación bibliográfica incluye Tesis y tesinas de varias universidades consultadas a través del portal www.tesisenred.net. Los planes territoriales han sido recopilados de diferente manera. Existen varios documentos presentes en línea en las páginas de Autoritat del Transport Metropolità (A.T.M), Transport .Metropolità de Barcelona (T.M.B), y la Generalitat de Catalunya. En otros casos, los planes territoriales que no han sido digitalizados y cuyos ejemplares solo pueden consultarse en papel, han sido cedidos por las instituciones antes citadas.

1.2.2. Fuentes gráficas y estadísticas de la Tesis

Las fuentes estadísticas consultadas son muy diversas. Los mapas a escala nacional y continental (figuras de la serie A del volumen II de anexos) con la ubicación de los diversos sistemas ferro-viarios urbanos del mundo han sido digitalizados manualmente, en base a diversas páginas web. Para la confección de la evolución ferro-viaria barcelonesa (figuras de la serie B del volumen II de anexos) se han usado diversas fuentes bibliográficas, así como la información existente en las páginas web de Transport Metropolità de Barcelona , Web ferroviaria y Fòrum del Transport Català. Una parte de la red ha sido cedida en archivo digital por Transport Metropolità de Barcelona y Autoritat del Transport Metropolità y el resto ha sido digitalizada manualmente en base al Plan Director de Infraestructuras 2.010-2.020, que indica las futuras ampliaciones de la red ferro-viaria de Barcelona. Las bases cartográficas utilizadas han sido cedidas por Àmbit Metropolità de Barcelona y el Institut Cartogràfic de Catalunya e incluyen la evolución urbana de la aglomeración urbana de Barcelona y su división en secciones censales. Para la elaboración de los mapas de isocronas y de isoaccesibilidad (figuras de las series C y D del volumen II de anexos), se ha tenido en cuenta los tiempos medios de viaje a través de las líneas y entre estaciones, en diferente períodos históricos (Cuadro 1.1). Como puede observarse, no existen grandes cambios en la velocidad de las líneas a partir de 1.956, por lo que no hay grandes variaciones a la hora de realizar los análisis.

Uno de los mayores problemas existentes era el de poder calcular los tiempos de desplazamiento entre estaciones. Los tiempos entre estaciones se pueden calcular sabiendo el tiempo de recorrido de cada línea, pero hay un inconveniente que afecta principalmente al sistema metro. El diseño gráfico de las redes de metro es un diseño topológico y no representa la distancia real entre estaciones. Hay que tener en cuenta que la topología es una rama de la geometría que analiza la interacción de los elementos geométricos entre sí, obviando distancia, forma y superficie para primar la jerarquía, conectividad y orden entre los elementos (los planos de metro de todo el mundo se representan en base a este criterio desde que H.C.Beck lo hiciera para el metro de Londres en 1.931). El modelo topológico usado en los estudios de accesibilidad y movilidad no se suele adaptar totalmente a la realidad; En ocasiones, existe gran disparidad entre el modelo de red de transporte que se presenta al gran público y el

trazado real. Esto se comprueba, por ejemplo, en la Línea 3 del metro de Barcelona, y en general, en los trazados de metro primigenios. Las distancias reales y las distancias topológicas del mapa difieren sensiblemente en algunos tramos. Esto se debe a que las áreas centrales de la red de metro, para ser legibles en las representaciones cartográficas, se tienden a distorsionar más que las áreas más periféricas. Los tramos más antiguos, por ser los más céntricos, son los que presentan mayores diferencias en su representación topológica respecto de sus dimensiones reales.

Cuadro 1.1. Evolució de la velocitat comercial de les línies ferroviàries.

	1.860	1.885	1.925	1.956	1.972	1.985	1.993	2.001	2.010
METRO									
L1 (El Prat-Badalona Centre)				29,8	29,8	29,8	29,8	29,8	29,8
L2 (Fira 2-Can Ruti)								27,7	27,7
L3 (Zona Universitària-Trinitat Nova)			18	28,8	28,8	28,8	28,8	28,8	28,8
L4 (Trinitat Nova-Sagrera Marítima)				28,4	28,4	28,4	28,4	28,4	28,4
L5 (Cornell'a-Vall d'Hebron)					25,9	25,9	25,9	25,9	25,9
L9 (Aeroport/Polígon Pratenc - Gorg/ Can Zam)									30
L11 (Trinitat Nova-Can Cuiàs)									25,3
FGC Vallès									
L7 (Av. Tibidabo)				24	24	24	24	24	24
L6 (Reina Elisenda)		18	18	21,1	21,1	21,1	21,1	21,1	21,1
S5 i S55 (Sant Cugat- UAB)			25	37	37	37	37	37	37
S1 (Terrassa Rambla)			25	43,81	43,81	43,81	43,8	43,81	43,8
S2 (Sabadell Rambla)			25	38,71	38,71	38,71	38,7	38,71	38,7
FGC Llobregat									
R6 (Igualada)			25	37,35	37,35	37,35	37,4	37,35	37,4
L8 (Molí Nou-Ciutat Cooperativa)			18	25	25	25	25	25	25
S4 (Olesa de Montserrat)			25	39	39	39	39	39	39
FGC Castelldefels-Sant Boi-Sarrià									
PDI AX								17	39
RENFE									
C1 (Molins de Rei-Mataró-Maçanet)	28,6	28,6	28,6	30,68	45,68	45,68	45,7	45,68	45,7
C2 (Sant Vicenç/Vilanova-Maçanet)	27,55	27,55	27,55	40,43	55,43	55,43	55,4	55,43	55,4
C3 (l'Hospitalet-Vic)			28,8	31,29	46,29	46,29	46,3	46,29	46,3
C4 (Sant Vicenç/Vilafranca-Manresa)	29,04	29,04	29,04	32,95	47,95	47,95	48	47,95	48
C7 (l'Hospitalet-UAB/Martorell)									39,5
C10 (Aeroport-Estació de França)						39,27	39,3	39,27	39,3
Tramvia									
TBX (Diagonal -Baix Llobregat)									18
TBS (Sant Martí-Besòs)									19,2

Fuente: ATM; TMB; RENFE; FGC; Salmerón i Bosch, C., 1992 i 1988, RENFE, 1977; Baulies, J., 2004; Maristany, M., 1992; Urkiola i Casas, C., 2004¹.

Pero a pesar de los condicionantes topológicos, se pudieron calcular los tiempos entre transectos, gracias a las propias páginas web de Transports Metropolitans de Barcelona y Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya (F.G.C), que ofrecen datos aproximativos de coste, en tiempo de transporte, por líneas y por transectos. Se creó un nuevo campo en la tabla de atributos y se ordenaron los datos por líneas, para así poder calcular qué coste en tiempo poseía cada transecto (Cuadro 1.2). Se dividió el tiempo total de línea por el total de la distancia topológica de la línea y se multiplicó por la distancia topológica del transecto en cuestión. Los cálculos se basaron en el cuadro 1.2.

Cuadro 1.2. Tiempos por líneas.

LINEA	Inauguración	1°OPERACIÓN	TIEMPO (minutos)	TIEMPO (segundos)	DISTANCIA REAL (km)	DISTANCIA TOPOLÓGICA (km)
L1	1.926	1.926	45	2.700	20,07	20,069
L2	1.995	1.959	28	1.680	13,1	11,96395
L3	1.924	1.924	43	2.580	18,5	18,53672
L4	1.973	1.926	35	2.100	16,7	16,43341
L5	1.959	1.959	37	2.220	19,168	16,15697
L6	1.929	1.863	12	720	7	5,272779
L7	1.954	1.863	9	540	4,1	3,982505
L8	2.000	1.912	21	1.260	12	11,79034
L9	2.009	2.009	84,405	5.064,35	*47,8	35,591
L10	2.010	2.010	58,195	3.491,75	*47,8	24,539
L11	2.003	2.003	6	360	6	2,225953

Fuente: elaboración propia a partir de datos de TMB y FGC. * La distancia de L9 y L10 se calculó conjuntamente.

Se pudo comprobar, según el cuadro, que las mayores diferencias entre las distancias de las líneas se encuentran en la L5 y la L6 de la red de metro. En estas líneas, la conversión topológica ha producido un acortamiento de la distancia real. Esto significa que, en la realidad, dichas líneas no poseen un trazado tan rectilíneo como el esquema de la red propone, sino un recorrido más zigzagueante. Se consideró a las líneas 6 y 7 de F.G.C como parte integrante de la red de metro debido a que, en 1982, se creó la categoría U6 y U7 para las líneas L6 y L7, lo que las convertía en líneas de ferrocarril de ámbito urbano. Sus frecuencias de paso se acercaron a las de las líneas de la red gestionada por T.M.B. La L8 de F.G.C, se consideró integrada en la red de metro a partir del año 2000, debido a la apertura de nuevas estaciones (como Europa| Fira), a la mejora en la frecuencia de trenes y a la integración tarifaria con T.M.B. Para las estaciones de F.G.C y Renfe se han tenido en cuenta las estaciones ya existentes con las

que interconectaban. No ha hecho falta modificar los tiempos entre estaciones de las fechas anteriores a 2.009 porque, desde 1.925, se mantienen constantes. Para calcular la velocidad que tendrían los convoyes en el Plan de 1.966, se ha realizado una media de las diferentes velocidades, en ese momento histórico, de las líneas 1, 3, 4 y 5, que son 29,8, 28,8, 28,4, y 25,9 km a la hora, respectivamente. La media es de 28,225 km a la hora, o lo que es lo mismo, 7,84 metros por segundo. Para el metro ligero, la conexión entre las dos redes (Trambaix y Trambesós) se ha realizado mediante un solo enlace de 510 segundos de valor. A estos tiempos de recorrido entre transectos hay que añadir los tiempos medios por línea. Éstos dependen de la frecuencia de paso y ésta, a su vez, depende de la entidad operadora, ya sea T.M.B, F.G.C o Adif-Renfe. Para el sistema metro, gestionado por T.M.B, se tuvo en cuenta que, en horario laboral, de las 5h a las 7h y de 21h a 24h, hay una frecuencia de paso de cinco minutos y medio, mientras en el resto del día hay una frecuencia de dos minutos y medio. En horario festivo hay una frecuencia de cinco minutos y medio, mientras que en horario nocturno la frecuencia es de seis minutos y medio. El horario medio resultante tiene en cuenta las horas de funcionamiento proporcional a lo largo del día, teniendo en cuenta que en la noche del viernes al sábado y en la del sábado al domingo, el metro está en funcionamiento hasta las 5h y durante toda la noche, respectivamente. Por otra parte, las líneas gestionadas por F.G.C poseen una frecuencia de seis minutos de espera en horario laboral, de quince en horario festivo y de veinte en horario nocturno. El horario medio posee un tiempo de espera de nueve minutos y quince segundos. El resto de sistemas ferro-viarios poseen frecuencias diferentes. Por otra parte, el metro ligero tiene una frecuencia de seis minutos en horario laboral, dieciséis en horario festivo, veinte en horario nocturno y nueve minutos con 41 segundos en horario medio. Por último, los ferrocarriles de cercanías tienen una media de tres minutos de frecuencia, el funicular tiene una frecuencia de diez minutos y el tranvía de veintidós minutos y medio. Simplificado en un cuadro sería así (Cuadro 1.3):

Cuadro 1.3. Frecuencias de paso de los convoyes según modo y gestor ferroviario.

	Metro		Metro ligero	Cercanías	Funicular	Tranvía
	T.M.B	F.G.C				
Horario Laboral	198	360	360	180	600	1.350
Horario Festivo	330	900	960	180	600	1.350
Horario Nocturno	390	1.200	1.200			
Horario Medio	243	555	564	180	600	1.350

Fuente: elaboración propia a partir de datos de T.M.B, A.T.M, F.G.C y Adif-Renfe.

El tiempo que se tarda en desplazarse hasta la estación, es otro tiempo más a añadir y a tener en cuenta. Normalmente se considera la distancia de 500 metros alrededor de la estación, como la distancia máxima que una persona está dispuesta a recorrer, hasta alcanzar la misma². Teniendo en cuenta que, como promedio, una persona camina cuatro km a la hora, el tiempo máximo que se tardará en alcanzar la estación será de siete minutos y medio. Pero las estaciones, frecuentemente, poseen un ámbito de influencia exclusiva o predominante bastante más reducido, debido a la cercanía de otras estaciones adyacentes que merman dicha influencia. Por lo tanto, para calcular cuánto tarda una persona desde un punto del ámbito de la estación hasta la estación misma se ha de aplicar la siguiente fórmula:

Tiempo: 7.5 minutos * área de la estación / área estación de radio 500 m.

Hay que tener en cuenta en los cálculos, que el área máxima de influencia de una estación con radio de 500 metros, es de 785.400 m². También se ha añadido el tiempo de los transbordos, que se han fijado en dos minutos y medio³, incluso en aquellos que unen estaciones en las que no hay corredor y hay que subir y bajar de las estaciones. Cuando las estaciones comparten andén, como ocurre en la L6 y en L7, el tiempo de transbordo es de cero segundos. Otro tiempo más a añadir es el tiempo de espera en la estación. Se considera la cifra de tres minutos como la estándar, excepto en el metro ligero que es de seis minutos y en los tranvías que es de veinte minutos. Los tiempos entre estaciones y de espera en la estación se han obtenido en la web de T.M.B sobre las líneas existentes (como la integración tarifaria se produjo en 2.002, se analizaron los sistemas ferro-viarios conjuntamente, a partir de esa fecha. Se añadieron funiculares y tranvías para que estén representados todos los sistemas ferro-viarios, aunque no estén integrados en un mismo sistema. Los sistemas ferro-viarios considerados integrados son

las redes de ferrocarril gestionadas por Renfe y F.G.C así como el metro ligero, el metro convencional, el tranvía y los funiculares gestionados por F.G.C y T.M.B.). Por otra parte, los tiempos entre estaciones de tramos aún no construidos, se han conseguido extrapolando las cifras de la línea a la que pertenece y la distancia topológica del nuevo tramo. Para las estaciones de metro ligero, se ha tomado en consideración la media de las estaciones construidas, que es de 529,29 metros, y, en base a eso, se ha calculado los tiempos de viaje entre las estaciones que se construirán en un futuro. Se ha tenido en cuenta la importancia de la conectividad de las estaciones de metro ligero con el metro convencional. Otro importante tiempo a analizar y a añadir tiene que ver con el tiempo que se emplea en llegar desde la entrada de la estación hasta el andén. Según David Díaz Rodríguez (2.009)⁴ se puede simplificar el tiempo dependiendo de si la estación posee ascensor o no. El ascensor tarda dos metros por segundo, mientras que las escaleras tardan 0,33 metros por segundo. Dependiendo de la profundidad de las estaciones se poseerá un determinado tiempo de acceso al andén. Pero la información proveída por T.M.B, A.T.M , F.G.C y Adif-Renfe, aunque bastante extensa, no es totalmente completa ni actualizada, por lo que la profundidad de algunas estaciones ha sido extrapolada de la estación más cercana. En el análisis de los sistemas ferro-viarios proyectados en el futuro se realiza esta extrapolación para las estaciones a inaugurar. En los cálculos finales se tuvo en cuenta que los tiempos de acceso al andén y de distancia a la estación se suman al tiempo laboral de cada sistema ferro-viario y no al tiempo medio. Esto es debido a que hay sistemas ferro-viarios que no disponen de servicio nocturno y eso altera su media, en comparación al resto de sistemas que sí lo poseen. Es por ello que el horario laboral, que es el preponderante, sea el más idóneo para que se le agreguen los diferentes tiempos de acceso y desplazamiento a la estación. También se tuvo en cuenta que en los transbordos se unen dos tiempos, el tiempo de transbordo (3 minutos y medio o, si las estaciones son justamente adyacentes, sería 0) y el tiempo de espera. Para que el cálculo final fuese el correcto, a la medida de isoaccesibilidad de cada estación se le ha añadido un tiempo de entrada y de salida de la estación, es decir, el tiempo de llegada a la estación y el tiempo de espera inicial. Las correlaciones son las siguientes (Cuadro 1.4):

Cuadro 1.4. Profundidad de estaciones de las que no existen datos.

Estación sin datos	Estación de la que se copian datos		Estación sin datos	Estación de la que se copian datos
Almeda	L'Hospitalet-Av		La Bonanova	Fontana
Av. Barcelona	Sant Joan de Dèu		La Foixarda	Poble Sec
Av.Tibidabo	Fontana		la Pau	la Pau
Bac de Roda	Bac de Roda		Les Tres Torres	Fontana
Badalona		0	l'Hospitalet de Llobregat	Rambla Just Oliveres
Badalona Centre	Badalona Centre		Lloreda-Sant Crist	Pep Ventura
Badalona-Centre	Pep Ventura		Magòria-La Campana	Santa Eulàlia
Barcelona-Arc de Triomf	Arc de Triomf		Marina	Marina
Barcelona-Centre	Pep Ventura		Molí Nou-Ciutat Cooperativa	Cornellà
Barcelona-El Clot-Aragó	El Clot		Monestir de Pedralbes	Reina Elisenda
Barcelona-Pg. de Gràcia	Pg. de Gràcia		Montcada i Reixac	0
Barcelona-Sagrera Meridiana	La Sagrera		Montigalà Centre	Fondo
Barcelona-Sants	Sants-Estació		Montjuïc	Poble Sec
Barcelona-Sants	Sants-Estació		Mundet	Mundet
Barcelona-St. Andreu Comtal	Sant Andreu		Muntaner	Fontana
Besòs Parc	Besòs Mar		Onze de Setembre	Onze de Setembre
Bon Pastor	Bon Pastor		Pàdua	Fontana
Bordeta	Santa Eulàlia		Paral·lel	Paral·lel
Bufalà	Fondo		Parc Central	Glòries
Carrilet	Bellvitge		Parc Logístic	Parc Logístic
Casagemes	Pep Ventura		Pg. de Gràcia	Pg. de Gràcia
Catalunya	Catalunya		Pl.Catalunya	Catalunya
Centre Direccional	Eixample Nord		Pl.Espanya	Pl.Espanya
Clot	Clot		Pl.Molina	Fontana
Cornellà	Cornellà		Poble Sec	Poble Sec
Cornellà-Riera	Cornellà		Provença	Diagonal
Correus	Jaume I		Provençana	Gornal
Cristòfol de Moura	Glòries		Reina Elisenda	Fontana
Eixample Nord	Centre Direccional		Roquetes (año 2009)	Via Júlia
El Carmel	El Coll La Teixonera		Sagrada Família	Sagrada Família
El Clot-Aragó	Clot		Sagrada Família	Sagrada Família
El Pla del Vent	Sant Joan de Dèu		Sagrera TAV	Sagrera TAV
El Prat	El Prat		Sagrera	Sagrera
El Putxet	Fontana		Sagrera	La Sagrera
Entença	Entença		Sant Boi de Llobregat	Cornellà
Ernest Lluch	Collblanc		Sant Feliu Centre	Sant Joan de Dèu
Espugues Centre	Sant Joan de Dèu		Sant Feliu de Llobregat	Sant Joan Despí
Europa Fira	Gornal		Sant Gervasi	Fontana
Fabra i Puig	Fabra i Puig		Sant Joan de Dèu	Reina Elisenda
Fernado	Liceu		Sant Joan Despí	Sant Boi
Finestrelles	Sant Joan de Dèu		Sant Josep	Bellvitge
Fira	Fira		Sant Just Centre	Sant Joan de Dèu
Foc Cisell	Foc Cisell		Santander	la Pau
Fondo	Fondo		Sants-Estació	Barcelona-Sants
Francesc Macià	Gràcia		Sarrià	Fontana
Glòries	Glòries		St. Adrià de Besòs	Poblenou
Gorg	Gorg		Torrassa	Torrassa
Gornal	Bellvitge		Trinitat Nova	Trinitat Nova
Gornal	Gornal		Trinitat Vella	Trinitat Vella
Gràcia	Diagonal		Universitat	Universitat
Gràcia	Gràcia		Universitats	Reina Elisenda
Hospital Comercial	Sant Joan de Dèu		Vall d'Hebron	Vall d'Hebron
Ildefons Cerdà	Santa Eulàlia		Virrei Amat	Virrei Amat
Joanic	Joanic		Zona Universitària	Zona Universitària

Fuente: elaboración propia a partir de datos de A.T.M, T.M.B, F.G.C y Renfe.

Otras series de mapas han usado fuentes diferentes para realizar su confección. Las figuras de la serie E del volumen II de anexos han usado diferentes fuentes, debido a la

diversidad existente en esta sección. Para los mapas de centroides, las bases cartográficas y la red ferro-viaria proporcionaron todo el material base necesario. Los mapas de distancias al centro de la red y a los mapas de tiempo medio entre líneas, se obtuvieron gracias a los cálculos temporales. Los mapas de cantidad y densidad de usuarios se obtuvieron gracias a los datos de población por sección censal obtenidos para cada municipio (presentes en los registros del Instituto Nacional de Estadística (I.N.E) y del Instituto de Estadística de Catalunya (I.D.E.S.C.A.T) del período 2.000-2.010). Estos datos se aplicaron a la base gráfica de secciones censales proveída por Àrea Metropolitana de Barcelona (A.M.B). A su vez, los mapas que realizan una comparativa entre los accesos y los centroides se crearon digitalizando manualmente todas las bocas de metro existentes y realizando cálculos para compararlas con los centroides de las estaciones. Por otra parte, el mapa que compara los tiempos reales y los tiempos teóricos se ha obtenido mediante la comparativa de los tiempos teóricos entre transectos con los tiempos medios obtenidos, mediante la obtención de dos mediciones manuales con cronómetro, realizadas en diciembre de 2.009. Para la realización del mapa en el que aparecen las estaciones no inauguradas se digitalizaron éstas manualmente y se procedió a realizar los cálculos pertinentes.

Para la creación de las figuras de la serie F del volumen II de anexos se digitalizaron miles de equipamientos y servicios de la Guia de carrers de l'àrea metropolitana de Barcelona de 2.007, la cual ha sido cedida por A.M.B. También se hizo uso de las capas de usos del suelo obtenidas en el Pla Territorial Metropolità de Barcelona de 2.010.

Las figuras de la serie G del volumen II de anexos se han elaborado usando diferentes encuestas de movilidad. Entre ellas, las encuestas de movilidad obligada de los años 1.981, 1.986, 1.991, 1.996 y 2.001, realizadas por la Generalitat de Catalunya , las encuestas de movilidad cotidiana de 2.001 y 2.006 cedidas por A.T.M., la encuesta de movilidad obligada confeccionada en el ámbito de la Corporació Metropolitana de Barcelona (C.M.B) de 1.975, la encuesta de movilidad y tarificación de 1.984 elaborada por T.M.B y el Plan Intermodal de Transporte realizado en 1.993 por la Comissió Coordinadora del Transport Metropolità de Barcelona.

Las figuras de la serie H del volumen II de anexos se crearon gracias a los datos facilitados por T.M.B, F.G.C, Adif-Renfe y A.T.M . Para los mapas de 1.992 se ha usado la información de la tesina de Jose.A. Martínez Sánchez (2.006)⁶ , mientras que el número de viajeros por estación se extrajo de diversas fuentes, como los archivos de A.T.M y las obras de Salmerón (1.992)⁷ , Joan Alemany y Jesús Mestre (1.985)⁸ y Albert Gonzàlez Massip (1.992)⁹.

Las figuras de la serie I del volumen II de anexos se han creado usando los datos sobre el precio del suelo de la Tesis doctoral de Pasqual Maragall (1.978)¹⁰.

Por último, se han creado una serie de mapas mentales sobre la ciudad de Barcelona confeccionados por diversos participantes voluntarios que los han realizado.

1.2.3. Procesos de trabajo empleados en la Tesis

En la realización de la presente Tesis ha habido un proceso de compilación de información bastante trabajoso, especialmente porque la realización del proyecto se realizó en Cantabria, lugar en el que resido actualmente, mientras que la mayor parte de las fuentes de información estaban ubicadas en Barcelona. Ha habido una exhaustiva compilación y revisión bibliográfica que sirve de base al fundamento teórico de la Tesis. Encuestas de movilidad, de valoración de los usuarios y cantidad de ingresos han sido transformados en tablas , gráficos y estadísticas. Pero, sin duda, el mayor esfuerzo realizado se centró en la confección de la cartografía y en la realización de cuadros, gráficas y estadísticas varias. Para la creación de los cuadros, gráficos y estadísticas se utilizaron los programas Acces y Excel, mientras que para la producción cartográfica se uso el programa Arc Gis⁵. La creación de la cartografía presente en esta Tesis ha requerido procedimientos diversos.

Las figuras de la serie A del volumen II de anexos se realizaron digitalizando todos los metros del mundo en forma de puntos en una base de un mapamundi y creando una base alfanumérica con datos referentes a la ciudad a la que pertenece el sistema metro y su año de inauguración. Intersecando la capa de puntos con la capa gráfica de países se obtuvo el número de metros por país.

Las figuras de la serie B del volumen II de anexos han partido de una base gráfica previa cedida por T.M.B pero se ha modificado dependiendo de la época histórica a tratar y se han extendido teniendo en cuenta las futuras ampliaciones de la red. La base urbanística de fondo (en tonos grises y violáceos, propios de un entorno urbano) representa la evolución de Barcelona y su entorno desde 1900 hasta la actualidad.

Las figuras de la serie C del volumen II de anexos han supuesto un gran esfuerzo de elaboración. El ámbito de las estaciones se ha concretado en base a la creación de un área de influencia de 500 metros alrededor de cada estación (la distancia máxima que está dispuesto a caminar un transeúnte según diversos estudios) que posteriormente se intersecó con una malla de polígonos voronoi (los polígonos voronoi designan el área de influencia de un punto respecto a otro creando una mediatriz entre ellos). De esta manera se obtuvo el área de influencia máxima de 500 metros alrededor de un punto respecto al resto de puntos de la red. Esta base de metros alrededor de las estaciones ha servido para la confección de un estudio sobre la isoaccesibilidad ferroviaria. Los cálculos de isoaccesibilidad pretenden hallar la accesibilidad de un punto respecto del resto de puntos de un sistema y, para ello, se necesita conocer cuáles son las distancias mínimas existentes entre dicho punto y todos los demás. Para ello se usó una función del programa Arc Gis , llamada Network Analyst, en su comando OD Cost Matrix. Esto proporcionó rutas óptimas de mínimo coste entre dos puntos, tal como hace el algoritmo de Djistra. El resultado ha sido una serie de tablas que había que ordenar cuidadosamente para luego extraer un promedio para cada estación. Esa media de los tiempos de cada estación es su valor de isoaccesibilidad, que luego fue ponderada añadiéndole las frecuencias laborales, nocturnas, festivas y medias. Posteriormente, se añadió el coste temporal de acceso al andén y el coste temporal del desplazamiento de un punto del área de influencia de la estación hasta la propia estación. Estas series se confeccionaron para el sistema metro en diversas fechas: 1.926 (A pesar de que la red de metro se inauguró en 1.924, en solo dos años creció a un tamaño del que apenas se movió en los siguientes 30 años y ,por ello, incluir la fecha de 1.924 sería poco significativa, en comparación con la de 1.926.) , 1.950, 1.980, 2.000, 2.009 (año en el que empezó el presente proyecto) , 2.018 (fecha final del PDI 2.009-2.018 antecesor del actual PDI 2.010-2.020 y que contenía propuestas inéditas que no ha incorporado el actual plan y que era conveniente analizar) , 2.020 y más de 2.020 (fecha incluida en el PDI 2.010-2.020). Por otra parte, para el sistema ferro-viario integrado se usaron las

fechas de 2.009, 2.020 y más de 2.020. Otra fecha en la que se realizaron análisis de isoaccesibilidad es 1.966. La red ferro-viaria representada en este año no corresponde con la fecha real, sino con la estructura ferro-viaria (concretamente con la estructura del sistema metro) planificada en el año 1.966 y que, desafortunadamente, nunca pudo llegar a implantarse completamente. En la presente Tesis se han realizado los cálculos y procesos necesarios para conocer la viabilidad de dicho proyecto.

Las figuras de la serie D del volumen II de anexos son una serie de mapas de isocronas que se basan en los mismos cálculos obtenidos en los mapas de la serie C, pero interpolados al área urbana a la que da servicio el sistema ferro-viario, mediante la función IDW del programa Arc Gis.

Las figuras de la serie E del volumen II de anexos son bastante variados. Los mapas de distancia al centro se han realizando utilizando la misma función del programa Arc Gis, el Network Analyst, pero en su comando Service Area. En cada momento histórico se calculó cual era el punto de la red que obtuvo una mejor media respecto al resto y resulta ser en todos los casos Plaza Cataluña. Los mapas de distancia al centro toman como centro esta estación. Los tiempos medios de las líneas son representaciones de la media de tiempos entre estaciones aplicado a las líneas. Por otra parte, la creación de los centroides presentó una mayor complejidad. Se aisló el área urbana de los municipios a los que en cada época daba cobertura el sistema ferro-viario y se halló su centro o punto medio, mediante la función Mean Center. Lo mismo se realizó para la creación del ámbito unificado de 500 metros alrededor de las estaciones. La distancia entre estos dos centros y el área de cada una de las capas definió el nivel de cobertura de la red de metro sobre su territorio. Por otra parte, la cantidad y densidad de usuarios potenciales de cada estación se obtuvo mediante la superposición de las áreas de influencia de cada estación con la capa de secciones censales que contenía el número de personas que vivían en ella. La dificultad estribaba en que no era posible que encajasen perfectamente estas dos capas y eran muchas las secciones censales que compartían varias áreas de influencia de varias estaciones. Por lo tanto, para su consecución , hubo de partir de la premisa incierta de que la población se distribuía homogéneamente por toda la sección censal y entonces se realizó el cálculo proporcional de población que le correspondía a cada estación para, posteriormente, calcular su densidad. Esto mismo se realizó al calcular el ámbito de las estaciones no inauguradas. Por otra parte, para determinar la

diferencia entre tiempos reales y tiempos teóricos se contrapusieron ambos tiempos y se graduó una escala con cifras positivas si los tiempos reales superaban a los teóricos y cifras negativas, si era a la inversa. Por último, para definir la diferencia entre el nivel de acceso de las estaciones y de los centroides, se digitalizaron todas las bocas de metro en el año 2.009 y se superpuso una capa a la otra.

Para la creación de las figuras de la serie F del volumen II de anexos se realizó el mismo sistema de interpolación territorial realizado con la herramienta IDW. Se digitalizaron miles de equipamientos y servicios de la Guia de carrers de l'àrea metropolitana de Barcelona de 2.007, cedida por A.M.B. También se realizó un análisis para el año 2.020 (suponiendo que no habría variación en los equipamientos) así como un tercer análisis, contraponiendo los servicios y equipamientos, con los usos del suelo de las capas obtenidas en el Pla Territorial Metropolità de Barcelona de 2.010.

Para la realización de las figuras de la serie G del volumen II de anexos se han usado las encuestas de movilidad obligada de los años 1.981, 1.986, 1.991, 1.996 y 2.001 cedidas por la Generalitat de Catalunya y las encuestas de movilidad cotidiana de 2.001 y 2.006 cedidas por A.T.M. Otros documentos sirvieron para analizar la movilidad, tales como la encuesta de movilidad obligada en el ámbito de la C.M.B, realizada conjuntamente con el censo de 1.975, la encuesta de movilidad y tarificación de 1.984, realizada por T.M.B y el Plan Intermodal de Transporte, realizado en 1.993 por la Comissió Coordinadora del Transport Metropolità de Barcelona. Los mapas se han representado en forma de coropletas.

Para la realización de las figuras de la serie H del volumen II de anexos se tuvo en cuenta los pasajeros por línea y por estación, siendo los primeros representados en función del grosor de la línea y los segundos representados en función del tamaño y color del punto que simboliza la estación. La habilitación de las estaciones para minusválidos se representó mediante un símbolo que indicaba la habilitación de la estación. En estos mapas no se ha realizado ninguna función especial excepto las técnicas de representación. La laboriosidad sin embargo ha sido crucial a la hora de realizar dichos mapas, puesto que la realización de la tabla alfanumérica asociada hubo de ser realizada manualmente. Los datos han sido proveídos por T.M.B, F.G.C, Adif-Renfe y A.T.M y para las series de 1.992 se ha usado la información existente en la

tesina de Jose.A. Martínez Sánchez (2.006)⁶ . Para los mapas en los que aparece el número de viajeros se ha contado con datos proveídos por A.T.M , por Salmerón (1.992)⁷ y por Joan Alemany y Jesús Mestre (1.985)⁸ mientras que Albert González Massip (1.992)⁹ proveyó a esta Tesis de datos relativos al número viajeros (en el caso del tranvía).

Para la realización de las figuras de la serie I del volumen II de anexos se han creado unos mapas de evolución del precio del suelo usando la técnica IDW, en base a los datos existentes en la Tesis doctoral de Pasqual Maragall (1.978)¹⁰.

Para la realización de los mapas mentales presentes en el apartado de mezcla social, se les solicitó a los participantes componer un esquema de la ciudad de Barcelona lo más fielmente posible a su percepción de la realidad, destacando los nodos y límites precisos de la ciudad y las principales estaciones ferro-viarias que utilizaban con normalidad.

En todos los mapas analizados en los diferentes apartados se usaron escalas cromáticas ampliamente diversas. A veces se destacó un color luminoso y claro en las áreas centrales y en otras ocasiones se realizó lo contrario, pero en cualquier caso la representación del fenómeno resulta nítida.

Por último, los datos y tablas referidos a los ingresos obtenidos por los viajeros se obtuvieron gracias a las encuestas EMEF y Transmet de A.T.M., así como al PDI 2.010-2.020 de la misma entidad. También Salmerón (1.992)¹¹ aportó datos al respecto, mientras que para las encuestas de valoración del metro de Barcelona, las encuestas EMEF y Transmet (1.996-2.011) de A.T.M resultaron imprescindibles para la confección final de los resultados.

1.2. ÁMBITO TERRITORIAL Y ESCALAS DE LA TESIS

El ámbito territorial escogido hubo de tener en cuenta numerosos factores. Principalmente, la forma en la que se agrupan los municipios y núcleos urbanos, la organización administrativa de los transportes y el área de la que se dispone de información son, en ocasiones, conceptos difíciles de encajar perfectamente. En este capítulo se dilucidan estas cuestiones y cómo se escogió la alternativa más adecuada. La

escala es otro asunto de interés, teniendo en cuenta que existen diversos ámbitos de análisis y que, por lo tanto, han de adecuarse las escalas empleadas. A pesar de existir una gran homogeneidad en las escalas, es importante reseñar las excepciones que se han tenido que considerar.

1.3.1. Ámbito territorial de la tesis

Al concretar el ámbito de estudio analizado existió una problemática, la de definir qué tipo de espacio urbano era el más adecuado. Se partió de la base de núcleos poblacionales del año 2.000, cedida por AMB. Para poder determinar cuál era el ámbito urbano más adecuado para este estudio se hubo de partir de varias premisas. La red ferro-viaria de Barcelona excede al ámbito del propio municipio de Barcelona, sin embargo, el presente trabajo, realiza su análisis dentro de un marco urbano muy concreto, a pesar de que la naturaleza de determinados sistemas, como el ferrocarril, se desarrollen en un ámbito mucho mayor.

Se consideró, en un primer momento, al continuo urbano como la zona urbana más correcta a la que de forma efectiva daba cobertura la red ferro-viaria y más concretamente la red de metro convencional (por ser ésta la más amplia de las redes ferro-viarias de ámbito específicamente urbano). Sin embargo, este ámbito presentaba una serie de problemas. La base de núcleos poblacionales ofrece un panorama visual en el que se percibe la mancha urbana del área metropolitana de Barcelona, y en la cual, sus límites se extienden hasta el Vallés, rozando el límite del propio concepto de continuo urbano. Ya que se trata de una base de población de hace 10 años, dichos límites se habrán ampliado teniendo en cuenta la dinámica urbanizadora actual. Habida cuenta de este factor, el propio término de continuo urbano quedaba invalidado. Por lo tanto, ni aglomeración urbana, ni área metropolitana, ni región metropolitana son conceptos que se puedan usar para crear un marco adecuado como ámbito de estudio. Por otra parte, la Entitat del Transport Metropolità (E.M.T) ofrece unos límites dentro de un área urbana concreta, donde se localizan diversos servicios de transporte público, incluidos aquellos dependientes de T.M.B. No obstante, el conjunto de municipios presentes en E.M.T resulta excesivo. Son 18 municipios en total: Badalona, Barcelona, Castelldefels, Cornellà de Llobregat, Espulgues de Llobregat, Gavà, l' Hospitales de Llobregat, Montcada i Reixac, Montgat, El Prat de Llobregat, Sant Adrià de Besòs, Sant

Boi de Llobregat, Sant Feliu de Llobregat, Sant Joan Despí, Sant Just Desvern, Santa Coloma de Gramenet, Tiana y Viladecans. Esta área de estudio era demasiado amplia. Incluía numerosas líneas de bus que delimitaban una zona que se escapaba del ámbito más próximo a diversos medios de transporte ferro-viarios. Debido a todo ello, se optó, en esta Tesis, por circunscribirse única y exclusivamente al ámbito urbano total de los municipios por los que transcurrían las redes ferro-viarias exclusivamente urbanas: el metro convencional y el metro ligero. Este hecho presentaba algunos inconvenientes. Entre ellos, que algunas áreas urbanas son analizadas en su totalidad cuando solamente una pequeña parte es afectada por el servicio ferro-viario, como es el caso de Sant Boi de Llobregat. Sin embargo se consideró que era la opción más conveniente.

Para las figuras de la serie C del volumen II de anexos en los que se analizó la isoaccesibilidad del metro convencional en 1.926 ,1.950 y en el proyecto de metro de 1.966, los municipios analizados son Barcelona y l'Hospitalet de Llobregat. En 1.980 se añadió Esplugues de Llobregat y Cornellà de Llobregat. En el año 2.000 se agregaron Santa Coloma de Gramenet, Badalona, Sant Adrià de Besòs, Sant Joan Despí, el Prat de Llobregat y Sant Boi de Llobregat. Ya en 2.007 y en 2.009, se añadió Montcada i Reixac. En el horizonte de 2.018, así como en el de más allá de 2.020, y en el horizonte del sistema ferro-viario integrado de 2.009 se agregaron los municipios de Sant Just Desvern, Sant Joan Despí y Sant Feliu de Llobregat. Este ámbito territorial fue usado en el análisis de las encuestas de movilidad de los años 1.981, 1.986, 1.991, 1.996, 2.001 y 2.006 pero, sin embargo, en el análisis de isoaccesibilidad de 2.020 sólo se agregó Sant Joan Despí. En el horizonte del sistema ferroviario integrado más allá de 2.020 aparecieron dos nuevos municipios a analizar: Molins de Rei y Sant Vicenç dels Horts.

El análisis del precio del suelo se ha circunscrito al municipio de Barcelona por ser éste el único del que se han podido obtener datos uniformes, en diferentes escenarios temporales.

En el análisis del número de pasajeros por líneas, la serie procedió a dar saltos temporales quinquenales, pero su ámbito de estudio era igual al análisis de isoaccesibilidad. También es quinquenal el análisis de la evolución ferro-viaria pero el ámbito espacial en cuestión es el mismo en todas, el cual abarca una amplia zona de la

aglomeración urbana barcelonesa. El fin último era homogeneizar el análisis comparativo.

Por último, cabe comentar que en el análisis de los diferentes sistemas ferro-viarios alrededor del mundo se ha usado una escala continental y una escala que abarca el mundo en su totalidad.

1.3.2. Escalas de análisis utilizadas en la tesis

Se ha pretendido realizar un análisis comparativo entre series cronológicas y, para ello, era fundamental utilizar una misma escala en todos los mapas. Los mapas están concebidos para ser impresos en Din A-4. La escala adecuada era 1/130.000 en la que tanto la red en su estadio menos desarrollado (1.924) como en su máximo estado (más allá de 2.020) pudiesen ser correctamente analizadas, aunque hay varias excepciones a este hecho. Los mapas continentales y nacionales de los metros del mundo poseen escalas que varían de 1/7.500.000 hasta 1/180.000.000. También tienen una escala diferente los mapas de la evolución tranviaria que poseen unas escalas de 1/60.000, 1/66.500 y 1/90.000. Otro ejemplo es el mapa de las estaciones no inauguradas, que se focaliza sobre ellas a una escala de 1/36.000. Los mapas de los viajes por líneas tienen una escala de 1/89.000. Por último están los mapas del valor del precio del suelo que al solo poseer datos del municipio de Barcelona se centra en él a una escala de 1/89.000.

Notas del capítulo 1

¹FERNÁNDEZ CANO, M. *Anàlisi de l'evolució de l'accessibilitat a la xarxa ferroviària de Barcelona*. Director: Francesc Magrinyà Torner. Universitat Politècnica de Catalunya. 2009. Pag. 64. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/8408> >.

²PARCERISA, J., RUBERT DE VENTÓS, M. *Metro*. Edicions UPC: Barcelona. 2001. 180 pp. [ISBN: 84830165559].

³PARCERISA, J., RUBERT DE VENTÓS, M. *Metro*. Edicions UPC: Barcelona. 2001. 180 pp. [ISBN: 84830165559].

⁴DÍAZ RODRÍGUEZ, D. *Estudi dels condicionants associats a la gestió de viatgers a gran profunditat en sistemes de transport: El cas de les infraestructures ferroviàries*. Director: Carles Casas Espulgues. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d'Infraestructura del Transport i del Territori. 2009. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/8427> >.

⁵QUERALTÓ ROS, P. *Aportación metodológica de la tecnología SIG en el cálculo de indicadores a escala urbana*. Director: Pilar García Almirall. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament de Construccions Arquitectòniques I. 2008. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/11747> >. Según Pau Queraltó Ros éste es un sistema de información geográfica que trabaja con datos georeferenciados. Este programa puede almacenar información cartográfica para ubicar los elementos gráficos en el espacio y así georeferenciarlos y definir la topología existente entre ellos. Cada elemento lleva asociado una información alfanumérica con sus características particulares que está unida a la información gráfica gracias a una serie de identificadores comunes. Cada elemento de la realidad puede seccionarse y puede combinarse entre ellas dando lugar a diferentes posibilidades de análisis y diagnóstico. Para modelizar el espacio se usan dos métodos, el método ráster y el vectorial. El modelo vectorial distingue las diferentes entidades representándolas como objetos (puntos , líneas y polígonos) y otorgándoles propiedades específicas. En el

modelo ráster cada individuo geográfico posee una diferenciación en función de su ubicación ya que la totalidad del espacio se fragmenta en celdas del mismo tamaño y forma dándole a cada una de ellas unas propiedades particulares. La suma de esas celdas dan lugar a objetos de mayor envergadura. Estos SIG han supuesto una revolución en el análisis espacial. Georreferenciar (localizar elementos fundamentándose en un sistema , usualmente latitud-longitud o coordenadas UTM) los elementos espaciales propicia nuevas aplicaciones más útiles y prácticas así como la creación de cartografía de forma más ágil y de archivos y catálogos de elementos geográficos como pueden ser los equipamientos de un área. También posibilita los análisis de proximidad, de centralidad, dispersión o de redes.

⁶MARTÍNEZ SÁNCHEZ, J.A. *Anàlisi de la xarxa ferroviària de la RMB*. Director: Carles Casas Esplugas. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d'Infraestructura del Transport i del Territori. 2006. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/3318> >.

⁷SALMERÓN I BOSCH, C. *El metro de Barcelona II: Història y tècnica*. Barcelona: l'autor. 1992. 223 pp. [ISBN: 846044886X].

⁸ALEMANY, J. y MESTRE, J. "Els transports a l'àrea de Barcelona. Diligències, tramvies, autobusos, metro". Barcelona: T.M.B. 1986. 285 pp.

⁹GONZÁLEZ MASSIP, A. *La xarxa de tramvies de Barcelona. Una anàlisi (I II)*. Treballs de la Societat Catalana de Geografia. CSIC. Barcelona, 1992, núm. 32, pp.103-132.< <http://bddoc.csic.es:8080/detalles.html?tabla=docu&bd=GEOURBI&id=248579> > [ISSN: 1133-2190].

¹⁰MARAGALL, P. *Els preus del sòl*. Director: Josep M. Vegara Carrió. Universitat Autònoma de Barcelona. Departament d'Economia de l'Empresa. 1979. < <http://www.tesisenred.net/handle/10803/3977> > [ISBN: 978814449].

¹¹SALMERÓN I BOSCH, C. *El metro de Barcelona II: Història y tècnica*. Barcelona: l'autor. 1992. 223 pp. [ISBN: 846044886X].

CAPÍTULO 2. DEFINICIÓN Y TIPOLOGÍA DE LOS SISTEMAS FERRO-VIARIOS

Este capítulo versa sobre las diferentes definiciones y tipologías que poseen los sistemas ferro-viarios urbanos y su evolución a lo largo de la historia. El presente capítulo se estructura en tres apartados. El primer apartado narra la historia de los sistemas ferro-viarios urbanos, su evolución histórica y su relación con el desarrollo urbano de su entorno. El segundo apartado relata la distribución y cronología de los sistemas ferro-viarios urbanos actuales. Se ha realizado un análisis a escala continental y a escala nacional (en el caso concreto de España). El tercer apartado versa sobre las características técnicas y financieras de los diferentes sistemas ferro-viarios, indicando las variables que diferencian a cada uno de ellos. También se analizan los costos y los modos de recaudación inherentes a la implantación de un sistema ferro-viario urbano.

2.1. HISTORIA DE LOS SISTEMAS FERRO-VIARIOS URBANOS

Este capítulo versa sobre la evolución histórica y las pautas de desarrollo que han tenido cada uno de los sistemas ferro-viarios. El capítulo incide especialmente en la historia del ferrocarril, el metro convencional, el tranvía y el metro ligero.

2.1.1. Evolución histórica del ferrocarril

La máquina de vapor fue inventada por Watt, al perfeccionar la máquina de Newcomen, a finales del siglo XVIII. Posteriormente, otros técnicos innovadores como Trevithick, Vivian, Stephenson y Seguí, crearon las primeras locomotoras de vapor, que evolucionaron significativamente durante las décadas de 1.840 y 1.850, transformando al ferrocarril en un medio de locomoción competitivo¹. Los ferro-carriles (según una vieja denominación decimonónica) son aquellos medios de transporte que hacen uso de carriles de hierro para desplazarse. Estos fueron en un principio el ferrocarril, el metro y el tranvía aunque, posteriormente, surgieron sistemas más variados y mixtos. Estos medios de transporte modificaron radicalmente la configuración del territorio, formando extensas redes². Este nuevo medio de transporte prescindía de la tracción animal, redujo el tiempo empleado en el desplazamiento, así como el costo asociado a éste y permitió el transporte de ingentes cantidades de viajeros y mercancías.

Pero el acceso del ferrocarril a las ciudades no siempre fue fácil, ya que algunas de ellas poseían murallas alrededor suyo. Las murallas que rodeaban las ciudades eran el límite infranqueable de las redes ferroviarias, así que lo habitual era que la estación se situase en el área perimetral a ésta. Sin embargo, esa área usualmente estaba bajo control militar y, en las primeras etapas de la instalación de las vías y estaciones, hubo conflictos entre el sector bélico y los grupos de presión económica. Esta situación propició el derribo de las murallas de la ciudad. En ese momento no se percibía al ferrocarril como una barrera, ya que las murallas constituían un obstáculo mucho mayor. Esta errónea percepción también estuvo motivada por el hecho de que las vías e instalaciones ferroviarias solían situarse en espacios rústicos (de coste más reducido) y a una cierta distancia de la ciudad, sobre todo en las pequeñas ciudades intermedias. Debido a los escasos trayectos del ferrocarril y al limitado número de vías, éstas no supusieron una barrera para el peatón o para el transporte rodado. De hecho, la ocupación del terreno en el que se asentaba el ferrocarril era percibido como un espacio de oportunidades, para así poder generar plusvalías en terrenos colindantes. En el momento en el que se densificaron estas redes, fue cuando se diferenciaron las áreas “más allá de las vías”, es decir, aquellas que poseían menor accesibilidad. Esta densificación de las vías supuso la atracción de actividades expulsadas de la ciudad.

Cuando fueron configurándose las viviendas y la industria en estas áreas, fue cuando se concretó la idea de que la vía ferroviaria constituía una barrera y no un límite. Por este motivo, para la circulación rodada y la seguridad de los vehículos se establecieron pasos a nivel, cuya competencia recaía en las compañías ferroviarias. Pero no siempre se construyeron todos los pasos a nivel, debido a la abundancia de cruces de paso que existían en el siglo XIX. En las áreas urbanas, la cantidad de cruces y enlaces ferroviarios comenzaron a afectar a la seguridad a los peatones y al tráfico rodado y comenzó a influir poderosamente en el valor del precio del suelo. Debido a ello, se optó por la soterración de las vías, en numerosos casos. En otros casos no se soterraron y ello provocó un impacto crucial en el desarrollo de la morfología urbana, provocando el efecto barrera y dividiendo o aislando determinados sectores urbanos del resto de la ciudad. Incluso, en las ciudades de menor tamaño, principalmente, las compañías ferroviarias no tenían reparos en hacer uso del viario para la construcción del trazado de sus líneas³.

Pero no todos los impactos generados por el ferrocarril fueron negativos. Las estaciones de ferrocarril reforzaron la centralidad en determinadas áreas urbanas. Sin embargo se advertía un problema en la distribución y cantidad de las estaciones, las cuales se diferenciaban por compañía y especialización de la línea, según fueran de viajeros o de mercancías (en el siglo XIX el ferrocarril se especializó en tráfico de mercancías y de pasajeros y en el XX se especializó en tráfico de larga distancia y de corta distancia). Muchas estaciones redundaban en el centro y se situaban a poca distancia entre ellas, lo cual era problemático para la conformación de una verdadera red ferroviaria. Pero cuando la estación estaba alejada del centro, la construcción de una vía de acceso convertía a ésta, en ocasiones, en la espina dorsal de un nuevo ensanche de la ciudad. Estas vías de acceso fueron fundamentales para el desarrollo y configuración de instalaciones como los puertos y para la expansión de la urbe en su conjunto. Por otra parte, el ferrocarril influyó poderosamente en el sector industrial. El ferrocarril pudo, mediante la creación de diversos ramales, estructurar y darle accesibilidad a la industria, la cual pudo desarrollarse ampliamente.

En cualquier caso, la capacidad de transformación espacial del ferrocarril se dejó sentir desde el primer momento. Aunque el ferrocarril tuvo en su origen el objetivo de intensificar la relación interregional, nacional e internacional, también se comenzó a

utilizar a escala urbana y metropolitana. Para ello se fueron adaptando y mejorando las frecuencias de paso. El incremento de la presencia del ferrocarril en los entornos urbanos y metropolitanos generó la intensificación del aumento de las plusvalías en el mercado del suelo. Este fenómeno ya se pudo observar en la inauguración de la primera línea de viajeros en 1830, entre Liverpool y Manchester. Si bien es cierto que no ha habido suficientes investigaciones profundas al respecto, no hay lugar a dudas de que la creación de las segundas viviendas fue resultado directo de la expansión urbana condicionada por el ferrocarril. Conocer el trazado de una línea ferroviaria era una información estratégica que podía generar grandes ganancias debido a la posterior urbanización del terreno adyacente. Entre las áreas urbanas más afectadas se encuentran las áreas suburbanas en las que se asentaban las personas con mayores rentas. Esto era debido a que al principio el precio del billete resultaba excesivamente caro para las clases populares. El ferrocarril, ciertamente, propiciaba la creación de nuevas urbanizaciones aunque no siempre pudo contar con el apoyo municipal. Pero esa falta de apoyo se solventaba forzando la creación de un nuevo municipio, gracias a la colaboración de los propietarios de las áreas rurales por donde discurriría el ferrocarril, a los especuladores inmobiliarios, a los promotores de los tranvías y a determinadas personalidades con aspiraciones políticas. Las compañías ferroviarias expropiaban el suelo que estaba destinado a la explotación ferroviaria, pero también adquirían terrenos convirtiéndose así en agentes urbanos que modificaban la urbe. Horacio Capel expone un ejemplo sobre la importancia del ferrocarril en la configuración de la planificación urbana⁴: “La creación de la Ciudad Lineal por la Compañía Madrileña de Urbanización, fundada por Arturo Soria y Mata en 1894, constituye un hito decisivo en el urbanismo contemporáneo, y está muy ligada al tranvía, al igual que al ferrocarril. Hay que señalar que Soria y Mata tenía experiencia en tranvías desde años atrás, ya que había fundado en 1877 la sociedad Tranvías de Estaciones y Mercados y fue, sin duda, esa experiencia la que le dio la idea de desarrollar su propuesta, extendiéndola al ferrocarril y otras redes. Se ha señalado el hecho sorprendente de que el ferrocarril del eje central de dicha Ciudad Lineal no tenía aparentemente estaciones, o no establecía criterios claros para su localización; éstas habrían introducido cambios importantes en un diseño homogéneo a lo largo de toda la vía, ya que las estaciones de viajeros habrían atraído a los servicios y las de mercancías a las industrias. Que no se previeran estaciones parece mostrar-ha sugerido atinadamente un autor-que se trataba simplemente de un modelo concebido como una forma de expansión suburbana servida por un tranvía, es decir, una forma de promoción inmobiliaria, como así se aplicó en Madrid.”

A medida que la aparición y el uso del automóvil se iba generalizando, comenzaron a haber problemas con las líneas ferroviarias y los pasos a nivel se multiplicaron, aumentando así los costes de explotación. Con la estatalización de los ferrocarriles disminuyeron los problemas, aunque no se erradicaron totalmente. Continuaban existiendo problemas en la relación del ferrocarril con el tránsito rodado y también otros, como la segregación urbana producida por el efecto barrera. Éste efecto lastró el desarrollo del ferrocarril pero, posteriormente, se hallaron soluciones para paliar el problema, como la creación de enlaces de circunvalación. Otras actuaciones realizadas fueron, la conversión en estación pasante de estaciones que estaban en fondo de saco o convertir las estaciones mixtas que aglutinaban viajeros y mercancías, en estaciones dobles especializadas. También se conectaron las redes ferroviarias con diversas instalaciones de carácter ferroviario como los talleres, los apeaderos o las aduanas. El proceso urbanizador despegó cuando se soterraron las vías de los trenes de forma generalizada, especialmente a partir de 1.950.

Por otra parte, el automóvil supuso una fuerte presión para el ferrocarril, que tuvo que dismantelar una buena parte de sus líneas de cercanías, mientras que otras se convertían en metro suburbano. Pero gracias a la soterración de las líneas, el ferrocarril mantuvo su posición céntrica en las urbes y pudo seguir compitiendo con el automóvil. Lo cierto es que la relación e imbricación entre el ferrocarril y el medio urbano, así como la relación entre la red ferroviaria y el resto de sistemas de transporte, era cada vez más notoria. Debido a ello, a mediados de los 70 del siglo XX, los planes ferroviarios se empezaron a ocupar de la red en su conjunto y de su relación con el resto de infraestructuras y su entorno urbano, en vez de planificar únicamente los enlaces de la red ferro-viaria. Según Capel⁵ la consideración del ferrocarril y el automóvil como dos sistemas antagónicos fue un error ya que debieron considerarse complementarios desde el primer momento. Aunque la repercusión que el ferrocarril y el automóvil tienen sobre el territorio es diversa. El automóvil supuso la total eliminación de las barreras espaciales, así como la llegada de la conectividad a áreas de baja densidad, que propició que campo y ciudad comenzaran a diluirse. Si la red de carreteras es lo suficientemente tupida puede constituir un espacio isotrópico, es decir, un espacio en el que el movimiento posee el mismo coste, sea cual sea la dirección que adopte. El ferrocarril, la autopista, el barco y el avión en cambio convierten al espacio en anisotrópico. Un ejemplo de espacio anisotrópico es el espacio afectado por el “efecto túnel” creado por

un ferrocarril, que provoca un espacio discontinuo, al atravesar áreas sin estación. Se crean sólo espacios de tránsito y se privilegia unos espacios sobre otros, creando áreas mejor o peor conectadas, más o menos ricas. Para evitar esto, es fundamental que exista una buena distribución de las estaciones por el espacio (se calcula que el nivel óptimo de la distribución de las estaciones por el espacio varía según el medio de desplazamiento. En un entorno urbano, a 800 metros, es recomendable la existencia de una estación de ferrocarril, a 500 una de metro y a 300 una de bus). Las estaciones ferro-viarias poseen una gran importancia en la configuración urbana y han derivado en intercambiadores de bus, ferrocarril y metro. Así, de esta manera, se han configurado nodos comerciales de gran centralidad que interconectan los ferrocarriles con los aeropuertos y con las autopistas. La creación de estaciones en puntos nodales de intercambio modal producía un proceso de sinergia que beneficiaba a los diversos medios interconectados. Por otra parte, las estaciones se han remodelado y se han dotado de aparcamientos y comercios, lo que las convierten en más atractivas y accesibles a la población.

Sin embargo, a pesar de la importancia del ferrocarril, en las décadas de los 60 y 70 del siglo XX, estaba ya en decadencia (muchos ferrocarriles suburbanos se clausuraron debido a la competencia del metro) pero posteriormente se transformó y nuevamente cobró impulso. Un ejemplo lo constituye la alta velocidad ferroviaria, que adquirió una gran relevancia que ha permitido la dinamización del ferrocarril⁶.

Planificar el territorio, la urbe y su relación con las redes de transporte es fundamental en este momento de desorbitado crecimiento urbano. El ferrocarril es el medio de transporte más barato, eficaz y con menor impacto medioambiental y por ello ha de primarse su implantación, favoreciéndolo en detrimento del automóvil o el avión. Un ejemplo de esto ha sido impulsado por la UE, que ha procurado crear una política común para regular el transporte ferroviario rápido (superior a 250-300 km/h), impulsando el transporte de mercancías por este medio, lo cual repercutirá favorablemente en el medio ambiente. Para los trenes de cercanías se pretende aplicar técnicas que mejoren su flexibilidad, para acercarla a los metros y tranvías, al tiempo que se impulsan grandes obras subterráneas que permiten la creación de varios niveles de interconexión en el subsuelo.

Como conclusión puede decirse que los ferrocarriles reforzaron la capitalidad de las regiones, estimularon los movimientos migratorios regionales y facilitaron el turismo. Si bien , es cierto que el automóvil proveyó al individuo de niveles de accesibilidad nunca antes alcanzados, pero también generó colapsos, traffic jam y embotellamientos muy frecuentemente, mientras que el ferrocarril ocupa poco espacio de suelo y posee un nivel de contaminación menor que el resto de transportes.

2.1.2. Evolución histórica del tranvía y del metro ligero

Los “*riperts*” (vehículo parecido al tranvía de sangre pero sin vías y más maniobrable) y ómnibuses (vehículo tirado por caballos de gran capacidad de pasajeros y precursor de los modernos autobuses) fueron precursores del tranvía, pero estuvieron en servicio relativamente poco tiempo. Los primeros tranvías eran tranvías de sangre o hipomóviles, tirados por caballos y aparecieron en Gales en 1.807. Posteriormente, se construyeron tranvías de vapor y, más tarde eléctricos, en 1.879. Mientras que los tranvías de sangre o hipomóviles tenían más versatilidad para instalarse en calles estrechas, los de tracción mecánica eran más rápidos. Por otra parte, los tranvías suburbanos unían áreas mal comunicadas o conectaban núcleos centrales con núcleos periféricos, ayudando a la conformación de los sistemas urbanos actuales. También se construyeron los tranvías de mercancías que se usaban en la industria minera, en los puertos, para la industria de construcción, turística... Los tranvías rurales fueron menos habituales, pero existieron también.

La expansión de los tranvías⁷ se realizó generalmente desde el centro de las ciudades a las periferias aunque los núcleos periféricos más próximos también adoptaron este innovador medio de locomoción. Los tranvías eléctricos, por lo general, continuaron con los trayectos de los tranvías de tracción animal, aunque no siempre se siguieron pautas de localización lógicas. Los lugares donde se ubicaban las estaciones eran puntos de afluencia pública, tales como mercados o teatros. En las áreas suburbanas se escogieron los lugares de mayor densidad poblacional para ubicar las estaciones.

El tranvía complementaba al ferrocarril y contribuyó a la expansión urbana, pese a la competencia existente con el automóvil. Tranvía, teléfono y telégrafo propiciaron el surgimiento de la ciudad industrial, en la difusión residencial e industrial. Los tranvías

conectaban el ferrocarril con puntos neurálgicos de la ciudad, incentivaban nuevos desarrollos urbanos y circunvalaban la ciudad. Los conflictos entre los tranvías y los ferrocarriles se producían al intentar, ambos sistemas, captar a los viajeros de ese espacio periurbano, al que ambos daban cobertura (la distinción entre ferrocarril de vía estrecha y tranvía era muy tenue al principio y en ocasiones solo se diferenciaban en función de su uso. De hecho, en el siglo XIX las expresiones de tranvía urbano y tranvía suburbano eran ampliamente utilizadas). El tranvía incentivó la transformación de la ciudad. El tranvía modificó el precio del suelo y de los inmuebles al alza si se mejoraba la accesibilidad y a la baja si los riesgos de accidentes, el ruido y la congestión eran elevados, lo cual sucedía en las calles más estrechas. El tranvía y el desarrollo urbano iban parejos, de hecho, en ocasiones el tranvía se adecuaba a la nueva disposición urbana y en otros casos era al contrario, habilitándose nuevas plazas y manzanas para facilitar el cambio de sentido de los tranvías. La ciudad se expandía y el tranvía con ella, el número de pasajeros crecía y las vías férreas iban suponiendo un obstáculo cada vez mayor para otros medios de transporte. Debido a ello se procuró limitar el tranvía a las avenidas más amplias. La importancia del tranvía en la ciudad, lo describe Capel⁸ de la siguiente manera: “A partir de la década de 1880 los tranvías serían, como sabemos, otro factor esencial de urbanización. A diferencia del ferrocarril, que crea nuevas redes con un trazado sobre una explanación propia, el tranvía, como ya hemos visto, utiliza y refuerza las ya existentes. La definición que da del tranvía el Diccionario de la Real Academia Española muestra esa vinculación que desde su origen tuvo con las vías públicas: ‘ferrocarril establecido en una calle o camino carretero’. Lo que significa que en el caso de los tranvías se usa una red viaria previa, y siguen generalmente ejes urbanos, intensificando la posibilidad de transporte. Se ha escrito que las líneas de tranvías tuvieron efectos limitados sobre las estructuras urbanas, ya que en su mayor parte seguían las calles ya existentes; por eso intensificaron más que condujeron el desarrollo urbano. En general, en las propuestas para construir líneas de tranvías en las ciudades el argumento más frecuentemente utilizado es el de que serviría para atender barrios periféricos existentes y el movimiento de personas entre ellos y el centro de la ciudad. Pero también se esgrime que las líneas que se construyan fomentaría la expansión de la ciudad y se hace constar explícitamente que el tranvía revalorizaría las propiedades situadas junto a su trazado permitiendo la urbanización. También sabemos que algunas líneas de tranvías fueron realizadas para permitir la parcelación y urbanización de determinadas propiedades periféricas. Pero siempre el punto de partida del trazado era la existencia de una vía pública previa. Queda por investigar si las colusiones entre el ayuntamiento y los promotores de líneas de tranvías han podido en algún caso incentivar el trazado de una vía pública previendo el posterior tendido de los raíles-lo que no parece que sucediera-. También ha podido darse el caso de compañías tranviarias que recibían concesiones calificadas como de ferrocarriles porque no discurrían por una vía pública, aunque luego eran explotadas como tranvías y con coches de tranvías. Con mucha frecuencia los promotores de las líneas que se construían sobre las calles ya existentes no veían razones para detener sus

trazados allí donde éstas acababan. Eso puede ser una prueba de que muchas promociones de tranvías consideraban también el negocio inmobiliario junto al desarrollo de los transportes; lo cual explicaría, según se ha observado agudamente, que, a pesar de los escasos rendimientos de las líneas una vez puestas en marcha, la empresa y las tareas urbanizadoras continuaran su actividad.”

El autobús comenzó a ser un serio competidor del tranvía a partir de 1.920, al ser más adaptable al entramado urbano y al no necesitar inversiones previas en infraestructuras, como ocurría con el tranvía. En el ámbito suburbano, urbano e interurbano, acabaron siendo fundamentales los trolebuses (ómnibus alimentado de energía por una catenaria) que tendrían su período de máxima actividad entre 1.950 y 1.970, cuando fueron sustituidos por autobuses. Esta época marcó el declive del tranvía y su desmantelación de la mayor parte de las ciudades, aunque en Europa oriental se mantuvieron. Según Capel, el automóvil y el metro se fueron convirtiendo paulatinamente en los grandes competidores del tranvía⁹: “Frente al tranvía, que representa el transporte en común y público, el automóvil permite el transporte individual, a la vez que puede utilizarse para el transporte público colectivo con los autobuses. El automóvil tiene más flexibilidad que el tranvía y no exige las fuertes inversiones iniciales de instalación de raíles y tendidos eléctricos, por lo que resultaba muy atractivo. Pero su triunfo completo sólo tendría lugar tras la Segunda Guerra Mundial.”

Posteriormente, ha aparecido en el último cuarto del siglo XX un nuevo sistema de transporte, el metro ligero o tren ligero¹⁰: “El metro ligero es un modo de transporte ferroviario de tracción eléctrica, típicamente urbano y suburbano, constituido por una flota de vehículos con conductor que operan fundamentalmente en plataforma reservada, pero con interferencias puntuales con el resto del tráfico de vehículos y peatones en cruces a nivel. No obstante, también pueden existir tramos de plataforma totalmente independiente, en superficie, en túnel o en viaducto, y de plataforma compartida con el resto del tráfico. Su capacidad, coste y calidad del servicio, se sitúan entre las del autobús y el metro convencional, con un amplio rango de valores posibles. Asimismo, en cuanto a funcionalidad de las redes, construcción y tipo de explotación, este modo de transporte se caracteriza por una gran flexibilidad, admitiendo pendientes y radios de curvatura que le permiten integrarse en los desarrollos urbanos existentes.”

Este medio surgido en el último tercio del siglo XX ha sido descrito como la resurrección del tranvía en las ciudades occidentales, cuando, en realidad, está a medio camino entre un tranvía y un metro convencional, llegando, en ocasiones, a aproximarse claramente hacia este último. Su relativo bajo costo de implantación y los buenos resultados obtenidos en las áreas menos densas y escasamente vertebradas de algunas

importantes ciudades europeas, ha incentivado su puesta en marcha, tanto en ciudades grandes como medias. Actualmente hay mayor demanda energética y unos recursos escasos y, por ello, el metro ligero se perfila como la solución ideal en aquellos supuestos en los que el metro convencional resulta difícilmente implantable. Una de las ventajas que posee el metro ligero, frente a otros medios de transporte ferroviario, es su relativamente bajo coste de implantación. Además para reducir costos suele aprovecharse la infraestructura ferro-viaria existente así como la infraestructura de la calle (si se realiza el trazado en túnel o en viaducto, la inversión es entre 4 y 8 veces más cara que en superficie). El metro ligero se instaló en algunas ciudades que ya habían albergado al tranvía tradicional. También hay ciudades cuyo medio fundamental de transporte era el autobús y se acordó implantar el metro ligero en los recorridos de mayor afluencia. Por último, también hay ciudades que disponían de metro o de ferrocarril pero poseían una red infrutilizada y áreas con una densidad poblacional baja, que no habría permitido el establecimiento de una línea de metro convencional. Por ello, optar por la implantación del metro ligero fue, en todos los casos señalados, una solución eficaz. Por otra parte, es significativo indicar que, según el tipo de ciudad a la que da servicio el metro ligero, éste posee un tipo de importancia u otra. Así, en ciudades medias como Hannover, Calgary o Grenoble, suele ser el transporte principal, al contrario que en las grandes ciudades como París, Barcelona o Manchester, en donde complementa al metro o a los ferrocarriles de cercanías. En ocasiones, el metro ligero conecta a una ciudad con un núcleo satelital, como ocurre en Colonia-Bonn o en Nieuwegein-Utrecht. Las repercusiones de la implantación del metro ligero en una urbe son varias. El metro ligero reduce el espacio de tránsito al peatón y a los vehículos, los espacios de aparcamiento y el nivel de acceso a los inmuebles. Para remediar esto se puede aumentar el ancho de calzada, eliminar plazas de aparcamiento, reconfigurar la calzada o, directamente, designar determinadas vías o intersecciones para uso exclusivo de este medio de transporte. Diversas ciudades han aplicado políticas específicas en relación al metro ligero. Zurich dispone de un dispositivo de control de tráfico único. La “onda verde” se acciona desde el interior del metro ligero y le da prioridad sobre el resto del tráfico en las intersecciones. Posteriormente al paso del metro ligero, el tráfico se autorregula. Otro ejemplo se encuentra en Alemania, que cuenta con el sistema BON, con el que se puede localizar al vehículo en todo momento y que le permite realizar estudios acerca del funcionamiento real del convoy. El metro ligero mejora la accesibilidad de una urbe, sobre todo en las áreas más céntricas, mejora la calidad del

medio ambiente e impulsa el desarrollo y renovación de nuevas áreas urbanas. Puede ser viable incluso en densidades de 1.250 habitantes /km², con capacidad para 2.000-20.000 pasajeros / hora/sentido y está presente en ciudades de población muy dispar, que van desde varios miles de habitantes hasta varios millones. El metro ligero reduce los accidentes derivados del desplazamiento, es accesible a todo el mundo (sobre todo para personas con movilidad reducida como los ancianos o los minusválidos) y posee una gran capacidad de transporte con un costo en tiempo de desplazamiento reducido¹¹.

2.1.3. Evolución histórica del metro

El tranvía y el metro ligero no comportan los cambios urbanísticos ni sociales que comporta el metro, alrededor de cuyas estaciones se reorganizan y aglutinan las actividades productivas, así como el uso residencial. Un hecho diferenciador entre el metro y el tranvía, es la percepción social del metro como una infraestructura invariable y perpetua del territorio. No se asimila la desaparición de una línea de metro, porque se considera que dicha instalación es ya una parte de la propia ciudad. Constituye una segunda ciudad que se ubica en las profundidades y configura un nuevo espacio de relación. El tranvía , sin embargo, ha aparecido y desaparecido de la impronta urbana en varios períodos de su historia¹².

A medida que la segregación entre los lugares de producción y reproducción se acentuaban y se hacía patente la necesidad de desplazar grandes contingentes de trabajadores de forma diaria y constante, se fue forjando la idea de crear un medio de locomoción rápido, de gran capacidad de viajeros y que tuviese unas frecuencias de paso adecuadas. También era importante que dicho sistema no entorpeciese el desarrollo urbano e industrial de la ciudad. El metro, creado en 1.863, en Londres, solventaba esas necesidades, aunque, obviamente, su implantación suponía también la aparición de diversos inconvenientes. La correcta imbricación entre el espacio urbano y el sistema ferro-viario era fundamental para garantizar el éxito de ambos. No debían entorpecerse ni mutilarse mutuamente. Según indican J.Parcerisa y M.Rubert de Ventòs¹³: “El metro, al igual que otros muchos sistemas generales, admite la descripción comparativa, pues se caracteriza por su disposición y su funcionamiento universal y estándar. En todo el mundo es un transporte guiado, independiente de las calles y de otros modos de transporte, y posee un canal propio, expedito, rápido y al servicio de la movilidad masiva, en ciudades que tienen o apuntan a una dimensión metropolitana”.

Los comienzos del metro fueron dificultosos en ese sentido. Las primeras técnicas constructivas que se emplearon eran las denominadas “cut and cover”, que consistían en desbrozar el terreno por el que iría el recorrido de la línea, para después tapar dicha zanja, soterrando así el metro. Esto producía cicatrices indelebles en la urbe y una serie de damnificados, que provocaban una gran conmoción social. Esta operación era beneficiosa a nivel técnico y económico, pero resultaba trágica a nivel social y urbanístico. La mejora en las técnicas de horadación del terreno con tuneladoras y la progresiva importancia en los desplazamientos, fueron los responsables del auge del metro en las ciudades occidentales, sobre todo en las europeas. El metro se soterró debido a los inconvenientes que producían los viaductos elevados, que devaluaban el área urbana aledaña y provocaba problemas de movilidad. Sin embargo, la fuerte repercusión en la expansión urbana que producía este medio de locomoción provocó que la planificación de las líneas tuviese vinculación con determinadas operaciones inmobiliarias.

Es importante indicar que, paralelamente a la creación de las redes de metro, iban apareciendo proyectos que pretendían dar una conectividad a las periferias urbanas. Para ello se crearon proyectos que enlazaban entre sí las diversas líneas de ferrocarril interurbanas. Actualmente, la creciente expansión de las ciudades ha revitalizado este tipo de sistemas, llegando en algunos casos a transportar a un número de pasajeros mayor que el propio metro. Algunas de las líneas del ferrocarril suburbano poseen frecuencias similares a las líneas de metro, y se hallan integradas tarifariamente, lo cual hace que puedan considerarse a estas líneas como complementarias de la red de metro.

Como ya se ha mencionado anteriormente, el carácter duradero del metro le confiere a los lugares inmediatamente adyacentes a las estaciones, una privilegiada posición dentro de la ciudad y se convierten en focos de concentración de servicios, equipamientos y empresas de todo tipo, creando un complejo entramado de sinergias. Hoy en día, su éxito es innegable y su expansión imparable, tanto la de las redes consolidadas, como la de los metros ex novo. Se considera actualmente al metro como el medio de transporte masivo de pasajeros, a nivel urbano, más eficiente, aunque también es el que mayor coste en inversión produce. Según indica Louis de Grange¹⁴: “Las grandes ciudades del mundo que han resuelto su problema de transporte público lo han logrado principalmente a la luz de las

siguientes dos políticas públicas: una expansión significativa de la red de Metro y trenes urbanos, y una firme regulación en el uso del automóvil. La evidencia empírica a nivel mundial ha permitido constatar que la expansión de redes de Metro genera una reducción mucho más efectiva en el uso del transporte privado que otras medidas como por ejemplo subsidiar la tarifa del transporte público. Adicionalmente, la existencia de una importante red de Metro o trenes urbanos permite aumentar notablemente la efectividad de políticas regulatorias al uso del automóvil, como tarificación vial y gravámenes específicos, entre otras, ya que los automovilistas habituales sí ven en el Metro una alternativa real de transporte, no así en los servicios de buses.”

2.1.4. Evolución histórica de la alta velocidad

La alta velocidad es un sistema ferro-viario que permite la circulación de trenes a una velocidad superior a 250 km/h, si la línea ha sido construida ex profeso, o de 200 km/h si se trata de una vía acondicionada. Se inauguró en 1.964, en Japón, con los trenes Shinkansen. Este medio ha supuesto una revolución en el ámbito ferroviario, dándole un vigoroso impulso al sector. Las estaciones de alta velocidad se sitúan o bien en zonas céntricas de la ciudad, conectada con diversos sistemas ferro-viarios en nodos multimodales o en las afueras de la ciudad, en zonas de expansión urbana. Los agentes que gestionan la totalidad de la red suelen tener discrepancias con los agentes locales que se interesan únicamente en cómo afectará la línea a su municipio. Si la estación está dentro de la ciudad, la llegada de la alta velocidad puede suponer modificaciones en el entorno urbano adyacente. Si la estación se sitúa en la periferia, el conjunto de la red se beneficia pero puede suponer un grave problema a nivel local. La alta velocidad, además, posibilita la integración entre regiones existentes entre países. Un caso notable es el de Cataluña con el Rosellón.

Por otra parte, la relación entre las diferentes administraciones estatales, provinciales y locales han sido clave para facilitar la implantación de la alta velocidad, ya que las plusvalías generadas por los terrenos liberados que se usan para viviendas o para actividades terciarias, son motivo de negociación y discusión. Las operaciones inmobiliarias se justifican, alegando que se autofinancian, pero esos cálculos no tienen en cuenta la densificación y el alto precio de las oficinas y viviendas edificadas. Un fenómeno similar ocurrió en España en los años 60 y 70 con el tranvía.

En algunos casos la liberación del terreno que ocupaban las antiguas estaciones sirvió para facilitar la creación de avenidas, parques y espacios libres o edificios institucionales, que reurbanizaron áreas urbanas degradadas¹⁵.

El AVE tiene una fuerte significación simbólica para España. España ha estado durante más de 150 años aislada del resto de sistemas ferroviarios europeos, debido a la creación del ancho de vía ibérico de 1.668 mm (ancho de vía sugerido por el ingeniero Juan Subercase en 1.844) que es de tamaño superior al ancho de vía europeo de 1.435 mm. Las razones para la implantación de este ancho de vía diferenciado indicaban que había mayor seguridad y rapidez en un convoy que circulase por una vía más ancha, aunque subrepticamente se especuló que pudo ser una maniobra del gobierno para impedir una nueva invasión francesa. Con la conexión de la alta velocidad ferroviaria con el sistema de alta velocidad francés, España volverá a estar vertebrada con Europa por ferrocarril. España tiene en proyecto la construcción de 2.300 kilómetros de AVE, cuatro veces más que Japón y ocho veces más que Francia. El balance de la inversión del AVE resulta deficitario y es poco probable que puedan amortizarse dichas inversiones en el corto plazo. Según diversas fuentes el AVE Madrid-Sevilla posee 14.000 pasajeros/km y el AVE Madrid-Barcelona posee 9.000 pasajeros/km. Sin embargo el trayecto París-Lyon posee 59.000 pasajeros/km, el trayecto Colonia-Francfort posee 51.000 pasajeros/km y el trayecto Tokio-Osaka posee 235.000 pasajeros/km. Se precisa de entre 6.5 y 8 millones de pasajeros al año para hacer viable un recorrido en alta velocidad y ninguno de los trayectos españoles cumple con ese requisito. Además, los estudios indican que no ha habido alteraciones significativas en el número de habitantes, viviendas o industrias en las poblaciones que poseen estación de AVE. Únicamente el turismo en Córdoba y Sevilla se vio favorecido los primeros años. El transporte de mercancías tampoco ha sido afectado. España posee una media de 3.8 por ciento de mercancías transportadas por ferrocarril mientras que Alemania tiene un 22 por ciento y la UE un 18 por ciento. El AVE solo transporta pasajeros. Si fuese un sistema de transporte mixto (pasajeros y mercancías) la velocidad máxima se reduciría a, entre 180 y 250 km (velocidad alta). España ha invertido 46.000 millones de euros en infraestructuras de alta velocidad en los últimos 20 años, que sin duda lastrarán la deuda pública española, según indica Luís Gómez¹⁶.

2.1.5. Evolución histórica del funicular

Este sistema ferroviario de mediados del siglo XIX (el primer funicular se inauguró en Lyon en 1.862) se aproxima más al ascensor que a un verdadero ferrocarril. Su uso se limita a fuertes pendientes donde un sistema de poleas accionadas por un motor eleva o descende las cabinas donde son transportados los viajeros. Su uso está bastante extendido por su funcionalidad, su capacidad de transporte, la gran seguridad que ofrece este servicio y su buen funcionamiento, tanto en zonas urbanas como rurales.

2.1.6. Evolución histórica del monorraíl

Es una variante del metro de un solo rail proyectado en viaducto sobre o suspendido de él (el primer monorraíl suspendido se inauguró en 1.901 en Wuppertaler Schwebebahn, aunque existían monorraíles no suspendidos desde finales del siglo XIX). Suelen ser de menor tamaño que un metro convencional, lo cual provoca menor impacto visual, aunque, por otra parte, al transportar menor número de pasajeros por vagón y trayecto, se encarece el billete del viaje. Destaca por el escaso impacto sonoro que produce, así como por su versatilidad para ascender y descender por pendientes mayores que las soportadas por el metro convencional y ligero. Son sistemas de transporte altamente seguros, aunque en el hipotético caso de una emergencia, la evacuación de los pasajeros está muy condicionada y el acceso a los vagones suele presentar dificultades para las personas con problemas de movilidad. Una variante del monorraíl es el Maglev (inaugurado en 1.979 en Hamburgo) o tren de levitación magnética que, debido a que no posee rozamiento con la vía, puede llegar a alcanzar los 500 km/h y soportar fuertes deceleraciones a velocidades elevadas, debido a la gran estabilidad del sistema. Actualmente se está experimentando en la construcción de ferrocarriles Maglev que funcionan en el vacío, eliminando así el rozamiento del viento y que puede llegar a alcanzar los 6.400 km/h, lo cual podría suponer una auténtica revolución en el ámbito transportístico.

2.1.7. Evolución histórica de los sistemas ferro-viarios mixtos

En redes ferro-viarias complejas, no es extraño encontrarnos con que una misma vía es usada por servicios de metro, de metro ligero y de ferrocarril suburbano. La miscelánea de posibilidades que ofrece un mismo trayecto hace dificultosa la tarea de determinar qué tipo de sistema estamos usando. Un ejemplo de lo dicho es el tren-tram, que es una hibridación entre tren y tranvía, es decir, una línea ferroviaria que actúa como un tren de cercanías en el área interurbana para, en el momento de atravesar un núcleo urbano, comportarse como una típica línea de tranvía o metro ligero.

2.2. DISTRIBUCIÓN Y CRONOLOGÍA DE LOS SISTEMAS FERRO-VIARIOS EN LA ACTUALIDAD

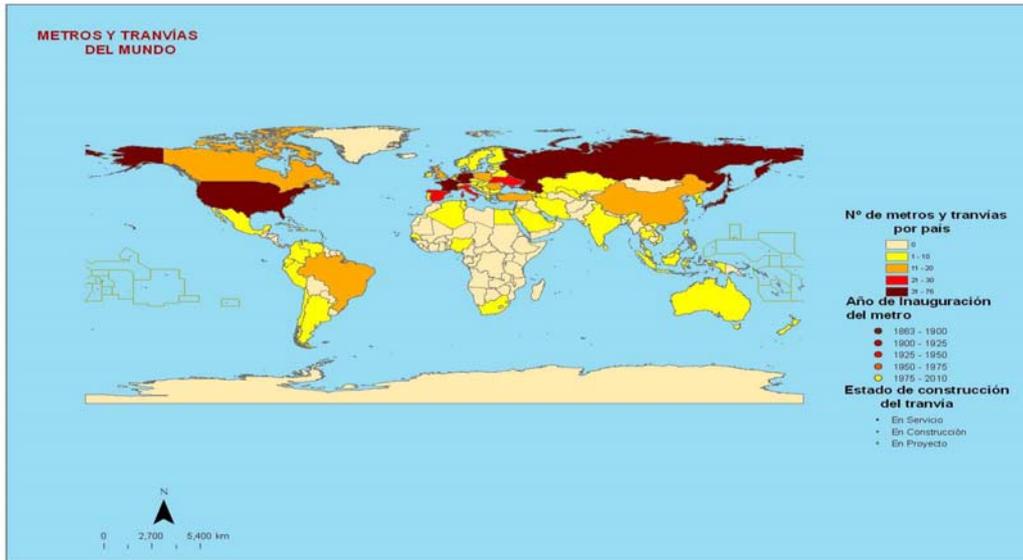
En la actualidad, existen 169 metros en el mundo y 483 tranvías y metros ligeros (ver figuras A2, A3 y A4 del volumen II de anexos y figuras 2.1, 2.2 y 2.3). Esta acuciante diferencia es debida a diversos factores, entre los que se incluyen el elevado costo de implantación que requiere la red de metro, respecto a otros medios ferro-viarios y a la necesidad de una determinada densidad de población en un espacio urbano que justifique la implantación del metro. El tranvía y el metro ligero suponen una alternativa ferro-viaria más flexible, debido al relativo bajo costo de su implantación. Son unas opciones mucho más realistas y viables en ciudades medias, las cuales son mucho más numerosas que las ciudades grandes (superiores a 1 millón de habitantes). El tranvía y el metro ligero suelen ser medios de transporte de masas complementarios de otros medios, como el ferrocarril o el metro, en ciudades de gran cantidad de población.

2.2.1. Distribución y cronología de los sistemas ferro-viarios urbanos en el mundo

A pesar de que la historia del metro se remonta casi 150 años atrás, en 1.863 (cuando se inaugura el metro de Londres) , su desarrollo ha sido irregular, en cuanto a sus pautas de distribución en el mundo. Apenas una quinta parte del total de metros del mundo se construyeron antes de 1.950. Entre 1.950 y 1.975 se construyeron una cuarta parte más y, a partir de 1.975, se crearon las dos terceras partes de sistemas de metro en el mundo.

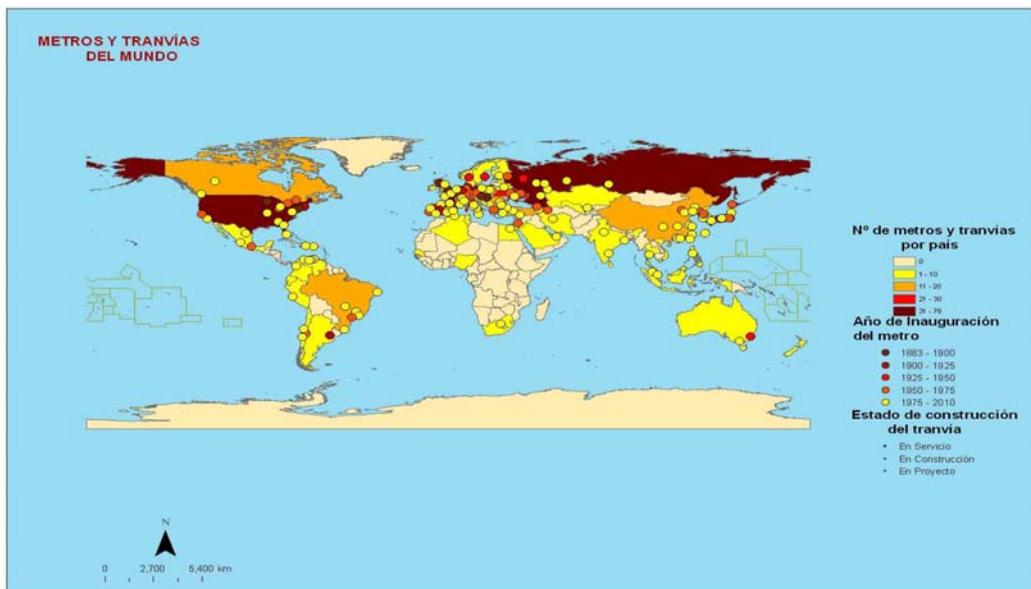
Si el análisis se realiza por continentes, es Europa la que posee un mayor número de metros y tranvías del globo, con la mitad de redes aproximadamente, mientras América y Asia Oriental se reparten la otra mitad. Oceanía y África son meramente residuales en este análisis.

Figura 2.1. Metros y tranvías del mundo.



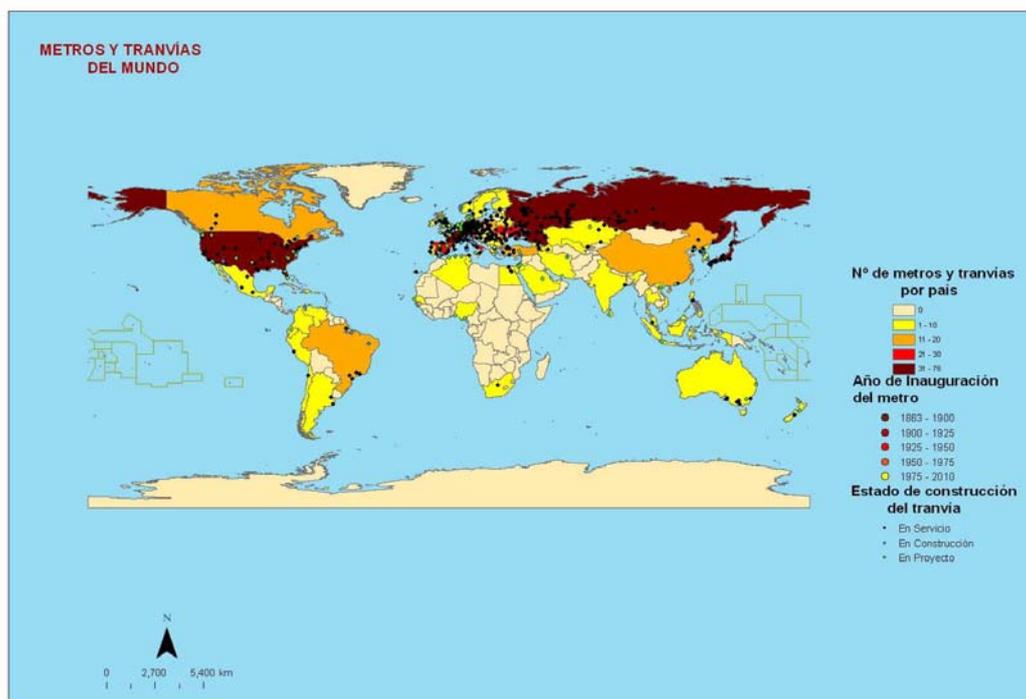
Fuente: elaboración propia a partir de T.M.B, A.T.M, F.G.C y RENFE. Corresponde con la figura A2 del volumen II de anexos.

Figura 2.2. Metros del mundo.



Fuente: elaboración propia a partir de T.M.B, A.T.M, F.G.C y RENFE. Corresponde con la figura A3 del volumen II de anexos.

Figura 2.3. Tranvías del mundo.



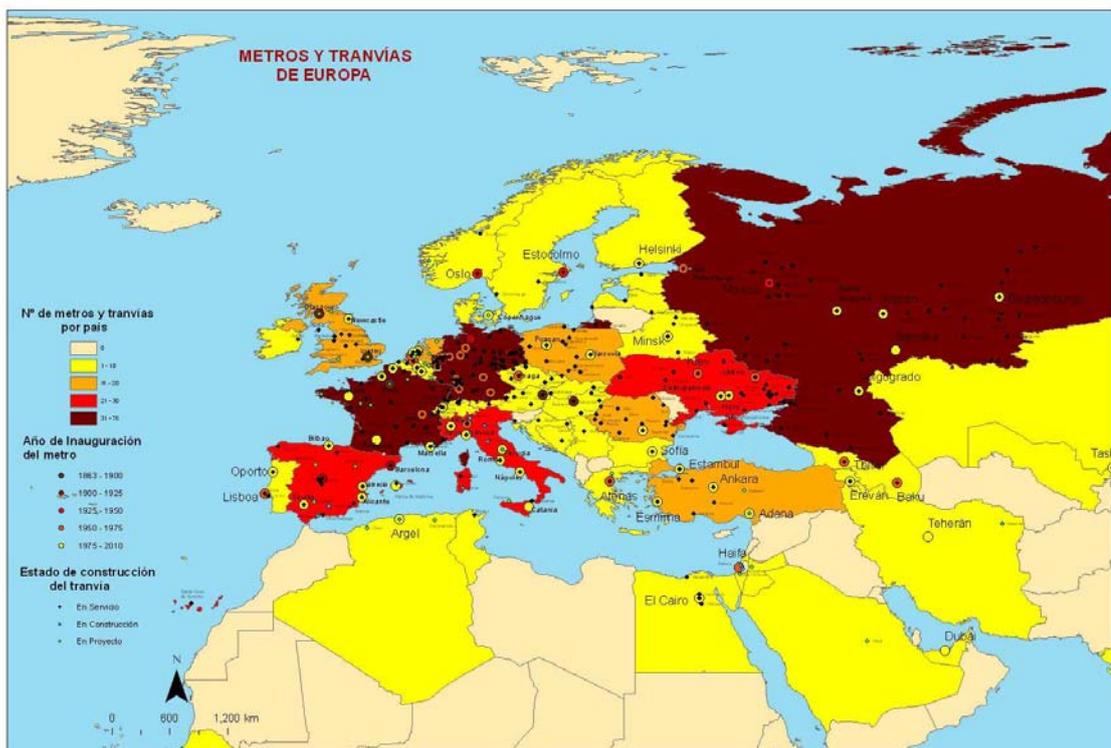
Fuente: elaboración propia a partir de T.M.B, A.T.M, F.G.C y RENFE. Corresponde con la figura A4 del volumen II de anexos.

En un análisis más pormenorizado podemos concretar que Europa presenta un nivel de desarrollo espléndido en este sentido y han sido varias las razones que han posibilitado semejante expansión; En parte se trata de un fenómeno histórico, al ser en Europa donde se gestó el ferrocarril urbano. Hasta la 2ª Guerra Mundial, las mayores ciudades del planeta se aglomeraban predominantemente en Europa y EEUU, y era en Europa donde esas ciudades tenían una mayor densidad y de población. Este hecho favoreció la creación de redes de metro en sus urbes, puesto que un elevado nivel de densidad de población es, justamente, uno de los factores que permiten la viabilidad funcional y económica del sistema metro. Por otra parte, EEUU contaba con grandes ciudades que poseían una baja densidad de población y, por ello, el transporte rodado era el principal elemento de desplazamiento de la clase trabajadora. Un tipo de medio que se generalizó de forma mucho más prominente y de forma más temprana que en Europa. En este continente destacan Francia, Rusia y sobre todo Alemania en cuanto al número de metros y tranvías instalados (ver figura A5 del volumen II de anexos y figura 2.4). Después de París y Lyon, Francia ha impulsado la definitiva configuración de las redes

de metro en sus ciudades, en los últimos 25 años, período en donde núcleos como Marsella, Rennes, Toulouse o Lille, han podido disponer de dicho medio. La red de metros ligeros proyectada en el país es aún mayor y abarca un considerable número de ciudades medianas, en torno a la docena de ellas. Incluso París, al igual que Londres, a pesar de poseer amplias redes de metro ligero, pretenden crear nuevas tramas en sus capitales. Rusia, por su parte, implantó el metro en Moscú y San Petersburgo en la 1ª mitad del siglo XX. Más tarde, en el último cuarto del siglo XX, se implantó el metro en ciudades medias como Novosibirsk, Kazan o Volgogrado. Sin embargo, en Rusia, el desarrollo del tranvía fue muy prominente. Ocurrió de igual manera en los actuales países que conformaban la antigua URSS y, de forma muy destacada, en Ucrania. También destacan, en este sentido, otros países de la antigua órbita soviética, como Polonia y Rumania. No es de extrañar que el tranvía poseyese tal implantación en los países comunistas, ya que era un medio eficaz de desplazamiento de trabajadores, que tenía unos costos de implantación y gestión relativamente asequibles, y que poseía una gran facilidad de integración en ciudades medias y grandes. Alemania, por su parte, simboliza un ejemplo de éxito a nivel mundial sin precedentes, en cuanto a los sistemas ferro-viarios se refiere. Posee medio centenar de tranvías y 16 sistemas de metro y, aunque su implantación fue tardía respecto de otros países como Inglaterra o Francia, su desarrollo fue imparable, especialmente en la década de los años setenta del siglo XX. Como ejemplo, puede decirse que, en la desarrollada cuenca del Rin, en la región del Ruhr, se implantaron ocho redes de metro en diversas ciudades, en apenas una década (Bielefeld, Dortmund, Essen, Bochum, Duisburg, Dusseldorf, Colonia y Bonn). Por otra parte, la versatilidad y posibilidad de modificación del trazado del tranvía, permitía maniobrabilidad en la toma de decisiones relativas al posicionamiento y control de los polos de desarrollo industrial, lo cual, unido a su fácil implantación y bajo costo, lo convirtió en un medio de transporte perfecto, en la tupida red de ciudades medias y grandes de Alemania. Este país posee una miscelánea de medios de locomoción abrumadora y la separación física y tecnológica entre un metro y un metro ligero o un tranvía en ocasiones resulta difusa. Algunos medios innovadores como el tren magnético o “*maglev*”, se vieron prontamente introducidos en este país industrial. Reino Unido destaca, quizá, por poseer pocos pero paradigmáticos sistemas de metro, empezando por el de Londres, el primero, el más grande, hasta hace poco tiempo, y el que mayor repercusión ha tenido en el imaginario popular, a nivel mundial. El hecho de ser un país anglosajón y de poseer grandes áreas urbanas dispersas, ha posibilitado la

creación de redes ferroviarias más próximas al Tren-Tram que al metro, ya que la superficie que abarcan dichos sistemas ferroviarios son de carácter regional, que sobrepasa los límites del espacio urbano convencional. En este sentido, se podría hablar de un desarrollo ferroviario ligado a un crecimiento urbano desmesurado. Se podría decir incluso que existe un sistema urbano que engulle a Inglaterra, con límites difusos e interacciones constantes. Del resto de Europa, destacan España e Italia por su impulso, relativamente reciente, del metro en diversas ciudades (exceptuando a las grandes ciudades como Madrid, Barcelona o Milán) y, sobre todo, por su impulso hacia el metro ligero. Por último, es necesario hacer mención a los pequeños estados del centro de Europa, como Hungría o Austria que, ya en sus inicios, apostaron por el metro como un medio de transporte innovador y de futuro. Sus capitales Viena y Budapest crearon unas redes de metro ,antecesoras, incluso, a la de París.

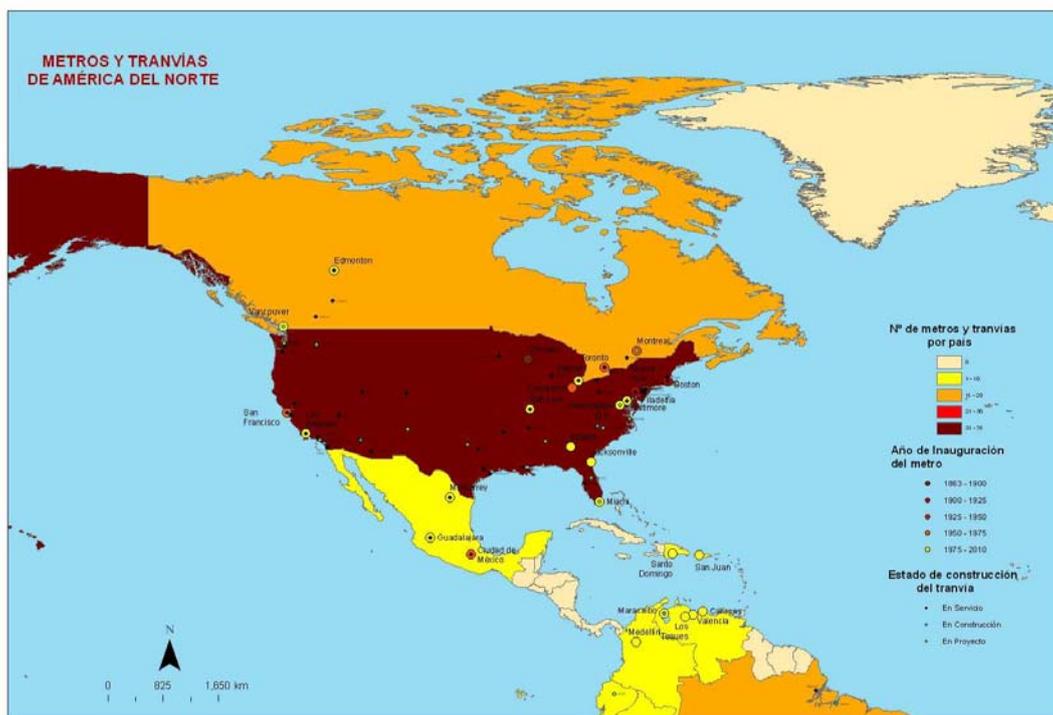
Figura 2.4. Metros y tranvías de Europa.



Fuente: elaboración propia a partir de T.M.B, A.T.M, F.G.C y RENFE. Corresponde con la figura A5 del volumen II de anexos.

En América del Norte (ver figura A6 del volumen II de anexos y la figura 2.5) el metro se plasmó en las pioneras redes de Nueva York , Chicago, Boston y Filadelfia. Sin embargo, la explosión automovilística y el auge y expansión urbanística anglosajona frenaron en seco el potencial del ferrocarril urbano en este país. Dispersión urbana, escasez de políticas públicas de transporte y la preponderancia del automóvil, explican este hecho. Sin embargo, en el último cuarto del siglo veinte, se potenciaron la creación de pequeños entramados ferro-viarios en los centros de las grandes ciudades americanas, de Miami a Los Ángeles (cuyo metro es equivalente en longitud al metro de Bilbao y a una quinta parte del de Barcelona, pese a tener un área urbana del orden de los 15 millones de habitantes), y, de igual manera, se produjo un auge del metro ligero en buena parte de las ciudades medias de EEUU.

Figura 2.5. Metros y tranvías de América del Norte.

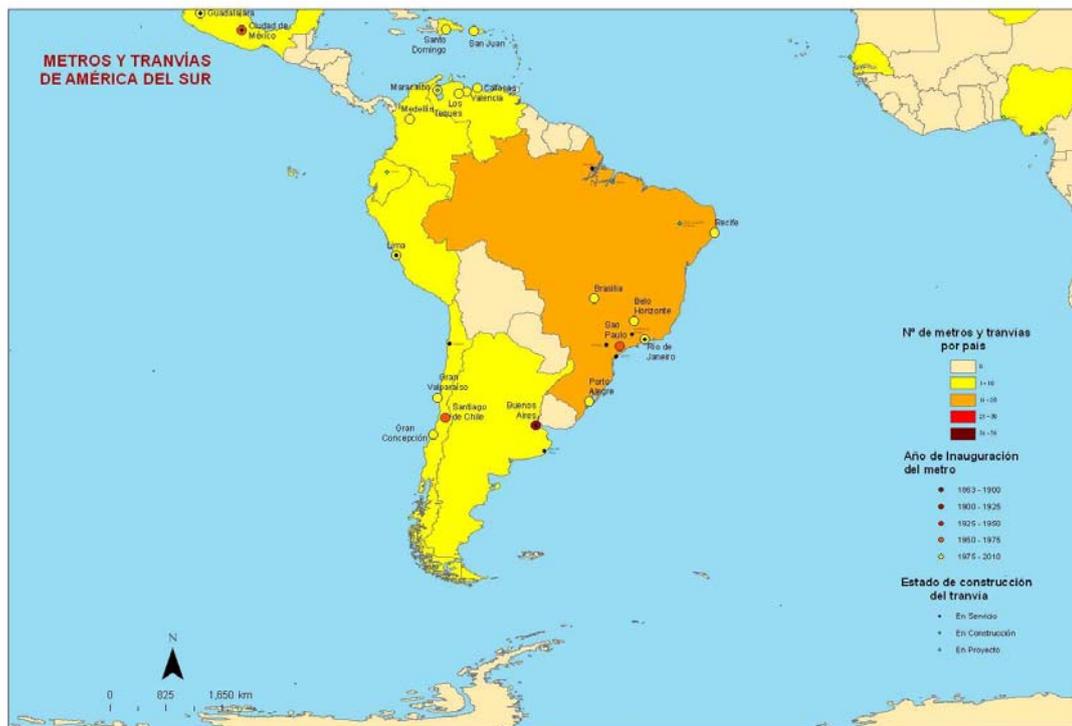


Fuente: elaboración propia a partir de T.M.B, A.T.M, F.G.C y RENFE. Corresponde con la figura A6 del volumen II de anexos.

Los países iberoamericanos (ver figura A7 del volumen II de anexos y figura 2.6) comienzan a impulsar la creación de metros y metros ligeros en sus principales ciudades. Países como Argentina, Brasil, Chile, México o Venezuela comprobaron cómo sus economías comenzaron a emerger con fuerza. En este contexto, la necesidad

de un sistema potente de desplazamiento urbano, es vital para un correcto desarrollo industrial y económico. El hecho de poseer grandes contingentes de población obrera con medios económicos limitados, facilita la implantación de un medio de transporte de masas. Destaca, entre todos, el metro de Buenos Aires, uno de los primeros del mundo y el primero en el mundo hispano, aunque, lamentablemente, en la segunda mitad del siglo XX, su desarrollo se truncó.

Figura 2.6. Metros y tranvías de América del Sur.

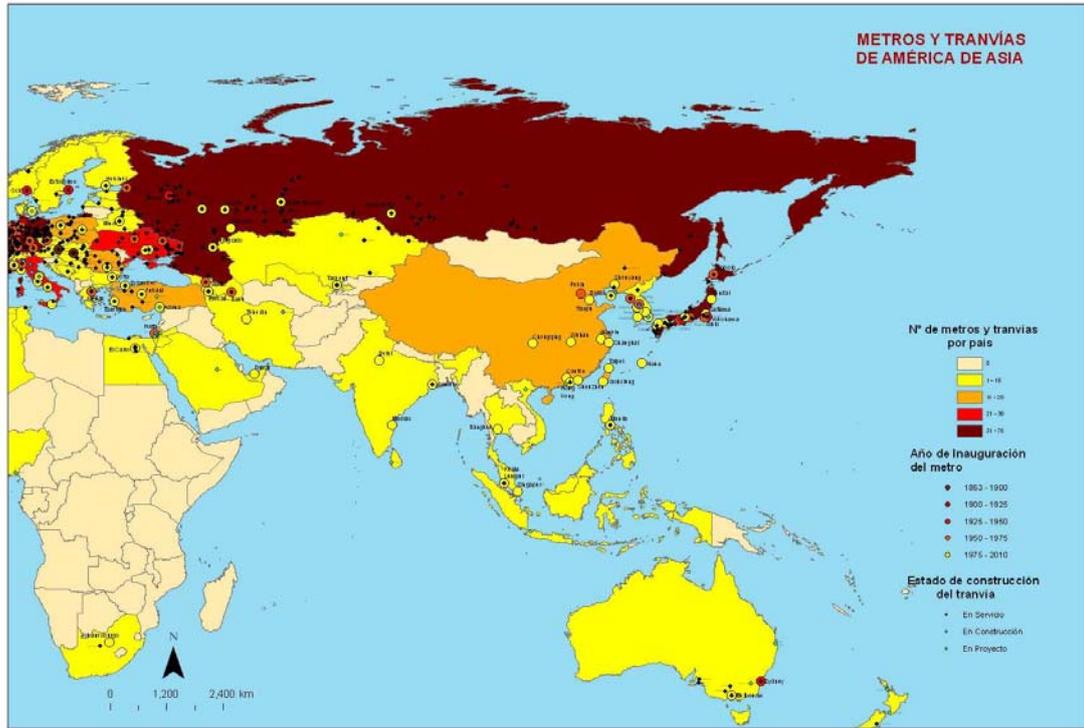


Fuente: elaboración propia a partir de T.M.B, A.T.M, F.G.C y RENFE. Corresponde con la figura A7 del volumen II de anexos.

En Asia (ver figura A8 del volumen II de anexos y figura 2.7) destaca Japón, que posee uno de los mayores nudos ferro-viarios del mundo. Corea del Sur y las ciudades costeras o próximas a la costa de China, presentan un desarrollo reciente y vertiginoso, síntoma del despegue de los dragones asiáticos y la prominencia económica de este continente en la actualidad y en el futuro inmediato. El resto de Asia no posee una significativa red ferro-viaria urbana a excepción de Turquía, sin duda debido a su cercanía con Europa y a su modelo de desarrollo económico y urbano. India, pese a

tener un desarrollo económico muy notable, no destaca especialmente, en cuanto a la implantación de sistemas ferro-viarios urbanos.

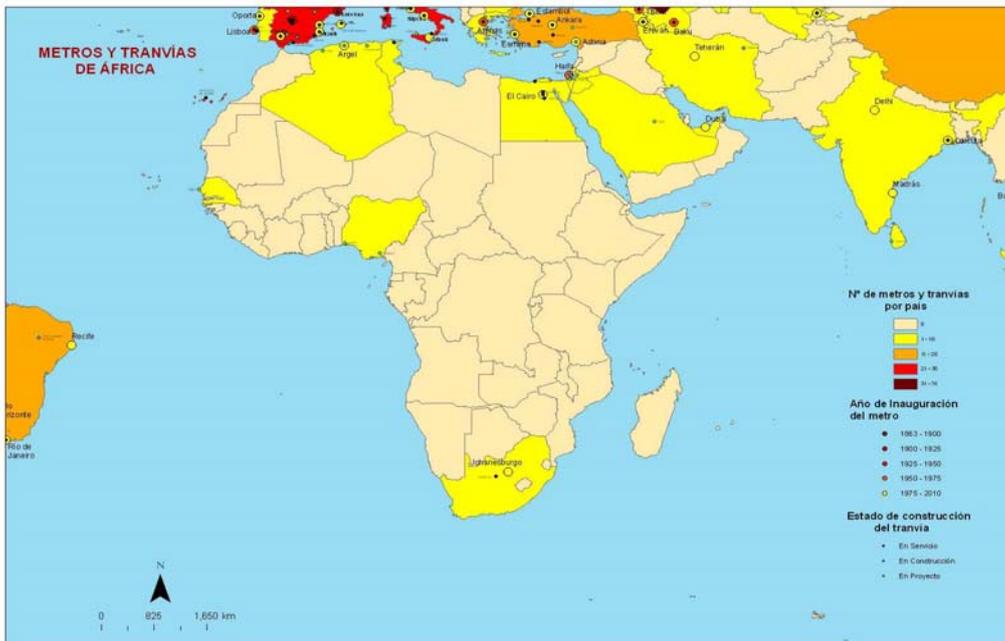
Figura 2.7. Metros y tranvías de Asia.



Fuente: elaboración propia a partir de T.M.B, A.T.M, F.G.C y RENFE. Corresponde con la figura A8 del volumen II de anexos.

Oceanía y África poseen metros cuya implantación ha sido muy reciente. En África (ver figura A9 del volumen II de anexos y figura 2.8) existen redes ferro-viarias en los países del norte y del sur (Sudáfrica , Egipto, Argelia y Túnez). Estas redes ferro-viarias son escasas y están circunscritas a unas pocas ciudades. En Oceanía (ver figura A10 del volumen II de anexos y figura 2.9) están implantadas, básicamente, en las grandes ciudades australianas.

Figura 2.8. Metros y tranvías de África.



Fuente: elaboración propia a partir de T.M.B, A.T.M, F.G.C y RENFE. Corresponde con la figura A9 del volumen II de anexos.

Figura 2.9. Metros y tranvías de Oceanía.



Fuente: elaboración propia a partir de T.M.B, A.T.M, F.G.C y RENFE. Corresponde con la figura A10 del volumen II de anexos.

Según Parcerisa y Rubert de Ventòs¹⁷, los metros europeos, norteamericanos y canadienses poseen unos 20 millones de pasajeros por km de línea, en contraposición a los metros asiáticos y latinoamericanos, que poseen entre 60 y 70 millones de pasajeros por km de línea. Los metros pertenecientes a las ciudades de la antigua URSS poseen una media de 90 millones de pasajeros por km de línea.

2.2.2. Distribución y cronología de los sistemas ferro-viarios urbanos en España

En el caso de España (ver figura A1 del volumen II de anexos y figura 2.10), el metro se halla presente en Madrid, Barcelona, Valencia, Bilbao, Sevilla, Alicante y Palma de Mallorca. Excepto las dos últimas ciudades, el resto son grandes metrópolis de 1 millón de habitantes o más que poseen una gran concentración laboral y que, por tanto, pueden justificar la implantación de un sistema metro. La red de metro ligero es muy reciente y se circunscribe a algunas de las ciudades antes citadas y a otras como Vitoria o Murcia que, sin embargo, representan una excepción, más que una norma. Se puede contemplar un deseo relativamente reciente de promocionar el metro en las ciudades de mayor envergadura de España. Palma de Mallorca o Sevilla son dos de los ejemplos más recientes, a los que quizá se sumarán en un futuro, Málaga, Granada, Gijón, así como una muy dudosa propuesta santanderina. El metro ligero por su parte tiene mayores visos de florecer tanto en las ciudades anteriormente citadas como en la mayoría de ciudades medias de la península. Sin embargo y, pese a este deseo presente en varias iniciativas que pretenden impulsar este tipo de transporte, es posible que no puedan llegar a concretarse, debido a la actual crisis económica.

Figura 2.10. Metros y tranvías de España.



Fuente: elaboración propia a partir de T.M.B, A.T.M, F.G.C y RENFE. Corresponde con la figura A1 del volumen II de anexos.

2.3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y FINANCIERAS DE LOS SISTEMAS FERRO-VIARIOS URBANOS

Este capítulo versa sobre las diferentes características técnicas de los diversos sistemas ferro-viarios y realiza una comparativa entre ellos. A nivel financiero también se realiza un análisis sobre los costes y beneficios que implica la implantación de cada uno de los sistemas ferro-viarios.

2.3.1. Características técnicas de los sistemas ferro-viarios urbanos

A mediados del XIX, la mayoría de ciudades no tenía mas de 10 km de diámetro y era fácilmente transitable a pie (4 km/h). Gracias a los caballos, la velocidad de

desplazamiento aumentó a 7-15 km/h. También la bicicleta aumentó la velocidad de desplazamiento, hasta los 15 km/h. Con la llegada de los ferrocarriles en el siglo XIX, la velocidad aumentó muy considerablemente, lo que permitió la aparición de nuevas zonas residenciales en las inmediaciones de las líneas ferroviarias. Al principio, dichas líneas ferroviarias crearon caos congestivo, al no haberse hecho estudios previos de movilidad. El metro subterráneo soluciona la congestión pero requiere de grandes inversiones de capital. Sin embargo, el transporte más caro e infrautilizado es el coche, excepto cuando el volumen de tráfico se considera que es bajo. La tendencia actual apunta a que hay una reducción de la ampliación de las redes de metro existentes a favor de la introducción de sistemas ferro-viarios suburbanos que están diseñados para el recorrido de largas distancias a mayor velocidad y con una separación entre estaciones mayor. En las ciudades más antiguas que ya poseen metro, se priman los ferrocarriles de cercanías, mientras que en las ciudades que no tienen metro, se suele primar a éste, a la hora de implantar un sistema ferro-viario urbano.

Las diferencias entre los diversos tipos de ferrocarril urbano no están perfectamente delimitadas. La mayoría de ellas están determinadas teniendo en cuenta la capacidad de pasajeros que puede transportar cada medio. Según M. Melis Maynar y F.J.González Fernández¹⁸, la mayoría de los ferrocarriles urbanos basan sus sistemas de explotación en líneas o recorridos de gran densidad de población. Eso obliga a distancias cortas entre estaciones y a que los sistemas ferro-viarios tengan sistemas de aceleración y deceleración grandes, de 1 o 1,2 m/s². Estos intervalos temporales y kilométricos reducidos, conllevan la necesidad de un gran control de tráfico y el uso de sistemas de señalización, protección y conducción muy fiables y versátiles, que permitan grandes capacidades de transporte seguras en las líneas servidas.

El metro pesado o convencional es el que posee mayor capacidad de transporte, ya que puede llegar a una capacidad de hasta 80.000 pasajeros por sentido de la línea, frente a los 40.000 del metro ligero y a los 15.000 del tranvía (cuadro 2.1). Para acoger a tal cantidad de pasajeros, el metro pesado posee vagones más grandes y en mayor número que el resto de sistemas ferro-viarios urbanos; Puede llegar a tener hasta 10 vagones, que pueden llegar a medir hasta 150 metros cada uno y con una capacidad de casi 300 pasajeros cada uno. Ante estas cifras, palidecen los 2-3 vagones del tranvía y el metro ligero, cuyo tamaño es significativamente menor (30 metros el tranvía y 45 el metro

ligero como máximo) y que poseen una capacidad de transporte más reducida (180 pasajeros por vagón el tranvía y 250 el metro ligero). Estas acuciantes diferencias relacionadas con la capacidad de transporte, tienen asociada otra clase de características relativas al ámbito espacial de cada medio de locomoción. El metro convencional tiene una vocación claramente metropolitana y se halla presente en ciudades medias y grandes, cubriendo eficazmente la totalidad del área. En ciudades de mayor peso demográfico o de una extensión urbana considerable, el metro ha de complementarse con los sistemas ferro-viarios suburbanos o regionales para poder servir a todo el conjunto. El metro ligero y el tranvía son sistemas aptos y convenientes en ciudades o áreas urbanas medias y son complementarias al metro convencional en áreas urbanas de menor densidad o periféricas. Esta marcada diferencia de ámbitos provoca, a su vez, que la distancia entre estaciones sea mayor en el metro convencional (hasta 2.000 metros siendo lo habitual 500), por abarcar un territorio mayor que el metro ligero (350-1.500 m entre estaciones) y el tranvía (250-1.200 m entre estaciones). Por regla general, dos estaciones de metro se encuentran separadas alrededor de 700 metros (poseyendo unos radios de 250 metros excepto en determinados lugares como los túneles de conexión o maniobras en las que se puede llegar a los 100 metros). Por el contrario, los ferrocarriles suburbanos pueden tener una separación entre estaciones de 2-3 e incluso 5 km, debido a que en la periferia existe una menor densidad poblacional. Es importante resaltar que el metro convencional posee una característica única, al tener el 100 por ciento de su infraestructura totalmente independiente del resto de sistemas de transporte. Este hecho convierte a este medio en un canal de transporte muy eficaz y preciso, de alta regularidad de trayectos y con una velocidad más elevada que el resto de sistemas ferro-viarios urbanos (llegando a alcanzar los 110 km / h) , al no tener que prestar atención a las coyunturas propias del tráfico en superficie (cuadro 2.1).

El tranvía, en este sentido, simboliza su lado opuesto, siendo apenas independiente del resto de medios de transporte que circulan en su entorno (un máximo de un 40 por ciento de infraestructura independiente), y teniendo, además, una baja regularidad de transporte y una velocidad máxima moderada (70 km/ h). Un punto intermedio lo supone el metro ligero, que se aproxima más al metro convencional que al tranvía; Con una regularidad de transporte alta, una velocidad máxima elevada (90 km/h) y una infraestructura prácticamente independiente (hasta un 90 por ciento), constituye un híbrido perfecto entre la capacidad y velocidad de transporte del metro y la versatilidad

y bajo coste económico del tranvía. Las características técnicas del metro ligero, un medio de transporte en auge, son bastante reseñables. El metro ligero²⁰ posee un 100 por ciento de accesibilidad para los minusválidos debido a que posee una plataforma baja. La seguridad en el metro ligero es máxima al disponer de frenado eléctrico y mecánico, así como sistemas de vigilancia. Las vibraciones o el ruido (65 a 68 dBA en el espacio interior y 75 a 78 dBA en el exterior) son muy bajos. La luminosidad es otro factor positivo del metro ligero, que se adecúa correctamente al entorno circundante, de forma respetuosa con el medio, ya que el metro ligero funciona con electricidad. El metro ligero posee una amplitud de frecuencias que van desde 1,5-3 minutos en hora punta, hasta 5-15 minutos en hora valle. Por último, es importante reseñar que su velocidad comercial es de 20 km/h, siempre y cuando tenga un 40 por ciento de plataforma reservada y de 40 km/h si tiene un 90 por ciento de plataforma reservada.

Por otra parte, hay que señalar que también existen diferencias entre los sistemas ferroviarios exclusivamente urbanos (metro convencional y ligero y tranvía) y el ferrocarril, tanto los suburbanos o regionales, como los de largo recorrido que poseen incidencia en el ámbito urbano. Al estar en zona urbana, las cajas de los metros, metros ligeros y tranvías deben ser menores que las de un ferrocarril convencional, pero para las grandes aceleraciones se precisa de un motor potente, lo cual obliga a tener una composición estructural diferente de la del ferrocarril convencional. En el ferrocarril convencional existe una estructura basada en una locomotora que remolca una serie de vehículos, al contrario de lo que sucede en el metro, metro ligero y tranvía, cuya estructura está compuesta por varios elementos motorizados que arrastran a los remolques, con una composición completamente diferente. Otra diferencia existente entre los diferentes sistemas ferro-viarios es el hecho de que los ferrocarriles convencionales utilizan una corriente continua muy superior a los sistemas ferro-viarios urbanos. El ferrocarril tiene una corriente continua de 15.000-20.000 o 50.000 v en alterna y 3.000 en continua, respecto a los 600 - 1500 v en continua de los sistemas ferro-viarios urbanos; Eso implica un diseño muy peculiar tanto de las instalaciones fijas, como del material móvil (cuadro 2.1). Otro aspecto de vital importancia es el grado de accesibilidad de los medios ferro-viarios. El grado de accesibilidad a las estaciones se relaciona directamente con la mayor o menor comodidad que presenta el recorrido de los usuarios, desde el punto de origen de su viaje, hasta alcanzar los andenes. La mejora de la accesibilidad supone incrementar la calidad del servicio,

convirtiendo al medio de transporte en un sistema más competitivo. Entre 300 y 600 metros, alrededor de la estación, supone, para el viandante, entre cuatro y ocho minutos de recorrido a pie. Los recorridos horizontales en superficie son asumibles, pero los verticales hasta llegar al andén han de ser lo más cortos, en tiempo, posibles, ya que éste es un factor disuasivo. Debido a ello, es conveniente que las estaciones se sitúen lo más cerca posible de la superficie. Por otra parte, la profundidad de los trazados de una nueva línea tiene una serie de impedimentos topográficos y geotécnicos y se ve limitada por la presencia de cimientos y otras infraestructuras y redes suburbanas de abastecimiento. Por ello, es preferible construir una nueva línea a gran profundidad, aunque eso aumente el costo y la accesibilidad al andén sea peor¹⁹.

El cuadro 2.2 amplía el grado de variables respecto al cuadro 2.1. Así, se puede observar cómo el tranvía posee, de media, de uno a tres vagones, el metro convencional de uno a diez vagones y el metro ligero de uno a cuatro vagones. La profundidad de las estaciones suele ser baja en el metro ligero y altas en el metro convencional. En cuanto al control de acceso de los usuarios en las estaciones, no existe ninguno, excepto en el metro convencional que es completo y en el metro ligero que puede ser total o no serlo en absoluto. En cuanto a la red y al área cubierta, hay que decir, que suele ser dispersa y con buena cobertura, excepto en el metro convencional, que es radial y con buena cobertura, predominantemente. La longitud media de viaje es media o larga para todos los sistemas, excepto para el tranvía y el autobús convencional, que suele ser corta o media. En cuanto a la interrelación con otros modos de transporte, la mayoría posee estacionamientos de disuasión alimentados por autobuses, excepto el tranvía y el metro convencional, que pueden alimentar otros modos de mayor capacidad.

Por último, es importante reseñar las características técnicas de otras infraestructuras²¹, como pueden ser los intercambiadores de transporte. Éstos deben tener una distribución clara, una señalización simple y es conveniente que hayan tickets multimodales y multiviaje enmarcados en un sistema tarifario integrado. La presencia de escaleras mecánicas en desniveles superiores a cuatro metros resulta fundamental, así como las escaleras convencionales, cuya anchura debe ser, al menos, la mitad de los pasillos. Como resulta una prioridad la minimización de las distancias, es conveniente implantar sistemas hectométricos de transporte, así como paneles de información electrónica para dar información a los pasajeros.

Cuadro 2.1. Criterios generales de explotación en tranvías, metros ligeros y pesados.

	Autobús convencional	Autobús electrificado	Tranvía	Metro Ligero	Metro pesado o convencional
Composición mínima de la unidad (coches)	1	1	1-2	2-3	2-10
Longitud de cada unidad (m)	8-12	8-12	16-30	25-45	32-150
Asientos por coche	30-80	30-80	22-40	25-80	32-84
Plazas totales por coche	40-120	40-120	100-180	110-250	140-280
Infraestructura independiente %	0	40-90	0-40	40-90	100
Control del vehículo	Manual/Visual	Manual/Visual/Señales	Manual/Visual/Señales	Manual/Señales ATC	Señales ATC
Control de billetes (peaje)	En el vehículo	En el vehículo	En el vehículo	En el vehículo o estación	En estación
Toma de corriente	Ninguna	Aérea	Aérea	Aérea	Aérea/tercer carril
Velocidad máxima km/h	40-80	60-100	50-70	60-90	70-110
Regularidad	Baja/Media	Media/Alta	Baja	Alta	Muy Alta
Separación estaciones (m)	250-1200	250-1200	250-1200	350-1500	500-2000
Capacidad por sentido	2400-8000	4000-10000	4000-15000	6000-40000	20000-80000

Fuente: MELIS MAYNAR, M., GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, F.J. *Ferrocarriles metropolitanos: tranvías, metros ligeros y metros convencionales*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, D.L.: Madrid. 2002. 458 pp. [ISBN: 8438002153]. Pag. 39.

Cuadro 2.2. Características técnicas, operativas y del sistema de los modos de transporte público urbano.

	Tranvia	Autobús Convencional	Autobús con camino propio/guionado	Metro Ligero	Transporte guiado automático	Metro convencional
Características del vehículo-unidad						
Composición mínima de la unidad	1	1	1	1 (4 ejes)	De 1 a 2	De 1 a 3
Composición máxima de la unidad	3	1	1	2-4 (6-8 ejes)	De 2 a 4	De 4 a 10
Longitud del vehículo (m)	14-23	Entre 8 y 12	Entre 8 y 12	14-30	De 12 a 30	15-23
Capacidad del vehículo (asientos por vehículo)	22-40	30-80	30-80	25-80	De 20 a 50	32-84
Capacidad del vehículo (Plazas totales por vehículo)	100-180	40-120	40-120	110-250	60-150	140-280
Instalaciones fijas						
Infraestructura independiente (% longitud total)	0-40	0	40-90	40-90	100	100
Control del vehículo	Manual/Visual	Manual/Visual	Manual / Viasual/Señales	Manual/Señales	Señales	Señales
Control de billetes (peaje)	En el vehículo	En el vehículo	En vehículo o en estación	En vehículo o en estación	En la estación	En la estación
Toma de corriente	Aérea			Aérea	Tercer carril	Tercer carril/aérea
Altura de las estaciones	Bajo	Bajo	Bajo/Alto	Bajo/Alto	Alto	Alto
Control de acceso de usuarios en las estaciones	Ninguno	Ninguno	Ninguno-Total	Ninguno-Total	Total	Total
Características operativas						
Velocidad máxima (km/h)	60-70	40-80	70-100	60-100	50-90	80-100
Velocidad comercial (km/h)	entre 12 y 20	10-20	20-40	20-40	20-40	25-60
Frecuencia máxima (unidades/h)	60-120	60-120	60-90	40-90	40-90	20-40
Capacidad (plazas/h) por sentido	4000-5000	2400-4000	4000-8000	6000-20000	6000-20000	10000-40000
Regularidad	Baja-media	Baja-Media	Alta	Alta	Muy Alta	Muy alta
Aspectos del sistema						
Red y área cubierta	Dispersa, Buena cobertura	Dispersa, Buena cobertura	Buena cobertura del centro. Dificultad de uso	Buena cobertura del centro	Predominantemente radial, buena-media cobertura del centro	Predominantemente radial, buena-media cobertura del centro
Separación de estaciones (m)	250-500	200-500	350-800	350-800	400-1000	500-2000
Longitud media de viaje	Corta-Media	Corta/media/larga	Media a larga	Media a larga	Media a larga	Media a larga
Interrelaciones con otros modos	Puede alimentar otros modos de mayor capacidad	Puede alimentar otros modos de mayor capacidad	Estacionamiento de disuasión alimentado por autobús convencional	Estacionamiento de disuasión, alimentado por autobuses	Estacionamiento de disuasión, alimentado por autobuses	Estacionamiento de disuasión, alimentado por autobuses

Fuente: V.V.A.A. *Metro ligero. Nuevos tranvías en la ciudad*. Madrid: Centro de Publicaciones, Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente, 1994. 77 pp. [ISBN: 8449800358]. Pag. 24-25.

2.3.2. Características financieras de los sistemas ferro-viarios urbanos

Las infraestructuras de transporte generan una serie de beneficios y de perjuicios. Dependiendo del tipo de beneficio y del beneficiario, se producen una serie de problemas u otros y el procedimiento e imputación del pago son también diferentes, según indican J.Aristi Biurrún y J.L. Maldonado Inocencio (cuadro 2.3)²². Si el tipo de beneficio es el desplazamiento de los usuarios o la posibilidad de desplazamiento, entonces los beneficiarios son los propios usuarios del transporte colectivo o, por extensión, todas las personas residentes en el área afectada. El pago se carga en el precio del título de transporte o en los recursos generales de la administración. Si el tipo de beneficio es una mejora de la accesibilidad al área servida, los beneficiarios son los empleadores y el sector terciario. La imputación del pago se produce gracias al empleo atendido y a la expansión de las áreas de influencia de comercios y servicios y, por tanto, el procedimiento de pago es el de gravar el volumen de empleo y las actividades. Si el tipo de beneficio son las plusvalías de los usos de suelo, los beneficiarios son los propietarios inmobiliarios. La imputación del pago se produce sobre el incremento del valor de los bienes inmuebles y los alquileres y el procedimiento de pago es el de gravar los valores del suelo o sus correspondientes plusvalías. Si se minoriza el consumo de espacio, los beneficiarios son los usuarios de los vehículos privados y el procedimiento de pago es el de gravar la posesión del vehículo o realizar peajes urbanos. Si se minorizan los recursos y los efectos externos y se mejora la eficiencia urbana, el beneficiado es la administración pública y la colectividad, y ha de ser la administración pública la encargada de proceder al pago. Entre los problemas singulares más frecuentes, están la posible generación de transferencias y la aceptación del gravamen. Entre los perjuicios al transporte y sus causas (cuadro 2.4)²³, destacan las repercusiones del sistema de ciudades y la distribución y organización de la vida urbana, que son causadas por acciones y decisiones de nivel general y de cuyo pago se hace cargo las administraciones públicas. El problema específico de esto, es que afecta a ámbitos territoriales más amplios que al área servida y a las administraciones competentes. Otro de los perjuicios existentes es el reparto modal y las pautas de circulación, cuyos causantes son los usuarios del vehículo privado. El procedimiento de pago es un gravamen sobre la posesión del vehículo o la implantación de peajes

urbanos, aunque genera los problemas derivados de la aceptación de dicho gravamen y de una posible transferencia de competencias.

Cuadro 2.3 Beneficios y beneficiarios del transporte urbano y posibles aportes a su financiación.

Tipo de Beneficio	Beneficiario	Imputación del Pago	Procedimiento de Pago	Problemas Singulares
Desplazamiento de los usuarios	Los usuarios del transporte colectivo	Según política de cobertura de costes y al excedente de los usuarios	Precio del título de transporte	Posible generación de transferencias
Posibilidad de desplazamiento	Todas las personas residentes en el área de estudio o atraídas por ellas	Porcentaje del beneficio agregado de los usuarios efectivos	La Administración Territorial con cargo a los recursos generales	Pago del beneficio de los atraídos por el área servida y residentes fuera de ella
Mejora de la accesibilidad al área servida	Los empleadores y el sector terciario	Empleo atendido y expansión de áreas de influencia de comercio y servicios	Gravámenes sobre volumen de empleo y de actividad	Oportunidad y aceptabilidad del gravamen
Usos de suelo y plusvalías	Propietarios inmobiliarios	Incremento del valor de los bienes inmuebles y de los alquileres	Gravámenes sobre los valores del suelo o sobre las plusvalías	Oportunidad y aceptabilidad del gravamen. Posible generación de transferencia
Minorización del consumo del espacio	Usuarios de vehículos privados	Según ahorros para cada velocidad de circulación	Gravamen sobre posesión de vehículo o sobre el coste variable de los vehículos "peaje urbano"	Oportunidad y aceptabilidad del gravamen. Posible generación de transferencia
Minorización de recursos y efectos externos	La colectividad y las Administraciones públicas	Según ahorros para cada velocidad de circulación	Las Administraciones públicas	Procedencia general o específica, de los recursos correspondientes
Mejora de la Eficiencia Urbana	La colectividad	Según estimación convencional	Las Administraciones públicas con cargo a recursos generales	Afectación a ámbitos territoriales más amplios que el área servida y a administraciones competentes

Fuente: Síntesis a partir de conclusiones del Estudio : ARISTI, J; "La financiación del transporte público urbano: Teoría y Soluciones prácticas". Dirección General de Planificación Intermodal del Transporte en las Grandes Ciudades (1992) en ARISTI BIURRUN, J., MALDONADO INOCENCIO, J.L. "Financiación de infraestructuras y servicios de transporte urbano". pag. 75. Madrid: *Revista de obras públicas*. Colegio de Ingenieros de Caminos. Abril de 1994, núm. 3331, año 141. < http://ropdigital.ciccp.es/pdf/publico/1994/1994_abril_3331_07.pdf > [ISSN: 1695-4408].

Cuadro 2.4 Perjuicios al transporte y sus causantes y posibles aportes a su financiación.

Perjuicio	Causante	Imputación de pago	Procedimiento de pago	Problemas singulares
Repercusiones del sistema de ciudades	Acciones y decisiones de nivel general	Conforme a estimación convencional	Las administraciones públicas con cargo a recursos generales	Afectación a ámbitos territoriales más amplios que el área servida y a las administraciones competentes
Distribución y organización de la vida urbana	Acciones y decisiones de nivel general	Conforme a ahorros derivados de organizaciones alternativas	Las administraciones públicas con cargo a recursos generales	Afectación a ámbitos territoriales más amplios que el área servida y a las administraciones competentes
El reparto modal y las pautas de circulación	Usuarios del vehículo privado	Ahorros de tiempos de viaje cortando con el papel regulador de estos pagos	Gravamen sobre posesión de coche o sobre el coste variable de los vehículos: Peaje urbano	Oportunidad y aceptabilidad del gravamen; posible generación de transferencia

Fuente: Síntesis a partir de conclusiones del Estudio : ARISTI, J; “La financiación del transporte público urbano: Teoría y Soluciones prácticas”. Dirección General de Planificación Intermodal del Transporte en las Grandes Ciudades (1992) en ARISTI BIURRUN, J., MALDONADO INOCENCIO, J.L. “Financiación de infraestructuras y servicios de transporte urbano”, pag. 75. Madrid: *Revista de obras públicas*. Colegio de Ingenieros de Caminos. Abril de 1994, núm. 3331, año 141. < http://ropdigital.ciccp.es/pdf/publico/1994/1994_abril_3331_07.pdf > [ISSN: 1695-4408].

El costo de las infraestructuras ferro-viarias es bastante variable, tanto por el tipo de sistema ferro-viario instalado, como por las condiciones del entorno donde se implanta. Según Parcerisa y Rubert de Ventós²⁴, el costo de instalación de una línea de alta velocidad es altamente variable. La línea París sudeste costó 2,19 millones de euros por km, mientras la línea Joetsu de Japón costó 28,51 millones de euros por km. Según Melis Maynar²⁵, el metro de Madrid, en 1.999, construía sus ampliaciones de red a un ritmo de 36 millones de euros por km de línea. Estos datos impresionaron al Banco Mundial que intentó traspolar dichos resultados a otras redes de metro que estaban siendo ampliadas a un coste muy superior (entre 3 y 10 veces superior) en ciudades

como París, Londres, Atenas, Lisboa, Los Ángeles o Berlín. Según algunos estudios realizados en EEUU en los años 80, el costo de implantación de un metro ligero es, de media, entre 3,61 y 7,2 millones de euros/ km²⁶. Por último, el transporte automático guiado tiene un coste de 12-18 millones de euros / km. Los casos más destacados son los del VAL de Lille y el Skaytrain de Vancouver.

Otro hecho importante a analizar, es que la titularidad de los ferrocarriles metropolitanos en Europa suele ser pública y está condicionada por los costes elevados de construcción de nuevas líneas y material móvil. Todo esto hace que muchas veces la financiación se salga del presupuesto. Los gastos más frecuentes suelen ser del 70 por ciento en obra civil (túneles y estaciones), el 12 por ciento de instalaciones , el 15 por ciento de material móvil y el 2 por ciento de proyectos y control de obra. Otros gastos suponen menos de un 5 por ciento del presupuesto total y se distribuye de la siguiente manera: gastos de personal (56 por ciento) , suministros (9 por ciento), servicios exteriores, como seguridad y limpieza (8 por ciento), gastos generales (5 por ciento), gastos financieros (5 por ciento) y amortizaciones (17 por ciento). Por otra parte, los ferrocarriles tienen una serie de ingresos, como los derivados de la red de fibra óptica, del entretenimiento a bordo de los trenes con pantallas de tv, cuyo ingreso en publicidad es elevado, y de la telefonía móvil, en los andenes que generan divisas.

Otro factor a tener en cuenta a la hora de calcular el gasto y el beneficio de un sistema ferro-viario, es que los largos plazos temporales de puesta en servicio pueden hacer reflexionar sobre su idoneidad a determinados políticos que, presumiblemente, no verán finalizada dicha obra durante su mandato. En cualquier caso hay regulaciones de carácter nacional o europea que impiden que las comunidades autónomas se endeuden para costear estas actuaciones más allá de los 60-180 millones de euros por km de vía construido²⁷.

Teniendo en cuenta todos los factores analizados anteriormente, se llega a la conclusión de que lo más idóneo, a la hora de gestionar los diferentes sistemas de transporte, es tener en cuenta la multimodalidad. La multimodalidad del transporte público (trenes, metro, tranvías, autobuses...) implica una correcta organización, para que cada administración involucrada perciba su parte correspondiente. Hay diferentes tipos de billetes, dirigidos a segmentos de población muy diversos (diez viajes, válidos por un día, semana o mensuales, aquellos dirigidos a personas de la tercera edad o para los más

jóvenes, circunscrito a un área o línea concreta...). La creación de coronas circulares alrededor de la ciudad hacen más fácil la organización de los transportes y es una forma de racionalizar los itinerarios por parte de las administraciones. En ocasiones, el alto costo de la infraestructura repercute negativamente en el viajero, al gravarse el precio del billete y eso es un error. De hecho se ha de realizar lo contrario, incentivando el transporte público frente al privado y eliminando de esta manera la contaminación y congestión del tráfico rodado.

Se puede concluir diciendo que a lo largo de las sucesivas épocas históricas, diferentes infraestructuras de transporte han dejado impresa su huella indeleble en la configuración de la morfología urbana y en la disposición de sus elementos sobre el plan, o así como ha determinado en grado sumo el comportamiento de la población y su evolución posterior antes y después de su entrada en funcionamiento. Conocer la imbricación entre desarrollo, expansión y consolidación urbana es fundamental para poder prever las consecuencias de la implantación de una instalación que posee un efecto atractor de tan gran calado como es la infraestructura ferro-viaria urbana en sus variantes de metro, metro ligero, tranvía, ferrocarril regional o de larga distancia así como la alta velocidad.

Notas del capítulo 2

¹ALCAIDE GONZÁLEZ, R. "El ferrocarril como elemento estructurador de la morfología urbana: el caso de Barcelona 1848-1900". *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales. Barcelona*: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2005, vol. IX, núm. 194 (65). < <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-194-65.htm> > [ISSN: 1138-9788]

²CAPEL, H. *Los ferro-carriles en la ciudad. Redes técnicas y configuración del espacio urbano*. 1º edición. Madrid: Fundación de los Ferrocarriles Españoles. 2011. 224 pp. [ISBN: 9788489649675].

³CAPEL, H. *Los ferro-carriles en la ciudad. Redes técnicas y configuración del espacio urbano*. 1º edición. Madrid: Fundación de los Ferrocarriles Españoles. 2011. 224 pp. [ISBN: 9788489649675].

⁴ cit en CAPEL, H. *Los ferro-carriles en la ciudad. Redes técnicas y configuración del espacio urbano*. 1º edición. Madrid: Fundación de los Ferrocarriles Españoles. 2011. 224 pp. [ISBN: 9788489649675]. Pag. 147.

⁵CAPEL, H. *Los ferro-carriles en la ciudad. Redes técnicas y configuración del espacio urbano*. 1º edición. Madrid: Fundación de los Ferrocarriles Españoles. 2011. 224 pp. [ISBN: 9788489649675].

⁶CAPEL, H. *Los ferro-carriles en la ciudad. Redes técnicas y configuración del espacio urbano*. 1º edición. Madrid: Fundación de los Ferrocarriles Españoles. 2011. 224 pp. [ISBN: 9788489649675].

⁷En ciudades de más de 40000 habitantes, cifra por debajo de la cual era poco probable la viabilidad de un tranvía. cit en CAPEL, H. *Los ferro-carriles en la ciudad. Redes técnicas y configuración del espacio urbano*. 1º edición. Madrid: Fundación de los Ferrocarriles Españoles. 2011. 224 pp. [ISBN: 9788489649675].

⁸cit en CAPEL, H. *Los ferro-carriles en la ciudad. Redes técnicas y configuración del espacio urbano*. 1º edición. Madrid: Fundación de los Ferrocarriles Españoles. 2011. 224 pp. [ISBN: 9788489649675]. Pags. 146-147.

⁹cit en CAPEL, H. *Los ferro-carriles en la ciudad. Redes técnicas y configuración del espacio urbano*. 1º edición. Madrid: Fundación de los Ferrocarriles Españoles. 2011. 224 pp. [ISBN: 9788489649675]. Pag. 88.

Capítulo 2. Definición y tipología de los sistemas ferro-viarios

¹⁰V.V.A.A. *Metro ligero. Nuevos tranvías en la ciudad*. Madrid: Centro de Publicaciones, Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente, 1994. 77 pp. [ISBN: 8449800358].

¹¹V.V.A.A. *Metro ligero. Nuevos tranvías en la ciudad*. Madrid: Centro de Publicaciones, Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente, 1994. 77 pp. [ISBN: 8449800358].

¹²CAPEL, H. *Los ferro-carriles en la ciudad. Redes técnicas y configuración del espacio urbano*. 1º edición. Madrid: Fundación de los Ferrocarriles Españoles. 2011. 224 pp. [ISBN: 9788489649675].

¹³cit en PARCERISA, J., RUBERT DE VENTÓS, M. *Metro*. Edicions UPC: Barcelona. 2001. 180 pp. [ISBN: 84830165559]. Pag 9.

¹⁴DE GRANGE, L. *El gran impacto del metro*. Chile: EURE. Pontificia Universidad Católica de Chile. Chile. Abril de 2010, vol. 36, núm. 107, pp. 125-131. < <http://www.eure.cl/numero/el-gran-impacto-del-metro/> > [ISSN: 0717-6236].

¹⁵CAPEL, H. *Los ferro-carriles en la ciudad. Redes técnicas y configuración del espacio urbano*. 1º edición. Madrid: Fundación de los Ferrocarriles Españoles. 2011. 224 pp. [ISBN: 9788489649675].

¹⁶GÓMEZ, Luís. “El AVE sobrevuela la crisis”, El País. 13 de enero de 2013.

¹⁷PARCERISA, J., RUBERT DE VENTÓS, M. *Metro*. Edicions UPC: Barcelona. 2001. 180 pp. [ISBN: 84830165559].

¹⁸ MELIS MAYNAR, M., GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, F.J. *Ferrocarriles metropolitanos: tranvías, metros ligeros y metros convencionales*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, D.L: Madrid. 2002. 458 pp. [ISBN: 8438002153].

¹⁹ MELIS MAYNAR, M., GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, F.J. *Ferrocarriles metropolitanos: tranvías, metros ligeros y metros convencionales*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, D.L: Madrid. 2002. 458 pp. [ISBN: 8438002153].

²⁰V.V.A.A. *Metro ligero. Nuevos tranvías en la ciudad*. Madrid: Centro de Publicaciones, Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente, 1994. 77 pp. [ISBN: 8449800358].

²¹V.V.A.A. *Metro ligero. Nuevos tranvías en la ciudad*. Madrid: Centro de Publicaciones, Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente, 1994. 77 pp. [ISBN: 8449800358].

²² ARISTI BIURRUN, J., MALDONADO INOCENCIO, J.L. “Financiación de infraestructuras y servicios de transporte urbano”. Madrid: *Revista de obras públicas*. Colegio de Ingenieros de Caminos. Abril de 1994, núm. 3331, año 141. < http://ropdigital.ciccp.es/pdf/publico/1994/1994_abril_3331_07.pdf > [ISSN: 1695-4408].

²³ARISTI BIURRUN, J., MALDONADO INOCENCIO, J.L. “Financiación de infraestructuras y servicios de transporte urbano”. Madrid: *Revista de obras públicas*. Colegio de Ingenieros de Caminos. Abril de 1994, núm. 3331, año 141. < http://ropdigital.ciccp.es/pdf/publico/1994/1994_abril_3331_07.pdf > [ISSN: 1695-4408].

²⁴cit en PARCERISA, J., RUBERT DE VENTÓS, M. *Metro*. Edicions UPC: Barcelona. 2001. 180 pp. [ISBN: 84830165559]. Pag 12.

²⁵ cit en MELIS MAYNAR, M., GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, F.J. *Ferrocarriles metropolitanos: tranvías, metros ligeros y metros convencionales*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, D.L: Madrid. 2002. 458 pp. [ISBN: 8438002153]. Pags 63-65.

²⁶V.V.A.A. *Metro ligero. Nuevos tranvías en la ciudad*. Madrid: Centro de Publicaciones, Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente, 1994. 77 pp. [ISBN: 8449800358].

²⁷MELIS MAYNAR, M., GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, F.J. *Ferrocarriles metropolitanos: tranvías, metros ligeros y metros convencionales*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, D.L: Madrid. 2002. 458 pp. [ISBN: 8438002153].

CAPÍTULO 3. GRANDES SISTEMAS FERRO-VIARIOS URBANOS DEL MUNDO

Los grandes sistemas ferro-viarios urbanos del mundo (ferrocarril, metro convencional, metro ligero y tranvía) ejemplifican las estrategias más eficaces que las grandes ciudades han adoptado para poder optimizar sus redes de transporte. En este capítulo se presentarán ocho ejemplos arquetípicos de metros en el mundo, cuyo conocimiento resulta fundamental por su historia, su importancia fundacional, las técnicas de construcción, la relación con su entorno urbano, la disposición y morfología de la red, la tecnología empleada, el volumen de pasajeros, la cantidad de líneas y los kilómetros de vías. Son considerados referentes indiscutibles en la transportística a escala mundial y resulta imprescindible el conocimiento acerca de su gestación, configuración y evolución. Estos ocho ejemplos de redes ferro-viarias urbanas son los presentes en las ciudades de Londres, París, Berlín, Nueva York, Madrid, Tokio, Moscú y Los Ángeles. El análisis de las redes ferro-viarias urbanas de cada una de estas ciudades se efectuará en una doble perspectiva. En el primer apartado se analizará la evolución e historia de cada sistema ferro-viario urbano, su importancia dentro de la transportística a nivel mundial, el impacto en su medio urbano y social adyacente y las políticas llevadas a cabo para llegar a la consecución de la infraestructura. Por otra parte, en el segundo apartado se analizará la estructura de la red ferro-viaria actual y la forma en la que cada elemento de la red interacciona con el resto.

3.1. CRONOLOGÍAS DE LOS GRANDES SISTEMAS FERRO-VIARIOS DEL MUNDO

Este apartado explica la evolución histórica y los avances técnicos y tecnológicos que han permitido desarrollarse a los sistemas ferro-viarios más prominentes a nivel mundial.

3.1.1. Cronología del sistema ferro-viario de Londres

En 1.836¹, seis años después de la inauguración de la primera línea ferroviaria entre Liverpool y Manchester, se estrenó la primera línea ferroviaria londinense, la London & Greenwich Railway cuya terminal estaba próxima a la City; Multitud de líneas ferroviarias siguieron este patrón llegando a los límites de la City y Westminster. Estas líneas se construían por iniciativa de compañías privadas que se aprovechaban de las ayudas fiscales propiciadas por el estado; Estas terminales actualmente constituyen algunas de las más importantes estaciones de interconexión modal de la ciudad (Victoria, Waterloo, Paddington, Euston, King's Cross, Charing Cross y Cannon Street). Los trayectos se realizaban en viaducto para evitar entorpecer el desarrollo urbanístico y transportístico de la ciudad. Sin embargo se realizaron múltiples demoliciones de viviendas habitadas por personas de estratos sociales con bajas rentas; Esta situación se cambió gracias a la administración pública que forzó a las compañías privadas a la expedición de servicios asequibles a la población obrera y a aquella de menores ingresos para permitir el desarrollo periférico de la ciudad. Se primaban los recorridos hacia el norte, los cuales eran de media o larga distancia mientras en el sur los recorridos eran locales o regionales. En 1.946 se creó la British Railways que aglutinaba en una sola compañía las líneas de ferrocarril del Reino Unido en una sola compañía nacional².

Por otra parte, en 1.870, se introdujeron los primeros tranvías en Londres, los cuales eran tirados por caballos (tranvías de sangre). Más tarde, en 1901, se creó la London United Tramways que introdujo los primeros tranvías eléctricos; Suponían un medio de locomoción asequible para la población urbana y pretendía descongestionar la ciudad; Sin embargo nunca penetraron en el centro de la misma pero tuvieron gran repercusión en su periferia.

El tranvía empezó a sufrir grandes pérdidas debido a la proliferación del automóvil y entre 1.920 y 1.930 se comenzó la sustitución de los tranvías por trolebuses aunque estos último apenas sobrevivieron diez años más. El autobús acabaría siendo el verdadero sustituto del tranvía. En 1.952 desaparecieron los tranvías de Londres habiendo sido previamente sustituidos por autobuses, los cuales a su vez debían enfrentarse a la dura competencia del automóvil. En 1.999 reaparecieron los tranvías gracias a una nueva línea en Croydon y se prevé la expansión de este sistema ferroviario debido a su gran aceptación popular.

Por otra parte, en 1.863, se inauguró el metro de Londres, siendo éste el más antiguo del mundo. La construcción de las primeras líneas de metro se realizó siguiendo el sistema del “*cut and cover*” que consistía en abrir zanjas por el trayecto donde discurriría el metro para posteriormente cubrirlo; Esto resultaba mas barato que realizar la excavación subterránea que se acostumbra a realizar en una mina aunque por otra parte existían inconvenientes derivados del trinchamiento de la ciudad que produjo el desahucio de personas y el derribo de casas. La segunda línea del metro estaba gestionada por una compañía rival de la primera (District Railways y Metropolitan Railways) y fruto de esa rivalidad no hubo estaciones de interconexión entre ambas líneas a pesar de existir estaciones adyacentes. Con la creación de la Circle Line, inaugurada en 1.884 se cerró el episodio de descoordinación existente en la red ferroviaria. La perforación del Támesis con las dificultades que ello implicaba así como la electrificación de las líneas en 1.890 supusieron un paso adelante. Sin embargo fue en 1.907 cuando se realizó el verdadero cambio ya que la red se vería duplicada respecto a los 40 años precedentes añadiendo a las existentes , las líneas Waterloo-City y Central London. Esto fue posible mayormente gracias a la mejora en la técnica de perforación subterránea lo que permitía ampliar la red ferroviaria en menor tiempo a menor coste. El metro se configuró como un transporte popular de masas: se incorporaron las escaleras mecánicas en 1.911 y la inmigración masiva que registró Londres, ocasionada por la Primera Guerra Mundial, hizo que se incrementase la afluencia de pasajeros en el metro en un 67 por ciento. También se incrementó el número de trabajadores del suburbano. Es reseñable el hecho de que durante ambas contiendas mundiales el metro de Londres sirvió de refugio antiaéreo para una parte importante de la población. Un paso adelante más en la consolidación de los sistemas ferro-viarios urbanos sucedió en 1.933 cuando se creó la London Passenger Transport Board que aglutinaba en una sola compañía las redes de

metro, tranvía y bus, tanto públicas como privadas (otro avance que se produjo en estos años fue la promoción del sistema metro gracias a H.C. Beck. En 1.931, Beck creó un esquema topológico de la red de metro que simplificaba los trazados y ayudaba a la comprensión del conjunto de la red. Este modelo topológico fue imitado a partir de entonces en todos los sistemas de metro del mundo). La gestión del metro se transfirió en 1.970 al Greater London Council, un organismo que pretendía gestionar Londres con los municipios de su entorno más próximo. Sin embargo en los años ochenta se desreguló la red en doce líneas autónomas y se centralizaron en el London Regional Transport, el cual dependía del gobierno central. La inauguración de la estación de Heathrow en 1.977 hacía de Londres la primera ciudad que conectaba mediante el metro, su aeropuerto internacional con el centro urbano y un par de años más tarde ,en 1.979, se inauguraba la Jubilee Line con motivo del 25 aniversario de la coronación de Isabel II.

Más tarde, debido a la importancia creciente de los Docklands como centro económico y de comunicaciones de primer orden del actual Londres se inauguró la Docklands Light Railway que es una línea de metro ligero de alta tecnología. En 1.999 se creó el Transport of London sustituyendo de esta manera a la antigua London Passenger Transport Board y constituyendo así la entidad que coordina actualmente todos los aspectos del transporte de Londres. En el año 2.000 se creó la Greater London Authority, un organismo que gestiona no sólo la red ferro-viaria urbana sino también la red de carreteras, los taxis y el tráfico fluvial. Este organismo pretende acometer las urgentes medidas de mejora, ampliación y gestión que precisa el metro de Londres.

El metro de Londres es actualmente uno de los más extensos del mundo, con mas de 400 km de vías y 274 estaciones (actualmente es superado por Pekín, Shangai y Seul). Posee 11 líneas y es usado por 4,25 millones de usuarios diarios³. Los planes actuales de ampliación de la red de metro incluyen la Chelsea-Hackney Line que tendría un trazado NE-S y que pretendería realizar múltiples interconexiones con el resto de líneas favoreciendo la accesibilidad y conectividad global del sistema ferroviario y no únicamente añadir nuevas áreas de expansión del metro; A pesar de que se trata de un proyecto largamente estudiado, se ha ido posponiendo hasta el día de hoy y se prevé su inauguración en el año 2.025.

3.1.2. Cronología del sistema ferro-viario de París

En 1.837⁴ comenzaron a implantarse las primeras líneas ferroviarias en la ciudad que tuvieron problemas al implantar sus accesos en el centro urbano y ubicaron sus estaciones terminales a cierta distancia del núcleo (Place de l' Europe, Saint Lazare, Montparnasse, Austerlitz, Gare du Nord, Gare de Lyon y Gare de l' Est) enlazando con los diferentes núcleos de la periferia de París; Cada estación fue usualmente inaugurada por diferentes compañías de caminos de hierro o "*Chemins de fer*" que provenían de diferentes latitudes dependiendo del trayecto recorrido (Nord, Est, Oest.). Por razones estratégicas y comerciales el estado francés obligó a las diferentes compañías a realizar una línea conjunta paralela a las nuevas murallas y posteriormente el crecimiento urbano de la ciudad hizo de ésta una línea de ferrocarril propiamente urbana. Ya en la segunda mitad del XIX hubo un intento de penetrar en la ciudad al ampliarse el trayecto de Austerlitz a Orsay y al crearse La Gare d' Orsay que posteriormente fue clausurada en 1.939. Paulatinamente, las grandes compañías ferroviarias francesas fueron experimentando un proceso de nacionalización de sus redes desembocando en la creación en 1.938 de la Société Nationale des Chemins de Fer Français (SNCF). En los años 30 del siglo XX, se inauguró un nuevo modo de transporte, el RER (Réseau Express Regional), un ferrocarril regional gestionado por la misma compañía que el metro, la compañía pública RATP (Régie Autonome des Transports Parisiens) y la SNCF (Société Nationale de Chemins de Fer Français). El RER posee 5 líneas (inicialmente 3 en 1.936) ,es mas rápido que el metro (supera los 50 km/h), tiene estaciones mas espaciadas, (cada 2 km en vez de cada 500 metros), mayor capacidad de pasajeros y convoyes más largos y se creó en 1.936 con la intención de aprovechar la red ferroviaria del extrarradio de París y unificarla en una sola para dar una mayor cobertura ferroviaria a toda el área metropolitana. El proyecto desembocó en un éxito pese a las dificultades de gestión (derivadas de la interrelación entre dos compañías ferroviarias diferentes con marcada tensión política) y técnicas (derivadas de la necesidad de construcción de túneles ferroviarios de mayor profundidad que la ya existente red de metro así como a la incompatibilidad en cuestiones como la electrificación y otras características técnicas)⁵.

Por otra parte , el tranvía comenzó su andadura en París en 1.853; Los tranvías de sangre propulsados por caballos de tiro fueron prontamente sustituidos por máquinas más eficaces y rápidas. De 11 líneas iniciales se llegó a a la cifra de 100 al comienzo del s.XX y a 114 en 1.924. Se llegó a alcanzar en su punto más álgido la cifra récord de 700 km de vía y más de 700 millones de pasajeros anuales. Por la competencia con el metro, el tranvía comenzó a declinar. De hecho es en el segundo tercio del S.XX cuando el tráfico rodado comenzó su inexorable proceso de sustitución de la red tranviaria. Fue en 1.937 cuando desapareció el último tranvía de París y en 1.957 el último del área metropolitana, el de Versailles. Actualmente, como ha venido siendo frecuente en las ciudades occidentales, la recuperación del tranvía o metro ligero ha supuesto una alternativa a tener en cuenta sobre todo en las áreas de densidad poblacional baja. En 1.987 reapareció el tranvía en el norte y oeste de la ciudad en un recorrido perimetral de la misma.

El metro de París se inauguró en 1.900 coincidiendo con los Juegos Olímpicos y la Exposición Universal de ese año. A pesar de que el metro de París fue de los primeros metros del mundo en construirse, resultó tardía su inauguración respecto de otras redes de metro implantadas en ciudades europeas de menor peso que París, como Budapest. Este hecho se debió a una disputa existente entre las autoridades gubernamentales y las municipales. Las primeras optaban por un metro de alcance regional, mientras las segundas preferían circunscribir el metro al ámbito urbano de París. Se escogió la segunda opción debido a la urgente cita de la Exposición Universal de 1.900. El metro, inicialmente se proyectó implantar 6 líneas, siendo la primera la línea 1 cuyo trayecto E-O recorre toda la ciudad. Se tardó solo 10 años en la construcción de los trayectos previstos inicialmente y se estaba iniciando la construcción de otras seis líneas suplementarias que tardaron otros diez años más en implementarse. De esta manera París consiguió proveerse en relativamente poco tiempo de la red de metro más densa del mundo, atendiendo únicamente al término municipal. La existencia de amplios bulevares y la características del terreno propiciaron la utilización de la técnica “cut and cover” consistente en abrir zanjas a cielo abierto para después cerrarlas, en vez de utilizar el costoso procedimiento de horadación subterránea. Este hecho podría explicar en parte la rapidez en la implantación de una red tan tupida de metro en un período relativamente corto. A partir de los años 30 del siglo XX, el metro de París comenzó a extenderse fuera del municipio de la ciudad hacia municipios aledaños compitiendo y

propiciando la desmantelación del tranvía. Después de la Segunda Guerra Mundial , (período en el cual el metro obtuvo su máximo histórico de pasajeros con cerca de 1.600 millones de pasajeros anuales) el crecimiento del metro se estancó durante las siguientes dos décadas. Poco a poco se fueron ampliando y en 1.998 se inauguró la línea 14, conocida como Météor la cual se caracteriza por sus innovaciones técnicas como la automatización de la conducción de los convoyes, las puertas protectoras entre andén y vía, las amplias distancias entre estaciones (superando los dos kilómetros), las estaciones adaptadas a personas de movilidad reducida y la incorporación de la utilización de neumáticos en los convoyes. Esto permitió al metro obtener una mayor velocidad al haber mayor rozamiento con la vía y por lo tanto una mayor posibilidad de aceleración. Gracias a esto las frecuencias de llegada de convoyes podían aumentar y dejó de existir la necesidad de ampliar el espacio de los vagones para captar una mayor afluencia de pasajeros. Actualmente, el metro es el transporte público por excelencia de la ciudad del Sena. Transporta cerca de 4.5 millones de pasajeros diarios. Posee 14 líneas y 213 km de vías y es el 3º metro más extenso de Europa Occidental⁶ (sólo detrás de Londres y Madrid) y el que posee una mayor densidad de estaciones por habitantes dentro de su municipio (más de 300).

El conjunto de la red ferroviaria de París supone 213 km de líneas de metro y 102 de RER (Réseau Express Régional) , a los que hay que sumar los 935 km de la compañía nacional de trenes SNCF (Société Nationale des Chemins de Fer) y transportan 1.400, 290 y 500 millones de pasajeros al año respectivamente. Los tres sistemas se hallan interrelacionados estrechamente, con estaciones de correspondencia incluso en el propio centro urbano. Esta densidad de transporte ferroviario se explica por la propia realidad de la ciudad de París, siendo ésta uno de los centros urbanos mas poblados y densos del mundo (la ciudad alberga a más de 10 millones de personas).

3.1.3. Cronología del sistema ferro-viario de Berlín

En 1.838⁷ se creó la primera línea ferroviaria entre Zehlendorf y Berlín, pasando por Postdam. Progresivamente fueron apareciendo nuevos recorridos en las proximidades del casco urbano llegando, en el período comprendido entre 1.871 y 1.877, a construir un anillo ferroviario en la periferia de la ciudad (“Ring”). Ya en 1.871 comenzó la planificación de una red ferroviaria realmente unificada, atravesando el centro de la

ciudad en dos ejes (uno norte-sur y otro este-oeste) y con una distancia entre estaciones de 1 kilómetro. El número de vías se cuadruplicó, diferenciando las vías para trenes de largo recorrido y las vías reservadas al transporte suburbano (las dos en ambos sentidos). Gracias a estas medidas el despegue urbanístico de la ciudad fue exitoso y comenzó la suburbanización de Berlín. En 1.887 se nacionalizó la red de ferrocarril prusiana al crearse la KPEV (Königliche Preussische Eisenbahn) y en 1.891 se comenzó a utilizar la tarificación por zonas, siendo Berlín pionera en ambos campos. A consecuencia del incremento de interconexiones ferroviarias en la ciudad de Berlín, se hizo necesaria la división y organización de la red ferroviaria en dos sistemas diferenciados; Por una parte el tren de cercanías o tren suburbano y por otra los ferrocarriles de media y larga distancia conocidos como Deutsche Reichsbahn⁸;

Por otra parte, en 1.865 apareció el primer tranvía de sangre tirado por caballos en Berlín y fue en 1.881 cuando apareció el primer tranvía eléctrico en una ciudad de la periferia berlinesa, Gross-Lichterfelde. Más adelante, después de la segunda guerra mundial, debido a la falta de políticas que incentivasen la ampliación del metro en el sector oriental de la ciudad , el tranvía (que en 1.911 había superado el centenar de líneas) ganó terreno ya que suponía un medio más económico y viable en la planificación del transporte urbano y buena parte de las líneas pervivieron hasta la actualidad. Sin embargo en la parte occidental de la ciudad el tranvía entro en declive y prácticamente desapareció en los años sesenta.

Por otra parte, hacía aparición el primer tramo de metro en 1.902, el cual apenas tenía 11 km y atravesaba Berlín hasta Charlottenburgo. Se le conocía como Hochbahn y no fue hasta 1.926 cuando la ciudad de Berlín decidió hacerse poseedora de la red la cual estaba privatizada hasta ese momento. En 1929 se creó la Berliner Verkehrs AG (BVG) , una compañía que fusionó el transporte público municipal (metro, bus y tranvía); Para 1.930 la red ferro-viaria se hallaba unificada eligiéndose el nombre de U-Bahn (en referencia a Untergrund el equivalente germánico de Underground) a la red de metro , mientras que a la red de cercanías se le asignó el nombre de S-Bahn (Schnell Bahn o tren rápido). Este S-Bahn llegó a tener 295 km de líneas y más de 700 millones de pasajeros antes de la finalización de la segunda guerra mundial en la cual buena parte de las infraestructuras ferroviarias de la ciudad quedaron destruidas. Después de la guerra el metro siguió expandiéndose por el Berlín oeste al tiempo que en Berlín este se

estancaba. Esta era una situación totalmente opuesta a la evolución del tranvía ya que ,a pesar de que éste fue especialmente importante en toda la ciudad , lo fue de forma muy notoria en el Berlín este y de forma más prominente una vez finalizada la segunda guerra mundial. La división de la ciudad fue devastadora para la planificación de infraestructuras ya que sus trazados no poseían la coherencia ni el alcance necesarios, debido a la anómala situación. La red ferro-viaria suburbana al igual que el metro, el tranvía y las demás infraestructuras, quedó dividida y comenzó a perder pasajeros paulatinamente. En la Alemania occidental era la Deutsche-Bahn (DB) quien se hacía cargo de la red ferroviaria mientras en la Alemania Oriental era la Deutsche-Reichsbahn (DR) quien hacía lo mismo. Todo Berlín se administraba a través de la DR y ello provocaba el rechazo de los berlineses occidentales que impulsaron la red de U-Bahn sobre la red de S-Bahn. En esta situación se produjo un fenómeno único en el metro berlinés. Era el único metro del mundo en el que el usuario debía llevar pasaporte para ir a alguna de las estaciones del lado de la ciudad perteneciente al otro estado. En la céntrica estación de Friedrichstrasse se producía el acceso de los alemanes occidentales que deseaban cruzar la frontera hacia el sector este de Berlín que sólo contaba con 26 km de vías y 31 estaciones de la totalidad de la red de metro frente a los 109 km y 116 estaciones que poseía el sector oeste. Cuando se produjo la caída del muro de Berlín se realizó la paulatina integración de los sistemas ferro-viarios; En 1989 se abrió al público el metro magnético alemán que parte de la zona de Postdamplatz y discurre por el antiguo trazado del muro de Berlín que dividía en dos a la ciudad. La elección de este trazado respondía a causas relacionadas con la escasez de terrenos desocupados y al hecho de estar ubicado en una zona de tránsito poco intenso; Se pretendía originariamente que el metro magnético fuese sustituyendo progresivamente al metro convencional aunque dicha tecnología no acaba de despegar totalmente y debido a ello ,actualmente, ésta línea magnética posee sólo 1.6 km y 3 estaciones, la última de las cuales enlaza con el resto de la red de metro. La red de metro realizó la pertinente integración de ambas redes en 1.993 creando la entidad BVB (Berliner Verkehrs-Betriebe). Deutsche Bahn y Deutsche-Reichsbahn se unificaron en 1.994 creando la Deutsche Bahn AG; Los ferrocarriles suburbanos han ido incrementando progresivamente el número de usuarios que llegó en 1990 hasta los 220 millones de usuarios. En 1.995 se creó la S-Bahn Berlín GMBH, una compañía independiente, asociada a DB, pero con carácter propio y en 1997 se creó la VBB, una asociación de transporte que aglutina a todas las compañías de transporte existentes en la región

metropolitana de Berlín. En el año 2.002 se reconstruyó el anillo suburbano de la S-Bahn siendo éste un paso decisivo para la red ferroviaria berlinesa. Actualmente, el metro de Berlín se inauguró en 1.902 y posee 147 km de vías, 9 líneas, 173 estaciones y es usado por 1.3 millones de personas diariamente⁹.

Se puede afirmar, por conclusión, que el metro de Berlín es un sistema ferro-viario infrautilizado en comparación con el S-Bahn, el cual absorbe una parte considerable del transporte de pasajeros. Esto es debido a que el metro se concibió cuando la ciudad era más populosa que en la actualidad (en 1.938 contaba con 4 millones de habitantes, uno más que en la actualidad), y, por otra parte, las líneas del este solamente cubren el recorrido más céntrico de la ciudad dejando a un lado la periferia.

3.1.4. Cronología del sistema ferro-viario de Nueva York

En 1.832¹⁰ se creó la New York & Harlem Railroad en Manhattan, un ferrocarril de sangre que se convirtió en ferrocarril de vapor en 1.837. Más tarde, a finales de los años setenta del siglo XIX se crearon tres redes ferroviarias que con el tiempo acabarán formando parte del metro de Nueva York. En 1.870 la compañía West Side & Yonkers Patent Railway creó un tipo de ferrocarril elevado, conocido como “*els*” que viajaban sobre estructuras metálicas elevadas a baja velocidad, pero llegando a alcanzar en apenas 40 años una notable extensión en su red (250 km de líneas) que contaba con una buena afluencia de pasajeros (170 millones). Pennsylvania y Nueva York comenzaron a competir en esta época por el control del mercado de mercancías y pasajeros del noreste estadounidense y crearon compañías rivales que atravesaban Nueva York. Debido a ello se soterraron las líneas ferroviarias para el conveniente acceso a la isla de Manhattan y se diseñaron obras pioneras como la creación de túneles por debajo de cauces fluviales como el Hudson. Las estaciones de Pennsylvania y Grand Central eran los hitos de interconexión más importantes de la isla. En 1.971 se creó Amtrack, una compañía destinada a mantener el servicio de viajeros que el resto de compañías no podían asumir y en 1.975 se creó ConRail que aglutinó los servicios de las compañías ferroviarias quebradas. Ambas compañías dividieron su ámbito de influencia: el corredor Bos-Wash se asignó a Amtrack y el resto de la región se asignó a ConRail, la cual paulatinamente ha ido delegando sus competencias en administraciones locales y ha propiciado el relanzamiento del transporte de mercancías¹¹.

Por otra parte, se inauguró el tranvía en 1.820 y fue de sangre hasta 1.884. A partir de dicha fecha se electrificó y se generalizó el uso de dicho sistema. La New York Railways fue absorbida por la General Motors y en 1.936 la red de tranvías fue sustituida por autobuses. Un hecho similar le ocurrió a los “els”, los cuales ya comenzaron su declive en los años 20 del s.XX y acabaron desapareciendo en 1.955. En el año 2.000 el tranvía reapareció bajo el nombre de Hudson-Bergen Light Rail, un metro ligero que conecta Jersey con Nueva York a través del río Hudson.

Por otra parte, el metro se empezó a construir en el año 1.900 y se inauguró en 1.904. Actualmente posee una velocidad de 65 km/h (el triple que los “els”), posee servicios directos entre diversas estaciones y funciona 24 horas del día. Es actualmente uno de los más extensos del mundo con más de 400 km de vías, 24 líneas, 463 estaciones y más de 3 millones de pasajeros por día¹². Dos compañías, la IRT (Interborough Rapid Transit) y la RTC (Rapid Transit Comisión) se hacen cargo de la red de metro, compitiendo entre ellas y proyectando una visión diferenciada sobre la potencialidad del metro. La RTC impulsaba su uso y su extensión mientras que la IRT era favorable a la diversificación de medios de transporte. Más tarde apareció el primer ente público que gestionó los servicios de transporte, el PSC (Public Service Comisión) que sustituyó a la RTC en 1.907 y consiguió el acuerdo de la IRT y la BRT (Brooklyn Rapid Transit, posteriormente BMT) para la gestión de la red de metro de forma conjunta junto al ayuntamiento de la ciudad de Nueva York. Hasta la 1º Guerra Mundial , el metro se expandió rápidamente, pero la irrupción del automóvil y las autopistas trastocó irremediablemente este panorama. Ambas compañías no deseaban ampliar la red debido al riesgo de inversión pero una nueva compañía , la IND (Independent) se hizo cargo de la construcción de nuevas líneas en la ciudad. En 1.939 se unificaron las tres compañías (IRT, BMT y IND) en una sola , la New York City Transit System. Por otra parte, el transporte privado rápidamente comenzó a ganar terreno después de la 2º guerra mundial y las compañías ferro-viarias adoptaron estrategias diversas. En 1.962 quebró la compañía Manhattan and Hudson Railroad que posteriormente fue engullida por la Port Authority of New York and New Jersey. En 1.965 se creó la MTA (Metropolitan Transportation Authority) , una compañía que gestionaba el metro, el bus y diversos sistemas ferroviarios del área de Nueva York. Esta compañía se ha encargado de ampliar y rehabilitar la red de metro en su conjunto , la cual estaba deteriorada por el

continuo servicio del mismo. La red global del metro no ha sido unificada como tal y popularmente se conocen las diferentes líneas por el nombre de la compañía que antiguamente gestionaba dicha línea. Las líneas en la actualidad se definen por un número o una letra y se complementan con el metro comarcal o PATH (Port Authority) que posee estaciones de correspondencia con el metro convencional. Este sistema funciona como un metro propiamente dicho porque una parte sustancial de los trabajadores de Nueva York viven fuera de la ciudad, sobre todo en los barrios residenciales de Nueva Jersey. Este tipo de pasajeros recibe el nombre de commuters o BAT (Bridge and túnel people). De los 5 distritos que conforman Nueva York (Manhattan, Queens, Brooklyn, Bronx y Staten Island), Manhattan destaca por su centralidad. De hecho, por la isla transcurren 7 millones de pasajeros al día de los cuales únicamente dos millones son residentes. Esto implica un flujo diario de 5 millones de personas que colapsan este centro. En esta área el metro adquiere la singularidad de poseer dos tipos de servicio, los servicios locales y los servicios exprés; El servicio local para en todas las estaciones de la red mientras que el servicio exprés para en una de cada 4 o 5; En ocasiones ambos servicios transcurren por líneas diferentes pero por andenes comunes, con 2 andenes centrales y 4 vías. Las vías centrales están destinadas al servicio local y las externas al servicio exprés.

3.1.5. Cronología del sistema ferro-viario de Madrid

En 1.851¹³ se inauguró el primer tramo ferroviario de Madrid entre la actual estación de Atocha y Aranjuez. Fue en 1.855 cuando se fijó el ancho de vía español en 1.668 mm, mayor que el ancho europeo de 1.435 mm. Los motivos aducidos para este hecho diferencial se basaban en estudios que indicaban que un ancho de vía mayor mejoraría la estabilidad de los convoyes pero posteriormente se comprobó que no existían diferencias sustanciales. En esta época surgieron también las principales compañías ferroviarias de España. Una de ellas era los Caminos de Hierro del Norte de España, popularmente conocida como Norte, con Terminal en la estación de Príncipe Pío, y otra era los Ferrocarriles de Madrid a Zaragoza y Alicante (MZA) con Terminal en Atocha. En la década de los 70 del siglo XX las redes ferroviarias circunvalaron la ciudad completamente. En 1.975 comenzaron a operar los servicios de cercanías de RENFE. Fue a partir de los años noventa cuando se produjo la expansión y la mejora de la red de cercanías. Las estaciones ferroviarias más importantes son Puerta del Sol, Atocha y

Aluche que son estaciones e intercambiadores que han supuesto una renovación urbanística del entorno circundante¹⁴.

Por otra parte, en 1.871 apareció el primer tranvía de sangre de la ciudad y en 1.879 el primer tranvía a vapor y más tarde el eléctrico que se difundió rápidamente por la capital. En 1.933 la EMT (Empresa Mixta de Transportes) se hizo cargo de la red tranviaria hasta su desmantelación. El tranvía, desde la década de los años cuarenta del siglo XX, comenzó a declinar y desapareció en 1.972.

Por otra parte, la primera línea de metro de España se inauguró en Madrid en 1.919 y su trazado iba de la Puerta del Sol hasta Cuatro Caminos en un recorrido de 3,4 km y 5 estaciones con apenas una afluencia de 14.000 pasajeros el primer año. En 1.932 se realizó un enlace entre las principales estaciones de interconexión, formadas por Atocha, Delicias y Príncipe Pío, estas dos últimas clausuradas en la década de los años setenta del siglo XX. La nacionalización de la red se produjo en 1.941. En 1.970 el metro llegó a los 50 km de vía, en 1.986 a los 100 y a partir de ahí el crecimiento ha sido constante. Desde 1.995 Madrid es un referente internacional en políticas de promoción del metro y del ferrocarril suburbano. De un sistema de red centralista que ubicaba la mayoría de sus líneas por el centro urbano, concretamente en el “Madrid de los Austrias”, se pasó a un modelo holístico gracias a la implantación de las líneas 6 y 9, la primera de las cuales permitió una mejor conexión de los distritos del sur. Es en la década de los noventa cuando el metro experimentó su mayor expansión, gracias a un avance de 37 kilómetros de red, en apenas 4 años, a un coste muy económico (apenas 50 millones de euros por kilómetro frente a los 150 de las últimas incorporaciones de la red parisina o los 400 de la londinense). Se ha pretendido incentivar una política que favoreciese la integración del metro con el ferrocarril suburbano y por ello la mayoría de las estaciones de interconexión entre ambos sistemas datan de 1.986 en adelante; El hecho de que estas dos redes se hallen imbricadas es realmente favorable para un área metropolitana de 5 millones de habitantes. La última innovación del metro de Madrid consiste en la creación del Metro Sur, una línea anular y periférica que pretende potenciar la movilidad de esta área donde viven 1 millón de personas. El sistema es eficaz para conectar grandes masas de habitantes procedentes de la periferia con la ciudad de Madrid, sin embargo, resulta ineficaz para potenciar la interrelación y transversalidad de los desplazamientos entre los municipios de esta área periférica. Su

construcción constituyó un nuevo reto al proyectarse totalmente soterrado para no interferir en el desarrollo urbanístico que pudiera producirse. Actualmente Madrid posee uno de los metros más grandes del mundo posee 283 km de vías, 294 estaciones, 12 líneas y es usado diariamente por 2 millones y medio de personas¹⁵. A esas hay que añadir las correspondientes al metro ligero, que se implantó en el año 2.004 en las zonas periféricas de la ciudad.

3.1.6. Cronología del sistema ferro-viario de Tokio

El ferrocarril¹⁶ se implantó entre Tokio y Yokohama en 1.872 y a principios del siglo XX en todo el país se superaban los 2.500 km de vías de propiedad estatal y más de 5.000 de propiedad privada que fueron unificadas por el estado nipón al crear la Imperial Railways (más tarde , la Japan Nacional Railways). En 1.905 apareció el primer ferrocarril suburbano en Tokio, un tipo de ferrocarril que operaba con un trayecto independiente del tráfico rodado. Más tarde, a raíz de la cita de los Juegos Olímpicos de 1.964 se inauguró una línea de ferrocarril que cambiaría radicalmente el concepto de este sistema de transporte, la línea Shinkansen o de alta velocidad¹⁷.

Por otra parte, en 1.882 apareció el primer tranvía de sangre y en 1.890 el primer tranvía eléctrico; La Tokio Railway, creada en 1.906 fue absorbida por el estado en 1.911. Hasta la aparición del metro, el tranvía suponía un medio fundamental de desplazamiento pero a partir de los años 20 del siglo XX fue decreciendo su utilización. En los años 60 del siglo XX la obsoleta red de tranvías desapareció a excepción de la línea de Arakawa.

Por otra parte, el metro de Tokio, inaugurado en 1.927, creció muy lentamente hasta la II Guerra Mundial. La red estaba administrada por la Teito Rapid Transit Authority (denominada Eidan) pero el gobierno metropolitano creó la compañía Toei para impulsar el desarrollo del sistema. La década de los años 60 del siglo XX, fue especialmente importante en el desarrollo de la red de metro que inició un crecimiento sostenido de la red de metro hasta la actualidad. Fue en esta década, concretamente en 1.964 cuando se inauguró el monorraíl de Tokio que circunda la bahía. Actualmente el metro de Tokio cuenta con 13 líneas (9 de Eidan y 4 de Toei), 286 km de vía, 274 estaciones y es usado por casi 7 millones de usuarios diariamente¹⁸. Sus recorridos

pueden llegar a prolongarse a través de la redes ferroviarias privadas del área metropolitana siendo uno de los pocos sistemas de metro del mundo en poseer esta característica. Hay que señalar que las enormes inversiones producidas por la JNR(Japan National Railways) y la deuda adquirida se tradujeron en una descentralización de la compañía en 1.987 cuando se crearon 7 compañías privadas de transporte en las que el estado en teoría mantenía la mayoría de la propiedad de las acciones. Sin embargo, la posterior salida a bolsa de las acciones produjo una privatización real del sistema ferro-viario. Actualmente la Japan Railways East se encarga de administrar el área de Tokio siendo la línea circular Yamanote la más destacada del complejo ferroviario de la urbe (actualmente cuenta con 21 líneas, 10.000 millones de usuarios y más de 1.000 km de vías) ; Esta línea circular delimita el límite máximo de penetración hacia el centro urbano del ferro-carril suburbano. Algunas de las estaciones terminales de éstos trayectos se han convertido en importantes polos económicos y urbanísticos como Shibuya o Shinjuku.

3.1.7. Cronología del sistema ferro-viario de Moscú

El sistema ferro-viario de Moscú es uno de los más paradigmáticos que existen¹⁹. Los ferrocarriles de largo recorrido fueron inaugurados en 1851 (gestionados por RZhD) y poseen 10 estaciones en la ciudad, entre las que se hallan las de Leningradski y Paveletski. El ferrocarril fue el primer sistema ferro-viario en inaugurarse²⁰.

Posteriormente se inauguró el tranvía eléctrico en 1.899, sustituyendo al anterior tranvía de sangre y rápidamente se convirtió en uno de los sistemas de transporte públicos más usados de la capital rusa. El número de líneas de tranvía fue creciendo paulatinamente pero debido a la competencia de un medio de locomoción ostensiblemente más rápido, eficaz y con mayor capacidad de transporte como es el metro, el tranvía comenzó su declive aunque sin llegar a desaparecer totalmente. Actualmente subsisten 5 km de líneas que se pretenden ampliar hasta 80 km con la implantación del metro ligero que tiene como objetivo recuperar y revitalizar la antigua red ferro-viaria tranviaria.

Pero sin duda, es el metro de Moscú el mayor hito en la transportística moscovita. El metro fue inaugurado en 1.935 y es uno de los más famosos del mundo debido a su suntuosa monumentalidad lo cual lo convierte en una de las más importantes

atracciones turísticas de Moscú. También es uno de los metros más utilizados del mundo por la población residente, siendo usado por aproximadamente la mitad de los moscovitas. A nivel tecnológico, el metro de Moscú presenta características que lo hacen único, como el hecho de ser el metro excavado a mayor profundidad del mundo, con una media de 40 metros bajo tierra; El hecho de construir esta instalación a semejante nivel de profundidad responde a cuestiones tácticas que pretendían asegurar un refugio seguro a la mayoría de la población moscovita en caso de un ataque bélico enemigo (esta medida fue creada después de la segunda guerra mundial en pleno proceso de la guerra fría); Después de la segunda guerra mundial adquirieron una mayor relevancia los estudios sobre la estructura del metro y se creó la línea 5, una línea circular que vertebra y conecta al resto del conjunto de líneas formando una estructura coherente y cohesionada. La rapidez de los convoyes que superaban los 40 km/h permitieron una separación media entre estaciones de casi 2 km, bastante inusual en un sistema metro aunque la gran extensión de la ciudad justifican este hecho. Las décadas comprendidas antes y después la segunda guerra mundial constituyeron la época de mayor expansión del sistema metro. Las décadas de los años 80 y 90 del siglo XX fueron menos prolíficas pero se crearon nuevas vías que redundaban en el centro. En los años noventa se implantó al noreste de la ciudad una línea de monorraíl que complementó la red de metro. La desmantelación de la URSS afectó gravemente a los planes de ampliación del metro de Moscú debido a la falta de financiación y se han cancelado algunas líneas, como la L12. Otras ampliaciones no se han llevado a cabo como las de la L2 y la L10. Actualmente la tendencia que se observa es la creación de vías con trazado perimetral que conectan los diversos ramales periféricos de las líneas entre sí, como ya hiciera en su momento la L5. Actualmente, el metro de Moscú dispone de 12 líneas, 182 estaciones, casi 300 km de vías y es usado por unos 7 millones de usuarios diarios²¹.

3.1.8. Cronología del sistema ferro-viario de Los Ángeles

En 1.869²² penetró el ferrocarril en la ciudad de Los Ángeles gracias a la Southern Pacific. La Union Pacific desarrolló otra línea en 1.885 completando así la conexión de la ciudad con la Unión del resto de estados. El transporte de mercancías es el que más ha podido desarrollarse debido a la fuerte competencia del automóvil en el transporte de pasajeros. Las compañías ferroviarias procedieron a fusionarse (Southern Pacific y

Burlington Northern) para amortizar las inversiones. Por otra parte el exiguo sistema de transporte de viajeros está representado por la compañía Amtrak desde 1.971²³.

Por otra parte, en 1.874 se creó el primer tranvía de sangre y se extendió rápidamente su uso por poblaciones aledañas. En 1.887 se implantó el tranvía eléctrico y a principios de siglo aparecieron los Big Red Cars de la compañía Pacific Electric Railway que poseían recorridos suburbanos que llegaban a penetrar en el centro de las ciudades. Su extensión abarcaba el Gran Los Ángeles pero a pesar de su éxito el automóvil seguía siendo el medio de transporte más usado por la población. Ya en la década de los 30, los tranvías estaban en una época de estancamiento a pesar de que el final de la II Guerra Mundial supuso un aumento de la economía y por tanto de la movilidad. Fue en 1.953 cuando la Pacific Electric vendió sus servicios de transporte de viajeros a la Metropolitan Coach Line. Más tarde , en 1.961, la Metropolitan Transit Authority (una administración pública que absorbió el transporte de viajeros) cerró la última línea de tranvía.

Pero ha sido desde los años 90 del siglo XX cuando se han gestado las mayores transformaciones en la red ferro-viaria de la ciudad. En 1.990 se implantó el metro ligero entre Los Ángeles y Long Beach y su red está imbricada con la red de metro convencional. En esta década se crearon dos líneas ferro-viarias, el ferrocarril suburbano Metrolink (1.992) y el ferro-carril metropolitano o metro (1.990). Estas líneas ferro-viarias han ido creciendo paulatinamente con bastante esfuerzo debido a las protestas por el emplazamiento de las líneas. Estas líneas ferro-viarias tampoco cuentan con un gran apoyo social ya supone una gran cuantía en el gasto público y solo beneficia fundamentalmente a las minorías con menores rentas. Actualmente, el metro de Los Ángeles posee 5 líneas, 127 km de vías, 70 estaciones y es usado por más de 300.000 pasajeros diarios²⁴.

3.2. ESTRUCTURAS DE LOS GRANDES SISTEMAS FERRO-VIARIOS DEL MUNDO

Este apartado versa sobre la estructura de las redes ferro-viarias de los principales sistemas ferro-viarios a nivel mundial. La forma, densidad y tamaño de las redes y estaciones y su volumen de pasajeros proporcionan una valiosa información acerca de

las diferentes estrategias adoptadas para cubrir las necesidades de la población a la que dan cobertura dichas redes ferroviarias.

3.2.1. Estructura del sistema ferro-viario de Londres

Se considera el sistema ferro-viario de Londres como un sistema maduro de red ferroviaria urbana y el estudio de su evolución histórica, técnica y urbanística son paradigmas de la ingeniería ferroviaria a escala mundial (figura 3.1).

El entramado de líneas y la multimodalidad de transportes involucrados conforman una compleja malla relacional. Especialmente significativo es su sistema metro. La primera línea de metro en inaugurarse fue la Metropolitan Line cuyo trazado noroeste-sureste dibujaba una línea de conexión entre Paddington y Farringdon Street, cerca de la actual Farringdon. Esta línea constituye un referente a nivel mundial, derivando de ella el término Metro usado actualmente. La mayor parte del trazado del suburbano original estaba formado por ella pero posteriormente se escindió parcialmente y surgieron las líneas Hammersmith & City, Circle y District. Estas cuatro líneas configuran el centro de Londres en forma de cuadrilátero y comparten buena parte del trazado que lo delimita. De hecho, este nivel de correspondencia entre las líneas (sobre todo entre la Metropolitan, Hammersmith & City y Circle), conduce a una explotación conjunta de las mismas en sus tramos centrales, lo cual supone una complicación considerable a la hora de calcular los horarios y de construir los enlaces a diferente nivel entre las estaciones interconectadas. Por lo general este nivel de conexión entre líneas ferroviarias es más común en el ámbito de los ferrocarriles suburbanos o periurbanos ya que al atravesar áreas de menor densidad, hay menor frecuencia de paso de los convoyes y por lo tanto es más conveniente la utilización de la misma vía para trayectos muy diferentes. La red de metro de Londres se extiende hasta 25 km del centro de la ciudad, con un trazado superficial que supera la mitad del total de la red lo cual se explica por el paralelo desarrollo de la urbe con la malla ferroviaria. Algunos aspectos notables de la red de metro de Londres los encontramos en la línea Metropolitan; Así pues, esta línea se halla mayoritariamente en superficie (85 por ciento), excede el límite del Gran Londres, posee servicios rápidos, semirrápidos y lentos que no existen en el resto de líneas, no posee estaciones en la zona 3 (la atravesiesa completamente sin detenerse en ella) y posee la mayor velocidad de toda la red ferroviaria londinense alcanzando los 80

km/h. Las otras tres líneas que configuran el centro de Londres tienen un trazado muy redundante. Hammersmith & City realiza un simple recorrido de oeste a este en el norte de Londres y actualmente no posee ninguna estación propia ya que comparte trayectos con el resto de la red. La línea District posee un recorrido suroeste-este destacando el nivel de ramales que presenta su recorrido especialmente en el área oeste y suroeste del norte de Londres, convirtiendo a esta línea en una de las más complejas a la hora de gestionar las rutas. Circle, por su parte, posee un recorrido circular como su nombre indica, pero con una variante. El círculo no es completo o mejor dicho, es más que un círculo, alargando su recorrido en forma de ramal. Al igual que la Hammersmith & City, no posee estaciones propias. Esta línea quizá desaparezca al ser absorbida por la Hammersmith & City, la cual pasaría a tener una forma de espiral que le permitiría recuperar en los extremos el tiempo que se produjese en un eventual retraso, cosa que no se puede realizar en un trazado circular porque los convoyes se verían obligados a circular constantemente. La complejidad de interrelaciones entre estas cuatro líneas indican la importancia de la definición de un centro sin dejar de interconectar el área adyacente. Otras seis líneas atraviesan el centro londinense. Bakerloo con un recorrido simple de noroeste a sur. Picadilly de noreste a suroeste, también en trazado simple. Victoria de noreste a sur. Jubilee de noroeste a este con un trazado semicircular en el sur. La línea Central, que divide el cuadrilátero central en dos mitades de oeste a este y cuyo trazado conecta el noroeste con el noreste, en ambos casos con varios ramales incluido uno circular en el noreste. Por último la línea Northern presenta el mayor nivel de complejidad dentro de la red ya que está compuesta por dos ramales en el área norte que convergen en las inmediaciones del cuadrilátero central y crean una línea circular que lo divide en su sector este. Este sector se cierra al sur del cuadrilátero central continuando en esta dirección como una sola vía; Actualmente tiene intenciones de expandirse hacia el sur.

Las estaciones con mayor número de pasajeros se hallan o dentro o en el contorno del sector central y de esta manera las estaciones de Victoria, King's Cross, Liverpool Street y Waterloo canalizan buena parte de las interconexiones del anillo central, mientras en el centro, Oxford Circus y Picadilly Circus definen el área de mayor movilidad.

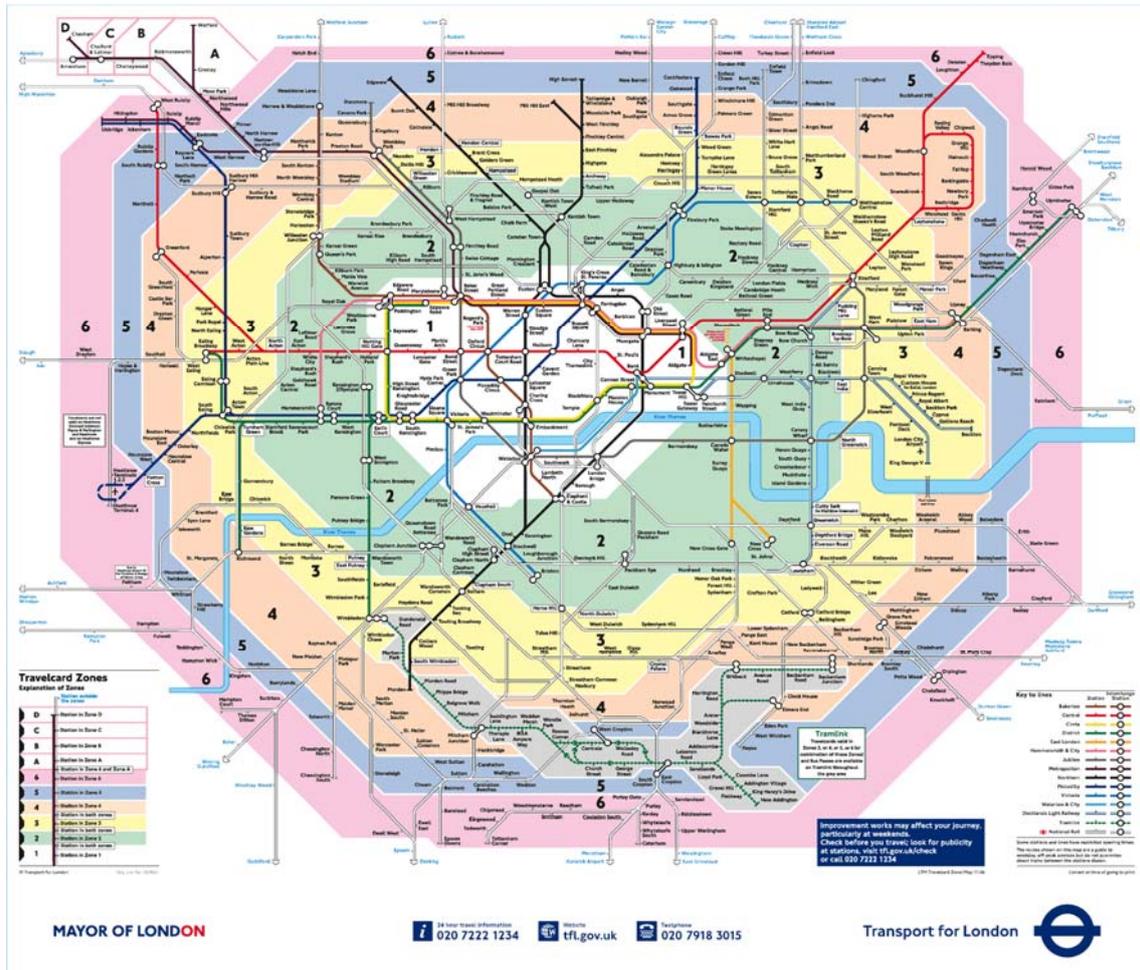
Para finalizar con el sistema metro, sólo cabe nombrar a la línea Waterloo. La más pequeña de todas (2 km) y cuyo trazado únicamente tiene la función de mejorar la conectividad entre el resto de líneas. Las cuatro primeras líneas mencionadas poseen un trazado próximo a la superficie al contrario que las siete últimas que poseen mayor profundidad (58.5 m en la estación de Hampstead en la Northern Line) lo cual ha propiciado la aparición de extensas escaleras mecánicas.

Por otra parte, la East London Line era una pequeña línea del metro de Londres que operaba de noreste a sureste y que actualmente forma parte del London Overground, una red de ferrocarriles suburbanos que pretenden interconectar la mayor parte de las líneas de metro en una ronda periférica alrededor de la ciudad. Esta línea posee diversos ramales de interconexión en el norte y oeste de la ciudad.

Por otra parte, al sureste de la ciudad se ha construido una red de metro ligero, denominada Docklands Light Railway la cual ha obtenido un gran éxito y se ha ampliado rápidamente en forma de cruz alcanzando tanto el cuadrilátero central como el London City Airport y los Docklands.

El tranvía en Londres opera fundamentalmente en el sur de la ciudad , al sur del río Támesis, el área más inconexa de la ciudad debido a su baja densidad. Conformado por tres líneas que definen un cuadrilátero central , dicha estructura parece imitar a la base fundacional del sistema de metro londinense. Existen planes de ampliación de la red debido a la buena aceptación del sistema.

Figura 3.1. Metro de Londres.



Fuente: Transport for London: < <http://www.tfl.gov.uk/> >.

3.2.2. Estructura del sistema ferro-viario de París

Se puede diferenciar claramente dos tipos de entramados ferro-viarios en la red de París. El metro propiamente dicho que se enmarca en el núcleo central de París y el RER o servicio de cercanías que abarca el área metropolitana. El conjunto del gran París se halla dividido en 8 áreas concéntricas que definen diferentes ámbitos de transporte en función de su distancia al centro (figura 3.2).

El metro de París se circunscribe a las áreas 1 y 2, consta de 14 líneas y su estructura está definida por un anillo central constituido por las líneas 2 (norte) y 6 (sur). Atravesando este anillo en disposición noroeste-este encontramos las líneas 1 y 3,

mientras la 4 y la 5 cortan el anillo en su mitad este, siguiendo un trazado norte-sur de igual modo que la 12 y la 13 (la cual se ramifica en su sector norte) cortan la mitad oeste del anillo y la 7 la corta en su centro, también con un trayecto norte-sur; A esta línea se le añadió posteriormente un ramal en su sector norte que forma un trayecto circular al igual que ocurre en la línea 3 aunque en ésta línea se dibuja un trazado simple. La función principal de ambos ramales es la conectividad entre las líneas 3 y 7 pero se prevé su fusión para la creación de la que será la línea 15 del metro. Las líneas 8 y 9 trazan dos semicírculos concéntricos en la mitad sur del anillo, siendo su trayectoria Sur-centro-Sur. Por último, las líneas 10, 11 y 14 poseen trayectos que inciden en el círculo central pero sin atravesarlo completamente. La línea 10 se integra en el tercio sur del anillo de oeste a este formando un sistema circular en su sector oeste. La línea 11 llega al corazón del sistema central en una disposición noreste-suroeste, y la línea 14 (la línea Météor) hace lo propio en un sentido noroeste-sureste. El nivel de interrelación e imbricación en la red es totalmente abrumador, haciéndose realmente dificultosa la lectura de los trayectos.

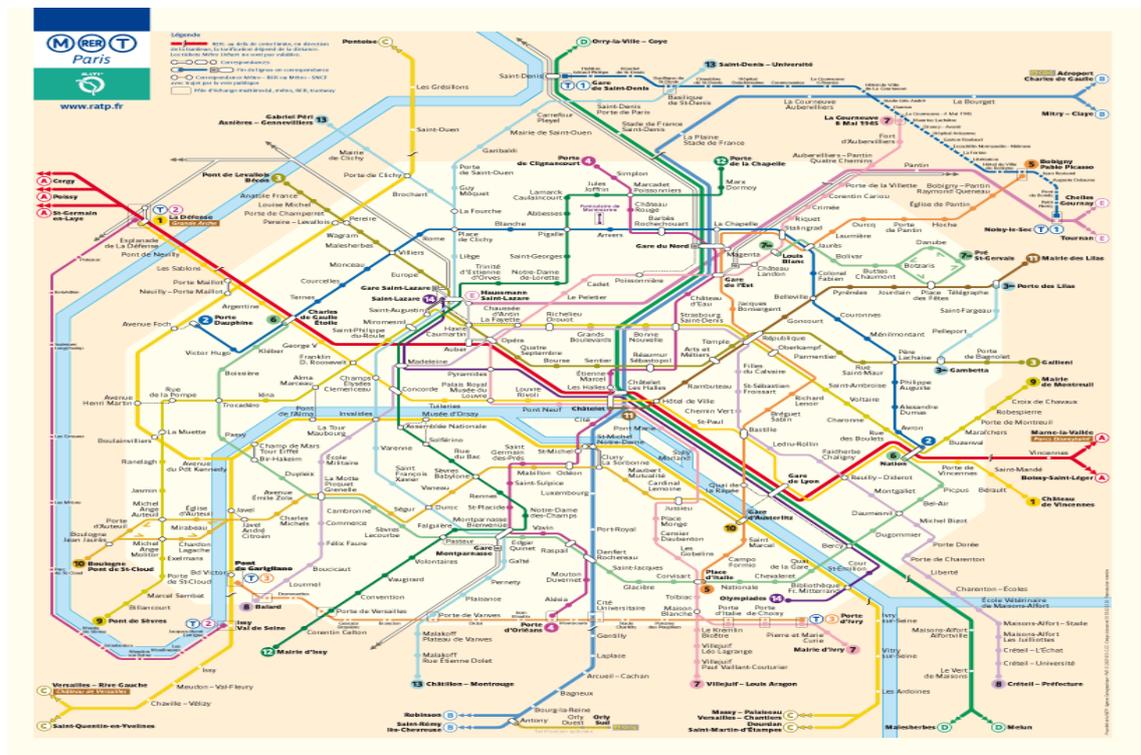
A la compleja maraña formada por la red de metro se le superpone otro sistema ferroviario, el RER o trenes de cercanías y el Transilien cuyo ámbito excede la entidad parisina. Los intercambiadores más notorios tanto de la red de metro como de la red de cercanías RER y del Transilien son Chatelet-Les Halles (con 5 líneas de metro y 3 de RER), Gare de Lyon, Saint Lazare, Gare Montparnasse y Gare du Nord. El RER está constituido por 5 líneas. La línea A (gestionada por RATF-SNCF) abarca las 5 primeras áreas de transporte siguiendo un recorrido noroeste-este bifurcándose en ambos extremos y dividiendo en dos mitades la área 1, la más densa; La línea B (gestionada por RATF- SNCF) posee un trayecto noreste-suroeste y al igual que la línea A también se bifurca dividiendo el área 1 en dos mitades de norte a sur; La línea D (gestionada por SNCF) hace lo propio en un recorrido norte-sur más preciso y abarca las siete primeras áreas desdoblándose en un mitad sur para alcanzar los sectores más extensos de las áreas 5, 6 y 7. La línea E (gestionada por SNCF) es la más simple al tener un trayecto centro-este que divide su recorrido en dos ramales desde el área 3 a la 6; La línea C (gestionada por SNCF) es sin duda alguna la más compleja de la red (incluida la red de metro) ya que forma una línea circular desde la mitad del área 1 hasta el área 4, con un anillo circular interno y varios ramales desdoblados que se internan en dirección norte, sur y oeste, llegando a abarcar 6 áreas en total. A pesar de que el nivel

de conectividad ferroviaria a esta escala no puede compararse con la red de metro, no es desdeñable el nivel de interrelación de las líneas, en especial debido a la peculiar estructura de la línea C.

A todo esto se ha de añadir las líneas Transilien que no forman parte de la red RER pero que complementan el transporte regional de forma efectiva. En el sur existen escasas líneas poco complejas que hacen su aparición en el área 5.; Al este, la situación es considerablemente mejor con líneas que llegan al centro del área 1 y que se desdoblán repetidamente hasta llegar al área 8; Sin embargo es el norte y el oeste donde existe una mayor diversificación de este tipo de trayectos, sobre todo en el norte donde se crea un sistema circular entre las áreas 4 y 5. El noroeste y el suroeste están conectados por un ramal a lo largo del área 6 vertebrando eficientemente esta periferia.

Por último, en un ámbito más alejado se hallan 2 líneas de tranvía recientemente implantados y una línea de bus sobre carriles reservados que comienzan a configurar un gran anillo exterior que pretende definir la aglomeración urbana de París al igual que el metro define el área metropolitana de la ciudad de la luz.

Figura 3.2. Metro de París.



Fuente: RATP: < <http://www.ratp.fr/> >.

3.2.3. Estructura del sistema ferro-viario de Berlín

El sistema ferro-viario de Berlín consta de dos partes diferenciadas, el U-Bahn o ferrocarril urbano y el S-Bahn o ferrocarril suburbano que se distribuyen a lo largo de 3 áreas concéntricas que delimitan el núcleo urbano (zona A), el área suburbana (zona B) y el área periférica o regional (zona C). Ambos sistemas se hallan muy entrelazados al compartir ámbito e interconexiones a pesar de que los dos están pensados para abarcar áreas muy diferenciadas; Es en el sector central o “Ring”, donde ambos sistemas complementan sus trazados (figura 3.3).

El U-Bahn posee 9 líneas, algunas de ellas bifurcadas en ramales y se restringe mayoritariamente a la zona A, la cual está definida por el Ring en su área central. La U1 y la U2 poseen trazados simétricos constituyendo el eje sur del Ring. Alcanzan en la zona B tanto en el noreste como en el suroeste (considerado la U3) y también en el noroeste a través de un ramal. El eje norte del Ring está constituido por las líneas del S-Bahn , S5, S7, S9 y S3 cuyos trazados discurren paralelo por la zona A y se expanden por las zonas B y C. Estas líneas se bifurcan y conectan con el resto de la red. En la zona A las cuatro líneas describen un mismo trazado (“Ring”) mientras que en sus extremos cada línea provee de servicio a una zona determinada: noroeste (S7 y S5) , suroeste (S7 y S1), noreste (S7) , este (S5), sureste (S3) y sur (S9 coincidiendo con el trazado de la S6 y una parte de la S4). La S4 conforma un segundo anillo alrededor del Ring, delimitando la zona A. Ésta línea, la S4 es una de las que mayor complejidad presenta. Abarcando un recorrido perimetral, se desdobra en dos ramales, uno, ya comentado, al sur, y otro al noreste llegando en ambos caso a la zona C y coincidiendo en la mayoría del recorrido de ambos ramales con la S8. La S1 y la S2 discurren paralelas de norte a sur dividiendo al Ring en dos siendo notable el desarrollo de sus trazados norte, sur y sureste de la zona B que incluso alcanzan pequeñas áreas de la zona C. La U6 y la U8 dibujan una parábola norte-sur en la mitad este del Ring llegando hasta la zona B, mientras la U9 hace lo mismo en la mitad oeste del Ring.

La U7 posee un trayecto central y periférico al mismo tiempo en la zona A y realiza un itinerario noroeste-sureste llegando en ambos extremos a la zona B mientras su tramo central discurre por el tercio sur de la zona A. La U4 y la U5 completan el esquema de esta red al este (U5) y funcionan como elementos de conexión entre líneas en el centro-sur de la zona A (U4).

El U-Bahn y el S-Bahn se hallan estrechamente vinculados. El primero masifica sus líneas en la zona A para dotar a ésta de una intrincada red de posibilidades de trayectos mientras el S-Bahn atraviesa la zona A para interconectarla con las zonas B y C pero dejando a éstas con una estructura ramificada en diversas terminales sin apenas interconexión entre ellas, especialmente en el sur. Sin embargo para paliar esta situación están los ferrocarriles regionales, los cuales a través de las zonas B y C forman una ronda de circunvalación. También interconectan los ramales de la S-Bahn entre sí y penetran en la zona A por el borde norte del Ring. Las principales estaciones de interconexión se hayan mayoritariamente dentro del Ring y son: Charlottenburg, Zoologischer Garten, Friedrichstrasse, Alexanderplatz, Warschauer Strasse, Ostkreuz y Potsdamer Platz.

Los tranvías están presentes fundamentalmente en la mitad NE de la ciudad. Poseen una estructura radial respecto al centro de la ciudad, al tiempo que se interconectan entre ellas por medio de líneas que trazan semicírculos concéntricos con la función de interconectar los radios de la red. Al sureste se conforma un subsistema arborescente semiindependiente de la red principal.

Figura 3.3. Metro de Berlín.



Fuente: BVG: < <http://www.bvg.de/> >.

3.2.4. Estructura del sistema ferro-viario de Nueva York

El sistema ferro-viario de Nueva York es paradigmático. En especial su sistema metro. El metro de Nueva York posee 18 líneas de metro y 26 servicios (las líneas son designadas con nombres y los servicios tienen letras o números). La existencia de servicios Express y servicios locales presentes en toda la red merced a la cuadruplicación de las vías (dos en cada sentido por cada servicio) y la interconexión de los raíles permite la flexibilidad de los trayectos de los convoyes que frecuentemente van variando sus rutas; Así pues existen físicamente 18 líneas de metro pero 26 posibles rutas por las que desplazarse (figura 3.4).

Toda la red de metro redundante en Manhattan y de ese centro hiperconectado se derivan ramales terminales hacia el Bronx al norte, Queens al este y Brooklyn al sur. El downtown , representado por la práctica totalidad de la isla de Manhattan pero con especial significación en su mitad sur, se encuentra atravesado por una maraña de líneas de recorrido confluyente; Los servicios 2 y 3 (Broadway –Seventh Avenue Express) atraviesan la isla de norte a sur por su vertiente oeste, llegando hasta Brooklyn y el Bronx. El servicio 1 (Broadway – Seventh Avenue Local) discurre paralelo a los servicios 2 y 3 en su mayor parte pero está circunscrito mayormente a Manhattan aunque realiza una pequeña incursión en el Bronx; Los servicios 4, 5 (Lexington Avenue Express) y 6 (Lexington Avenue Local) poseen un trayecto similar a los servicios 2 y 3 pero rodeando la vertiente este de la isla. La línea que da servicio de forma integral a los cuatro barrios es la Six Avenue, que en su servicio Express (rutas B y D) conectan el Bronx, atravesando en dos la isla de Manhattan por el centro para luego desdoblarse al sur de Brooklyn. Su servicio Local (rutas F y V) entronca Queens con Brooklyn y discurre de forma paralela al servicio Express en Manhattan. Este recorrido es muy similar al de la línea Eight Avenue siendo sus servicios A (Express), C y E (Local) más extensivos en Brooklyn e inexistentes en el Bronx. La línea Broadway (N y Q Express, R y W Local) es también coincidente con la Six Avenue especialmente en Queens y Brooklyn. Atravesando Brooklyn de este a oeste para luego incidir en el sur a través del Downtown, está a la Nassau Street en su versión Local (servicio M) y Express (servicio J y Z). Dos líneas más, la Canarsie Local (servicio L) con recorrido en Brooklyn y la Flushing Local/Express (servicio 7) con recorrido en Queens inciden levemente en Manhattan para conectarlo con éste. Sólo hay

una línea que interconecte dos barrios (Brooklyn y Queens) sin atravesar Manhattan y es la Crosstown Local. Los Shuttle (dos en Brooklyn y uno en el centro de Manhattan) son servicios lanzadera de un único sentido que complementan la red de metro enlazando diversas líneas y creando una mayor conectividad.

La importancia de Manhattan en la movilidad de la ciudad de los rascacielos resulta abrumadora y más teniendo en cuenta que todas las líneas mencionadas recorren trayectos sumamente coincidentes formando estaciones de interconexión de una elevadísima afluencia. Las más transitadas son Times Square-Calle 42, Grand Central-Calle 42, Calle 34-Herald Square y Calle 14-Union Square.

Staten Island se haya más separada físicamente del resto de barrios de Nueva York y su red de ferrocarriles ligeros (MTA Staten Island Railway) no se encuentra unificada con el metro de Nueva York. De igual forma ocurre en Nueva Jersey que se encuentra conectada por 8 líneas de trenes regionales de alcance estatal con una disposición radial en su trama, siendo la estación de New York Penn Station la que enlaza con Manhattan. New Jersey también está conectado con las terminales de Hoboken y Newark Penn Station (estación terminal de la red de ferrocarril ligero Newark City Subway) , las cuales convergen con el PATH , un ferrocarril ligero que ayuda a cohesionar aún más ambas orillas del Hudson penetrando en Manhattan hasta la calle 33 y el World Trade Center con un total de 5 servicios en tramos de líneas compartidos. También esta zona está servida por un servicio de tranvía (Hudson Bergen Light Rail) que fundamentalmente opera en New Jersey con 3 servicios redundantes que paran en la masificada estación de Hoboken e inciden en el centro de la gran manzana, concretamente en la calle 8º y en West Side Avenue.

Figura 3.4. Metro de Nueva York.



Fuente: MTA New York City Transit: < <http://www.mta.info/nyct/> >.

3.2.5. Estructura del sistema ferro-viario de Madrid

El sistema ferro-viario de Madrid destaca por ser uno de los más extensos y complejos del mundo (figura 3.5). De norte a sur se perfila la línea 1 del metro de Madrid. Paralela a esta línea se encuentra la línea 9 que posee una trayectoria ubicada más hacia el este que la línea 1 e incide menos en el sector norte y más en el sureste. Dos líneas más cortan de norte a sur la red; La línea 3 que iniciando su trayecto en el sector centro-occidental vira en el centro mismo de la capital (Sol) para desviarse irremediabilmente hacia el sur y la L10 que , por su parte, posee uno de los trazados más extensos de la red. La L10 da conectividad a todo el sector norte y conecta el centro y suroeste de Madrid para después enlazar con la línea circular Metrosur la cual vertebra las ciudades satélites residenciales del sur de Madrid. En sentido transversal noreste-suroeste incidiendo en el masificado centro está la línea 5, mientras que en sentido longitudinal oeste-este se encuentra la línea 7 que penetra en el sector noroeste de la ciudad. Las líneas 2 y 4 poseen una estructura en L o semicírculo que atraviesan el centro tanto de

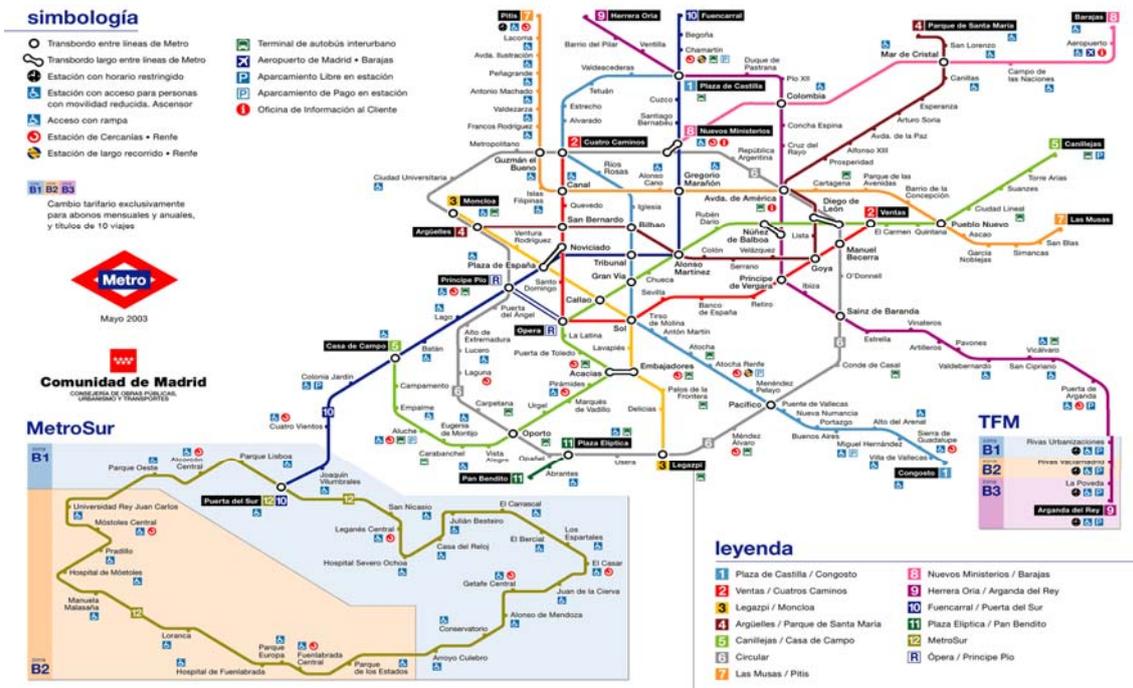
norte a sur como de este a oeste, especialmente la línea 2. Todas estas líneas que de forma tan redundante inciden en el centro se interconectan entre sí a través de múltiples estaciones de interconexión en el abigarrado espacio central delimitado por la línea circular 6. Sol, Plaza de España, Ópera y Alonso Martínez constituyen las principales estaciones de interconexión dentro del círculo. Las estaciones de Diego de León, Nuevos Ministerios, Cuatro Caminos, Avenida de América y Príncipe Pío son las principales interconexiones en el borde del anillo mientras que la estación de Plaza de Castilla es la principal conexión fuera del anillo. La línea 11 constituye un pequeño trayecto al suroeste del anillo mientras la línea 8 es una línea de conexión rápida que enlaza el centro de negocios (Nuevos Ministerios) con el aeropuerto al noreste.

Tres líneas de metro ligero complementan esta estructura. Una pequeña línea al norte que sirve de enlace entre las líneas 1, 4 y 10 de metro y dos más extensas que proveen de servicio al sector oeste de la ciudad enlazando ambas en la línea 10 de metro. Enlazan concretamente en la estación Colonia Jardín, nombre más que oportuno para designar la tipología edificatoria de baja densidad relativa propicia para la implantación de este tipo de sistema ferro-viario.

La red de cercanías también posee un esquema circular delimitado por la C-7 y enlaza el sistema ferroviario regional con el metro en las estaciones de Chamartín, Nuevos Ministerios, Atocha, Méndez Álvaro, Pitis, Pirámides y Príncipe Pío. La mayoría de líneas circunda este anillo parcialmente (especialmente entre Chamartín y Atocha situados al norte y al sur de la ciudad de Madrid) y derivan sus trayectorias hacia algún sector de la comunidad de Madrid; La C-1 posee una estructura semicircular del Noreste al este y comparte en su tramo final la trayectoria de las líneas C-2 y la C-7; La C-3 transcurre por el sureste desdoblándose en dos ramales mientras la C-4 discurre decididamente hacia el sur. La C-5 es una de las que mayor extensión cubre al poseer dos ramales al sur y suroeste de la región (empalmando con diversas estaciones de MetroSur, es decir, del contingente de cerca de un millón de residentes de las ciudades residenciales del sur de la comunidad de Madrid: Getafe, Fuenlabrada, Leganés...) mientras la C-8 hace lo mismo en el noroeste al desdoblarse en dos y al enlazar con la C-9 que cubre el área norte de la ciudad sin redundar en el centro. Por último la C-10 bordea la práctica totalidad del anillo para poder proveer de enlace a los sectores noreste y noroeste. El área cubierta por la extensa red de cercanías cubre 6 áreas de servicio

concéntricas (A, B1, B2, B3, C1 y C2) que abarcan la totalidad de la comunidad de Madrid.

Figura 3.5. Metro de Madrid.



Fuente: Metro de Madrid: < <http://www.metromadrid.es/es/index.html> >.

3.2.6. Estructura del sistema ferro-viario de Tokio

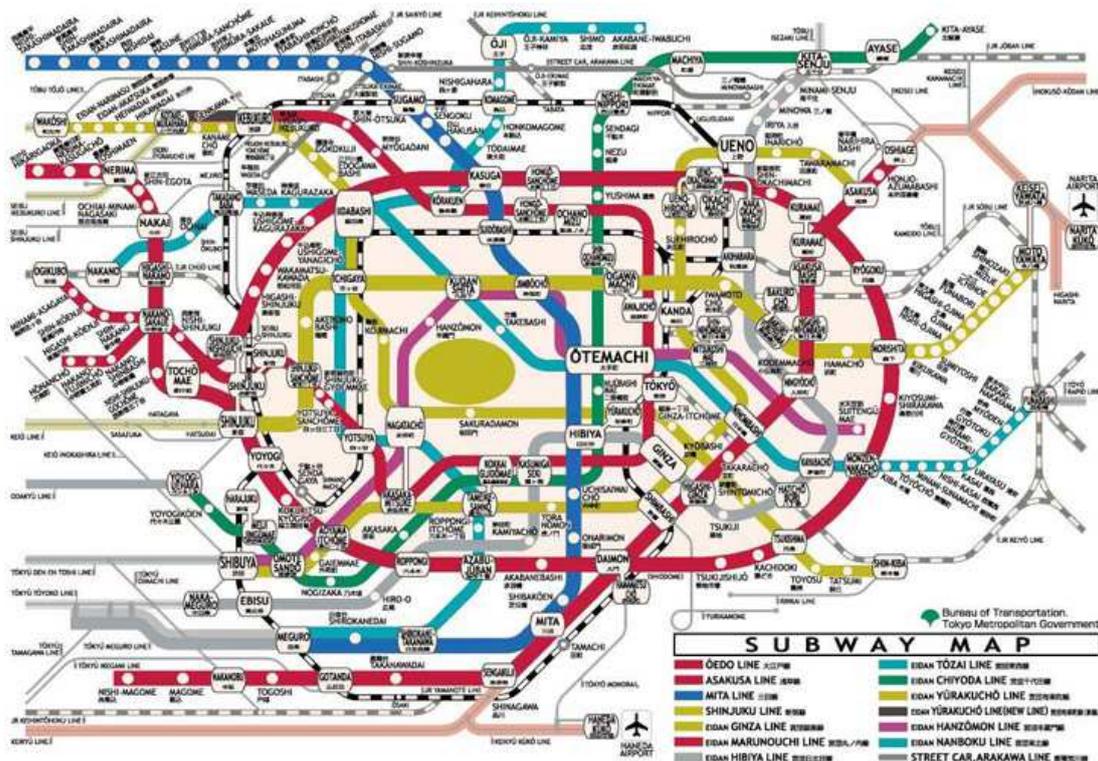
El sistema ferro-viario Tokio obedece a parámetros muy estrictos de ordenación, cobertura zonal, funcionalidad y jerarquía del sistema (figura 3.6). Delimitado por la línea circular Oedo, el sistema metro atraviesa Tokio en su centro por el resto de líneas. De norte a sur están las líneas Chiyoda y Mita, que cubren zonas situadas en el exterior del anillo, al noreste y noroeste de éste, respectivamente. También la línea Nanboku atraviesa de norte a sur esta área pero no por su centro sino por su sector más occidental. Las líneas Tozai y Yarakucho se disponen transversalmente en dirección noroeste-sureste mientras la línea Shinjuku atraviesa diametralmente de oeste a este el centro del círculo al igual que la línea Hanzomon. El resto de líneas posee un tipo de trazado más excéntrico, atravesando parte del área céntrica delimitada por la línea circular. La línea Maronuchi proyecta un semicírculo proveniente del sector noroeste que cruza el centro para después girar hacia el suroeste. La línea Akasuka corta el segmento oriental del anillo y despliega la mayor parte de su trayecto al suroeste del mismo. Las líneas Ginza

e Hibiya inician su recorrido en el noreste y atraviesan de norte a sur el círculo para después desviar su trayectoria en forma de semicírculo por el sector este y sur. Las estaciones de Otemachi, Ueno, Iidabashi, o Ginza suponen algunas de las principales estaciones de interconexión situadas en el centro y borde del anillo. Fuera del anillo, la red de metro converge con el complejo entramado de líneas ferroviarias regionales.

El ferrocarril regional de la capital nipona excede cualquier expectativa, sin embargo su estructura sigue unas pautas muy precisas. En disposición radial en torno al anillo central, en el cual inciden , las líneas despliegan sus haces fundamentalmente al norte, este y oeste de Tokio, suponiendo la Bahía de Tokio un potente limitador geográfico. Diversas líneas circulares interconectan entre sí la multitud de trayectos que se dispersan por toda la región urbana de Tokio, dotando de consistencia a todo este complejo sistema.

El tranvía se concreta en la línea Arakawa y opera al norte y este de la ciudad mientras que el monorraíl se haya circunscrito a la bahía de Tokio a lo largo de casi 18 kilómetros.

Figura 3.6. Metro de Tokio.



Fuente: Tokyo Metro: < <http://www.tokyometro.jp/en/> >.

3.2.7. Estructura del sistema ferro-viario de Moscú

La estructura ferro-viaria de Moscú es una de las mejor ideadas y cuidadosamente planificadas de todas las tramas ferro-viarias urbanas proyectadas en el mundo (figura 3.7). Se halla articulado de acuerdo a reglas uniformes; En el área central, el metro está definido por una línea circular (la L5) y es en esta línea y en el área que circunscribe donde se producen la gran mayoría de las interconexiones. Estas interconexiones se hallan en trayectos que conectan periferias alejadas que redundan en el centro, lo cual permite un correcto enlace de la población que vive en zonas residenciales periféricas con el centro que es donde se concentran mayoritariamente los puestos de trabajo , los servicios y los equipamientos. También permite comunicar zonas periféricas entre sí dado el gran número de interconexiones presentes en el área central. Las líneas que atraviesan el anillo de norte a sur son la 9 y la 6 y de forma más excéntrica las líneas 1, 2, 7 y 10; En sentido longitudinal actúa la línea 3 incidiendo sus extremos en el sector norte. El resto de líneas poseen trayectos que atraviesan el anillo parcialmente como es el caso de la línea 8 en el sector este y la línea 4 en el sector oeste.

Las principales estaciones de interconexión de la red dentro del anillo son cinco que poseen diferentes nombres en base a la línea a la que pertenecen. Las estaciones son Biblioteca Imeni Lenina (nombre dado a la estación de la línea 1, Arbatskaya en la línea 3, Alexandrowsky Sad en la línea 4 y Borovitskaya en la línea 9), Chistye Prudy (nombre dado a la estación de la línea 1, Turgenevskaya en la línea 6 y Sretensky Bulvar en la 10), Okhotny Ryad (nombre dado a la estación de la línea 1, Teatralnaya en la línea 2 y Ploshcad Revolutsii), Novokuznetskaya (nombre dado a la estación de la línea 2 y Tretyakovskaya en las líneas 6 y 8) y Tverskaya (nombre dado a la estación de la línea 2, Pushkinskaya en la línea 7 y Chekhovskaya en la línea 9); Así mismo , en el borde del anillo existen 3 estaciones importantes. Estas son Kurskaya (nombre dado a la estación de las líneas 3 y 5 y Chkalovskaya en la línea 10), Kiyevskaya (entre las líneas 3, 4 y 5) y Taganskaya (nombre dado a la estación de las líneas 5 y 7, y Marksistskaya en la línea 8).

Las pequeñas líneas 11 y L1 tienen como misión dar cohesión y unicidad fuera del anillo a las líneas principales del sur de la ciudad. De hecho las interrelaciones de las

líneas fuera del área delimitada por la línea circular son raras y escasas. A este respecto, existe un proyecto que va cobrando fuerza es la implantación de cuatro líneas de metro regional que pretende dar cobertura a los suburbios ubicados a 50 km de Moscú, todas ellas unidas por una línea circular, configurando así una estructura doblemente anular.

Figura 3.7. Metro de Moscú.



Fuente: Moscow Metro: < <http://engl.mosmetro.ru/> >.

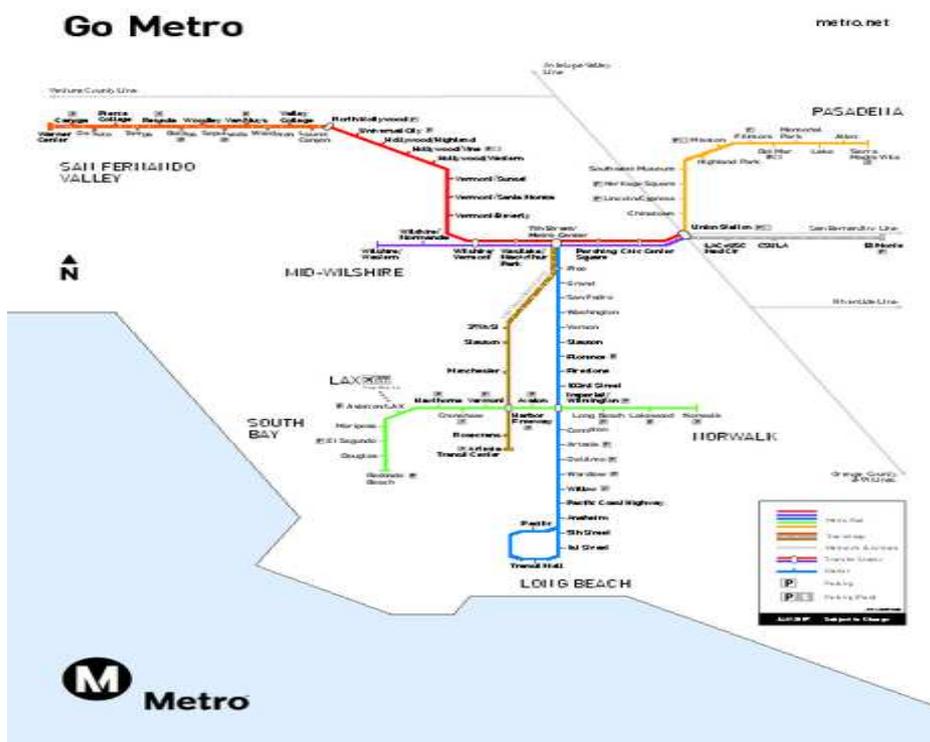
3.2.8. Estructura del sistema ferro-viario de Los Ángeles

La estructura de la red es aún muy simple aunque se haya en un proceso de ampliación permanente, lo cual es señal de un creciente interés por los medios de transporte ferroviarios como solución a la persistente congestión viaria de la que adolece Los Ángeles (figura 3.8). Sólo dos de las 5 líneas de metro de Los Ángeles están soterradas, el resto son líneas de metro ligero que complementan la red en áreas de densidad baja donde la

implantación del metro convencional derivaría en la infrautilización de la red con un coste económico excesivo. La línea roja y la línea morada (la cual es considerada en muchas ocasiones un ramal de la línea roja) discurren paralelas por el centro-noroeste de la ciudad en un trazado escalonado. Las 3 líneas de metro ligero se interconectan con la de metro pesado en dos estaciones primordiales: la 7th/metro que enlaza el sistema formado por las líneas azul y verde , y la Union Station que enlaza con la línea dorada y las terminales de las principales vías ferroviarias suburbanas y de largo recorrido. Las líneas azul y verde forman una cruz en el centro-sur de la ciudad enlazando en la estación Imperial/ Wilmington, mientras la línea dorada dibuja un semicírculo en el centro-noreste de la aglomeración.

Por último cabe destacar a las líneas suburbanas y de largo recorrido que dibujan trazados simples y escasos al este, norte y sur. En esta área sigue siendo predominante el transporte privado frente al transporte público.

Figura 3.8. Metro de Los Ángeles.



Fuente: LACMTA: < <http://www.metro.net/> >.

A modo de síntesis se presentan los principales rasgos distintivos de las redes ferroviarias anteriormente expuestas.

El sistema ferro-viario de Londres es un emblema y prototipo de red de metro y ferrocarril urbano así como de planificación estructurada y con visión territorial a nivel urbana y regional. Sus aciertos y errores han sido estudiados al milímetro, sus técnicas constructivas e innovaciones tecnológicas han sido aplicadas por todo el orbe y constituye el modelo de referencia obligatorio en materia transportística.

El sistema ferro-viario de París ejemplifica una estrategia de delimitación urbana a partir de la concreción del ámbito de actuación de la red ferro-viaria metropolitana y es un paradigma de la correcta imbricación entre los sistemas ferro-viarios metropolitanos y regionales.

El sistema ferro-viario de Berlín es un ejemplo de sistema con presencia de elementos de alta tecnología que integra el territorio. Al tiempo es un sistema ferro-viario infrautilizado socialmente debido a sus avatares históricos. Su Ring, el centro de su red, constituye un ejemplo de estructura exitosa imitado hasta la saciedad en posteriores proyectos ferro-viarios urbanos a lo largo del mundo.

El sistema ferro-viario de Nueva York es un ejemplo de red ferro-viaria con macrocefalia interconectiva en un centro en el que redundan los trazados de metro. El centro posee tal gravedad que condiciona la fisonomía de la red y con ello la movilidad del resto de la ciudad. La versatilidad del modelo neoyorkino no solo es emblemático sino prácticamente único.

El sistema ferro-viario de Madrid es un ejemplo de la planificación expansiva de una red ferro-viaria con carácter global y unitario y con ambiciosa proyección de ampliación. La creación de un subsistema de metro (Metrosur) anexo al principal añade un nuevo capítulo a la extensa historia del ferro-carril urbano.

Tokio, la ciudad más poblada del mundo posee uno de los sistemas ferro-viarios más avanzados, con una estructura compleja y densa pero con unas pautas de ordenación claras. Con un centro urbano delimitado por la red de metro, la periferia se expande

vertiginosamente. Esta periferia es atravesada por líneas de ferrocarril regional orientadas al centro urbano y paralelas entre ellas. Tokio es un ejemplo de perfecta organización del territorio en escalas tanto metropolitanas como regionales.

El sistema ferro-viario de Moscú es un ejemplo arquetípico de estructura ferro-viaria planificada de acuerdo a parámetros de unidad, cohesión, interrelación y coherencia. La previsión tan meticulosa de los trayectos de las líneas, su disposición, profundidad y majestuosidad confieren al metro de Moscú un aire mítico.

Los Ángeles, la ciudad del automóvil comienza a comprender las ventajas que supone el transporte ferro-viario que una vez tuvo. Partiendo prácticamente de cero, es interesante observar la evolución de una creciente red ferro-viaria y las estrategias adoptadas para abarcar la extensión de la enorme metrópoli californiana.

Notas del capítulo 3

¹JULIÀ SORT, J. *Redes Metropolitanas. Metropolitan Networks*. Editorial Gustavo Gili: Barcelona. 2005. 196 pp. [ISBN: 139788425219931].

²FEBRÉS, X. MISERACHS, X., SALA, M. *Metros y metrópolis*. Barcelona:Edicion Ferrocarril Metropolità de Barcelona. 1991. 286 pp. [ISBN: 8477941416].

³Transport for London: < <http://www.tfl.gov.uk/> >.

⁴JULIÀ SORT, J. *Redes Metropolitanas. Metropolitan Networks*. Editorial Gustavo Gili: Barcelona. 2005. 196 pp. [ISBN: 139788425219931].

⁵FEBRÉS, X. MISERACHS, X., SALA, M. *Metros y metrópolis*. Barcelona:Edicion Ferrocarril Metropolità de Barcelona. 1991. 286 pp. [ISBN: 8477941416].

⁶RATP: < <http://www.ratp.fr/> >.

⁷JULIÀ SORT, J. *Redes Metropolitanas. Metropolitan Networks*. Editorial Gustavo Gili: Barcelona. 2005. 196 pp. [ISBN: 139788425219931].

⁸FEBRÉS, X. MISERACHS, X., SALA, M. *Metros y metrópolis*. Barcelona:Edicion Ferrocarril Metropolità de Barcelona. 1991. 286 pp. [ISBN: 8477941416].

⁹BVG: < <http://www.bvg.de/> >.

¹⁰JULIÀ SORT, J. *Redes Metropolitanas. Metropolitan Networks*. Editorial Gustavo Gili: Barcelona. 2005. 196 pp. [ISBN: 139788425219931].

¹¹FEBRÉS, X. MISERACHS, X., SALA, M. *Metros y metrópolis*. Barcelona:Edicion Ferrocarril Metropolità de Barcelona. 1991. 286 pp. [ISBN: 8477941416].

¹²MTA New York City Transit: < <http://www.mta.info/nyct/> >.

¹³JULIÀ SORT, J. *Redes Metropolitanas. Metropolitan Networks*. Editorial Gustavo Gili: Barcelona. 2005. 196 pp. [ISBN: 139788425219931].

¹⁴FEBRÉS, X. MISERACHS, X., SALA, M. *Metros y metrópolis*. Barcelona:Edicion Ferrocarril Metropolità de Barcelona. 1991. 286 pp. [ISBN: 8477941416].

¹⁵Metro de Madrid: < <http://www.metromadrid.es/es/index.html> >.

¹⁶JULIÀ SORT, J. *Redes Metropolitanas. Metropolitan Networks*. Editorial Gustavo Gili: Barcelona. 2005. 196 pp. [ISBN: 139788425219931].

¹⁷FEBRÉS, X. MISERACHS, X., SALA, M. *Metros y metrópolis*. Barcelona:Edicion Ferrocarril Metropolità de Barcelona. 1991. 286 pp. [ISBN: 8477941416].

¹⁸Tokyo Metro: < <http://www.tokyometro.jp/en/> >.

¹⁹JULIÀ SORT, J. *Redes Metropolitanas. Metropolitan Networks*. Editorial Gustavo Gili: Barcelona. 2005. 196 pp. [ISBN: 139788425219931].

²⁰FEBRÉS, X. MISERACHS, X., SALA, M. *Metros y metrópolis*. Barcelona:Edicion Ferrocarril Metropolità de Barcelona. 1991. 286 pp. [ISBN: 8477941416].

²¹Moscow Metro: < <http://engl.mosmetro.ru/> >.

²²JULIÀ SORT, J. *Redes Metropolitanas. Metropolitan Networks*. Editorial Gustavo Gili: Barcelona. 2005. 196 pp. [ISBN: 139788425219931].

²³FEBRÉS, X. MISERACHS, X., SALA, M. *Metros y metrópolis*. Barcelona:Edicion Ferrocarril Metropolità de Barcelona. 1991. 286 pp. [ISBN: 8477941416].

²⁴LACMTA: < <http://www.metro.net/> >.

CAPÍTULO 4. LOS SISTEMAS FERRO-VIARIOS DE BARCELONA

El presente capítulo analiza pormenorizadamente la evolución de los diferentes sistemas ferro-viarios existentes en Barcelona y en su área metropolitana. La historia del ferrocarril, el tranvía, el funicular, el metro convencional, el metro ligero y la alta velocidad se desgrana en el siguiente texto, que pretende describir la importancia que tiene el medio de transporte ferro-viario en la configuración urbana y su incidencia a nivel social y económica.

4.1. LAS PRIMERAS REDES FERRO-VIARIAS DE BARCELONA. FERROCARRIL Y TRANVÍA.

En este apartado se analizan la cronología y las estructuras de las redes de ferrocarril y tranvía. Estas redes ferroviarias se han instalado en Barcelona desde el final de la primera mitad del siglo XIX hasta la actualidad.

4.1.1. La red de ferrocarril de Barcelona

Según Marta Miralpeix, la construcción ferroviaria en Cataluña produjo una red centralizada en torno a Barcelona. Al principio no existía el objetivo de crear una red regional o nacional articulada. Se fue improvisando su construcción según las necesidades de determinadas compañías privadas. Las regiones más industrializadas se vieron favorecidas frente a aquellas que no poseían industria, ni grandes contingentes de población. Otros factores también ejercieron influencia a la hora de implantar una vía

férrea, entre ellos, los factores estratégicos, como la necesidad de conexión de los puertos y plazas fuertes militares, la existencia de áreas productivas de interés especial (minas) y la existencia de determinados sectores agrícolas de exportación. Aunque, sin duda, el factor más determinante a la hora de implantar una red ferroviaria en una urbe fue el tamaño y dinamismo económico de ésta¹.

Barcelona se industrializó en el siglo XIX al mismo tiempo que algunas ciudades de la periferia barcelonesa como Mataró, Granollers, Terrassa o Martorell. Se hacía patente la necesidad de conectar, mediante el ferrocarril, dichas ciudades con el puerto barcelonés² para la llegada de materias primas y para poder dar salida comercial a sus producciones industriales.

En 1.848 se inauguró la línea ferroviaria Barcelona-Mataró que discurría por Sant Martí de Provençals, el río Besòs y la fachada litoral. Existía el inconveniente de que Barcelona se hallaba amurallada al ser considerada plaza fuerte (se debían reservar amplias cantidades de terreno alrededor de la ciudad como zona polémica) por lo que se produjo una fuerte densificación poblacional que provocó una grave situación de insalubridad en la ciudad (en 1.846 Barcelona tenía una densidad de 850 habitantes por hectárea y 140.000 habitantes). Por este motivo, en 1.854, el gobierno autorizó el derribo de las murallas quedando en pie sólo la muralla del mar. En 1.858, Barcelona dejó de ser plaza fuerte y comenzó a ampliarse.

Diversas estaciones y líneas ferroviarias comenzaron a implantarse en la ciudad Condal. Un ejemplo arquetípico es la estación de Francia, que se ubicó dentro del recinto amurallado. Posteriormente, la línea Barcelona-Granollers entró en funcionamiento en 1.854 y su trayecto bordeaba la Ciudadela atravesando Sant Martí de Provençals hasta el emplazamiento de la actual plaza de las Glorias. Desde ahí se prolongó hacia Clot para luego proseguir por Sant Martí de Provençals y la estación de Horta. Otra importante línea construida en estos años fue la línea Barcelona-Martorell que se inauguró en 1.851 cerca de la Riera d'en Malla. En 1.852 pasó a ser propiedad de la Compañía de Hierro del Centro de Cataluña que posteriormente se convertiría en la Compañía del Ferrocarril de Barcelona a Martorell. Más tarde, se inauguró la línea Barcelona-Zaragoza, en 1.855, que tenía una estación ubicada entre Montcada y Sabadell.

Fue en esta época (1.867) cuando Ildefonso Cerdá creó la Teoría General de la Urbanización para la construcción del Ensanche de Barcelona y desarrolló el concepto de urbanismo. De hecho, entre 1.855 y 1.863, elaboró el Proyecto para el ensanche de Barcelona en el que diferenciaba los elementos estables (inservías o manzanas) y no estables (vías por donde existía la circulación). Horacio Capel explica la importancia de Cerdá por las comunicaciones : “En el plano de los alrededores de Barcelona de 1855 y en la Memoria del Anteproyecto de Ensanche de ese mismo año mostró una preocupación por la conexión de las líneas, especialmente la travesía dirección este-oeste, y convirtió la Gran Vía en el eje central para ello, proponiendo, asimismo, la conexión de los ferrocarriles en el punto de encuentro entre la ciudad antigua y el ensanche, aproximadamente donde se construyó después la plaza de Cataluña, considera, asimismo, la instalación de estaciones de mercancías junto al puerto como terminales de las líneas existentes.³”

El proyecto se realizó después de que ya se hubiesen instalado en la ciudad determinadas líneas ferroviarias y existiesen varios proyectos de implantación ferroviaria en curso. Era, por tanto, inevitable que hubiese una interrelación entre la ciudad y el trazado ferroviario. En el proyecto, la Gran Vía de las Cortes Catalanas se cruzaba con la línea de Granollers y dibujaba una circunvalación que pretendía comunicar entre sí las estaciones ferroviarias existentes y darles conexión con el puerto. Ésto era importante para Cerdá que colocaba en el puerto la estación central de mercancías (en la línea de Granollers) , mientras que ubicaba la estación principal de pasajeros en Plaza Cataluña.

Esta importancia que le otorgaba Cerdá al puerto se ve reflejada en el diseño de la ampliación del mismo así como en una extensión de las líneas ferroviarias que daban acceso a él. Capel afirma al respecto lo siguiente:“Desde el comienzo de sus reflexión sobre el ensanche de Barcelona, Cerdá estuvo preocupado por la conexión del viario fundamental con el puerto de Barcelona, y aunque en el primer proyecto sitúa la estación general de pasajeros en el contacto entre la ciudad antigua y el ensanche, donde luego se construyó la plaza de Cataluña, considera que cada compañía edificaría una estación de mercancías en el puerto. Esta preocupación se acentuó en años siguientes, y en el Plan de Reforma Interior y Ensanche de Barcelona de 1859, Cerdá convierte la estación portuaria del ferrocarril en la verdadera estación central y general, y la sitúa en una banda litoral al este del puerto. En la década de 1860 tuvo la necesidad de ahondar en dicha reflexión a partir de demandas concretas que se le plantearon. Así lo hizo con ocasión de elaborar un anteproyecto de los docks de Barcelona en 1863. El título de este documento es muy expresivo de sus inquietudes: Teoría del enlace del movimiento de las vías marítimas y terrestres con aplicaciones al puerto de Barcelona y anteproyecto

de un sistema de docks, talleres y bazares para el servicio de la ciudad actual y de su ensanche. No fue sin duda la única reflexión en este sentido, ya que por los mismos años el debate sobre las estaciones de ferrocarril vinculadas al puerto estuvo también presente en otras ciudades⁴.”

Cerdá diseñó también, en este proyecto de 1.859, las manzanas ferroviarias. Éstas eran agrupaciones de dos por dos manzanas con cuatro carriles (dos para circulación de trenes y dos como apartaderos). Este sistema era totalmente viable ya que las calles del ensanche facilitaban la circulación de tranvías de sangre mediante el sistema Arnoux⁵. La movilidad era un tema absolutamente esencial para Cerdá. Por ello, en este proyecto, diseñó tres tipos de vías de circulación. Por una parte, estaban las vías de circulación perfeccionada cuyo uso era exclusivo para el sistema ferroviario (ferrocarril). También estaban las vías mixtas (diligencias, tranvías de sangre) y, por último , estaban las vías de circulación ordinaria (para peatones y vehículos de otra naturaleza). Sin embargo, varias revisiones posteriores eliminaron gran parte del contenido inicial.

La importancia que existía entre el desarrollo ferroviario y el urbano ya se constataba en esa época como de gran importancia, como señala Capel: “Los efectos de las rupturas se producían también en el interior del casco urbano. Un ejemplo puede ser el de la construcción del ferrocarril de Barcelona a Sarriá en 1863 , con una vía a nivel por las calles de la ciudad. Se ha señalado que ello “provocaba muchas molestias y acabó por convertir la calle por donde pasaba (la calle Balmes) en una frontera que partía el Ensanche en dos: la derecha, lugar de la burguesía (con oficinas y negocios) y la izquierda con actividades más residuales (como el matadero, el hospital y la prisión) junto con la industria. En Barcelona el trazado de las vías estableció cortes en la red de calles, no sólo en Balmes sino también , durante algún tiempo, en la calle Aragón y en la avenida Meridiana⁶.”

En otro estudio de 1.863, el anteproyecto de Docks , se ubicaba la estación de estaciones en tres lugares diferentes (huertas de Beltrán, Barceloneta y Ciudadela) y se propuso construir unas determinadas manzanas ferroviarias. Cerdá se propuso en este proyecto complementar e interconectar las líneas ferroviarias con el resto de vías de la ciudad. Quiso extender el ferrocarril por el ensanche , hacia los muelles del puerto, y plasmó la creación de un triple eje (calles de Aragón, Mallorca y Provenza) conectado con el ferrocarril de Sarriá y con las líneas de Barcelona a Girona y de Barcelona a Tarragona. También definió un viario principal (conformado por las vías ferroviarias existentes y por la línea de circunvalación que iba por Aragón y Marina , rodeando la Barceloneta, y continuando por Drassanes, Paralelo y Entença hasta Aragón) y uno secundario.

Sin embargo, no todas las propuestas de Cerdá llegaron a plasmarse en la realidad pero supusieron un importante aporte teórico para el desarrollo urbano y ferroviario. La construcción de las líneas y estaciones ferroviarias en Barcelona continuó su curso. En esta época sucedió un hecho de gran trascendencia en la historia de Barcelona. En 1.871 se demolió la ciudadela para crear el actual Parque de la Ciudadela. Este hecho reforzó la centralidad de determinadas estaciones que se ubicaron en este espacio, como señala Capel: “Inicialmente las estaciones se situaron , como hemos visto, en el borde de la ciudad existente, es decir de la ciudad histórica, todavía poco modificada por las consecuencias de la Revolución Industrial. Estaban, asimismo, entre el límite de la ciudad y el espacio rural aún poco transformado por la urbanización. En las ciudades más dinámicas, como Barcelona, la industria a veces había empezado a situarse en ese extrarradio, aunque todavía de forma incipiente y con distribución laxa.

La construcción de la estación representó un impulso para nuevos desarrollos urbanísticos, y dio lugar a debates urbanos. Las localizadas frente a las puertas de la muralla reforzaron las centralidades existentes o crearon otras nuevas. En Barcelona se dieron las dos situaciones: las estaciones situadas entre el Pla de Palau y la antiua Ciudadela reforzaron la centralidad junto a la Puerta de Mar y cerca de la calle Argentería; mientras que la construída frente a la puerta de Isabel II ayudó a generar una nueva centralidad en lo que sería después la Plaza de Cataluña y el origen del Paseo de Gracia.⁷”

En esta época en la que comenzaban a surgir líneas y compañías ferroviarias se produjeron diversas fusiones entre empresas. La fusión de las compañía spermitió la constitución de una red articulada. Según Marian Fernández Cano, es importante destacar que, entre 1.860 y 1.900, se produjeron las siguientes fusiones comerciales entre las diferentes compañías ferroviarias. En 1.862 se fusionaron las compañías de Arenys de Mar y Gerona y la de Barcelona-Granollers y Gerona creándose la Sociedad de los Caminos de Hierro de Barcelona a Gerona. Posteriormente , en 1.864, se convirtió en la Compañía de los Caminos de Hierro de Barcelona a Francia por Figueras. En 1.875 se fusionó la compañía de Barcelona a Francia por Figueras con la Compañía del Ferrocarril de Barcelona a Tarragona y se creó la Compañía de los Ferrocarriles de Tarragona a Barcelona y Francia (TBF). Más tarde ,en 1.878, la Compañía de los Caminos de Hierro del Norte de España adquirió la Compañía de Barcelona a Zaragoza y en 1.887 TBF absorbió la Compañía de los Ferrocarriles Directos de Madrid y Zaragoza a Barcelona. Esta compañía fue creada en 1.881 a partir de la Compañía de los Ferrocarriles de Valls a Villanueva y Barcelona que se fundó en 1.878. Posteriormente, en 1.890, los ferrocarriles de Llerona a Sant Joan de les Abadesses y de Sant Martí de Provençals a Llerona fueron adquiridos por la Compañía

de Hierro del Norte de España (NORTE). Por último, a finales del siglo XIX, en 1.899, la Compañía de los Ferrocarriles de Madrid a Zaragoza y Alicante (MZA) adquirió TBF.

En este período se produjeron una serie de actuaciones en la red ferroviaria. Una línea, la Barcelona-Sarrià, se creó en 1.858 (en ancho ibérico) , entre Barcelona, Gràcia-Sant Gervasi y Sarrià. En 1.862 se inauguró la estación de Vilanova, más tarde del Norte, que estuvo en funcionamiento hasta 1.972. En 1.876, TBF presentó un proyecto para unir sus estaciones en Sants y en el Paseo de la Aduana y en 1.881 se acordó soterrar esta conexión para impedir molestias vecinales. Durante este período se había formado lo que se conoce como el “vuit català”. El “vuit català” era un conjunto de cuatro líneas de ferrocarril con origen y centro en Barcelona que se unían en las estaciones de bifurcación de Maçanet-Massanes y Sant Vicenç de Calders, creando así una especie de ocho en el espacio catalán que se configuraba como una sola línea en su trayecto hacia Francia. Se creó en 1.881 por TBF y en 1.882 se unieron las líneas de Vilafranca con la de Granollers para, posteriormente, en 1.887 unirse la línea de Sant Viceçs de Calders⁸. A principios del siglo XX se finalizó la construcción de la red ferroviaria del puerto con el resto de líneas ferroviarias y en 1.913 se inauguró la estación de pasajeros Barcelona-Puerto. Por último, la estación situada en las huertas de San Beltrán se cerró y posteriormente se trasladó al Morrot, en 1.917, convirtiéndose en una gran estación de mercancías para el puerto.

En esta época, según explica Rafael Alcaide, la configuración de Barcelona como una urbe industrial atrajo grandes contingentes de población obrera sin cualificación cuyos empleos eran precarios. Se produjeron grandes bolsas de población carente de recursos que construían viviendas de autoconstrucción en las zonas marginales de la ciudad, ubicadas normalmente al lado de las vías. En la línea Barcelona-Mataró, entre la estación término de Barcelona y el río Besòs, se ubicaron los primeros asentamientos de este tipo (Somorrostro, Pekín, Bogatell y el Camp de la Bota). Otras barriadas de autoconstrucción fueron surgiendo, como Can Tunis y Jesús y María, cerca del Morrot, en Montjuïc (en este lugar había 4.000 barracas y vivían 20.000 personas). Este tipo de zonas marginales no se producían solamente en las áreas periféricas de Barcelona. Existían también áreas intersticiales en el centro de la ciudad, al lado de la zona de vías, las cuales creaban discontinuidades espaciales, como las existentes en la calles Nápoles,

Almogávares, Av. Meridiana y carretera de Ribes. Los responsables de estas rupturas urbanísticas eran los trazados ferroviarios y la estación del Norte. Algunas de las discontinuidades más importantes fueron las de la plaza de las Glòries, la trinchera de Poblenou (realizada para admitir el paso ferroviario desde estación de Francia hasta la Plaza de las Glòries) y las indefiniciones urbanísticas en las inmediaciones de Sants, Clot, Sant Andreu Arenal y Sant Andreu Comtal. Existían barreras arquitectónicas entre Sants y Hospitalet de Llobregat, entre Norte y Sant Andreu Arenal y entre Clot y Sant Andreu Comtal. La ocupación de espacios urbanos adyacentes a las vías en Can Tunis, Sagrera, Av. Meridiana, Sant Andreu y las zonas de Bogatell y Poblenou fueron otras discontinuidades importantes. No fue hasta la época entre 1.970 y 1.990 cuando se recuperaron buena parte de los espacios anteriormente citados⁹.

En estos años se constituyó la Compañía General de los Ferrocarriles Catalanes (CGFC) que adquirió la Compañía de Caminos de Acero del Noreste de España en 1.920 y el Ferrocarril Central Catalán en 1.921. Unos años antes, en 1.912, se crearon los Ferrocarrils de Catalunya que se hicieron con el Ferrocarril de Sarrià a Barcelona¹⁰.

Durante las primeras décadas del siglo XX, el desarrollo ferroviario de vía ancha se centró en los enlaces entre líneas, como el de Plaza Catalunya-Arco de Triunfo o La Bordeta-Plaza Espanya. En los años 20, Barcelona sufrió una explosión demográfica de inmigrantes que llegaban debido al desarrollo industrial y a la cita de la Exposición Universal de 1.929. Urgía la construcción de infraestructuras y viviendas.

En 1.932 comenzó a rehabilitarse el área adyacente a la estación del Norte y se liberó espacio para multitud de viviendas y nuevas vías de comunicación. La proliferación de líneas ferroviarias del siglo XX motivó la aparición de pasos a nivel y también generó problemas de discontinuidad urbanística y problemas de comunicación dentro de un mismo vecindario (plaza de las Glòries, barriadas del Clot y Sagrera, avenida Meridiana y el barrio de Sants). Por estos motivos se creó el Plan de Enlaces Ferroviarios de Barcelona de 1.933 (PEFB) que pretendía poner orden a la circulación , mejorar la situación urbanística de la ciudad y eliminar los pasos a nivel así como mejorar las comunicaciones entre Barcelona y los Municipios aledaños. También se pretendía racionalizar el tránsito ferroviario de las compañías MZA y Norte así como mejorar su vinculación con el metro¹¹.

En 1.933 había en la red ferroviaria de Barcelona dos compañías rivales, la del Norte de España y la de Madrid a Zaragoza y Alicante que se integraron en 1.941 en la Red Nacional de Ferrocarriles Españoles. MZA tenía una situación ventajosa sobre el puerto y daba a cada una de sus estaciones una finalidad concreta. Así se destinó a tráfico de viajeros la actual Barcelona-Estación de Francia (antigua estación de Granollers) mientras que la estación de Mataró tuvo como finalidad la de servir para talleres de material remolcado. Por otra parte, se habilitó el apeadero de Passeig de Gràcia mientras que la estación de Vilanova, Bogatell, Sagrera, Can Tunis y otras sirvieron para el transporte de mercancías. Los proyectos del PEFB que se consiguieron finalizar fueron varios, como por ejemplo, el enlace de la línea de MZA entre las estaciones de Paseo de Gràcia y Sagrera y el enlace en Montcada de las compañías Norte y MZA. Por otro lado, se construyó un ramal en el Besòs para unir las líneas de Mataró y Granollers. El enlace entre Badalona y Estación de Francia desapareció al rehabilitarse en 1.989 el litoral por motivo de los Juegos Olímpicos¹².

En 1.941 se creó RENFE, que electrificó y soterró líneas que circulaban en superficie y en 1.949 se aprobó el Plan General de Reconstrucción y Reformas Urgentes (Plan Guadalhorce) que renovó la red ferroviaria y las vías y amplió el número de estaciones¹³.

Posteriormente, desde los años 50 del siglo XX, una nueva oleada inmigratoria densificó la ciudad de Barcelona y creció las viviendas de autoconstrucción. Eran espacios, en buena medida, faltos de comunicación y movilidad. En décadas posteriores, en los años 60 y 70 del siglo XX , se expandió el territorio metropolitano de forma descontrolada , creando espacios marginales. Se construyeron polígonos de viviendas en Barcelona (Montbau, La Guineueta, la Verneda...) y en los municipios aledaños, como Sant Adrià (La Mina) o Prat de Llobregat (Sant Cosme). En ese momento, el proceso de suburbanización estaba relacionado con la expansión de la utilización del vehículo privado. La red viaria permitió reubicar determinados usos y posibilitar al usuario la compra de vivienda asequible con condiciones ambientales favorables. El ferrocarril perdió buena parte de su protagonismo como eje de desarrollo en los procesos de urbanización en el territorio ya que, por ejemplo, la urbanización de baja densidad se asociaba a la autopista.

Más tarde, se crearon los Planes de Desarrollo Económico y Social entre 1.959 y 1.962 y luego, entre 1.964 y 1.973 se creó el Plan Decenal de Modernización que pretendía rentabilizar el ferrocarril. Se intentó conseguir una mejora en la velocidad llegando a los 140 km/h. Sin embargo, en los años 80, se clausuraron casi 1.000 km de líneas, las más deficitarias¹⁴.

En 1.979 se inauguró la línea ferroviaria con ancho de 1.668 mm sustituyendo a la anterior de 1.672 mm entre Barcelona-Sants y el aeropuerto del Prat , siendo ese mismo año cuando se conectaron Plaza Catalunya y Sants. En 1.982 se unieron las estaciones de Mollet-Sant Fost-Martorelles (línea de Portbou por Granollers) con la estación de Castellbisbal (línea de Vilafranca del Penedés) y así ,de esta manera, se evitaba pasar por Barcelona en los destinos de Valencia y Zaragoza hacia el Portbou. Se creó un enlace entre las estaciones de Cerdanyola-Bellaterra y Mollet-Sant Fost en la línea de Vic con la finalidad de convertirse en transporte de mercancías. También se sustituyó la línea de la Bordeta-Puerto por otra entre Sant Boi y el puerto, que eludía zonas urbanas y en 1.987, apareció un trazado subterráneo entre Sant Boi y Barcelona-Plaza Espanya¹⁵.

Se crearon enlaces como Plaza Catalunya o Sants para atravesar la ciudad en tren y se redactó el Pla Estratègic Barcelona 2.000 que renovó urbanísticamente la ciudad con motivo de los Juegos Olímpicos de 1.992. Se construyó la ronda de Dalt y Litoral y diferentes nodos de acceso como Trinitat y Llobregat. Esto hizo que la accesibilidad de la ciudad mejorase y pudiese aumentarse el fenómeno de la suburbanización.

Por otra parte, otras compañías ferroviarias catalanas tuvieron una evolución paralela a la descrita anteriormente. Una de estas compañías eran los Ferrocarriles de la Generalitat de Catalunya. Las compañías Companyia del Ferrocarril y Ferrocarrils Catalans se fusionaron en 1.979 para crear FGC (Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya) y se rehabilitaron las instalaciones anticuadas, teniendo como principales líneas, la línea del Llobregat y la del Vallès. Estas dos líneas tuvieron una evolución dispar. En 1.905 se electrificó el tren de Sarrià y se cambió el ancho de vía estrecho a ancho de vía europeo para luego en 1.907 enlazar con el funicular de Vallvidrera. En 1.911 se crearon los Ferrocarriles de Catalunya, empresa creada por Pearson que se adueñó del tren de Sarrià y lo prolongó hacia Terrassa (1.919) y Sabadell (1.922) . En 1.919 se unieron todas las líneas en una sola compañía CGFC (Compañía General

de Ferrocarrils Catalans). El tren de Sarrià se soterró en 1.929 (Plaza cataluña-Sant Gervasi. El resto de la línea en 1.951) y se desdobló de Gràcia a Avinguda Tibidabo (1.953) y de Sarrià hasta Reina Elisenda (1.976). En 1.977 , FEVE (Ferrocarriles Espanyoles de Vía Estrecha) se hizo cargo de la línea hasta 1.979 , año en que se crearon los FGC (la línea de Llobregat se conocía como el “carrilet” por sus vías estrechas)¹⁶.

Según Miralpeix, otras redes ferroviarias catalanas de gran importancia importantes son las correspondientes con las Cercanías de RENFE. Los Cercanías de RENFE han sido capitales para la creación de la actual estructura urbana de la RMB. Terrassa, Sabadell y Mataró eran las ciudades más importantes de la aglomeración barcelonesa y disponían de servicio de cercanías al contrario que ciudades como Granollers o Vilanova que no disponían de ellos. La distancia a Barcelona era capital para poder disponer de unas frecuencias y servicios regulares de cercanías y, de hecho, cuanto más cerca de Barcelona estuviese una ciudad mayores eran los movimientos pendulares debido a motivaciones laborales. Entre 1.984 y 1.991 hubo una mejora en la oferta de cercanías y de servicios en las líneas, especialmente en la de Vic. Se crearon cuatro líneas C1, C2, C3 y C4 con diferentes destinaciones. Una misma línea posee diferentes servicios y destinaciones. Dependiendo del destino e inicio del trayecto se puede hablar de un tipo u otro de línea , aunque en buena parte de ellas coincidan en su trayecto. Cuanto más larga es la ruta menos estaciones tendrá y más servicios directos y semidirectos poseerá. Anteriormente a estas denominaciones había tres tipos de servicios, la línea Barcelona-Av. Tibidabo, la línea Barcelona-Av. Sarrià y la línea Barcelona-Sant Cugat. Las dos primeras poseían altas frecuencias respecto a la última. Los servicios hasta Gràcia o Av. Tibidabo tenían frecuencias similares a la del metro mientras que la frecuencia de la línea a Sant Boi ha sido alta y próxima a la del metro¹⁷.

En cuanto al tráfico de mercancías en la Región Metropolitana de Barcelona puede decirse que las terminales de transporte de mercancías de la RMB son las siguientes:

Las terminales de carga completa que están basadas en las necesidades de las empresas que transportan una gran cantidad de mercancías ,como Martorell SEAT, Martorell Solvay y las empresas CELSA y Gonvarri en Castellbisbal. Las terminales asociadas al campo de los vehículos como en el caso de la Llagosta y las terminales TECO que son nodos logísticos como la terminal del Puerto de Barcelona, el Morrot y Granollers

donde hay intercambios de modos de transporte sin ruptura de carga debido a la containerización de los productos. Can Tunis en Barcelona está administrada por RENFE , y es significativamente importante para el Puerto de Barcelona. De hecho, RENFE y FGC son las dos compañías que gestionan el tráfico de mercancías en la Región Metropolitana de Barcelona, siendo sus líneas principales de tráfico de mercancías, la línea Barcelona-Vic-Ripoll-Puigcerdà , la línea Barcelona-Terrassa-Manresa, la línea Barcelona-Martorell-Vilafranca-Sant Vicenç, la línea Barcelona-Vilanova i la Geltrú-Tarragona, la línea Catellbisbal/El Papiol-Cerdanyola Universitat-Mollet del Vallès y la línea Barcelona-Granollers-Portbou. En el año 2.005 se abrió al transporte de pasajeros la línea El Papiol-Mollet que hasta entonces había sido utilizada para el transporte de mercancías¹⁸.

4.1.2. El tranvía en Barcelona

En 1.872 se implantó el primer tranvía en Barcelona y entre 1.872 y 1.884 se conectó Barcelona con diferentes núcleos urbanos por medio de líneas de tranvía, según explica Albert González Massip. El tranvía mantuvo, en este período, su carácter de transporte interurbano, excepto en la línea que se construyó hacia la Barceloneta, que poseía características urbanas. La implantación de las líneas tranviarias no estuvo determinada únicamente por el peso demográfico de los núcleos urbanos conectados. Por el contrario, se trazaron diversas líneas de tranvía en función de la estimación del volumen de pasajeros que iban a realizar el trayecto por motivos laborales o lúdicos.

En el período señalado, durante los días festivos, había más desplazamientos que en los días laborales y, al ser el tranvía un medio de desplazamiento caro, no solía ser usado por la clase obrera, provocando que, a partir de 1.884, el volumen de pasajeros decreciese durante una década. El tranvía no era un medio de transporte popular en sus comienzos y, al haber oposición vecinal a la instalación de tranvías, se circunscribió la creación de líneas a Sants, la Rambla y la Plaza de Santa Anna. Es destacable el hecho de que las líneas de circunvalación (1.877) y la de la derecha del Eixample (1.880) convirtieron a Gracia en un destino prioritario. Más tarde, en 1.884, se puso en servicio una línea hacia Badalona y los servicios ofertados se ampliaron y comenzaron a dar cobertura a esta área urbana que estaba en expansión. La ampliación de la red no incentivó la ampliación del espacio urbano pero sí unos determinados flujos de tránsito en este período.

En el período 1.899-1.929, sobre todo a partir de la segunda década del siglo XX, existió mucha más demanda que oferta tranviaria y era insuficiente el número de vehículos ofertados. A este hecho, se sumó que, luego, en el período comprendido entre 1.924 hasta la Guerra Civil, la población creció mucho (280.000 personas entre 1.920 y 1.930) lo cual dió lugar a barriadas mal estructuradas sin apenas conexión con los servicios de transporte. El bus y el metro no solventaban esta problemática puesto que sus líneas cubrían áreas ya servidas por el tranvía (el hecho de compartir trayectos comunes, hizo del autobús el gran competidor del tranvía a partir de los años 30 del siglo XX). El tranvía se municipalizó en este período y aumentó la cantidad y calidad del material móvil. Posteriormente, en las siguientes décadas y sobretodo a partir de 1.940, debido a los convenios con el Ayuntamiento, la red se redujo y la ciudad sufrió un déficit de transportes. El Ayuntamiento no quiso aplicar políticas de subvencionamiento del transporte y muchas líneas se consideraron que no eran rentables, pese a funcionar al 70 por ciento de su capacidad. La eliminación de las vías de ancho métrico y los correspondientes vehículos posiblemente fue un error, debido a que aún estaban en condiciones de funcionamiento y en esa época urgían los medios de transporte públicos.

Más tarde, en 1.958, se redactó el Plan General de Transportes de Superficie que indicaba la ruta a seguir para el desmantelamiento de la red de tranvías que se inició en 1.962. Las líneas de tranvías fueron sustituidas por autobuses y también por el metro, aunque ninguno de estos medios de transporte sustituyeron por completo la red de tranvías y dejaron amplias áreas urbanas desprovistas de transporte público. Los autobuses además tenían una menor capacidad de transporte de viajeros que el tranvía.

Sin embargo, era cierto que la red de tranvía poseía defectos notables, como el hecho de tener una estructura basada en líneas tentaculares. Esta estructura era fruto de sus inicios, en los que se implantó la red tranviaria con una escasa planificación. Otro de los defectos de los que adolecía la red tranviaria era que las líneas de conexión alternativas y tangenciales fueron escasas (una excepción fue la línea del Paralel) y debían pasar todas por el centro, provocando graves congestiones de tráfico. Congestionamientos que las largas y lentas líneas de tranvía provocaban en caso de avería, creando un trastorno total de una parte de la red. Una red que vertebró Barcelona y sus diferentes distritos entre sí y con los antiguos núcleos del llano pero que no permitió la conexión de estos núcleos

entre sí. Por esta causa, la red de tranvías fue al mismo tiempo un elemento de integración social y urbana (el tranvía influyó en el proceso urbanizador ya que las áreas por las que no ha transcurrido son las que más han tardado en urbanizarse, como La Verneda, el Poblenou y los extremos de la Diagonal y la Gran Vía) y también el causante del aislamiento selectivo de determinadas áreas entre sí. Sin embargo, es patente que la influencia de la red de tranvías en el desarrollo urbano es muy importante. El trazado de las líneas obedeció a criterios especulativos en determinadas zonas de intenso crecimiento incluso cuando el tranvía estaba municipalizado (las líneas radiales o con trazado mar-montaña plasmaron la estrecha relación entre el tranvía y determinadas áreas urbanas como el Eixample y los barrios exteriores del centro urbano) . Por lo tanto, la red, mayoritariamente, sirvió al desarrollo urbano y no al revés.

Por otra parte, la gestión de las compañías tranviarias por Les Tramways de Barcelone (LTDB) tampoco ayudó a solventar los problemas del tranvía derivados de la estructura de su red. A pesar de que los equipamientos y servicios se fueron localizando progresivamente en diferentes lugares del área metropolitana de Barcelona, la red de tranvías mantuvo su estructura básica. La red, eso sí, se adaptó bastante bien a la estructura urbana ya existente. Sin embargo, las compañías tranviarias y el ayuntamiento tuvieron mucho cuidado en las inversiones realizadas y ello provocó la congestión de las líneas en el centro, lo cual solo impulsó su erradicación final. La desaparición del tranvía sustituido por autobuses, que no daban el mismo servicio y cobertura, tuvieron marcados tintes clasistas al dejar a buena parte de los barrios obreros mal comunicados. La red, en realidad, podía haberse regenerado si se hubiese racionalizado el servicio y si se hubiese tenido en cuenta el Plan Provisional de Urgencia de 1.966.

La red de tranvías poseía una estructura muy particular que si se hubiese modificado convenientemente, habría posibilitado su permanencia. En cuanto al análisis relativo a la estructura de la red, puede decirse que el tranvía pudo desarrollarse ampliamente, debido en parte a unas buenas condiciones geográficas que aprovechaban la planicie existente en los municipios del llano. Los tranvías barceloneses, en un principio, estaban destinados a abastecer de servicio a los núcleos urbanos próximos a Barcelona, en su conexión con esta ciudad. Concretamente, conectaban con Gracia, Barceloneta,

Poblenou, Sants, Sarriá-Sant Gervasi, les Corts, Sant Andreu, Horta y Badalona-Mongat. También existían lugares de interés que convenía que estuviesen conectados con el centro urbano, como conventos religiosos, fábricas u hospitales. Uno de los puntos neurálgicos de la red era La Boquería, desde donde circulaban todas las líneas de tranvía, hasta que, a partir de 1.878, se inauguraron las líneas de circunvalación y otras líneas, que propiciaron que, Drassanes o Plaza Cataluña, adquiriesen una renovada importancia. Otro punto importante era el pla de Palau, que era un distribuidor de tránsito, un importante nodo secundario de la red. Por otra parte, Drassanes, conectaba la Rambla con la circunvalación del casco antiguo y era la cabecera de una buena cantidad de líneas desde 1.878. A partir de 1.929 fue decayendo en importancia debido a cambios en la estructura de la red¹⁹.

Pero sin duda, el punto más importante de la red de tranvías fue Plaza Cataluña, que fue el centro de la red desde 1.878, cuando la C.G.T (Compañía General de Tranvías) y la B.T (Barcelona Tramways Ltd. Co.) construyeron en este lugar sus estaciones terminales (Barcelona Tramways Ltd. Co. tenía su estación terminal ubicada anteriormente en la Boquería). La plaza se urbanizó rápidamente y convergieron diversas líneas en ella. Hasta la etapa final del tranvía en el año 1.960, el 60 por ciento de las líneas continuaron atravesando la Plaza Cataluña que articulaba las líneas de Gracia, Barceloneta, la margen izquierda del Eixample y Sants. Sin embargo, había más plazas que servían de nodos articuladores de las líneas de tranvía en Barcelona. Un nodo importante era el sector comprendido entre Urquinaona y Trafalgar que articulaba las líneas de la derecha del Eixample, Poblenou, Badalona, Sant Andreu y Horta. Otro nodo importante, Plaza Universitat, poseía un papel subsidiario respecto de Plaza Cataluña y estructuraba las líneas de la Gran Vía, la calle Pelayo, la calle Aribau, la calle Muntaner y las Rondas. Por su parte, Plaza España, coordinaba el paso de las líneas de Sants, Paral·lel y Gran Vía y durante las primeras décadas del siglo XX constituyó un nodo importante aunque, posteriormente, declinó en importancia y no la recuperó hasta que la red de tranvías se desmembró. Otro punto de conexión significativo era la Plaza Tetuán, que poseía características similares a la de Plaza España y no fue realmente importante hasta finales de los 60 del siglo XX, cuando la red de tranvías comenzó a declinar. La Plaza de Lesseps, por su parte, no fue un punto neurálgico de gran importancia pero constituía un lugar de paso y distribución de las líneas, así como un punto de interconexión con el metro. Un punto de especial significación fue el Paral·lel,

que tuvo cierta importancia, sobre todo en la Ronda de Sant Pau, donde nacían varias líneas. Otro nodo importante fue la Plaza de Sants, que tuvo también cierta importancia, sobretodo por las cocheras de Sants. Otro nodo de cierto peso fue la plaza del Virrey Amat que fue tomando importancia progresivamente (guarda relación con la línea 5 del metro). Por último, otro lugar de importancia era el punto en el que se bifurcan el Passeig de Maragall y la Avinguda Borbó (se conoce como “els Quinze”) que era donde confluían las líneas de Horta con la entrada a las cocheras. Cuando se inauguraron las Casas del Congreso Eucarístico se renovó su importancia y se convirtió en punto de inicio de líneas, pero posteriormente su importancia se redujo. La práctica totalidad de los distritos de Barcelona disfrutaban de, como mínimo, un nodo neurálgico en la red tranviaria. Sin embargo los lugares más céntricos eran el Pla de Palau, el Paral·lel, Plaza Cataluña, Plaza de Lesseps, Plaza de Sants, Plaza Universitat y Plaza Urquinaona. El margen izquierdo del ensanche fue el que soportó el mayor peso de la red hasta los años 50 del siglo XX aunque posteriormente se revirtió este hecho²⁰.

Después de 1.971, según comenta Jose Antonio Martínez Sánchez, el único tranvía que ha podido subsistir en Barcelona ha sido el Tramvia Blau. Se inauguró en 1.901 por la empresa Sociedad Anónima El Tibidabo del sector Salvador Andreu que finalmente se cedió al Ayuntamiento de Barcelona. Su recorrido transcurre de Av. del Tibidabo hasta el Passeig de Sant Gervasi y al Funicular del Tibidabo. Tiene 1.276 metros de recorrido con 93 metros de desnivel y ancho de vía de 1.435 mm y se usa para fines turísticos. Posee capacidad para 48 personas, su velocidad comercial es de 11 km/h, tiene frecuencias de 15 minutos y su horario depende de la época del año ²¹.

Para finalizar, se incluyen dos textos. El primer texto se halla presente en el Proyecto de Municipalización del Transportes Urbanos de 1.951 y refleja fielmente la importancia que tuvo el tranvía en Barcelona. El segundo es un texto de FERRER I ARQUÉS, C. Y PAGÈS HERAS,E. de 1994:

“En los trazados que se proponen se han tenido en cuenta determinadas normas, que deben procurar seguirse en las redes de ferrocarril metropolitanos urbanos y que son las siguientes: Deben establecerse líneas más o menos radiales, que unan puntos periféricos de la población con sus barrios centrales, complementadas por otras líneas periféricas que en conjunto forman como una cintura. En Barcelona, la estructura predominante cuadrículada de ls gran Ensanche, aconseja aproximarse a la citada norma mediante líneas en que predominen también las dos direcciones perpendiculares de las calles, pero aprovechando adecuadamente las grandes vías diagonales, y en especial las que partiendo de la Ciudad

antigua divergen hacia el Norte (Avinguda Meridiana) y hacia el oeste (Paralelo). Los trazados no han de atender solo a la edificación actual, sino también, por lo menos mediante sus posibles y naturales prolongaciones, a las tendencias de la futura edificación y hasta a estimularla a las direcciones más convenientes desde el punto de vista urbanístico. Deben evitarse bifurcaciones de líneas en que las ramas de la bifurcación tengan una importancia notable en cuanto a longitud o tráfico, a causa de la menor frecuencia que los trenes han de tener en aquéllas con respecto al tronco de la línea. Tranvías: Se ha oído hablar mucho de que debe irse a la supresión total y absoluta de los tranvías de Barcelona, de que en muchas ciudades importantes del mundo ya no existan y solo se confía el transporte urbano a los Metros en subterráneos y autobuses en la superficie. La Comisión que redacta esta Memoria, no opina que ha llegado el momento para Barcelona de la total supresión de los tranvías, ni aún cuando se realicen las obras necesarias para poseer una vasta red de metropolitanos. Hay unas necesidades de transporte de pasajeros por la superficie que no puede ser suplida por los Metros de trazado caro, rígido y, con estaciones limitadas, ni tampoco por el autobús o trolebús de levado coste de explotación, y por consiguiente de tarifas altas. Por ello, hay que pensar en el mantenimiento de una red de tranvías que llene precisamente esta necesidad de transporte local y barato, si bien esta Red, ha de tener una aplicación limitada a los suburbios y zonas extremas y han de suprimirse de la zona central de la Ciudad, con toda aquella amplitud que hay que dar a este concepto de Zona Central. Por otra parte, no debe olvidarse que para este medio de transporte (tranvías) existe una red vasta, dotada de una gran cantidad de elementos, red de vías y líneas aéreas, material móvil, cocheras... que no pueden quedar arrinconados, pues, tienen un valor muy elevado que el Ayuntamiento al Municipalizar los transportes tendrá que indemnizar, o bien, expropiar, cuyos elementos están hoy día aunque algo deficientemente en condiciones de seguir prestando servicio y producir rendimientos económicos que no pueden ser tirados por la borda²².” “En 1859 aparecieron las primeras líneas regulares de ómnibus en Barcelona: Puerto-Rambla-Canaletes; Barcelona-Gracias;...mientras en 1864 se realizó un primer proyecto de una línea de tranvías en Barcelona. Posteriormente en 1881 comenzó la circulación por Berlín y otras ciudades europeas de los primeros tranvías eléctricos. El metro tardó hasta 1890 en electrificarse. En 1897 Sant Martí de Provençals , Sant Andreu de Palomar, Gràcia, Sant Gervasi, Les Corts y Sants son incorporados a Barcelona y ya en 1899 comenzó la electrificación de los tranvías de Barcelona. En 1901 se realizó la inauguración del primer funicular de España, el del Tibidabo y se creó el tranvía del Tibidabo (tranvía blau) , el único actualmente en servicio en toda Cataluña. En 1903 se inició la electrificación del tranvía Barcelona-Badalona y en 1906 se estableció en Barcelona la primera línea de autobuses de España, entre la plaza de Cataluña y la de Trilla pero desapareció un año después. Más tarde, en 1910, se estableció en Barcelona el servicio de taxis y en 1911, con la absorción de “Tranvías de Barcelona a San Andrés y Expansiones “ (que explota líneas al áreas poblenovina) por la sociedad “Les Tramways de Barcelona”, se completó prácticamente el proceso de concentración empresarial y de unificación de la red barcelonesa de tranvías. En 1916 la línea de “ripperts” (ómnibus de tracción animal) entre el Clot y el Poble Nou estuvo explotada por la empresa “La Provencalense” mientras en 1923 se produjo la inauguración de la línea de autobuses letra B (Sants-Sant Martí). En 1924 se produjo la inauguración del primer metro barcelonés , entre las plazas de Cataluña y Lesseps y un año más tarde, en 1925 los “ripperts” son substituidos por autobuses en la línea Clot-Poble Nou. Ese año se construye la cochera de las calles

Luchana / Almogàvers, de la “Compañía General de Autobuses”. Entre 1936 y 1939 se produce la colectivización del transporte público siendo en 1938 cuando se produce la supresión de la línea B de autobuses y en 1941 cuando empezaron a circular los primeros trolebuses en Barcelona. Ya en 1962, los autobuses sustituyeron a los trolebuses en la línea FD y parcialmente en la línea FP. Se va produciendo la supresión de los trolebuses y autobuses FP por la línea de autobuses número 41 y en 1971 con la supresión, el 18 de marzo de este año, de las líneas Drassanes-Horta y Drassanes-Via Júlia, desaparecen de las calles de Barcelona los últimos tranvías quedando solamente el “tranvía azul”, de carácter eminentemente lúdico²³.”

4.2. LAS REDES FERRO-VIARIAS MÁS RECIENTES DE BARCELONA. FUNICULAR, METRO CONVENCIONAL, METRO LIGERO Y AVE.

En este apartado se analiza la cronología y las estructuras de las redes de metro, metro ligero, funicular y AVE. Estas redes ferroviarias han sido instaladas en Barcelona desde las primeras décadas del siglo XX hasta la actualidad.

4.2.1. El funicular en Barcelona

En el área metropolitana de Barcelona hay tres funiculares: el funicular del Tibidabo, el funicular de Montjuïc y el funicular de Vallvidrera. El primer funicular de Barcelona fue el del Tibidabo, que fue fundado en 1.901 por Salvador Andreu Grau. Este funicular tiene un recorrido de 1.152 metros, un desnivel de 275,4 metros y su ancho de vía es de un metro. Consta de dos coches con capacidad para 1.356 personas a la hora, por sentido, y se tarda 6 minutos en realizar todo el recorrido. Posee frecuencias de paso de 30 minutos, aunque el horario depende de la época del año²⁴. En 1.904 se instaló en su cumbre un observatorio²⁵.

Otro funicular, el Funicular de Montjuïc, se creó gracias a la Exposición Universal de 1.929 y transcurre desde Paral·lel hasta Av. Miramar de forma mayormente soterrada. Más tarde, en 1.992, se renovó totalmente el funicular debido a la cita olímpica. Posee una capacidad para 400 personas a velocidad máxima de 36 km/h, tiene un recorrido de 758 metros, con desnivel de 76 metros y ancho de vía de 1.2 metros. Su frecuencia es de 15 minutos y su horario depende de la época del año²⁶.

Por último está el funicular de Vallvidrera que se creó en 1.906. Este funicular enlaza Sarriá con Vallvidrera. Tiene 736 metros de longitud, un desnivel de 158 metros, una pendiente del 28,9 por ciento, una capacidad para 50 personas y un ancho de vía métrico. Es un transporte, se puede decir, de tipo urbano²⁷.

Capel afirma lo siguiente acerca del funicular en Barcelona: “En las ciudades españolas la instalación se inició en 1901 con la construcción en Barcelona del funicular del Tibidabo por una sociedad constituida en 1898 para promover la urbanización de la montaña de ese nombre. Para ello acometió en 1901 la construcción de una línea de tranvías que ascendía casi 100 metros por la vertiente barcelonesa de Collserola, y que era continuada con un funicular hasta la misma cumbre, La empresa montó para ello una central eléctrica con motor de gas, aunque tuvo que firmar enseguida acuerdos con la Compañía Barcelonesa de Electricidad. En la misma ciudad se instalarían luego los funiculares de Vallvidrera (1906) y Montjuic (1928, para la Exposición Internacional de 1929). Cerca de Barcelona se construirían también en 1906 un funicular para salvar los 116 metros de desnivel desde la estación del ferrocarril al pueblo de Gelida, lugar de veraneo tradicional de la burguesía barcelonesa; y poco después los dos de Montserrat (1918 y 1916) para ascender a la abadía y santuario mariano existente en la montaña²⁸.”

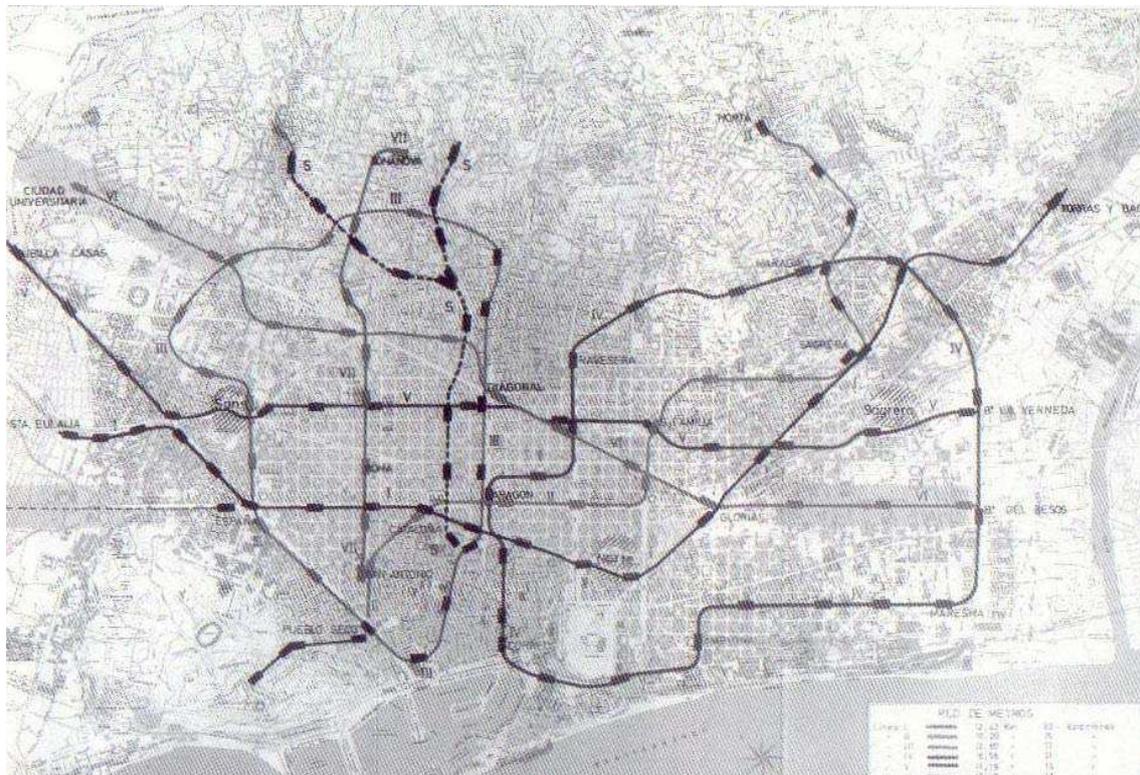
4.2.2. El metro en Barcelona

La actual red de metro de Barcelona, según Fernández Cano, ha tenido una evolución histórica plena de acontecimientos que han definido su actual estructura. La evolución que ha seguido es la siguiente. En 1.920 se fundó la compañía Ferrocarril Metropolità de Barcelona, S.A (El Transversal) que en 1.926 inauguró el tramo de línea entre Bordeta y Plaza Cataluña. Paralelamente, en 1.921, se fundó la compañía Gran Metropolità de Barcelona. S.A. que en 1.924 inauguró el trazado Lesseps-Liceo. Estas dos compañías fueron fundamentales para la conformación de la red de metro. Sin embargo, este proceso de creación no estuvo exento de dificultades. Desde mediados de los años 20 hasta principios de los años 40 sucedieron diversos hechos históricos de importancia que afectaron a la evolución de la red de metro en Barcelona. En 1.929 se inauguró la Exposición Universal que provocó un gran flujo migratorio que afectó en gran medida a la demanda de transportes. Sin embargo, pese a este aumento de población, la mayor parte de la ciudadanía era reticente a viajar en metro debido al miedo existente a viajar bajo tierra. Durante la República, el Ayuntamiento de Barcelona elaboró un plan global para incentivar los transportes colectivos. Sin

embargo, este plan contó con la oposición de la industria automovilística por lo que, finalmente, no se plasmó en la realidad. La Guerra Civil detuvo el desarrollo de la red de metro, aunque sus instalaciones sirvieron como refugio antiaéreo y como almacén de material bélico. El estancamiento del metro era tal que, años después de la Guerra Civil, sólo el 10 por ciento de los pasajeros viajaban en metro (unos 50 millones). Más tarde, en 1.941, se aprobó la Ley de Bases de Ordenación Ferroviaria que derogó las concesiones realizadas para los ferrocarriles de ancho ibérico. Es RENFE quien se hizo cargo de las concesiones hasta 1.943, año en el que la compañía Transversal volvió a hacerse cargo de su línea. En este período, Barcelona se densificó demográficamente y se propuso municipalizar las líneas de metro para poder coordinarlas y para dotar de accesibilidad a los barrios más densamente poblados y peor integrados, sobretudo los más cercanos al Besòs.

En 1.954 las líneas de metro pasaron a ser de titularidad municipal y en 1.961 se creó la sociedad privada municipal Ferrocarril Metropolitano de Barcelona, S.A. al fusionarse las compañías Ferrocarril Metropolitano de Barcelona S.A. y Gran Metropolitano de Barcelona, S.A. Se integraron todas las líneas en una sola red y se procedió a enumerarlas. Más tarde, en 1.963, se elaboró el Plan de Urgencia Municipal aprobado por la Comisión Coordinadora del Transporte de Barcelona. Siguiendo las directrices de este plan, las líneas existentes se ampliaron y se añadieron nuevas líneas suburbanas y de circunvalación. Posteriormente, se confeccionó el plan de metros de 1.966 llamado Red de Metros 1.966 (figura 4.1). En este plan se concretaron 7 líneas: La L1 que iba de Santa Eulàlia a Torras i Bages, la L2 que pasaba por Paral·lel, Plaça Universitat, Sagrada Família y Sagrera, la L3 que era una línea de circunvalación que iba de Lesseps a Plaça Espanya a Zona Universitària y de vuelta a Lesseps, la L4 que era una línea circular que discurría por la derecha del Ensanche ,de Passeig de Gràcia a Correos, Poblenou, Sant Andreu, Gràcia y de nuevo a Passeig de Gràcia, la L5 que era transversal e iba de Verneda a Collblanc (Transversal Alto), la L6 que unía Zona Universitària con Besòs y pasaba por la Diagonal y la L7 que unía Ronda Sant Antoni con Bonanova²⁹.

Figura 4.1. Plan de Metros de 1.966.



Fuente: Salmeróni Bosch, C.,1.992. cit en FERNÁNDEZ CANO, M. *Anàlisi de l'evolució de l'accessibilitat a la xarxa ferroviària de Barcelona*. Director: Francesc Magrinyà Torner. Universitat Politècnica de Catalunya. 2.009. Pag.39 < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/8408> >.

Este plan indicaba que una medida eficaz para descongestionar el tráfico del centro urbano era la de limitar el número de plazas de aparcamiento. Sin embargo, en numerosas ocasiones no había una alternativa de transporte público en determinadas áreas. Por todo ello se hizo necesaria la incentivación del transporte público y se llegó a la conclusión de que era necesario impulsar la red de metros existente.

El Plan de metros de 1.966 tenía en cuenta las futuras ampliaciones urbanas de Barcelona y la forma en la que se iba a configurar la ciudad. Las líneas seguían las corrientes circulatorias principales y se previeron los futuros flujos de movimiento. Se proponían dos circuitos o Rings a ambos lados del Paseo de Gracia para que de esta manera se pudiesen usar en ambas direcciones, doblando así la capacidad de transporte de las líneas. La mayoría de la red hubiese permitido trayectos de punta a punta con un solo transbordo y además proporcionaba cobertura al 89 por ciento de la población y al 94 por ciento de los puestos de trabajo (se calculó que la red podía llegar a transportar a

766 millones de viajeros al año). Se pretendía que el metro llegase a todos los barrios de Barcelona y que hubiese estaciones a una distancia de la población inferior a 700 metros. La separación entre estaciones pretendía reducir al mínimo el número de transbordos y se quería conseguir que las estaciones estuviesen lo más cercanas posibles al punto de origen o de destino de los trayectos. La separación entre estaciones era una cuestión importante porque, si las estaciones estaban muy próximas entre sí, habría poco tiempo invertido en acceder a la estación pero la cantidad de concentración de pasajeros en las estaciones serían también menores, como menor sería la velocidad comercial y mayores serían las inversiones de explotación y establecimiento. La solución a este problema fue la de planificar la separación de las paradas en función del tipo de área urbana cubierta. El criterio era el siguiente: entre 300 y 400 metros de separación en el centro urbano, de 400 a 500 metros en la zona urbana intermedia , de 500 a 800 metros en la zona urbana periférica y de 800 a 1.000 metros en la zona urbana más periférica de uso residencial³⁰.

Las estaciones más céntricas debían de estar más próximas entre sí debido a la mayor densidad de habitantes que hay en estas áreas centrales pero al mismo tiempo era un objetivo prioritario del Plan evitar la congestión en estas áreas céntricas y favorecer los trayectos hacia la periferia. Este proyecto contaba con un presupuesto elevado, llegando a rozar los 9.000 millones de pesetas en superestructuras y más de 5.000 millones en infraestructuras (Cuadros 4.1, 4.2 y 4.3).

Cuadro 4.1. Valoración de la Red de metros en 1.966 (en millones).

		Estaciones	
		2 andenes	3 andenes
Infraestructura		4.710,7	5.106,7
Superestructura	Material Móvil	2.960,6	2.596,5
	Resto Superestructuras	1.184,3	1.184,3
	TOTAL	8.855,6	8.887,5

Fuente: Red de metros de Barcelona. Comisión Coordinadora del Transporte de Barcelona. 1.966. Pag. 37.

Los siguientes cuadros ejemplifican el costo que se calculó para la ejecución de cada una de las líneas.

Cuadro 4.2. Costos en millones de pesetas para cada línea de las infraestructuras de la red de metros de Barcelona. 1.966.

Lineas	Km.	Km. Túnel	Estaciones	Precio Unitario Túnel	Precio Unitario Estación	Coste Túnel	Coste Estaciones	Coste obras Complementarias- Cocheras- Subcentrales	Coste Total de ejecución Material	Coste Total de Ejecución Contrata (15 %)	Coste por Km. Contrata
II	4,6	3,55	7	61	32	216,55	224	22,03	462,58	531,97	115,65
III	7,59	6,24	9	57,74	31,77	360,32	286	32,32	678,64	780,43	102,82
IV	15,23	12,53	18	57,71	30,22	723,15	544	63,36	1.330,51	1.530,09	100,46
V	4,65	3,9	5	63,71	38,3	248,45	191,5	21,99	461,94	531,23	114,24
VI	10,47	8,52	13	56,92	33,38	485,03	434	45,96	964,99	1.109,73	105,99
VII	4,96	3,76	8	60,06	26	225,83	208	21,68	455,51	523,84	105,61
TOTAL	47,5	38,5	60	58,68	31,46	2.259,33	1.887,5	207,34	4.354,17	5.007,3	105,41
SARRIÀ	0,63	0,53	1	93	37,23	49,29	37,23		86,52	99,5	157,93
TOTAL	48,13	39,03	61	59,14	31,55	2.308,62	1.924,73	207,34	4.440,69	5.106,79	106,1

Fuente: Red de metros de Barcelona. Comisión Coordinadora del Transporte de Barcelona. 1.966. Pag. 35.

Cuadro 4.3. Costo en millones de pesetas para cada línea para las superestructuras de la red de metro de Barcelona. 1.966.

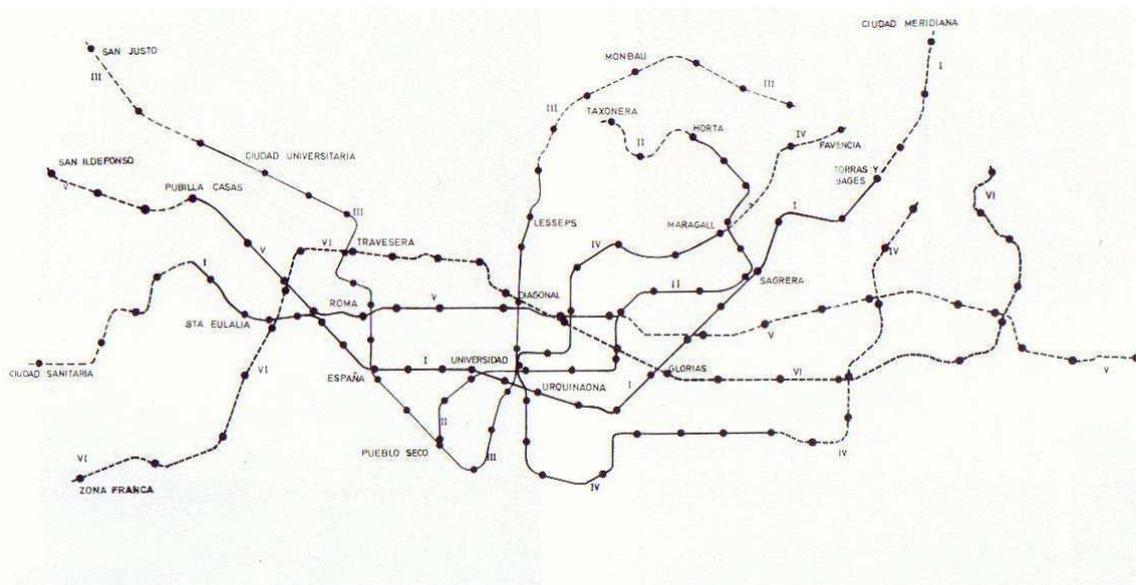
Lineas	Km. Línea	Estaciones	Vía y Línea de toma de corriente	Señales y enclavamientos	Instalaciones Auxiliares	Material Móvil	Equipo de subcentrales, cocheras y talleres	Totales
I	4,6	7	57	11,5	13,3	252,9	24	358,7
II	7,59	9	93,7	18,9	21,9	415,7	74	624,2
III	15,23	18	188	37,9	43,9	833,6	74	1.177,4
IV	4,65	5	57,7	11,6	13,5	255,7	124	462,5
V	10,47	13	127,6	25,7	29,8	565,8	24	772,9
VI	4,96	8	61,5	12,4	14,4	272,8	24	385,1
Total	47,5	60	585,5	118	136,8	2596,5	344	3.780,8

Fuente: Red de metros de Barcelona. Comisión Coordinadora del Transporte de Barcelona. 1966. Pag. 36.

Sin embargo, a pesar de la correcta planificación, los anillos o Rings nunca llegaron a cerrarse, lo cual influyó negativamente en el desarrollo estructural de la red, y las líneas 3 y 4 transcurrieron por el puerto pero sin estar conectadas entre ellas. A partir de este momento existió un período de improvisación en la construcción de la red de metro bastante prolongado, pese a existir los planes de metro; Tramos de vías que debían adjudicarse a una determinada línea se adjudicaron a otra respetándose los trazados pero no las líneas. Este hecho produjo una red de metros con una estructura débil y dependiente del área más céntrica de la red.

Posteriormente, se confeccionó el plan de metros de 1.971 (Actualización y ampliación de la red , figura 4.2) que continuó con las propuestas del plan de 1.966 pero pretendió dar servicio a los municipios aledaños a Barcelona y a los barrios peor comunicados de ésta. Poseía este plan, 6 líneas de metro. La L1 se prolongaba hasta Hospital de Bellvitge y hasta la Sierra de Collserola donde se iba a celebrar la exposición Universal de 1.982. La L2 se ampliaba hasta la Teixonera y la L3 rompía su circularidad y se ampliaba a Vall d’Hebron y a Esplugues. La L4 también rompía su circularidad y se prolongaba hasta la Guineueta y Hasta Bon Pastor. La L5 se prolongaba hasta Badalona y hasta Sant Ildefons y la L6 iba de Zona Franca hasta Santa Coloma de Gramenet³¹.

Figura 4.2. Plan de Metros de 1.971.



Fuente: Salmerón i Bosch, C.,1.992. cit en FERNÁNDEZ CANO, M. *Anàlisi de l'evolució de l'accessibilitat a la xarxa ferroviària de Barcelona*. Director: Francesc Magrinyà Torner. Universitat Politècnica de Catalunya. 2.009. Pag.35 < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/8408> >.

Hubo varias razones para confeccionar este plan de metros. Se creía que iba a haber una Exposición Internacional en 1.982 y se iba a contruir una línea de metro que daría conexión a esa feria (al no ser aprobada la candidatura para una Exposición Universal en 1982, se canceló la línea que iba a darle acceso) , aunque, en realidad , la polución atmosférica que existía en la ciudad debido al tráfico rodado era razón más que suficiente para justificar la ampliación de la red de metro. Era necesario que los transportes subterráneos se extendiesen a la periferia de Barcelona y se conectasen con los ferrocarriles suburbanos y con la RENFE. Esto se hizo porque se creía que la nueva

concepción de los servicios a prestar por los Ferrocarriles suburbanos y la misma RENFE en cercanías, debía ser similar a la del metro (al mismo tiempo, espontáneamente, estaban naciendo numerosos Park and Ride por diversas áreas) ³². El presupuesto previsto para este plan era de más de 10.000 millones de pesetas para la construcción de infraestructuras y de más de 5.000 millones de pesetas para la construcción de superestructuras (cuadros 4.4 y 4.5).

Cuadro 4.4. Costos de la infraestructura de la red de metro de Barcelona en millones de pesetas. 1.971.

Líneas	Km. Túnel	Estaciones	Precio Medio Túnel	Precio Medio Estación	Coste Túnel	Coste Estaciones	TOTAL
II	7,09	8	115,92	73,1	821,94	584,85	1.406,79
III	1,81	2	170	82,66	307,7	165,32	473,02
IV	8,95	10	160,66	80,27	1.437,93	802,78	2.240,7
V	7,44	8	96,43	53,23	717,48	425,87	1.143,35
VI	10,66	12	101,89	66,07	1.086,17	792,89	1.879,06
VII	18,12	24	114,27	57,02	2.070,72	1.368,64	3.439,36
TOTAL	54,07	64	119,14	64,69	6.441,94	4.140,35	10.582,28

Fuente: Actualización y ampliación de la red de metros de Barcelona. Generalitat de Catalunya. 1.971. Pag. 99.

Cuadro 4.5. Costo en millones de pesetas para las superestructuras de la red de metro de Barcelona. 1.971.

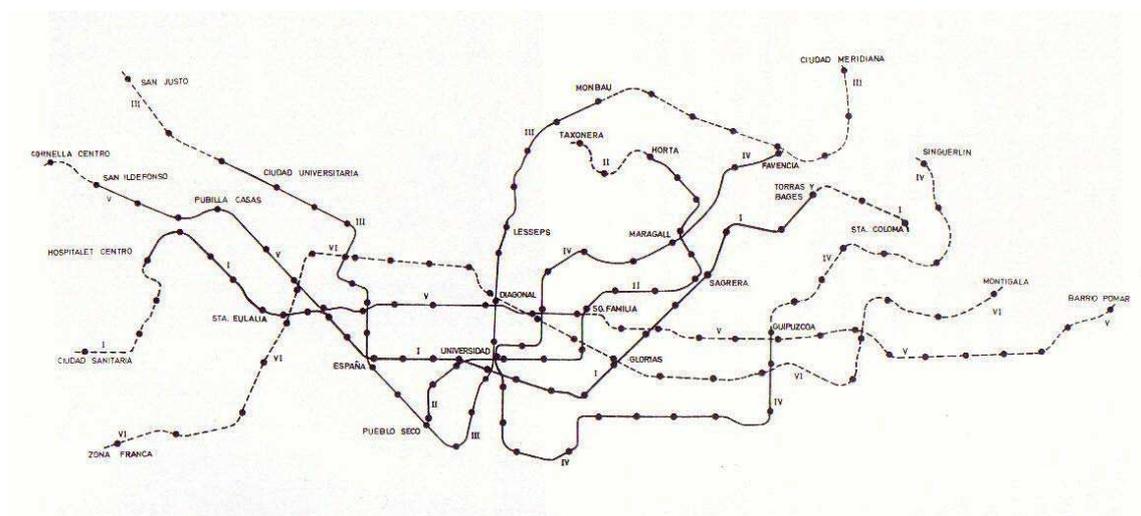
Líneas	Vía y Línea de toma de corriente	Señales y enclavamientos	Instalaciones Auxiliares	Material Móvil	Equipo de subcentrales, cocheras y talleres	Totales
I	132,6	18,4	18,5	400	44	613,5
II	34	4,6	7,9	80	14	140,5
III	168,3	23	39,1	480	63	773,4
IV	139,4	18,4	32	400	127	716,8
V	200,6	27,6	46	560	147	981,2
VI	346,8	55,2	75	1.220	210	1.907
Total	1.021,7	147,2	218,5	3.140	605	5.132,4

Fuente: Actualización y ampliación de la red de metros de Barcelona. Generalitat de Catalunya. 1.971. Pag. 101.

En 1.974 se elaboró otro plan (Red de Metros de Barcelona y entorno) que modificaba el plan de 1.971. En este nuevo plan, la L1 finalizaba en Santa Coloma mientras que la L2 no cambiaba en absoluto. La L3 llegaba hasta Ciutat Meridiana y la L4 a Singuerlín. La L5 se ampliaba a Cornellà y al barrio de Pomar mientras que la L6 llegaba a Montigalà³³.

Según Miralpeix, el Plan de Metros de Barcelona y su entorno de 1.974 (figura 4.3), la prioridad en el trazado inicial del metro, era la de dar servicio al centro de la ciudad, que era el área de mayor densidad poblacional de la ciudad en aquel entonces, y por lo tanto la de mayor demanda. Barcelona creció y se suburbanizó y alrededor de la ciudad crecieron y se desarrollaron varios municipios. En los años 70 del siglo XX los límites de Barcelona ciudad estaban difuminados con el resto de municipios, que eran núcleos satelites donde se alojaba la población obrera, mayormente inmigrantes (en los años 70 del siglo XX, se incrementó mucho la población, pero no hubo una planificación urbanística adecuada que permitiese absorber de forma correcta dicha población). El metro, por lo tanto, debía atender los desplazamientos de dicha población y extender y ampliar sus líneas a las nuevas áreas urbanas³⁴.

Figura 4.3. Plan de Metros de 1.974.



Fuente: Salmerón i Bosch, C.,1.992. cit en ⁴¹FERNÁNDEZ CANO, M. *Anàlisi de l'evolució de l'accessibilitat a la xarxa ferroviària de Barcelona*. Director: Francesc Magrinyà Torner. Universitat Politècnica de Catalunya. 2.009. Pag.36 < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/8408> >.

El plan indicaba que se debía hacer al metro lo más agradable posible para que no supusiese un sacrificio dejar el coche. Por otra parte, el Plan indicaba que las estaciones de metro debían poseer diversas características, como encontrarse ubicadas en puntos de confluencia de importantes vías de acceso a la ciudad y disponer junto a las mismas de extensión suficiente de terreno, para que el aparcamiento fuese de tal amplitud que permitiese dejar los automóviles para tomar el metro para ir al centro de la ciudad. También indicaba que la estación de metro debía poder absorber los pasajeros

provenientes del tráfico rodado en áreas provistas de Park and Ride o en estaciones que tuviesen correspondencia con otros medios de transporte público. A nivel medioambiental, el plan indicaba que el autobús deterioraba el ambiente, mientras que el metro, por ser subterráneo, no lo afectaba. El costo del transporte rodado era mucho más caro que el del ferrocarril metropolitano (en Barcelona, la proporción era de 7 a 4 en ese momento) mientras el consumo energético del transporte en metro era en ese momento la mitad del transporte rodado³⁵.

El Plan de 1.974 consideró al metro y a los ferrocarriles suburbanos como medios complementarios entre sí y se comenzó a usar encuestas origen-destino para determinar las zonas de mayor demanda y movilidad. Se constató cómo una parte significativa de las áreas de mayor demanda y población se hallaba en la margen izquierda del Besòs, que no se había contemplado hasta ese momento en los planes. Por primera vez se cuestionó el transporte privado y su eficacia y se planteó ampliar las líneas 1 y 4 hacia Santa Coloma de Gramanet y las líneas 5 y 6 hacia Badalona³⁶. Este plan ya indicaba la idoneidad de una línea de metro perimetral, lo cual constituye un antecedente para la L9. El presupuesto de este plan excedía los 6.000 millones de pesetas de gasto en superestructuras y más de 13.000 millones de pesetas en infraestructuras (cuadros 4.6 y 4.7).

Cuadro 4.6. Costos en millones de pesetas de la superestructura de cada línea de la red de metro de Barcelona. 1.974.

Lineas	Km. Línea	Estaciones	Vía y Lin. De toma de corriente	Señales y enclavamientos	Instalaciones auxiliares	Material móvil	Equipo de subcentrales, cocheras y talleres	Totales
I	4,7	5	96,2	12,9	13,4	290	31,6	444,1
II	2	2	52,1	6,9	12,1	122,9	21,4	215,4
III	9,3	10	241,5	32,3	55,7	690,1	90,2	1.109,8
IV	6,4	7	160,8	20,7	36,5	462,5	146,7	827,2
V	11,9	15	250,9	34,4	56,6	701,2	183,3	1.226,4
VI	20,8	23	413,2	63,9	89	1.458,7	251,1	2.275,9
Total	55,1	62	1.214,7	171,1	263,3	3.725,4	724,3	6.098,8

Fuente: Red de metros de Barcelona y su entorno. Ministerio de Obras Públicas. Dirección General de Transportes Terrestres. 1.974.Pag. 164.

Cuadro 4.7. Costos de la infraestructura de la red de metro de Barcelona (en miles de pesetas) . 1.974.

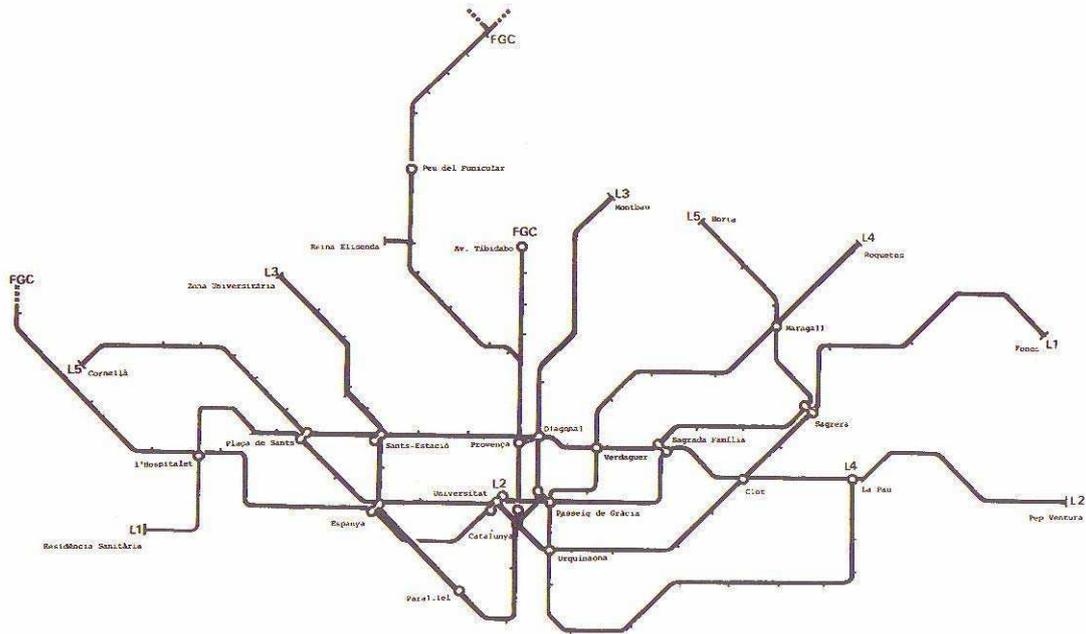
Lineas	Km. Linea	km. Túnel	Estaciones	Precio Medio Túnel	Precio Medio Estación	Coste Túnel	Coste Estaciones	Coste Acondicionamiento	TOTAL
I	4,7	4,2	5	181.220	60.900	761.124	304.500	145.000	1.210.624
II	2	1,8	2	206.500	115.500	371.700	231.000		602.700
III	9,3	8,3	10	207.992	115.500	1.726.340	1.155.000	20.000	2.901.340
IV	6,4	5,7	7	180.291	60.900	1.027.656	426.300		1.453.956
V	11,9	10,4	15	175.512	60.900	1.825.320	913.500		2.738.820
VI	20,8	18,5	23	173.458	60.900	3.208.968	1.400.700		4.609.668
Total	55,1	48,9	62	182.435	71.467	8.921.108	4.431.000	165.000	13.517.108

Fuente: Red de metros de Barcelona y su entorno. Ministerio de Obras Públicas. Dirección General de Transportes Terrestres. 1.974. Pag. 162.

En 1.978, la competencia de los transportes pasó a manos de la Generalitat de Catalunya y se creó TMB (Transports Municipals de Barcelona) en 1.979, que pretendía unificar los transportes públicos y ampliar las redes de transporte. En 1.975 se inauguró la línea 3B que iba de Zona Universitaria a la estación de metro Tarragona. Más tarde, en 1.982, al ampliarse hacia Paral·lel, se integró con la L3. A partir de 1.983, los transportes ferroviarios ampliaron sus líneas hacia los municipios del área metropolitana, como Santa Coloma de Gramenet, Cornellà de Llobregat, Sant Adrià del Besòs o Badalona, que eran los municipios con menor conexión con los sistemas ferroviarios³⁷.

Posteriormente, en 1.984, se creó un nuevo plan de metros que pretendía ampliar las líneas (figura 4.4). Concretamente, la L3 hasta Montbau y la L1 hasta Fondo y Feixa Llarga. Por otra parte, los ferrocarriles de F.G.C. se ampliaban hasta Plaça Universitat³⁸.

Figura 4.4. Plan de Metros de 1.984.



Fuente: Salmerón i Bosch, C.,1.992. cit en FERNÁNDEZ CANO, M. *Anàlisi de l'evolució de l'accessibilitat a la xarxa ferroviària de Barcelona*. Director: Francesc Magrinyà Torner. Universitat Politècnica de Catalunya. 2.009. Pag. 39 < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/8408> >.

Según el Plan, había cinco alternativas de red y todas ellas tenían el mismo trazado, aunque existían diferencias en los itinerarios de las líneas. El estudio evaluaba qué posibilidades eran las más adecuadas gracias a una serie de simulaciones que tenían en cuenta el número potencial de viajeros y otras variables. Se consideraba prioritario la unificación tarifaria, el tramo Santa Coloma-Fondo y la instalación de A.T.P. (Automatic Train Protection era un sistema de seguridad que supervisaba la conducción en trenes, que aplicaba freno de emergencia o impedía otras acciones cuando no se cumplían algunas condiciones de seguridad.) y A.T.S (Automatic Train Supervisión). Se calculó un presupuesto de mas de 15.000 millones de euros para la ampliación de la red, más de 5.000 para nuevas cocheras y talleres y más de 15.000 para operaciones superestructurales como la instalación de A.T.P, A.T.S, A.T.O (Automatic Train Operation), ventilación...³⁹

Más tarde se redactó un Plan de Metros en 1.984, que amplió las líneas existentes y mejoró diversas cuestiones técnicas como la incorporación de un anillo de media

tensión que ahorra energía. Se incorporaron sistemas automáticos para mejorar la explotación del sistema y la seguridad general. Se redujeron los costos y se mejoraron las frecuencias y la regularidad en el sistema. Se introdujo también un sistema de control de acceso para evitar el fraude y para reducir personal. Otro avance se produjo al unirse, mediante un enlace, la L1 y la red de FGC. De esta manera se consiguió coordinar e interrelacionar el metro y el ferrocarril suburbano⁴⁰.

Más tarde, en 1.993 se presentó el Plan Intermodal de Transportes (PIT) que diseñó una red de 7 líneas para dar cobertura a zonas con escasa presencia de líneas ferroviarias. Posteriormente, en 1.995, se inauguró la L2 (cuya construcción se había paralizado desde 1.973) que incluía novedosas incorporaciones en cuestión de seguridad, accesibilidad a invidentes y minusválidos, ascensores, megafonía y seguridad. Ese mismo año se creó un Código de Accesibilidad por el que todo el metro y el ferrocarril suburbano debían dar accesibilidad a las personas de movilidad reducida⁴¹.

Otro hito de importancia, según explica Alberto Hernando López, se produjo entre 1.987 y 1.997 cuando se constituyó la Entidad Metropolitana de Transporte, que fue la heredera de la Corporación Metropolitana de Barcelona (CMB). Las diferencias entre ambas corporaciones eran que CMB poseía nuevos recursos al tributar el IBI en los municipios de su ámbito. Esta corporación pasó a poseer la titularidad de las acciones de las sociedades Ferrocarril Metropolitano de Barcelona (FMB) y Transporte de Barcelona (TB). También asumió las funciones propias de un organismo técnico-político, como por ejemplo, la de recabar las necesidades y opiniones de la población de los municipios gestionados. Al crearse la Comisión coordinadora del Plan Intermodal de Transporte se comprendió que, independientemente del titular o empresa explotadora del sistema de transporte, se había de entender todo el transporte de la Región Metropolitana de Barcelona como un único sistema. Existía la necesidad de crear un único marco para cuestiones de índole económica y financiera así como un sistema tarifario común. Posteriormente, en 1.997, se creó la Autoritat del Transport Metropolità⁴². ATM ha organizado el transporte público en la Región Metropolitana de Barcelona e integraba a la Generalitat de Catalunya (51 por ciento), el Ayuntamiento de Barcelona (25 por ciento) y la Entidad Metropolitana del Transporte (24 por ciento)⁴³. ATM se encargó, desde ese momento y hasta la actualidad, de planificar las

infraestructuras de transporte público, las inversiones, los convenios de financiación, la supervisión de proyectos, los servicios y los programas de explotación. También se encarga de observar la evolución del mercado global de desplazamientos creando un marco para las tarifas comunes, informando a los usuarios y promocionando el transporte público entre la población. Los objetivos de la ATM son los de confeccionar un Plan Director de Infraestructuras (PDI) realista que responda a las necesidades planteadas con los medios económicos de los que se dispone, proponer un Plan de Servicios estructurador de la oferta existente minimizando los transbordos e integrar tecnológica y tarifariamente la red⁴⁴. Para ello, ATM debe tener en cuenta la ordenación del tráfico y la regulación de las estaciones, para favorecer la intermodalidad así como la mejora en la distribución viaria y del espacio público. Para ello se han de aprovechar las infraestructuras existentes, se ha de ampliar las líneas ferroviarias que ya existen y se ha de procurar incentivar el efecto red al crear intercambiadores. En este contexto se enmarca la L9-L10, una importante línea perimetral que atravesará Barcelona (la L9 tiene una demanda estimada de 90 millones de viajeros anuales una vez esté finalizada⁴⁵). ATM posee además otras funciones y asigna cada modo de transporte a la demanda correcta e interrelaciona las redes en su conjunto. También localiza y analiza los nodos que más desplazamientos de personas genera, como el aeropuerto o las estaciones de AVE⁴⁶.

En 2.001, ATM confeccionó el PDI 2.001-2.010. Este plan se centraba en el transporte ferroviario y en sus ampliaciones. Tenía como antecedentes l'Avanç del Pla Intermodal de Transporte de 1.993, el Plan de Metros de 1.984 , el Plan Director de la red arterial ferroviaria estatal de 1.993 redactado por RENFE y los Planes de actuación trienales de FGC. Este plan tuvo en cuenta a los diferentes operadores y analizaba y ampliaba la red como si fuese un todo unificado, procurando la interconexión entre las líneas. Ampliaba y modernizaba la red y las dotaba de mayor accesibilidad para las personas con movilidad reducida. Por otra parte, los intercambiadores se ampliaban, se mejoraban y se creaban nuevos. Es importante resaltar a la L9, de 44 km de longitud, como la infraestructura estrella de este plan. Esta línea iba a conectar municipios desde Badalona hasta el Prat de Llobregat con 15 intercambiadores y pretendía mejorar la accesibilidad y la conectividad con el resto de la red, así como con determinadas infraestructuras. Dichas infraestructuras eran el Aeropuerto del Prat, la Zona Franca, la Ciutat Judicial, la Fira de Barcelona, los Campus Universitarios, el AVE y algunos barrios de la ciudad

que actualmente están sin conexión, como son Les Corts, Sarrià, Gràcia, San Andreu, Sant Gervasi, Santa Coloma...⁴⁷

Algunas de las propuestas del plan se plasmaron en la realidad posteriormente. En 2.002, el tramo entre La Pau y Pep Ventura de la L4 pasó a ser parte de la L2 y así se creó una conexión directa entre Barcelona y Badalona. Más tarde, la estación Maresme-Fòrum dió servicio al Fòrum de les Cultures realizado en 2.004. Ese año se inauguraba la L11, que llegaba a Montcada i Reixac y a áreas con dificultades de acceso debido al terreno.

En el año 2.009, finalmente se construyeron los primeros tramos de las líneas L9 y L10 y posteriormente se redactó el PDI 2.010-2.020 que ampliaba las líneas proyectadas con anterioridad aunque mantenía la estructura fundamental de la red.

En la actualidad el metro de Barcelona posee 11 líneas, 164 estaciones, 123 km de vías y su red es usada por mas de 1.1 millones de usuarios al día. Se prevé que el número de kilómetros de vías y el número de estaciones se dupliquen una vez se finalicen las ampliaciones previstas.

4.2.3. El metro ligero en Barcelona

Los problemas de congestión urbana fueron aliviados por la incorporación del metro en las grandes ciudades. Sin embargo, en las pequeñas y medianas ciudades no era rentable incorporar el sistema metro y se comenzó a implantar el metro ligero, un medio a mitad de camino entre el metro convencional y el tranvía. Este sistema comenzó su andadura en 1.978, en Edmonton (Canadá) , luego se implantó en Calgary y en San Diego durante los años 80 y posteriormente en Buffalo, Portland, Sacramento, San José, Los Angeles, Baltimore, Denver... En Europa fue Nantes, en 1.985, la primera ciudad que lo introdujo y, posteriormente, se implantó en Grenoble y en Estrasburgo. En 1.994 se introdujo este sistema en Valencia, la primera ciudad de España en incorporar este medio de transporte. El metro ligero posee diversas cualidades, como la disminución del nivel de ruido, además de tener un piso rebajado de unos 30-35 cm que permiten el acceso a personas con movilidad reducida. Por otra parte, la espera en paradas es menor que en el tranvía convencional y además incorpora elementos como el SAE (Sistema de Ayuda a la Explotación) que es un sistema de control que permite la localización , el

seguimiento de los vehículos y su rectificación en tiempo real. Otro aspecto a tratar es el nivel de confort, que es importante en un sistema de transporte. Por ello, el metro ligero ha incorporado sistemas de climatización, asientos cómodos y sistemas “chopper” que ahorran energía devolviendo la energía de frenada a la línea.

En 2.001, se aprobó el tranvía Diagonal-Baix Llobregat como explica Fernández Cano (Trambaix) y en 2.004 se puso en marcha el tramo entre la Plaza Francesc Macià hasta Sant Joan Despí con 3 líneas : La T1 que va de Bon Viatge a Francesc Macià, la T2 que va de St, Martí de l’Erm a Francesc Macià y la T3 que va de St.Martí de l’Erm a Francesc Macià. El metro ligero ha provocado que se uniese la carretera de Esplugues con la de Sant Joan Despi y que se reurbanizase la avenida Diagonal y la Zona Universitaria de Barcelona⁴⁸. El Trambaix puso en conexión a Barcelona con l’Hospitalet de Llobregat, Esplugues, Cornellà, Sant Joan Despí, Sant Just Desvern y Sant Feliu de Llobregat. El Trambesòs ,por su parte, puso en comunicació a Barcelona con Sant Adrià y Badalona⁴⁹. Se inauguró en el año 2.004 y posee actualmente 3 líneas: La T4 que va de Ciutadella|Villa Olímpica a Estació de Sant Adrià, la T5 que va de Glòries a Gorg y la T6 que va de Glòries a Estació de Sant Adrià.

A pesar de las ventajas del metro convencional, lo cierto es que usualmente no es más rápido que el metro ligero ya que, para largos desplazamientos, el metro convencional es más rápido, pero para cortos, el metro ligero tiene un costo temporal menor, gracias a su mayor nivel de accesibilidad. Se ha calculado que el Trambaix es más rápido que el metro en desplazamientos inferiores a 8 km. Antes de su incorporación en Barcelona se calculaba que el Trambaix tendría una demanda de 7.7 millones de pasajeros por lo que, el metro ligero, se vislumbraba como una buena alternativa al metro convencional en algunos trazados⁵⁰.

La población de los barrios por los que transcurre el metro ligero consideraba que era preferible una ampliación del metro convencional en sus barrios. Los vecinos del Baix Llobregat eran especialmente reivindicativos. Los vecinos de Sant Feliu de Llobregat decían que las vías dividen el barrio mientras que los vecinos de Mas Lluhí decían que el tranvía cerraría su salida a la N-340 y que, debido a ello, las frecuencias de paso del metro ligero serían bajas y no resultaría competitivo. También argumentaban que se reducía el espacio dedicado al vehículo privado y se añadía peligrosidad a la circulación, especialmente en los cruces. La contaminación acústica también era otro

factor a tener en cuenta por los vecinos aunque, sin embargo, el Trambaix es un sistema de transporte rápido, ecológico y económico que no genera contaminación, que recupera la energía de frenado y que posee una contaminación acústica de solo 60 decibelios⁵¹.

La administración apostó por el metro ligero debido, entre otros factores, a que su implantación es más económica que la del metro convencional. Concretamente, entre 6 y 12 millones de euros por km, es decir, entre 3 y 6 veces menor que el metro convencional. Pero existen otras ventajas de poseer metro ligero, ya que una tercera parte de la población sufre problemas de movilidad y el metro ligero resulta muy accesible a ellas. Este medio de transporte posee estaciones cada 500 m en vez de cada 1.000-1.500 como ocurre con el metro convencional por lo que las estaciones son más accesibles a la población. También se considera que el tranvía reestructura y reurbaniza el área sobre la que discurre. La administración considera que el metro ligero es un elemento que permite evaluar qué tipo de problemas presenta la movilidad en la superficie y puede ser un acicate que impulse el transporte público (estrategias Push & Pull) reduciendo el espacio dedicado al transporte privado.

El metro ligero es un medio de transporte apto para áreas dispersas de densidad media, corredores lineales, troncales o con espacio reservado en donde discurren autobuses. El actual PDI 2.010-2.020 tiene en cuenta las cuestiones de accesibilidad y movilidad antes citadas y propone trazados de metro ligero que no perturben las condiciones existentes en la zona intervenida.

4.2.4. El AVE en Barcelona

La alta velocidad ferroviaria se implantó en Barcelona en el año 2.008, llegando hasta Sants-Estació y a Sagrera desde el Baix Llobregat. Posteriormente se dirigió hacia Santa Coloma de Gramenet y hacia Montcada i Reixac. Ha permitido unir Barcelona con Madrid en menos de 2 horas y media. Recientemente se ha conseguido enlazar la red de AVE catalana con la red de AVE francesa. De este modo, se ha conseguido enlazar a la capital catalana con la capital francesa en 6 horas y media.

Como conclusión puede afirmarse que el funcionamiento de las redes ferro-viarias barcelonesas es complejo ya que las frecuencias de líneas son bajas y la regularidad de los convoyes no es homogénea. El trazado de las líneas se debe a sucesos históricos que

han creado una red radiocéntrica. Esto produjo que las actividades se localizasen en el centro y los barrios residenciales en la periferia. La mala política tarifaria hizo menos viable el transbordo a autobuses. Además el material móvil es incómodo, hay contaminación acústica, polución, vibraciones y una velocidad comercial baja y poco regular. El metro no forma una compleja malla y adolece de transbordos difíciles, de pasillos de enlace largos y estrechos. Además posee pocas escaleras mecánicas y pocos asientos de pasajeros⁵². Se llega a la conclusión de que TMB, FGC y Tram presentan bajos niveles de interconexión entre ellas actualmente aunque el PDI 2.010-2.020 solventará estas deficiencias, una vez esté finalizada la red ferro-viaria de Barcelona⁵³.

Notas del capítulo 4

¹ MIRALPEIX GARCÍA, M. *El ferrocarril en la Región Urbana de Barcelona. Análisis del desarrollo de la red ferroviaria y de metro (1848-2009) y modelización de su explotación (1950-2009)*. Director: Pere Espelt Leonart y Míriam Villares Junyent. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d'Infraestructura del Transport i del Territori. 2010. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/12120> >.

² FERNÁNDEZ CANO, M. *Anàlisi de l'evolució de l'accessibilitat a la xarxa ferroviària de Barcelona*. Director: Francesc Magrinyà Torner. Universitat Politècnica de Catalunya. 2009. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/8408> >.

³ CAPEL, H. *Los ferro-carriles en la ciudad. Redes técnicas y configuración del espacio urbano*. 1º edición. Madrid: Fundación de los Ferrocarriles Españoles. 2011. 224 pp. [ISBN: 9788489649675]. Pag. 26.

⁴ CAPEL, H. *Los ferro-carriles en la ciudad. Redes técnicas y configuración del espacio urbano*. 1º edición. Madrid: Fundación de los Ferrocarriles Españoles. 2011. 224 pp. [ISBN: 9788489649675]. Pags. 38-39.

⁵ FERNÁNDEZ CANO, M. *Anàlisi de l'evolució de l'accessibilitat a la xarxa ferroviària de Barcelona*. Director: Francesc Magrinyà Torner. Universitat Politècnica de Catalunya. 2009. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/8408> >.

⁶ CAPEL, H. *Los ferro-carriles en la ciudad. Redes técnicas y configuración del espacio urbano*. 1º edición. Madrid: Fundación de los Ferrocarriles Españoles. 2011. 224 pp. [ISBN: 9788489649675]. Pag.22.

⁷ CAPEL, H. *Los ferro-carriles en la ciudad. Redes técnicas y configuración del espacio urbano*. 1º edición. Madrid: Fundación de los Ferrocarriles Españoles. 2011. 224 pp. [ISBN: 9788489649675]. Pag.30.

⁸ FERNÁNDEZ CANO, M. *Anàlisi de l'evolució de l'accessibilitat a la xarxa ferroviària de Barcelona*. Director: Francesc Magrinyà Torner. Universitat Politècnica de Catalunya. 2009. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/8408> >.

⁹ ALCAIDE GONZÁLEZ, R. "El ferrocarril como elemento estructurador de la morfología urbana: el caso de Barcelona 1848-1900". *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2005, vol. IX, núm. 194 (65). < <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-194-65.htm> > [ISSN: 1138-9788].

¹⁰ MIRALPEIX GARCÍA, M. *El ferrocarril en la Región Urbana de Barcelona. Análisis del desarrollo de la red ferroviaria y de metro (1848-2009) y modelización de su explotación (1950-2009)*. Director: Pere Espelt Leonart y Míriam Villares Junyent. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d'Infraestructura del Transport i del Territori. 2010. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/12120> >.

¹¹ FERNÁNDEZ CANO, M. *Anàlisi de l'evolució de l'accessibilitat a la xarxa ferroviària de Barcelona*. Director: Francesc Magrinyà Torner. Universitat Politècnica de Catalunya. 2009. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/8408> >.

¹² MIRALPEIX GARCÍA, M. *El ferrocarril en la Región Urbana de Barcelona. Análisis del desarrollo de la red ferroviaria y de metro (1848-2009) y modelización de su explotación (1950-2009)*. Director: Pere Espelt Leonart y Míriam Villares Junyent.

Capítulo 4. Los sistemas ferro-viarios de Barcelona

Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d'Infraestructura del Transport i del Territori. 2010. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/12120> >.

¹³ FERNÁNDEZ CANO, M. *Anàlisi de l'evolució de l'accessibilitat a la xarxa ferroviària de Barcelona*. Director: Francesc Magrinyà Torner. Universitat Politècnica de Catalunya. 2009. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/8408> >.

¹⁴ FERNÁNDEZ CANO, M. *Anàlisi de l'evolució de l'accessibilitat a la xarxa ferroviària de Barcelona*. Director: Francesc Magrinyà Torner. Universitat Politècnica de Catalunya. 2009. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/8408> >.

¹⁵ MIRALPEIX GARCÍA, M. *El ferrocarril en la Región Urbana de Barcelona. Anàlisis del desarrollo de la red ferroviaria y de metro (1848-2009) y modelización de su explotación (1950-2009)*. Director: Pere Espelt Leonart y Míriam Villares Junyent. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d'Infraestructura del Transport i del Territori. 2010. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/12120> >.

¹⁶ FERNÁNDEZ CANO, M. *Anàlisi de l'evolució de l'accessibilitat a la xarxa ferroviària de Barcelona*. Director: Francesc Magrinyà Torner. Universitat Politècnica de Catalunya. 2009. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/8408> >.

¹⁷ MIRALPEIX GARCÍA, M. *El ferrocarril en la Región Urbana de Barcelona. Anàlisis del desarrollo de la red ferroviaria y de metro (1848-2009) y modelización de su explotación (1950-2009)*. Director: Pere Espelt Leonart y Míriam Villares Junyent. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d'Infraestructura del Transport i del Territori. 2010. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/12120> >.

¹⁸ FERNÁNDEZ CANO, M. *Anàlisi de l'evolució de l'accessibilitat a la xarxa ferroviària de Barcelona*. Director: Francesc Magrinyà Torner. Universitat Politècnica de Catalunya. 2009. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/8408> >.

¹⁹ GONZÁLEZ MASSIP, A. *La xarxa de tramvies de Barcelona. Una anàlisi (I II)*. Treballs de la Societat Catalana de Geografia. CSIC. Barcelona, 1992, núm. 32, pp.103-132.< <http://bddoc.csic.es:8080/detalles.html?tabla=docu&bd=GEOURBI&id=248579> > [ISSN: 1133-2190].

²⁰ FLÓREZ BOSQUE, X. y IBÁÑEZ PUENTE, J. *Las líneas de tramvies de Barcelona: 1872-1971: catàleg de línies urbanes*. Barcelona: Xavier Flórez Bosque, DL. 2001. 179 pp. [ISBN: 8493197203].

²¹ MARTÍNEZ SÁNCHEZ, J.A. *Anàlisi de la xarxa ferroviària de la RMB*. Director: Carles Casas Esplugas. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d'Infraestructura del Transport i del Territori. 2006. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/3318> >.

²² Proyecto de municipalización de los transportes urbanos. Ayuntamiento de Barcelona. 1952. Pags. 17-18.

²³ FERRER I ARQUÉS, C. Y PAGÈS HERAS, E. *El metro viscut*. Barcelona. IME, DL. 1994. 39 pp.

²⁴ MARTÍNEZ SÁNCHEZ, J.A. *Anàlisi de la xarxa ferroviària de la RMB*. Director: Carles Casas Esplugas. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d'Infraestructura del Transport i del Territori. 2006. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/3318> >.

²⁵ GALLARDO, J.M. *Los funiculares y teleféricos españoles*. Barcelona: Lluís Prieto. 1997. 291 pp. [ISBN: 8492100532].

²⁶ MARTÍNEZ SÁNCHEZ, J.A. *Anàlisi de la xarxa ferroviària de la RMB*. Director: Carles Casas Esplugas. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d'Infraestructura del Transport i del Territori. 2006. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/3318> >.

²⁷ GALLARDO, J.M. *Los funiculares y teleféricos españoles*. Barcelona: Lluís Prieto. 1997. 291 pp. [ISBN: 8492100532].

²⁸ CAPEL, H. *Los ferro-carriles en la ciudad. Redes técnicas y configuración del espacio urbano*. 1º edición. Madrid: Fundación de los Ferrocarriles Españoles. 2011. 224 pp. [ISBN: 9788489649675]. Pag.80.

²⁹ FERNÁNDEZ CANO, M. *Anàlisi de l'evolució de l'accessibilitat a la xarxa ferroviària de Barcelona*. Director: Francesc Magrinyà Torner. Universitat Politècnica de Catalunya. 2009. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/8408> >.

³⁰ Red de metros de Barcelona. Comisión Coordinadora del Transporte de Barcelona. 1966.

³¹ FERNÁNDEZ CANO, M. *Anàlisi de l'evolució de l'accessibilitat a la xarxa ferroviària de Barcelona*. Director: Francesc Magrinyà Torner. Universitat Politècnica de Catalunya. 2009. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/8408> >.

³² Actualización y ampliación de la red de metros de Barcelona. Generalitat de Catalunya. 1971.

³³ FERNÁNDEZ CANO, M. *Anàlisi de l'evolució de l'accessibilitat a la xarxa ferroviària de Barcelona*. Director: Francesc Magrinyà Torner. Universitat Politècnica de Catalunya. 2009. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/8408> >.

³⁴ MIRALPEIX GARCÍA, M. *El ferrocarril en la Regió Urbana de Barcelona. Anàlisi del desenvolupament de la red ferroviària y de metro (1848-2009) y modelización de su explotación (1950-2009)*. Director: Pere Espelt Leonart y Míriam Villares Junyent. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d'Infraestructura del Transport i del Territori. 2010. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/12120> >.

³⁵ Red de metros de Barcelona y su entorno. Ministerio de Obras Públicas. Dirección General de Transportes Terrestres. 1974.

³⁶ HERNANDO LÓPEZ, A. *La línea 9, un proyecto innovador per a resoldre una necessitat social*. Director: Míriam Villares Junyent. Universitat Politècnica de Barcelona. Departament d'Infraestructura del Transport i del Territori. 2008. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/5862> >.

³⁷ Transporte Barcelona: < <http://www.transportebcn.es/> >.

³⁸ FERNÁNDEZ CANO, M. *Anàlisi de l'evolució de l'accessibilitat a la xarxa ferroviària de Barcelona*. Director: Francesc Magrinyà Torner. Universitat Politècnica de Catalunya. 2009. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/8408> >.

³⁹ Red de metros de Barcelona. Ministerio de Obras Públicas. Dirección General de Transportes Terrestres. 1984.

⁴⁰ HERNANDO LÓPEZ, A. *La línea 9, un proyecto innovador per a resoldre una necessitat social*. Director: Míriam Villares Junyent. Universitat Politècnica de Barcelona. Departament d'Infraestructura del Transport i del Territori. 2008. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/5862> >.

⁴¹ MIRALPEIX GARCÍA, M. *El ferrocarril en la Regió Urbana de Barcelona. Anàlisi del desenvolupament de la red ferroviària y de metro (1848-2009) y modelización de su explotación (1950-2009)*. Director: Pere Espelt Leonart y Míriam Villares Junyent. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d'Infraestructura del Transport i del Territori. 2010. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/12120> >.

⁴² HERNANDO LÓPEZ, A. *La línea 9, un proyecto innovador per a resoldre una necessitat social*. Director: Míriam Villares Junyent. Universitat Politècnica de Barcelona. Departament d'Infraestructura del Transport i del Territori. 2008. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/5862> >.

⁴³ MARTÍN BERMEJO, D. *Comparación de tiempos de trayectos metro-a pie-bici en la zona urbana de Barcelona*. Director: Francesc Magrinyà Torner. Universitat Politècnica de Barcelona. Departament d'Infraestructura del Transport i del territori. 2007. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/3316> >.

⁴⁴ Hay 3 tipos de billetes de transporte, los integrados (diferentes modos de transporte en un solo billete) los no integrados y los de ocio y turismo. Entre los billetes integrados están la T-10 que son 10 viajes en los que se pueden usar hasta 4 medios de transporte diferente. Los títulos poseen diferentes franjas zonales y dependiendo de la franja zonal el billete poseerá una duración de viaje máxima y así pues el título de 1 zona tiene 1 hora y 15 minutos mientras que el de 6 zonas tiene 2 horas y media de límite máximo temporal. La T-Día permite realizar cualquier viaje en cualquier medio durante un día y su precio varía en función del número de zonas. La T-Mes es el equivalente mensual de la T-Día y por otra parte la T-50-30 puede realizar 30 o 50 viajes en 30 días naturales desde el momento de validación del título. La Tarjeta Familiar permite 70 desplazamientos en cualquier modo en función de las zonas en 30 días naturales a la primera validación del título y la T-Joven es unipersonal para menores de 21 años permitiendo innumerables viajes en 90 días desde la primera validación siendo su precio dependiente de la zona en la que se viaje (6 zonas). Por último está la Tarjeta Trimestral permite viajes ilimitados en 90 días después de la primera validación. Los billetes no integrados permiten realizar un viaje dentro únicamente de la red de metro de TMB y los billetes de ocio y turismo valen para un número ilimitado de viajes en 2, 3, 4 o 5 días en los servicios de TMB y en aquellas líneas de ferrocarril urbano de FGC.

cit en SANYER MATÍAS, X. *Anàlisi comparativa de les diferents tipologies de xarxes de metro existents al món. Establiment d'uns paràmetres i metodologia de comparació*. Director: Manel Villalante Llauro. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d'Infraestructura del Transport i del Territori. 2005. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/6606> >.

⁴⁵ Transporte Barcelona: < <http://www.transportebcn.es/> >.

⁴⁶ MARTÍN BERMEJO, D. *Comparación de tiempos de trayectos metro-a pie-bici en la zona urbana de Barcelona*. Director: Francesc Magrinyà Torner. Universitat Politècnica de Barcelona. Departament d'Infraestructura del Transport i del territori. 2007. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/3316> >.

⁴⁷ FERNÁNDEZ CANO, M. *Anàlisi de l'evolució de l'accessibilitat a la xarxa ferroviària de Barcelona*. Director: Francesc Magrinyà Torner. Universitat Politècnica de Catalunya. 2009. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/8408> >.

⁴⁸ V.V.A.A. *Suport a la gestió ambiental d'activitats en el municipi*. Diputació Barcelona. Xarxa de Municipis. Num. 13. 2005. 208pp.

Capítulo 4. Los sistemas ferro-viarios de Barcelona

⁴⁹ FERNÁNDEZ CANO, M. *Anàlisi de l'evolució de l'accessibilitat a la xarxa ferroviària de Barcelona*. Director: Francesc Magrinyà Torner. Universitat Politècnica de Catalunya. 2009. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/8408> >.

⁵⁰ ROSCADELL I GARCÍA, M. *Criteris per a la implantació de línies de tranvia i de metro*. Director: Robert Vergés Fernández. Universitat Politècnica de Barcelona. Departament d'Infraestructura del Transport i del Territori. 2003. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/6315> >.

⁵¹ ALONSO MARTÍN, F.J. *Implantación de nuevos ferrocarriles urbanos en el area de Barcelona: Trambaix y línea 9*. Barcelona: Universitat de Barcelona. Departament de Geografia I Historia. 2001. 22 pp. < <http://www.tramvia.org/documentos/treball-alonso.pdf> >.

⁵² Propuesta de actuaciones a corto plazo, dentro de una nueva política del transporte metropolitano. Estudio integral de transportes. Corporación Metropolitana de Barcelona. 1978. 244 pp.

⁵³ BARBERILLO, J., SALDAÑA, J. "Navigation in large subway networks: an informational approach". *Physica A. Statistical mechanics and its applications*. Ámsterdam: Elsevier. Enero 2011. vol. 390, núm. 2, pp. 374-386. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378437110007971> >. [ISSN: 0378-4371].

CAPÍTULO 5. ANÁLISIS TÉCNICO Y EVOLUCIÓN DE LA RED FERRO-VIARIA DE BARCELONA

El presente capítulo pretende realizar un análisis rigurosamente técnico de las características más notables de la red ferro-viaria de Barcelona. Estas características son el número de kilómetros de líneas, el número de estaciones, la estructura de la red y cómo dicha estructura ha influido en el desarrollo urbano. Está compuesto de dos apartados. El primer apartado versa sobre las características y la evolución de cada medio de transporte ferro-viario de Barcelona. El segundo apartado de este capítulo analiza los sistemas de transporte ferro-viarios conjuntamente, tanto en sus características técnicas, como en su evolución histórica.

5.1. CARACTERÍSTICAS Y EVOLUCIÓN DE LOS MEDIOS DE TRANSPORTE FERRO-VIARIOS DE BARCELONA

Este apartado analiza la evolución histórica y las principales características técnicas de la red ferro-viaria barcelonesa, analizando de forma diferenciada los diversos modos de transporte ferro-viario existentes. Así pues, se analiza el ferrocarril, el tranvía, el funicular, el metro, el metro ligero y la alta velocidad española.

5.1.1. Características y evolución del ferrocarril de Barcelona

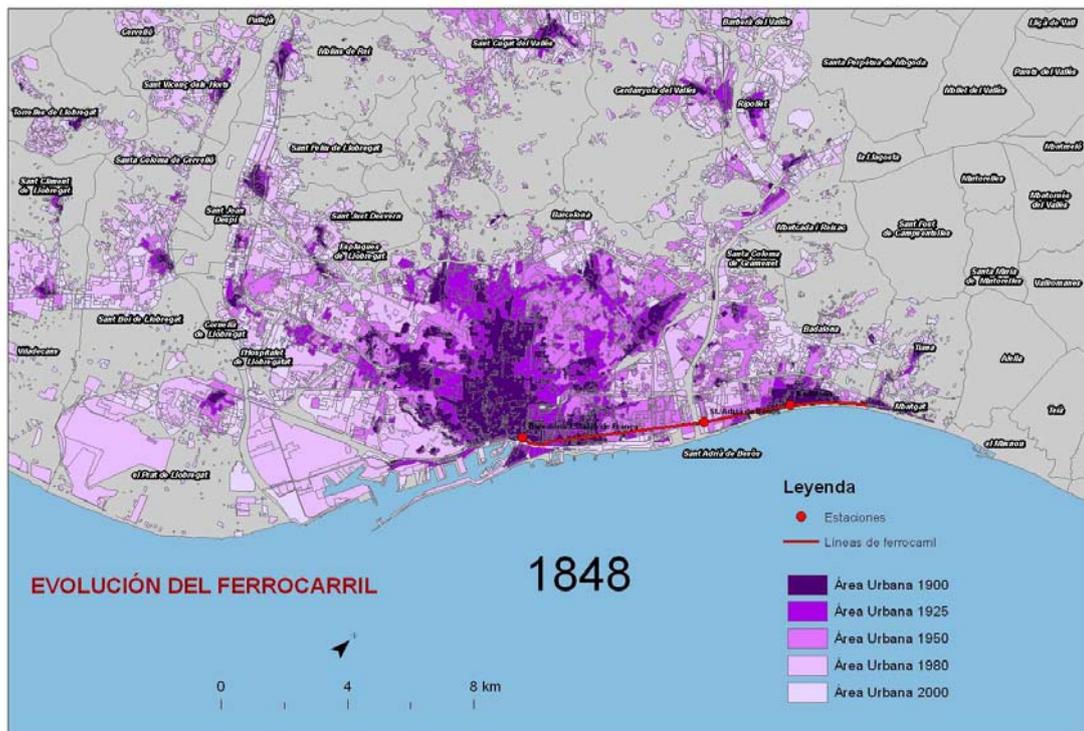
La red ferroviaria de Barcelona (Figuras B49, B50, B51, B52, B53, B54, B55, B56, B57, B58, B59 del volumen II de anexos y figuras 5.1, 5.2, 5.3 y 5.4) se inauguró en 1848, con la línea Barcelona-Mataró, siguiendo un recorrido cercano a la costa (

Cuadros 5.1 y 5.2 y Figuras 5.15 y 5.16). En 1.860, las líneas se diversificaron y siguieron los pasajes naturales del Besós y del Llobregat para poder llegar al resto de Cataluña y de España. A finales del siglo XIX, las diversas líneas ferroviarias comenzaron a conformar un entramado entre ellas, creando diversos ejes. Un ejemplo es el eje que cruzaba Barcelona por Plaza Cataluña, para después, adentrarse por los valles del Besòs y del Llobregat. Una excepción fue el ferrocarril de Sarriá, que conectaba la ciudad de norte a sur. Ya en 1.925, la red ferroviaria estaba bien definida, con una estructura en forma de cruz en el centro y diversas líneas a ambos lados del área metropolitana, que seguían los cauces naturales de paso (destacaba la línea con dirección a Mataró). Este esquema se mantuvo casi inalterado con el paso del tiempo, pero, a mediados del siglo XX, se creó en el centro de Barcelona un anillo de interconexión que facilitó la diversidad de destinos y rutas, dentro y fuera de la ciudad condal. Las estaciones de interconexión más importantes en este momento eran Sants-estació, Plaza Cataluña, Clot-Aragón y Arco de Triunfo. Posteriormente, en el último cuarto del siglo XX , la red llegó al aeropuerto y se eliminaron las vías de la línea a Mataró que circulaban por la costa de la ciudad, debido a la creación del anillo olímpico, fruto de las obras relativas a la cita olímpica de 1.992. Por otra parte, a partir del año 2.000, tres líneas de FGC han pasado a formar parte integrante de la red de metro, debido a la mejora en las frecuencias de paso, al aumento en la cantidad de estaciones y a la mejora del grado de integración, tanto tarifaria, como de interconexión con el resto de la red. Estas líneas eran la L6, la L7 y la L8, todas ellas gestionadas por FGC. La L6 y la L7 atraviesan de norte a sur la ciudad en su sector central (al igual que las líneas S1, S2, S5 y S55) mientras que la L8 se desplaza por el sector oeste de Barcelona hasta Sant Boi (al igual que las líneas S33, S4, S7, S8 y de Cercanías R5 y R6). El PDI 2.010-2.020 prevé una ampliación de la L8. Esta ampliación pretende reordenar el centro, creando una pequeña ronda concéntrica a la formada por las líneas 9 y 10. Esta ronda tendrá consecuencias notables sobre la movilidad en este sector de la ciudad, que posee una gran importancia debido a su centralidad. El PDI 2.010-2.020, también proyecta otra línea de norte a sur de la ciudad, desde Poblenou hasta Mundet. Esta línea está inicialmente diseñada como un ferrocarril regional, pero se tiene la intención de integrarlo en la red de metro tal y como en la actualidad lo están las líneas L6, L7 y L8.

Otras líneas ferroviarias de importancia son las de Cercanías, que realizan el mismo trayecto longitudinal que el resto de líneas ferroviarias barcelonesas. La R1 realiza un recorrido desde Sants Estació hacia el aeropuerto. La R2 realiza un recorrido de oeste a este, desviando su trayectoria hacia el noreste. Por último, las líneas R3 y R4 poseen trayectos paralelos en la mayor parte de su recorrido, que atraviesan la práctica totalidad de la ciudad (especialmente la R4).

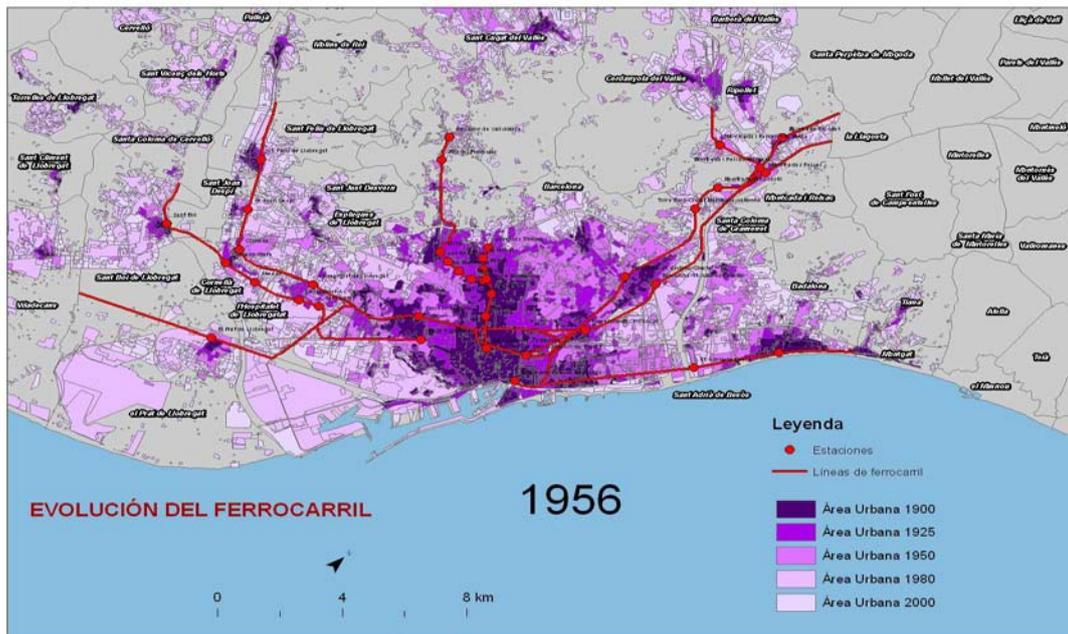
En cuanto a los enlaces de las líneas, se ha planificado para el año 2.020 la creación de diversos enlaces que proveerán de interconexión a la red. También se ha previsto la ampliación de la red hacia el Llobregat, siendo el aeropuerto un objetivo de primer orden. Como conclusión hay que mencionar que la red comenzó su andadura en el área estudiada con cerca de 11 km y se ha estabilizado en los 100 km de líneas en las primeras décadas del siglo XX.

Figura 5.1. Ferrocarril de Barcelona 1.848.



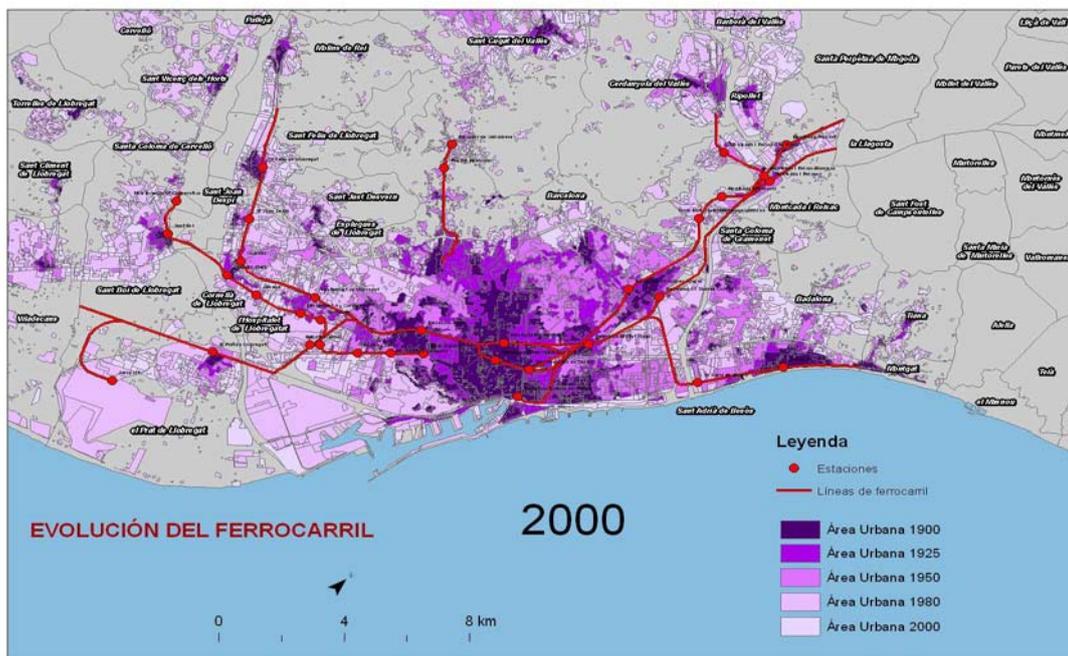
Fuente: elaboración propia a partir de datos de TMB, ATM, FGC y RENFE. Corresponde con la figura B49 del volumen II de anexos.

Figura 5.2. Ferrocarril de Barcelona 1.956.



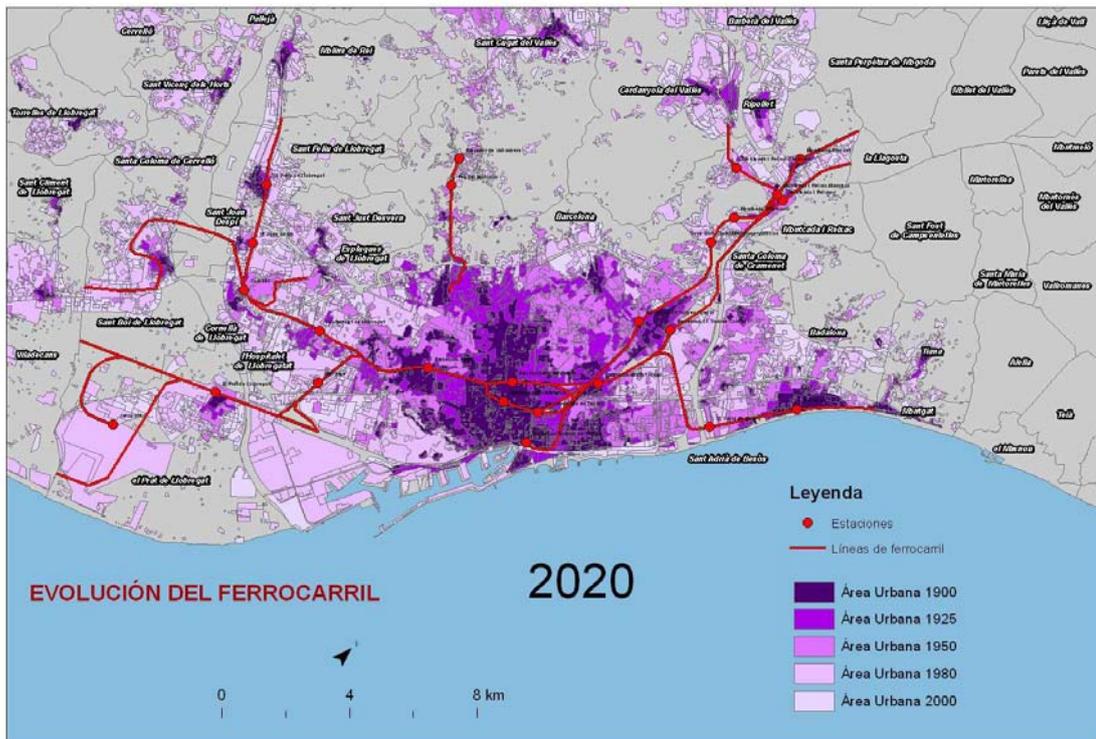
Fuente: elaboración propia a partir de datos de TMB, ATM, FGC y RENFE. Corresponde con la figura B53 del volumen II de anexos.

Figura 5.3. Ferrocarril de Barcelona 2.000.



Fuente: elaboración propia a partir de datos de TMB, ATM, FGC y RENFE. Corresponde con la figura B57 del volumen II de anexos.

Figura 5.4. Ferrocarril de Barcelona 2.020.



Fuente: elaboración propia a partir de datos de TMB, ATM, FGC y RENFE. Corresponde con la figura B59 del volumen II de anexos.

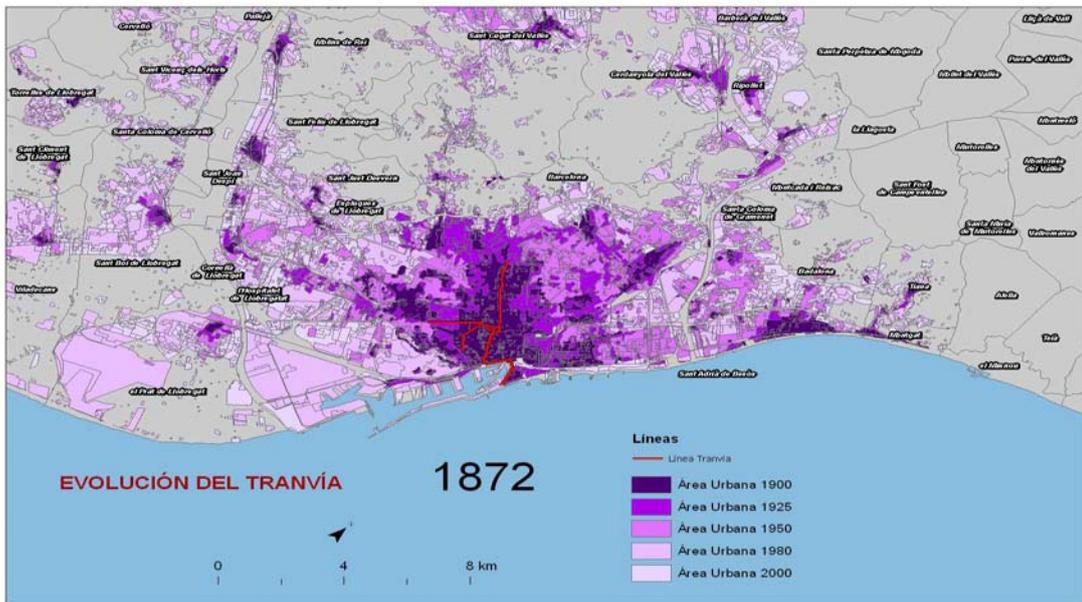
5.1.2. Características y evolución del tranvía de Barcelona

El tranvía es el primer medio ferroviario de carácter urbano que se implantó en Barcelona, aunque en sus inicios tuvo una finalidad interurbana, al enlazar a Barcelona con los núcleos del Llano (Figuras B21, B22, B23, B24, B25, B26, B27, B28, B29, B30, B31, B32, B33, B34, B35, B36, B37, B38, B39, B40, B41, B42, B43, B44, B45, B46, B47, B48 del volumen II de anexos y figuras 5.5, 5.6, 5.7 y 5.8). La red comenzó a implantarse en 1872, a lo largo de lo que luego sería el Paseo de Gracia y rodeaba el casco antiguo de la ciudad penetrando por las Ramblas y llegando al puerto (Cuadros 5.1 y 5.2 y Figuras 5.15 y 5.16). Su desarrollo fue realmente notable y ya en el año 1880 poseía un elevado grado de articulación con varias líneas que unían a Barcelona con Gracia, fundamentalmente. En 1.900 la red llegó a Badalona y El Carmel y en 1.905 la red se densificó , tanto en Ciutat Vella como en Gracia, en el Ensanche y en Sarriá. Hasta 1.940, se produjo la ampliación de la red conforme la ciudad crecía, pero la

estructura fundamental se mantuvo prácticamente intacta. Entre 1.940 y 1.960, la red se ensanchó y se ramificó por toda el área urbana de Barcelona, al tiempo que ésta crecía. Líneas longitudinales, circulares y transversales se interrelacionaban, creando gran diversidad de opciones de transporte en un medio cuyos trayectos unían los más diversos puntos (buena parte de dichos trayectos tenían itinerarios redundantes). Las estaciones se hallaban muy próximas entre sí, entre 100 y 200 metros, debido a las frecuencias y a la velocidad del sistema (hasta 1.905 no se instalaron estaciones fijas y, para que los viajeros subiesen o bajasen del convoy, el tranvía únicamente podía ralentizar su paso en los centros neurálgicos del sistema o en lugares de confluencia de la población, como mercados o teatros). Tan próximas eran las estaciones y tan densa era la red de líneas de tranvía, que el total de las estaciones proveía de cobertura a la casi totalidad de la población y al área de Barcelona (realizando el cálculo teniendo en cuenta un radio de 300 metros alrededor de cada estación).

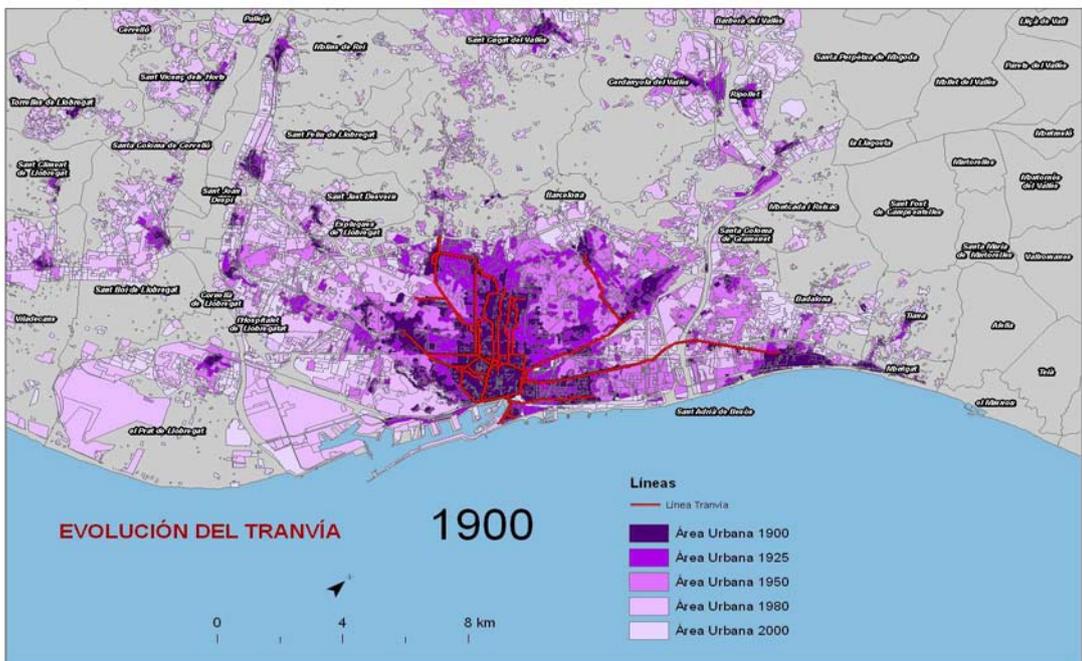
El tranvía, que comenzó teniendo 24 km de líneas, alcanzó los 131 en apenas 30 años y en solo 5 años más, en 1.905, se amplió hasta los 200 km. Su zénit se alcanzó en 1.924 con 293 km de red, pero se mantuvo entre 250 y 280 km hasta pocos años antes de su práctica desaparición, en 1.972. Sólo permaneció como remanente el tranvía Blau, de poco menos de un kilómetro y medio de longitud. Es sorprendente cómo la competencia del autobús y del vehículo privado y una gestión que desincentivó la inversión tranviaria consiguieron que, en apenas una década, desapareciese una tupida red tranviaria.

Figura 5.5. Tranvía de Barcelona 1.872.



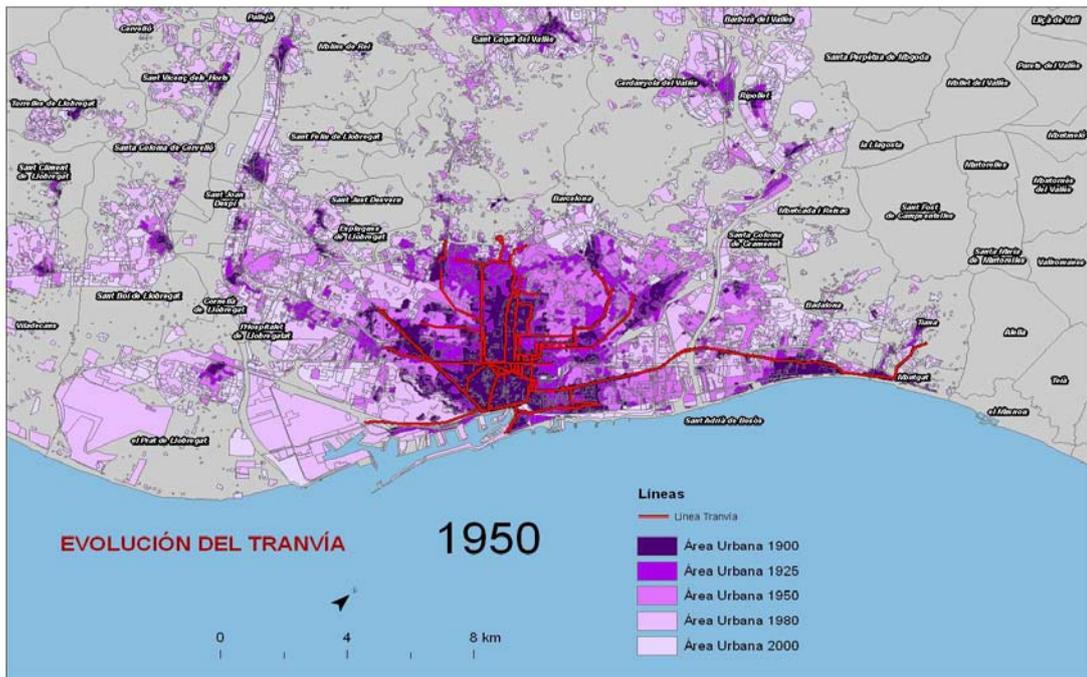
Fuente: elaboración propia a partir de datos de TMB, ATM, FGC y RENFE. Corresponde con la figura B21 del volumen II de anexos.

Figura 5.6. Tranvía de Barcelona 1.900.



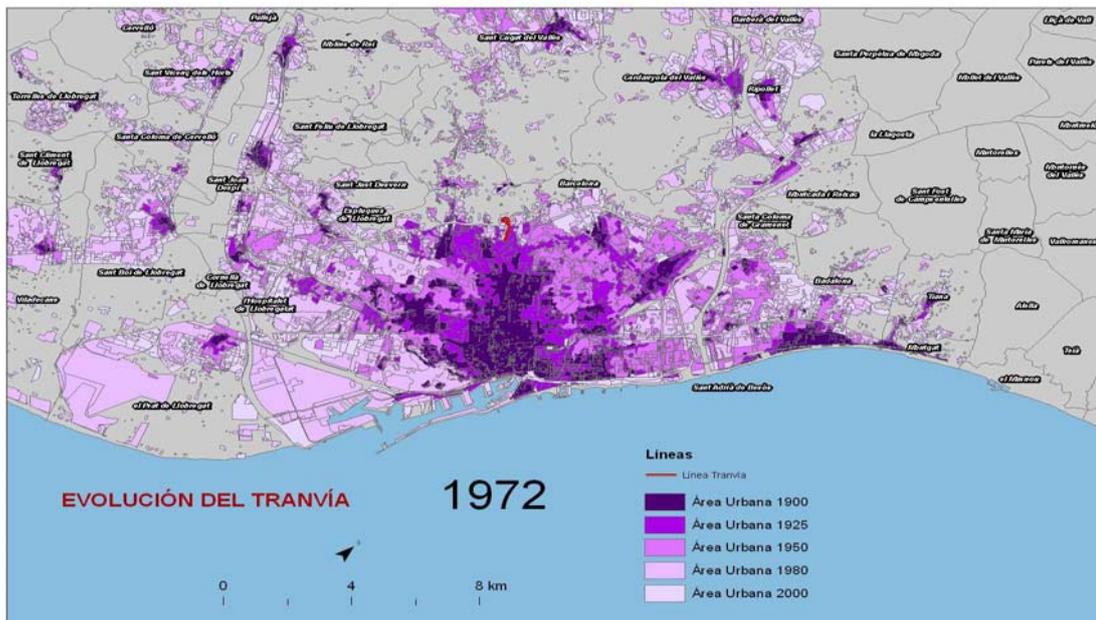
Fuente: elaboración propia a partir de datos de TMB, ATM, FGC y RENFE. Corresponde con la figura B27 del volumen II de anexos.

Figura 5.7. Tranvía de Barcelona 1.950.



Fuente: elaboración propia a partir de datos de TMB, ATM, FGC y RENFE. Corresponde con la figura B37 del volumen II de anexos.

Figura 5.8. Tranvía de Barcelona 1.972.



Fuente: elaboración propia a partir de datos de TMB, ATM, FGC y RENFE. Corresponde con la figura B42 del volumen II de anexos.

5.1.3. Características y evolución del funicular de Barcelona

Dos son las fechas claves de la evolución del funicular en el área metropolitana de Barcelona (Figuras B62 y B63 del volumen II de anexos). Una es 1.906, en la que ya estaban operativos los funiculares del Tibidabo y Vallvidrera y la otra es 1.928, en la que el funicular de Montjüic inició su andadura. Apenas 3 km de línea en total y 7 estaciones convierten este medio en un pequeño capítulo en la realidad ferro-viaria de Barcelona aunque de vital importancia para alcanzar determinadas áreas de difícil acceso (Cuadros 5.1 y 5.2 y Figuras 5.15 y 5.16).

5.1.4. Características y evolución del metro de Barcelona

El metro de Barcelona (Figuras B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8, B9, B10, B11, B12, B13, B14, B15, B16, B17, B18, B19, B20 del volumen II de anexos y figuras 5.9, 5.10, 5.11 y 5.12) se inauguró en 1.924, con un trayecto de 2.7 km entre Lesseps y Cataluña y 4 estaciones. Pocos años después, en 1.930, ya había triplicado su tamaño, alcanzando los 7.6 km y 17 estaciones, repartidos en dos líneas , el Gran Metropolitano (actuales L3 y parte de la L4) y El Transversal (actualmente 1). Comenzaba así a pergeñarse su estructura en forma de cruz, con un centro neurálgico (Cataluña) como nexo de ambas líneas. Esta estructura se mantuvo casi inalterada durante 20 años, debido a la Guerra Civil y a la posguerra ,que truncaron el desarrollo del metro por la falta de inversiones (Cuadros 5.1 y 5.2 y Figuras 5.15 y 5.16) . En 1.950, la red apenas contaba con poco más de 10 km de líneas y 21 estaciones, pero a partir de 1.950, el Transversal se amplió notablemente, hasta San Andrés Arenal. En 1.960 ya se había incorporado el Transversal Alto (actual L5) que llegaba hasta Sagrera-Vilapicina. En ese momento la red contaba con 16.5 km de líneas y 30 estaciones y comenzaba a ampliarse intensamente. En ese momento, la actual L1, era la línea que aglutinaba un mayor número de km de vía (casi 10 km) respecto al resto de líneas, pero, ya en los años 70, la estructura comenzó a cambiar. La L5 se amplió notablemente. La L1 y la L5 eran los ejes longitudinales y la L3 y la L4 eran los ejes norte-sur que vertebraban la incipiente red ferro-viaria. El metro alcanzó los 28 km de líneas y las 45 estaciones en esta época. Posteriormente, en 1.975, la red ya se desarrollaba con fuerza. La L3 (siguiendo el esquema del Plan de Metros de 1.966), formó un semicírculo en la izquierda del ensanche que nunca llegó a cerrar completamente. Este semicírculo iba

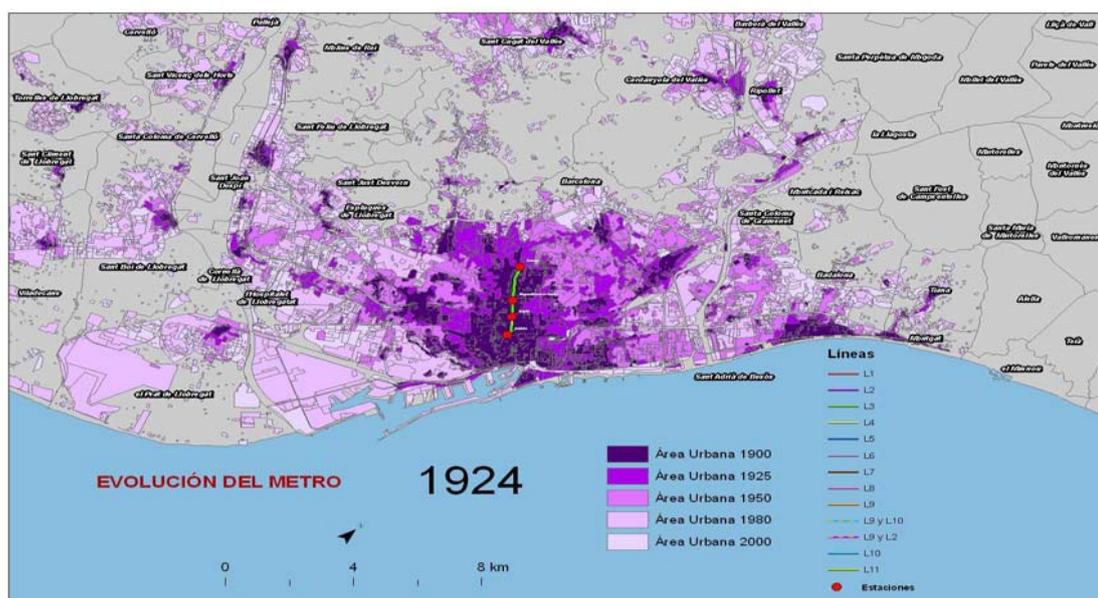
desde Atarazanas (actual Drassanes) hasta Ciudad Universitaria (actual Zona Universitaria). Por su parte, la L4, intentó crear también una línea circular, también inacabada, en la derecha del ensanche, llegando hasta Maragall. La L5 se amplió y llegó a Hospitalet de Llobregat (hasta estas fechas la red de metro se circunscribía a Barcelona, pero comenzaba a incursionar en los municipios adyacentes). El crecimiento de la red era notable, llegando a los 40 km de línea y a las 60 estaciones, teniendo igual protagonismo las líneas 1, 3 y 5 (la L4 cada vez tenía un peso más importante). En 1980, la red siguió ampliándose, destacando la ampliación de la L4 hasta el Poblenou. En este momento las 4 líneas poseían un peso similar, entre 10 y 15 km cada una de ellas, en una red de casi 50 km de líneas y 70 estaciones. Se formó una verdadera malla con ejes longitudinales y recorridos semicirculares redundantes, en un centro hipertrofiado, entre Cataluña y el Paseo de Gracia. En 1.985, la red se desvió definitivamente de los planos iniciales, creados en 1.966, para dar comienzo a una evolución diferente. La L3 empezó su recorrido por la Ronda de Dalt, rompiendo toda posibilidad de cerrar el Ring, mientras la L4 se desarrolló longitudinalmente hacia Badalona. La L1 y L5 también se desarrollaron longitudinalmente, para dar cobertura a los barrios obreros de la periferia barcelonesa, desde Cornellá de Llobregat hasta Santa Coloma de Gramenet. En ese momento, la red se perfilaba como un esquema arborescente, con un centro bien interconectado, formando un trapezoide, desde Plaza de Sants hasta La Sagrera y desde Marina hasta Drassanes. El eje central de este trapezoide iba desde Diagonal hasta Cataluña, pasando por Paseo de Gracia. Alrededor de este trapezoide central, diversas ramas formadas por haces de líneas penetraban la periferia metropolitana. La red poseía ya casi 65 km de líneas y 90 estaciones en ese momento. Más tarde, en 1.995, se inauguró la L2, que fue proyectada durante los años 60, construida casi totalmente durante los años 70, y paralizada su construcción durante varias décadas. Su trazado densificó la red de metro desde Sagrada Familia hasta Paralel. Más tarde, en el año 2.000, se incorporaron las líneas L6 y L7 a la red de metro. Inicialmente eran consideradas líneas de ferrocarril, pero, posteriormente, fueron consideradas parte integrante del sistema metro, debido a una serie de mejoras en sus frecuencias, y a la apertura de nuevas estaciones en su recorrido. La L6 y L7 redoblaron la importancia del eje central de la red dándole un peso aún mayor al tramo existente entre Diagonal y Cataluña, mientras que la L2 se prolongó hasta La Pau. La red de metro disponía de 85 km de líneas y 123 estaciones en ese momento. En el año 2.005, se incorporó la L8 a la red por los mismos motivos que la L6 y la L7, formando un

nuevo tentáculo hacia Sant Boi. La L3 se prolongó hacia Trinitat Nova, mientras que el tramo de La Pau a Pep Ventura, pasó a formar parte de la L2, para facilitar la conexión entre Badalona y el centro de Barcelona. Este hecho proporcionó a la L4 la oportunidad de poder cerrar el círculo inicial que se había diseñado para esta línea. Por otra parte, la L11 hizo su aparición entre Trinitat Nova y Montcada y Reixac. Esta línea sorteó diversos obstáculos, en un terreno dificultoso por su orografía, pese a su breve trayecto. La red de metro alcanzó en este año los 100 km de líneas y las 143 estaciones. En 2.009, el esquema permanecía casi inalterado respecto al año 2.005, y actualmente el metro de Barcelona tiene 11 líneas que configuran una estructura arborescente. Sus trazados definen un trapecio invertido que delimitan el área central. Este trapecio posee un centro neurálgico entre Plaza Cataluña, Paseo de Gracia y Diagonal. Sus extremos son Sants Estación y Plaza España al oeste y Clot y Sagrera al este. Esta área aglutina el mayor número de interconexiones entre las líneas. Debido a la forma rectangular de la ciudad condal, la mayor parte de las líneas posee una disposición longitudinal oeste-este, como es el caso de la L1 (cuyo trazado define el límite sur del trapecio central), la L2 (que parte del centro del trapecio para vertebrar el sector este de la urbe) y la L5 (que define el límite norte del trapecio central) cuyo extremo este, se encamina hacia el sector norte de la ciudad. La L3 es la línea más antigua del metro de Barcelona y se configura en forma de parábola invertida atravesando de norte a sur la metrópoli. Por su parte, la L4, diseñada inicialmente para ser una línea circular, provee de servicio a la mitad este de la ciudad sin completar el anillo inicialmente diseñado para esta línea. La L11 supone, únicamente, una pequeña ampliación del trazado de la L4 al noreste de la ciudad, mientras que las recientes líneas 9 y 10, en sus primeros tramos, abarcan el área situada más al este del continuo urbano, concretamente entre Barcelona, Badalona y Santa Coloma de Gramenet.

Es importante tener en cuenta los planes territoriales que han hecho referencia a la red de metro de Barcelona, ya que mostraban la intención de crear un sistema ferro-viario realmente maduro. Concretamente, en el año 2020, según el PDI 2.010-2.020, se habrá finalizado la construcción de la L9-L10, una línea perimetral de gran envergadura (una de las líneas más largas de Europa con más de 40 km de trazado, cuyo presupuesto inicial rondaba los 2.500 millones de euros pasando a superar los 4.000 millones en la actualidad) que conectará diversas zonas, desde Badalona y Santa Coloma de Gramenet hasta el Aeropuerto del Prat. Esta línea tendrá un recorrido pleno de estaciones de

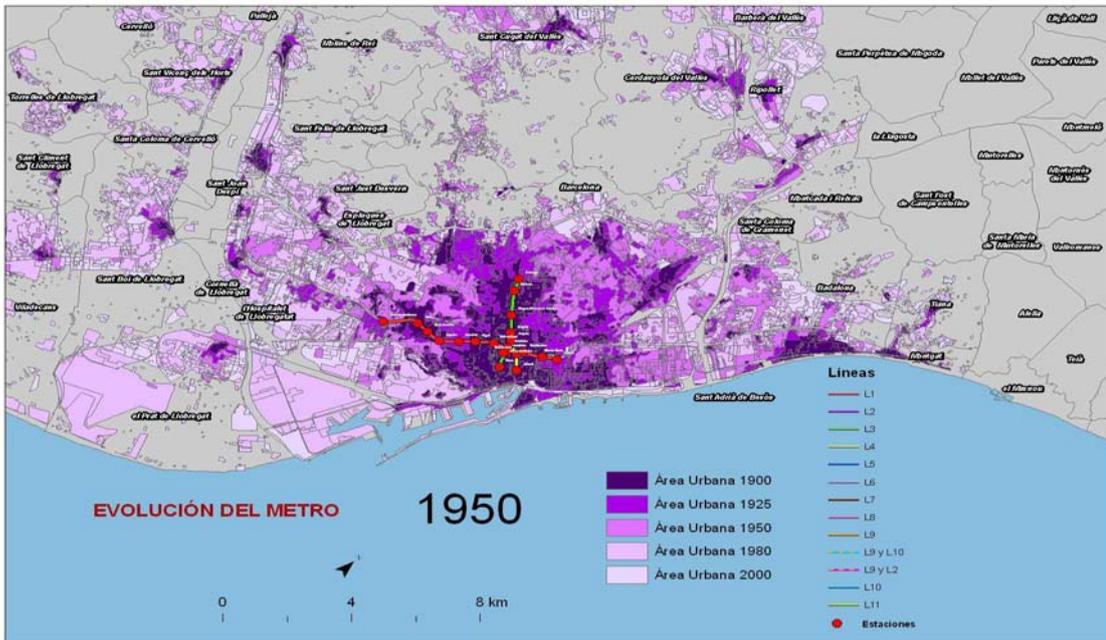
interconexión, que permitirán la realización de viajes transversales entre diferentes puntos del área metropolitana, sin la necesidad de redundar en el centro. La red de metro se conformará como una verdadera malla, como un sistema cerrado e interconectado, donde existirá la posibilidad de realizar diversos itinerarios posibles. La antigua estructura tentacular dará paso a un verdadero sistema complejo, afianzado por la incursión de la L8 hacia el centro y modificando la movilidad en un área clave del sistema. Serán 160 km de líneas y 213 las estaciones que conformarán esta red. Por último, un hipotético escenario sin fecha fija, más allá del horizonte 2.020, dibujará una estampa, en la que la L1, L2 y L6 cerrarán el circuito creado por la L9-L10. Al mismo tiempo, la L3 incursionará decididamente hacia Sant Feliu de Llobregat y la L4 se plegará sobre sí misma, en un intento de cerrar su estructura circular. Otra actuación de importancia estará representada por una nueva línea ferroviaria que hará aparición. A medio camino entre metro y ferrocarril, esta línea se integrará a medio o largo plazo en la red de metro y su función será principalmente la de interconectar las estaciones ya existentes, dibujando un nuevo trazado norte-sur, desde Plaza Cataluña hasta Mundet. La existencia de esta línea mejorará la interconexión y la isoaccesibilidad de todo el sistema que en ese período habrá alcanzado los 180 km de líneas y 241 estaciones.

Figura 5.9. Metro de Barcelona 1.924.



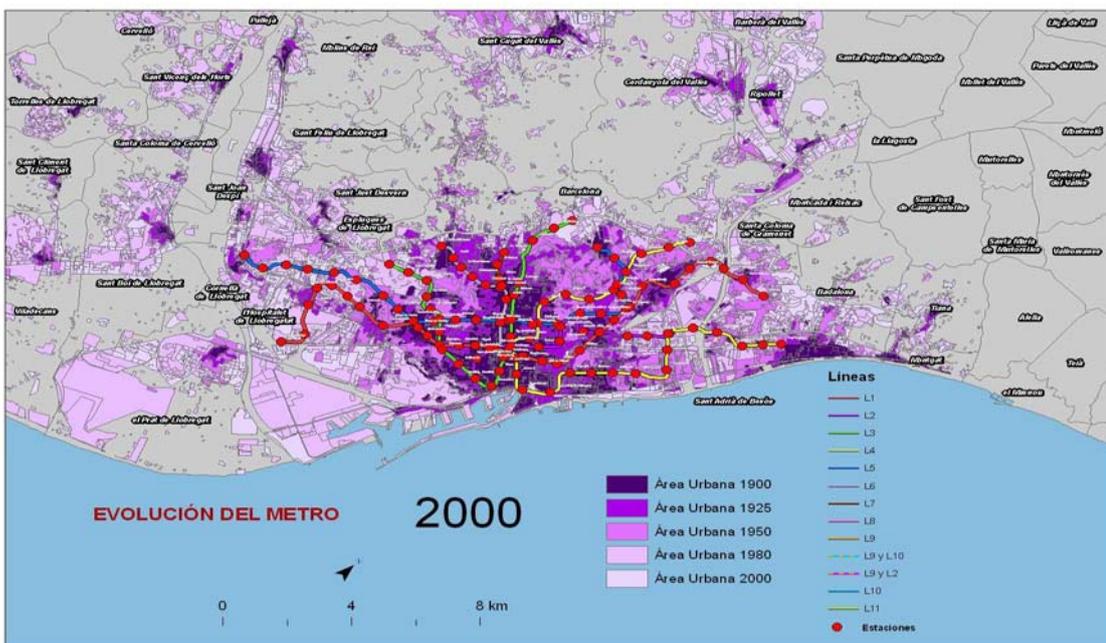
Fuente: elaboración propia a partir de datos de TMB, ATM, FGC y RENFE. Corresponde con la figura B1 del volumen II de anexos.

Figura 5.10. Metro de Barcelona 1.950.



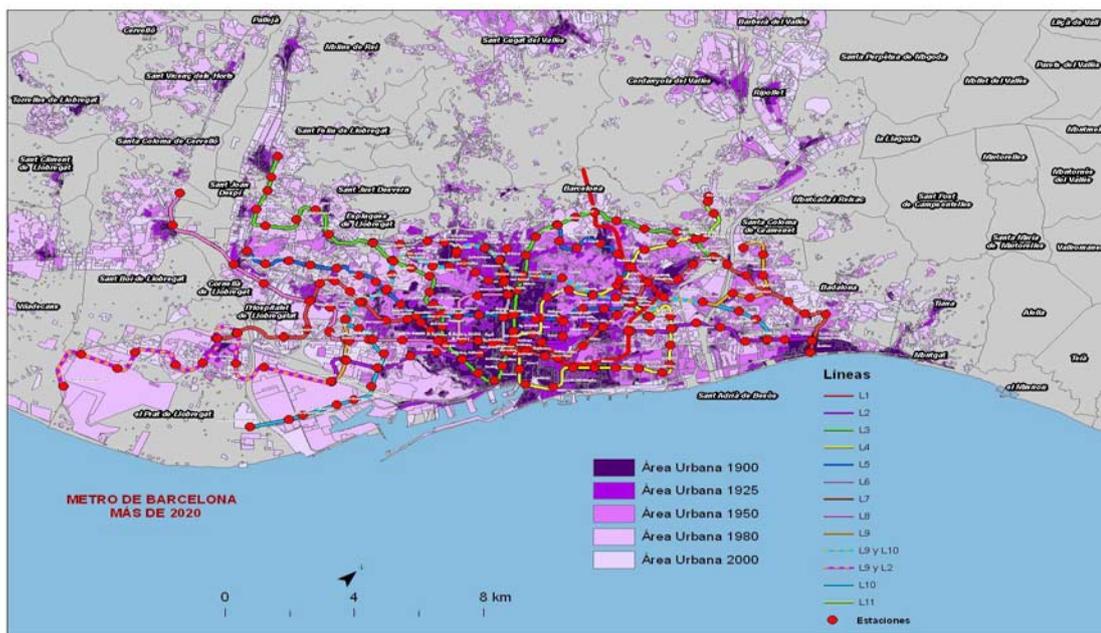
Fuente: elaboración propia a partir de datos de TMB, ATM, FGC y RENFE. Corresponde con la figura B6 del volumen II de anexos.

Figura 5.11. Metro de Barcelona 2.000.



Fuente: elaboración propia a partir de datos de TMB, ATM, FGC y RENFE. Corresponde con la figura B16 del volumen II de anexos.

Figura 5.12. Metro de Barcelona más de 2.020.



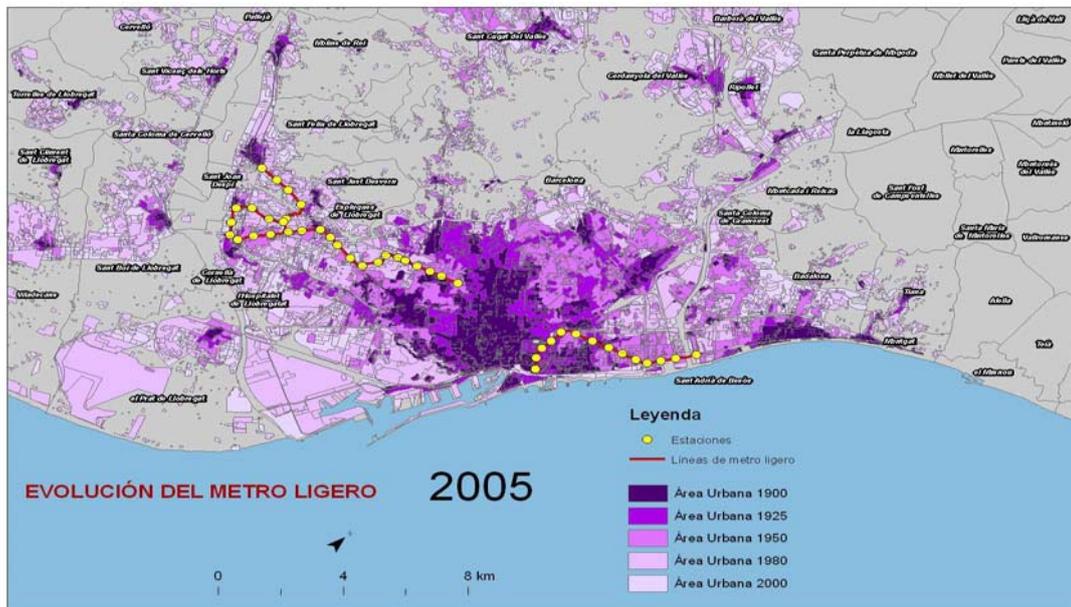
Fuente: elaboración propia a partir de datos de TMB, ATM, FGC y RENFE. Corresponde con la figura B20 del volumen II de anexos.

5.1.5. Características y evolución del metro ligero de Barcelona

La creación del metro ligero respondía a la necesidad de incorporar un medio de transporte de masas de gran capacidad de pasajeros, que estuviese a medio camino entre el tranvía y el metro convencional (Figuras B64, B65, B66 y B67 del volumen II de anexos y figuras 5.13 y 5.14). Después de la implantación en diversas ciudades de Norteamérica y Europa (incluida España, en donde Valencia ya introdujo este medio de transporte a mediados de los años 90) se decidió incorporar este medio en Barcelona, en el año 2.004. Este medio de transporte está concebido para dar cobertura a áreas de densidad poblacional media y baja y, por ello, se implantó en dos áreas del área metropolitana (Cuadros 5.1 y 5.2 y Figuras 5.15 y 5.16) . Se implantó en El Baix Llobregat, desde Sant Joan Despí a la zona alta de la Diagonal (Trambaix), y en el área del Besòs, desde la Vila Olímpica a Sant Adrià, realizando una incursión en el sector meridional de la Diagonal (Trambesòs). El Trambaix era el que poseía una estructura más compleja en sus inicios, formando un recorrido circular que orientaba las diferentes rutas del metro ligero en una dirección u otra. El Trambesòs poseía una

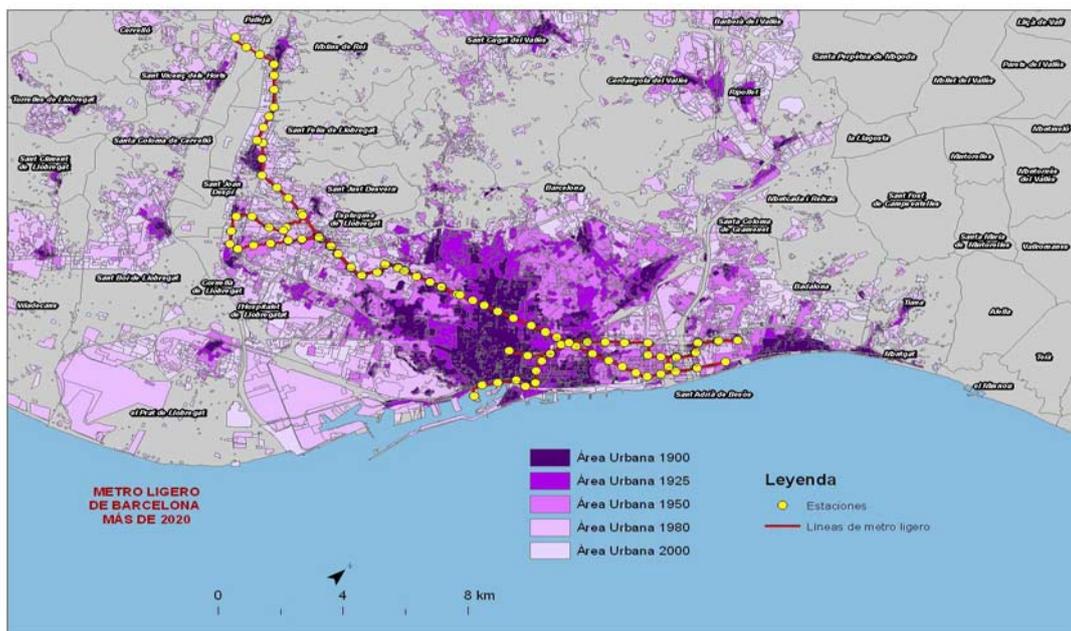
estructura mucho más simple, pero, en 2.011, el Trambesòs conformó una red trapezoidal que le permitió la misma versatilidad existente en el Trambaix, al crear diferentes rutas, usando un mismo entramado ferro-viario. Las actuaciones más importantes previstas para el metro ligero en el PDI 2.010-2.020 son dos. Una es la unión de ambos sistemas por la Diagonal, siendo este proyecto polémico, debido a la importancia de esta arteria viaria para gestionar el tráfico de superficie. La implantación del metro ligero vería limitada la superficie de la Diagonal dedicada al vehículo rodado. La otra actuación, es una ampliación extensa del metro ligero por el Baix Llobregat, tampoco exento de polémica, al preferir los habitantes de dicha área la implantación de un sistema de metro convencional. La incursión del metro ligero por el centro y por el puerto son también propuestas puestas sobre la mesa, que posiblemente se vean concretadas en el corto plazo. El metro ligero comenzó teniendo cerca de 20 km de líneas y 43 estaciones en 2.005, para alcanzar los, cerca de 30 km y 56 estaciones, en 2.011. Se tiene la intención a corto plazo de llegar a los 44 km y a las 112 estaciones en un período próximo a 2.020. La evolución creciente de este medio de transporte demuestra su versatilidad y popularidad.

Figura 5.13. Metro ligero de Barcelona 2.005.



Fuente: elaboración propia a partir de datos de TMB, ATM, FGC y RENFE. Corresponde con la figura B64 del volumen II de anexos.

Figura 5.14. Metro ligero de Barcelona más de 2.020.

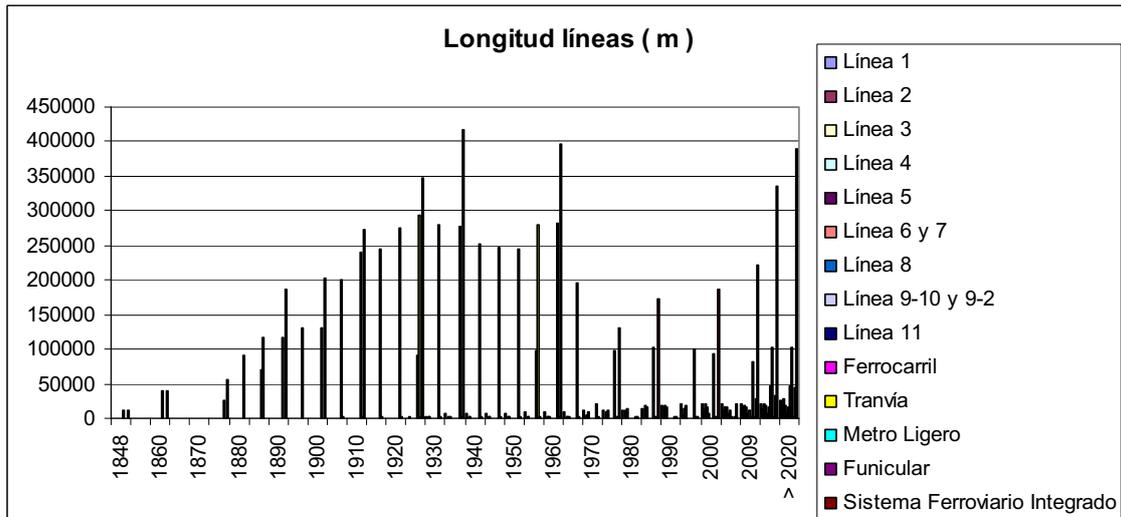


Fuente: elaboración propia a partir de datos de TMB, ATM, FGC y RENFE. Corresponde con la figura B67 del volumen II de anexos.

5.1.6. Características y evolución del AVE en Barcelona

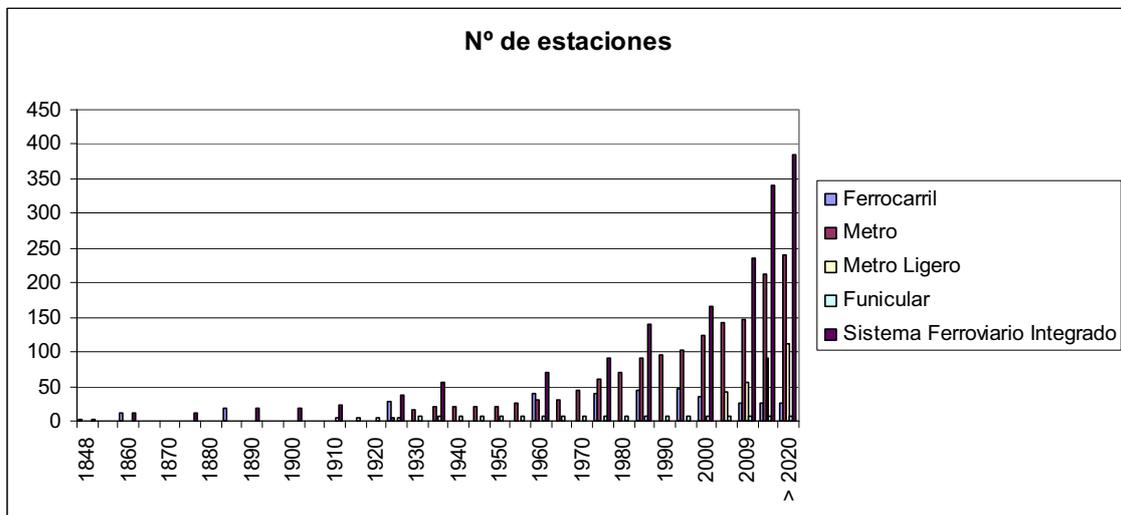
La alta velocidad ferroviaria hizo su aparición en Barcelona en el año 2008. Llegó a Sants-Estació y hasta Sagrera, desde el Baix Llobregat y posteriormente se dirigió hacia Santa Coloma de Gramenet y Montcada i Reixac (Figuras B60 y B61 del volumen II de anexos). Las estaciones de AVE están destinadas a convertirse en focos de gran dinamismo y transformación urbana. El poseer este innovador medio de transporte permite la realización de grandes desplazamientos en un tiempo reducido.

Figura 5.15. Longitud de líneas según sistema ferro-viario.



Fuente: elaboración propia a partir de datos de ATM, TMB, FGC y RENFE.

Figura 5.16. Número de estaciones según sistema ferro-viario.



Fuente: elaboración propia a partir de datos de ATM, TMB, FGC y RENFE.

Cuadro 5.1. Longitud de las líneas según sistema ferro-viario.

LONGITUD LÍNEAS (m)															
Fecha	Línea 1	Línea 2	Línea 3	Línea 4	Línea 5	Línea 6 y 7	Línea 8	Línea 9-10 y 9-2	Línea 11	Metro	Ferrocarril	Tranvía	Metro Ligero	Funicular	Sistema Ferroviario Integrado
1848											11121				11121
1855															
1860											39868				39868
1865															
1870															
1875												24814			56732
1880												91272			
1885											70831	116361			
1890												116361			187192
1895												131361			
1900												131361			202192
1905												200887		2073	
1910												239809		2073	273791
1915												245558		2073	
1920												274943		2073	
1924			2744							2744	91654	293274		2073	346648
1930	3095		3347	1188						7630		280464		2813	
1935	5842		3347	1188						10377		276544		2813	417321
1940	5842		3347	1188						10377		251825		2813	
1945	5842		3347	1188						10377		247834		2813	
1950	5842		3347	1188						10377		244800		2813	
1955	9833		3347	1188						14368	97663	280039		2813	
1960	9833		3347	1188	2227					16595		282478		2813	396419
1965	9833		3347	1188	2227					16595		195574		2813	
1970	11718		4601	1188	10472					27979		21386		2813	
1975	11718		10360	5845	11158					39081	97663	1327		2813	131659
1980	11718		10360	10603	14587					47268		1327		2813	
1985	14753		13481	19540	16156					63930	101720	1327		2813	172370
1990	19168		13481	19540	16156					68345		1327		2813	
1995	20069	4222	13481	19540	16156					73468	100390	1327		2813	
2000	20069	8154	13481	20242	16156	7085				85187	94010	1327		2813	187195
2005	20069	11963	15860	16433	16156	7085	11790		2225	101581		1327	21344	2813	
2009	20069	11963	17643	16433	16156	7085	11790		2225	103364	81920	1327	28690	2813	222419
2020	20069	12846	20979	18762	18426	7085	15383	45632	2225	161407	102643	1327	33738	2813	301928
> 2020	26049	17804	27190	18762	18426	9375	15396	45633	2225	180860	102643	1327	44665	2813	332308

Fuente: elaboración propia a partir de datos de ATM, TMB, FGC y RENFE.

Cuadro 5.2. Número de estaciones según sistema ferro-viario.

Nº DE ESTACIONES					
Fecha	Ferrocarril	Metro	Metro Ligero	Funicular	Sistema Ferroviario Integrado
1848	3				3
1855					
1860	11				11
1865					
1870					
1875					11
1880					
1885	19				
1890					19
1895					
1900					19
1905					
1910				5	24
1915				5	
1920				5	
1924	28	4		5	37
1930		17		7	
1935		21		7	56
1940		21		7	
1945		21		7	
1950		21		7	
1955		25		7	
1960	39	30		7	71
1965		30		7	
1970		45		7	
1975	39	60		7	91
1980		70		7	
1985	44	90		7	141
1990		96		7	
1995	46	103		7	
2000	35	123		7	165
2005		143	43	7	
2009	25	147	56	7	235
2020	25	213	92	7	340
> 2020	25	241	112	7	385

Fuente: elaboración propia a partir de datos de ATM, TMB, FGC y RENFE.

5.2. CARACTERÍSTICAS DE LA RED FERRO-VIARIA CONJUNTA DE BARCELONA

Este segundo apartado analiza la red ferro-viaria de Barcelona conjuntamente, para poder comprobar la interacción existente entre los diferentes modos de transporte ferro-

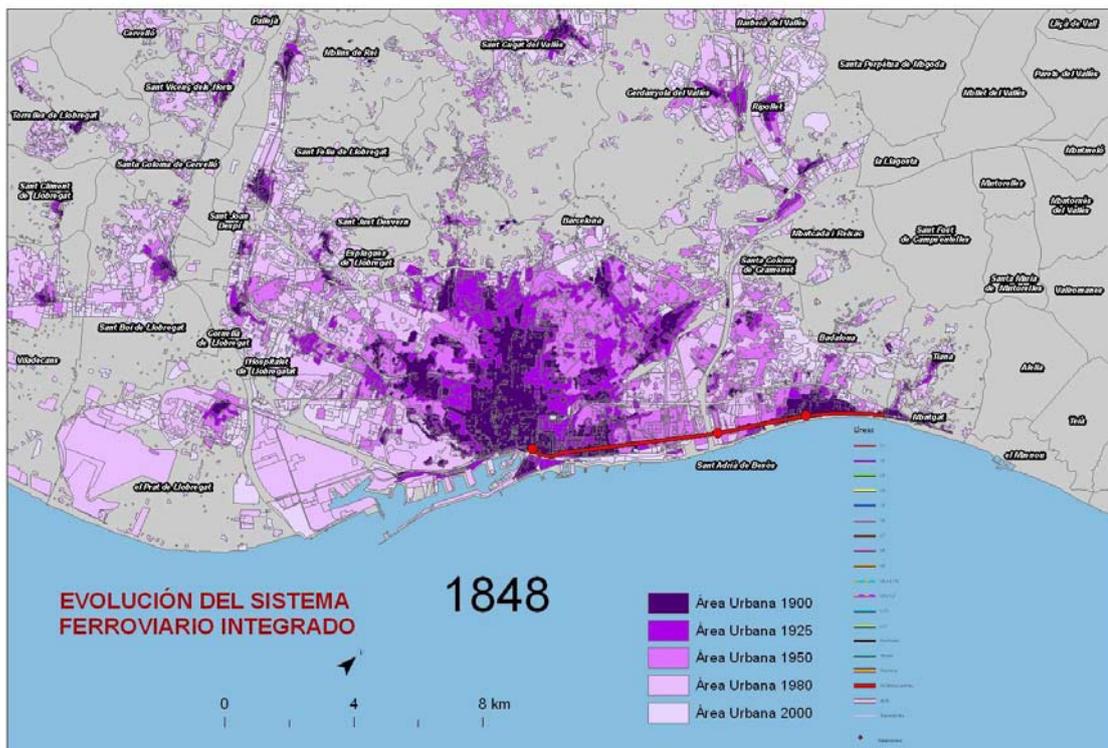
viario de Barcelona. También en este apartado se analizan las diferentes características topológicas que posee dicha red.

5.2.1. Características y evolución del sistema ferro-viario conjunto de Barcelona

En el período comprendido entre 1.848 (cuando apareció el ferrocarril en Barcelona), hasta 1.924, el ferrocarril dibujó la estructura de lo que posteriormente se convertiría en el área metropolitana de Barcelona. El ferrocarril creó un centro bien definido y unas líneas de acción en torno al Besòs y el Llobregat, conformando el característico desarrollo longitudinal de la ciudad condal y el ulterior desarrollo de la aglomeración urbana por el Vallès (Figuras B68, B69, B70, B71, B72, B73, B74, B75, B76, B77, B78, B79, B80, B81, B82 del volumen II de anexos y figuras 5.17, 5.18, 5.19 y 5.20). El tranvía en cambio ayudó a configurar el continuo urbano. Era el esqueleto de la ciudad, la ciudad crecía y el tranvía crecía con ella, posibilitando la conexión a sistemas ferro-viarios subsidiarios como el funicular. La aparición del metro era casi innecesaria en ese esquema, puesto que el exiguo trazado que poseyó, durante sus primeras décadas de existencia, y el área a la que daba servicio, era cubierta ampliamente por la red de tranvías, a precios mucho más asequibles. Sin embargo, el metro despegó a partir de los años 60 del siglo XX (misma fecha en la que el tranvía se precipitaba hacia su desaparición). Es notable reseñar que la abrupta desaparición del tranvía no se vio sustituida con la implantación, a corto plazo, de líneas y estaciones de metro. Este hecho dejó desprovistos a muchos barrios de un sistema ferro-viario de transporte, pese a los intentos realizados por la red de autobuses para mitigar este hecho. En los años 80 ya se advertía la relación entre ferrocarril y metro, con múltiples estaciones de interconexión en Sants-Estación, Plaza Cataluña, Paseo de Gracia... creando un sistema complejo y cada vez más unitario. En la primera década del siglo XXI, este hecho se acrecentó al pasar a formar parte de la red de metro, varias líneas anteriormente pertenecientes a la red de ferrocarriles (L6, L7 y L8), evidenciando así la imbricación de ambos sistemas de transporte. La implantación del metro ligero permitió enlazar las áreas desprovistas de enlace ferro-viario y ensambló todo el sistema ferro-viario de Barcelona de forma transversal, a través de la Diagonal, proporcionándole una mayor consistencia al conjunto de la red. Las ampliaciones previstas en el PDI 2.010-2.020 conferirían gran importancia al ferro-carril en todas sus modalidades, debido a su gran capacidad como transporte de masas. El escenario final es una muy tupida red ferro-viaria, en la que

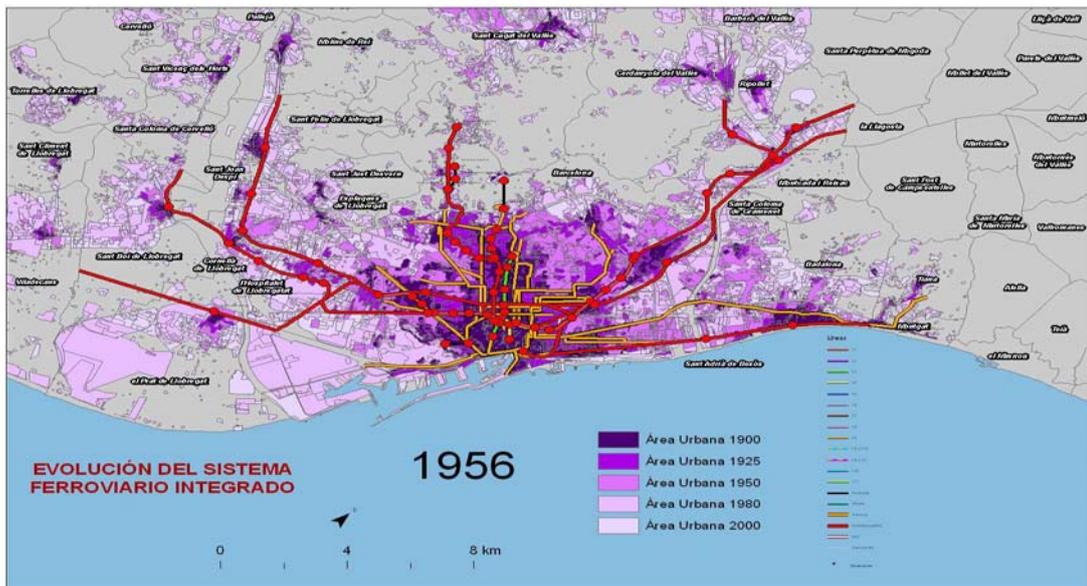
ferrocarril, metro convencional y metro ligero se interconectan de forma compleja, proveyendo al ciudadano de la posibilidad de viajar desde cualquier punto del área metropolitana de Barcelona, a cualquier otro punto, en un tiempo inferior a una hora y con sistemas integrados y funcionales. Los planes de expansión ferro-viaria ampliarán la red hasta los 332 km y casi 400 estaciones en un período cercano a 2.020 (Cuadros 5.1 y 5.2 y Figuras 5.15 y 5.16).

Figura 5.17. Sistema ferroviario integrado de Barcelona 1.848.



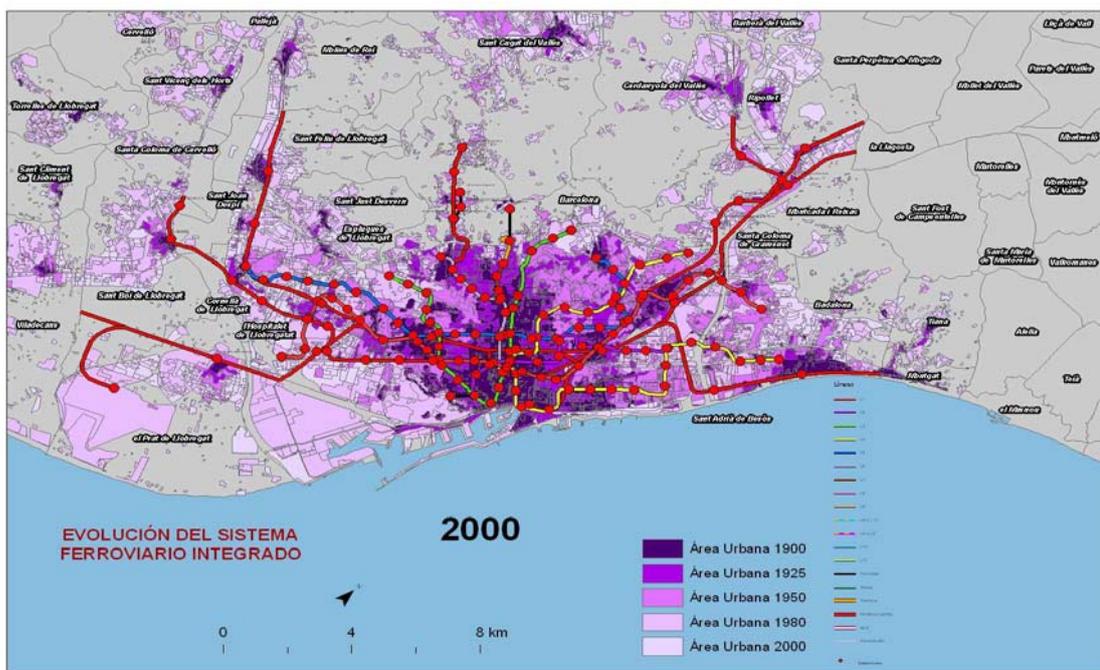
Fuente: elaboración propia a partir de datos de TMB, ATM, FGC y RENFE. Corresponde con la figura B68 del volumen II de anexos.

Figura 5.18. Sistema ferroviario integrado de Barcelona 1.956.



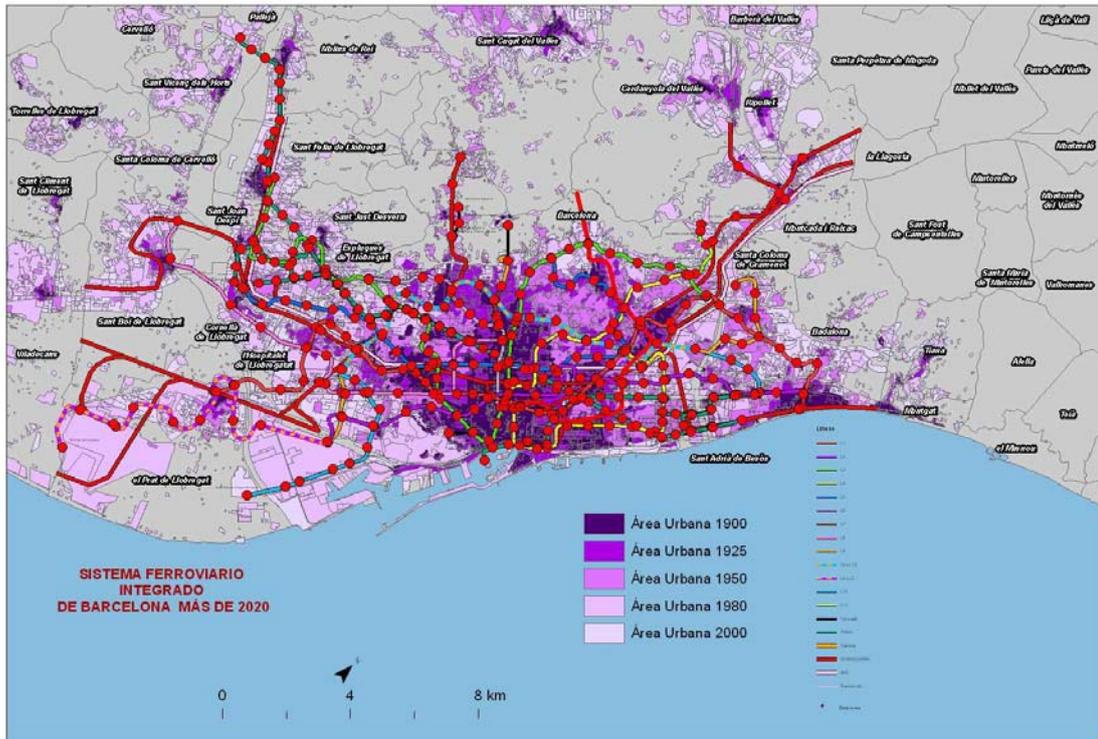
Fuente: elaboración propia a partir de datos de TMB, ATM, FGC y RENFE. Corresponde con la figura B76 del volumen II de anexos.

Figura 5.19. Sistema ferroviario integrado de Barcelona 2.000.



Fuente: elaboración propia a partir de datos de TMB, ATM, FGC y RENFE. Corresponde con la figura B79 del volumen II de anexos.

Figura 5.20. Sistema ferroviario integrado de Barcelona más de 2.020.



Fuente: elaboración propia a partir de datos de TMB, ATM, FGC y RENFE. Corresponde con la figura B82 del volumen II de anexos.

5.2.2. Características técnicas de la red ferro-viaria de Barcelona

En este apartado se analiza la evolución de la red de metro de Barcelona, desde sus inicios hasta la actualidad. También se analiza la red de metro prevista en el año 2.020, fecha indicada en los planes de ampliación de la red. Para la red ferro-viaria en su conjunto, se realiza un análisis desde el año 2.009 hasta el año 2.020.

La red de metro (Cuadro 5.3) abarcaba, en el momento de su inauguración, casi 10 km² de extensión (se realiza el cálculo tomando como referencia un radio de 500 metros alrededor de cada una de las estaciones. Se escogió la cifra de 500 metros porque según diversos estudios, ésta es la distancia máxima que una persona está dispuesta a caminar hasta llegar a una estación de metro). Progresivamente, el metro, logró alcanzar los 67

km² en el año 2.009, y se prevé que llegue a alcanzar los 101 km², cerca del año 2.020. Sin embargo, el área que el metro es capaz de abarcar, dista de la superficie urbana sobre la que se asienta. En 1.924, el sistema metro sólo abarcaba 8.43 km² en un área urbana de más de 30 km². En 2.009 el metro apenas llegó a la mitad de los 148.47 km² del área urbana existente y en su máxima expansión prevista, apenas llegará a los dos tercios de los 154 km² del área urbana. Este hecho es debido a que, a pesar de que el metro se amplió y procuraba cubrir el área urbana sobre la que se asentaba, el proceso fue bastante lento y grandes intersticios urbanos solían quedar sin cobertura ferro-viaria. Si se analiza el sistema ferro-viario en conjunto, la superficie intersticial se minimiza considerablemente. El sistema en su conjunto poseía un área servida de más de 90 km², de un total de 154 km² de superficie urbana existente en el año 2.009. Cerca del año 2.020, poseerá 126 km² de área servida por la red, en un área urbana de 164 km².

Por otra parte, el cuadro 5.4, proporciona una serie de indicadores que permiten realizar un análisis técnico más pormenorizado de la red ferro-viaria barcelonesa.

El índice beta de Kanski pone en relación el número de arcos de un sistema, respecto del número de nodos. Se constata cómo, si se analiza el sistema metro, el valor del indicador es progresivamente más elevado. Esto es debido a que, conforme una red ferro-viaria es más compleja, se van creando tramos de líneas cuya finalidad es la de enlazar estaciones ya existentes para mejorar la accesibilidad y conectividad del conjunto del sistema pero sin crear estaciones nuevas. Un ejemplo de eso serían las líneas L9 y L10 de metro, que poseerán un gran número de interconexiones con otras líneas. Cuando se analiza el sistema ferro-viario en su conjunto, el índice se mantiene alto aunque en una proporción menor. Esto es debido a que la integración e interconexión de líneas en un sistema concreto es mayor que en un conjunto de sistemas y modos de transporte diferentes. Otro indicador importante es el indicador de densidad de redes, que pone en relación la superficie que abarca la red ferroviaria respecto al área urbana existente. El indicador muestra una clara proporción ascendente, lo que significa que el crecimiento urbano ha ido acompañado por el crecimiento de la red ferroviaria. La excepción radica en el período entre 1.925 y 1.950, en el que, debido a la Guerra Civil y a la postguerra, se paralizó la expansión del metro. Por último, el índice de fractalidad, muestra la relación entre el número de paradas y la superficie de éstas. Cuanto más alejadas estén las paradas, mayor será la superficie total porque mayor superficie podrá abarcar cada una de las estaciones, sin intersecar con el ámbito espacial

del resto de estaciones. El hecho de que el índice de fractalidad vaya disminuyendo conforme pasan los años, indica que el sistema posee numerosas estaciones cercanas entre sí, lo que implica, que el área urbana servida está proveída de múltiples estaciones en un ámbito relativamente pequeño. Este indicador, claramente está en consonancia con los otros dos e indica que, conforme ha ido pasando el tiempo, la red ferro-viaria se ha densificado y ha permitido una interconexión más amplia y profunda con el resto de líneas y de sistemas ferro-viarios.

Cuadro 5.3. Superficie urbana que abarca la red ferro-viaria y longitud de la misma.

	nº de arcos	nº de nodos	km2 que abarcan las estaciones	km de red	km2 de superficie urbana
Metro 1926	16	19	8.43	9.14	30.27
Metro 1950	21	24	10.11	10.99	49.26
Metro 1966	121	129	43.46	79.01	49.26
Metro 1980	67	72	34.32	46.4	86.56
Metro 2000	129	137	63.01	96.98	143.7
Metro 2009	139	147	67.33	103.36	148.47
Metro 2018	239	246	102.83	189.53	154.96
Metro 2020	203	214	91.11	160.04	148.47
Metro >2020	228	239	101.42	182.82	154.96
SFI 2009	271	293	92.43	268.38	154.96
SFI 2020	371	399	121.81	362.16	164.59
SFI >2020	401	432	126.85	397.31	164.59

Fuente: elaboración propia a partir de datos de ATM, TMB, FGC y RENFE.

Cuadro 5.4. Indicadores topológicos de la red ferro-viaria de Barcelona.

	Índice Beta de Kanski	Indicador de Fractalidad	Indicador de Densidad de Redes
Metro 1926	0,842105263	1,381200599	0,301949125
Metro 1950	0,875	1,373684652	0,223101908
Metro 1966	0,937984496	1,288445732	1,603938287
Metro 1980	0,930555556	1,209557349	0,536044362
Metro 2000	0,941605839	1,187456547	0,674878219
Metro 2009	0,945578231	1,185486885	0,696167576
Metro 2018	0,971544715	1,188266755	1,22308983
Metro 2020	0,948598131	1,189249925	1,077928201
Metro >2020	0,953974895	1,185568972	1,179788332
SFI 2009	0,924914676	1,254884203	1,731930821
SFI 2020	0,929824561	1,247060539	2,200376694
SFI >2020	0,928240741	1,2530289	2,413937663

Fuente: elaboración propia a partir de datos de ATM, TMB, FGC y RENFE.

CAPÍTULO 6. ACCESIBILIDAD: CONCEPTO, DEFINICIONES E INDICADORES

Este capítulo versa sobre la accesibilidad, sus diferentes concepciones según algunos autores y sus diversas dimensiones espaciales y teóricas. Se divide en dos apartados. El primero hace referencia a las diferentes acepciones que presenta el término accesibilidad según diversos autores. El segundo alude a los diferentes indicadores que son usados para calcular la accesibilidad de un territorio, los cuales están divididos en indicadores de carácter topológico e indicadores de carácter socioeconómico.

6.1. ACCESIBILIDAD: CONCEPTO, DEFINICIONES Y TIPOS

La accesibilidad es un concepto variable que depende de la definición que se le da. A medida que se incorporan a la definición de accesibilidad, diferentes indicadores técnicos y socioeconómicos, se va ampliando su propio concepto y significado. Se examina aquí las diferentes conceptualizaciones que se le han otorgado a la accesibilidad y los diferentes tipos de accesibilidad existentes.

6.1.1. Concepto y definiciones de accesibilidad

La RAE define la accesibilidad como la cualidad de accesible, mientras que accesible lo define como de fácil acceso, trato o comprensión y con cualidades que lo hacen inteligible. Así pues, la accesibilidad a un área comporta, no sólo acceder a ella, sino también conocerla. No es sólo un acceso físico, es también, un acceso mental. La accesibilidad es un elemento fundamental para organizar el espacio y los flujos de

movimiento, según señala J.L.Gómez Ordóñez¹. Es fundamental para definir relaciones y dependencias territoriales. De hecho, los cambios en la accesibilidad posibilitan la transformación urbana, ya que influyen en la disponibilidad del suelo y las actividades productivas. Otros autores, como J.M.Seguí Pons y M.R.Martínez Reynés (2.003)² consideran la accesibilidad como la característica de un lugar para ser alcanzado desde diversos lugares. Una definición similar la aportaron N.Castiello y S.Scippacerola (1.998)³, que definen a la accesibilidad como la capacidad de un espacio para limitar los posibles obstáculos que existieran para acceder a él. H.D.Hilbers y E.J.Verroen (1.993)⁴, por su parte, definieron la accesibilidad como la capacidad de llegar a un punto, en un período temporal o con un esfuerzo o costo moderado. Por otra parte, J.K.Koenig (1.980)⁵ y A.Monzon (1.988)⁶ aludieron a la accesibilidad, como la facilidad de tener acceso a determinados puntos del territorio. Se debía tener en cuenta un elemento de motivación, que era el propio punto neurálgico de destino y un elemento de desmotivación, que era el coste o esfuerzo requerido para llegar a él.

En todos los casos citados por los autores, había dos elementos esenciales ligados al concepto de accesibilidad: la distancia y el tiempo. En función de estas dos variables, la accesibilidad a un espacio será mayor o menor. Algunos autores aportan una serie de datos al respecto.

Respecto al concepto de tiempo, J.M.Subero Munillo (2.009)⁷, en su tesis doctoral, al examinar la forma más adecuada de medir la accesibilidad, cita el tiempo como el factor más fácil y usualmente mensurable. Otros autores como D.Martín, C.Cristóbal y F.J.Gómez (2.002)⁸ dividían en fragmentos temporales parciales las diferentes etapas que conlleva desplazarse de un punto a otro. Por ejemplo, desde la residencia habitual a un lugar neurálgico de trabajo u ocio, se desglosaba el cómputo temporal total en tiempo de desplazamiento, de espera, de transbordo ... para luego cuantificar dicho tiempo y clasificarlo dependiendo del modo de transporte utilizado. Se ha de tener en cuenta también que en los análisis temporales, es de vital importancia la consideración de impedimentos a la accesibilidad de un área. Estos impedimentos son las barreras psicológicas del individuo, derivadas del tiempo de desplazamiento. Los 5 y los 10 minutos (300 y 600 metros a pie para un viandante medio) son barreras psicológicas que deben tenerse en cuenta en los análisis de transporte y de redes a la hora de cuantificar el tiempo que precisa una persona para acceder a una estación de transporte, mientras que

la media hora y la hora son barreras psicológicas que se han de tener en cuenta a la hora de planificar un trayecto completo⁹.

En cuanto al concepto de distancia, se ha de tener en cuenta su doble acepción: la distancia espacial y la distancia temporal. A medida que la tecnología avanza y se diversifican y mejoran los variados medios de transporte, la ratio espacio/tiempo ha ido disminuyendo progresivamente. La accesibilidad a determinadas actividades, como las relacionadas con la producción del conocimiento a través de las TIC, ha permitido hablar de inmediatez temporal. Sin embargo, la accesibilidad a un entorno territorial no se limita únicamente a este tipo de tecnologías. E. Eveno (1.997)¹⁰ argumenta que al ser el espacio una producción social, las tecnologías de la información se hallan ajenas a todo este proceso de creación. Por otra parte, la distancia puede medirse también en términos económicos. Se puede aplicar un coste económico a la distancia, basándose en la mayor o menor distancia física que se ha de salvar para llegar a un punto concreto. En un espacio regular o isotrópico la distancia más corta es la más óptima por representar ésta un menor costo. Según Ullman (1.957)¹¹, la distancia, al poseer esta implicación económica, no puede sustraerse del resto del territorio, de sus transformaciones ni de sus actividades. Otros autores, como Garc, Rosique y Segado (1.996)¹² confirman esta tesis al afirmar que se produce un efecto atractor sobre determinados territorios, que pueden alterar el costo derivado de la distancia.

Se puede concluir que la relación existente entre accesibilidad y distancia es muy estrecha y suelen definir la movilidad de un área que, en palabras de M.Potrykowski y Z.Taylor (1.984)¹³, es “una consecuencia de la falta de equilibrio espacial entre la oferta y la demanda”. La accesibilidad¹⁴ es, por tanto, un concepto que puede definirse como de capital importancia sectorial (cuando se trata el sector de los transportes), medioambiental e incluso de justicia social.

6.1.2. Tipos de accesibilidad

Diversos autores han teorizado sobre los diferentes tipos de accesibilidad que puede ofrecer una red o un espacio y la forma en la que estos tipos de accesibilidad permiten conocer de forma diferenciada las diversas características de los espacios.

La accesibilidad se puede catalogar de diferentes maneras, dependiendo de los condicionantes y situaciones que la envuelven.

Según R.Ortiz Chao y C.García Monroy (2.008)¹⁵ el grado de accesibilidad es el factor determinante de la movilidad de un área (si dicha movilidad es alta genera a su vez áreas dinámicas y seguras al transitar constantemente personas, las cuales barren visualmente el territorio). Estos autores definieron varios tipos de accesibilidad. La accesibilidad relacional es aquella en la que las diferentes áreas que se interconectan actúan como una malla (el mapa axial representa la potencialidad de cada movimiento y lo representa como un nodo de la malla). Dependiendo de su estructura, estas áreas poseerán un tipo de movilidad u otra. Este tipo de accesibilidad cuantifica el nivel de accesibilidad de cada elemento espacial, respecto del resto de elementos. Las teorías de la economía del movimiento y de la centralidad como progreso reflexionan sobre este tipo de accesibilidad, discriminando a las diferentes áreas urbanas en función de su configuración. Debido a ello, se sabe que las actividades terciarias se ubican donde existe un mayor nivel de movimiento, mientras que la áreas residenciales prefieren evitar las áreas con excesiva movilidad. Un ejemplo de este hecho se encuentra en algunas de las estaciones de metro de Madrid¹⁶ . Concretamente, en aquellas que abarcan menor cantidad de población, es decir, las que se encuentran en entornos terciarizados, en las cercanías del aeropuerto, de la universidad o de grandes centros de convenciones, en estaciones intermodales o en aquellas donde están previstas grandes actuaciones urbanísticas. Estas estaciones estratégicas se sitúan en nodos funcionales de gran importancia y poseen un alto valor según su medida de oportunidades acumuladas (la cantidad de población y de actividades económicas que se desarrollan alrededor de un determinado punto). Otro tipo de accesibilidad citada por los autores¹⁷ es la accesibilidad por proximidad, que es la distancia menor entre un punto o espacio y el resto de puntos de un sistema, medido según parámetros topológicos. Este tipo de accesibilidad está ligada a otra, a la accesibilidad por intermediación, que es el valor del nodo o punto que posee una distancia media menor entre éste y el resto de puntos de una red. También es denominada isoaccesibilidad. Esta isoaccesibilidad¹⁸ ,proporciona un valor que concretiza el nivel de centralidad de cada punto dentro de un sistema nodal. Los mapas de isoaccesibilidad muestran jerarquías, de los diferentes lugares que conforman un área urbana y proporcionan una información fundamental sobre el grado de desarrollo de la malla ferro-viaria en función de su extensión, su forma, su relación, su estructura y su

relación existente con el ámbito urbano al que provee de servicio. Por último, estos autores hacen referencia a la accesibilidad visual, la cual incorpora el concepto de isovista o espacios con igual o semejante percepción de centralidad en base a su accesibilidad visual. Esta accesibilidad, persigue la obtención de los recorridos más cortos entre dos puntos y hace uso de un coeficiente de agrupación, para localizar los nodos con mayor potencialidad. La accesibilidad visual está muy vinculada al movimiento natural (la cantidad proporcional de movimiento peatonal existente en un ámbito urbano que está condicionada por la estructura urbana). Si existe mucho movimiento natural, se produce una mayor concentración del terciario en un área concreta y al haber un tránsito continuo se genera una vigilancia natural y unos espacios seguros.

El arquitecto, Manuel de Solà-Morales i Rubió¹⁹, catalogó a la accesibilidad en otro tipo de categorías. Una primera categoría, es la accesibilidad de puerta, o también llamada de puente o de ruptura de cargas. Esta accesibilidad produce un efecto de polarización del espacio que singulariza una serie de puntos o áreas. Posee similitudes con la accesibilidad relacional. Otro tipo de accesibilidad es la de cruce. Este tipo de accesibilidad produce un efecto de superposición de flujos de comunicación, que refuerzan la interacción y revalorizan algunos espacios como las esquinas y las plazas. La accesibilidad de centralidad es otro tipo de accesibilidad citada por el autor, en la que se usan las curvas isocronas como herramienta de análisis. Posee relación con la accesibilidad por intermediación. Por último, este autor nombra la accesibilidad de malla, a la que define como la medida del potencial de interacción de cada punto del espacio con respecto a todos los demás. Se tiene en cuenta la estructura de la red viaria de comunicaciones a la hora de calcular dicha accesibilidad.

Por todo lo visto anteriormente, se puede afirmar que es conveniente estudiar los diferentes modelos de accesibilidad, ya que son importantes técnicas de evaluación que ayudan a ponderar las diferentes propuestas de trazado de nuevas líneas de transporte o de ampliación de las existentes, a partir de la optimización de los tiempos de desplazamiento²⁰. Dichas medidas de accesibilidad son un sistema de análisis y de evaluación con las que se puede valorar el diseño de una red de transporte, así como comparar dicho diseño con el de otras redes. También se pueden calcular las consecuencias que una modificación en el diseño de las redes podría comportar para la población residente en un área concreta.

6.2. INDICADORES DE ACCESIBILIDAD

Los indicadores que miden la accesibilidad varían en función del autor, debido a las variables usadas por éstos. Los criterios empleados para calcular la accesibilidad de un área se van modificando. En ocasiones se añaden nuevas variables que complementan y amplían la definición de la accesibilidad. Es por eso que la creación de indicadores que miden la accesibilidad es un proceso dinámico y abierto. Los indicadores, según C.Fábregas y E.Unceta (1998)²¹ deben poseer las características de sencillez y fiabilidad y es importante que no exista ningún tipo de relación entre ellos para que, de esta manera, sean verdaderamente útiles. También es importante la comparación entre los indicadores y sus resultados, para de esa manera poder obtener aquellos que sean más fiables. En este apartado se han dividido a los indicadores de accesibilidad en dos grupos. Los indicadores que miden las características físicas del espacio y los que tienen en cuenta las diferentes variables socioeconómicas del espacio.

6.2.1. Indicadores físicos de accesibilidad

Hay diferentes indicadores que cuantifican la accesibilidad física de un área concreta, teniendo en cuenta factores de carácter matemático y geométrico. De hecho hay una serie de índices topológicos que pretenden medir el nivel de conexión existente en una red. Esa es la base de la teoría de grafos que K.J.Kanski estudió y concretó en su índice Beta y en su índice Gamma. El índice Beta de Kanski de 1963²² pone en relación los arcos y nodos que tiene un sistema:

$$\beta = a / n$$

a:arco.

n:nodo.

El índice Gamma de Kanski²³ pone en relación el número de arcos de una red y el número máximo de arcos que es posible que pueda tener esa red:

$$G = a / \text{máx. } a$$

a:arco.

Otro autor, Koning, calculó para cada nodo o punto, qué cantidad de arcos debe atravesar hasta llegar a su objetivo. A menor número de arcos que atravesar, mayor será su nivel de centralidad. En este sentido, Shimbel, teorizó sobre la centralidad de un punto respecto al resto de puntos. Su índice de Shimbel²⁴ calcula la distancia entre un punto y todos los demás puntos de un sistema (isoaccesibilidad). Si se realiza un sumatorio de todos los índices de Shimbel se puede hallar la accesibilidad media del sistema que este autor definió como índice de dispersión. Otro autor, J.M.Subero Munilla teorizó también sobre la isoaccesibilidad²⁵. Muchas²⁶ son las fórmulas empleadas para definir las relaciones entre los nodos de un sistema. Una de ellas es el número asociado, que es la distancia entre un nodo y el punto situado más lejos dentro de un sistema. Otra es el índice ciclomático, que pone en relación los arcos, nodos y subgrafos conectados entre sí, según esta fórmula:

$$\mu = a - n + p$$

a: número de arcos de un sistema.

n: número de nodos de un sistema.

p: número de subgrafos posibles que no se hallen conectados entre sí.

Otros autores teorizaron también sobre la relación de un nodo, respecto del resto de nodos de un sistema, diferenciando el tipo de distancia existente entre los distintos puntos. Si las distancias entre los puntos son distancias euclidianas, entonces se estaría hablando del Indicador de Localización Geográfica. Si por el contrario las distancias entre los puntos siguen una red o trazado, se estaría hablando del Indicador de Localización y Trazado. Otros indicadores dignos de mención son los Índices relativos de accesibilidad, entre los que destacan dos: el Indicador de trazado y el Indicador de trazado y velocidad. El Indicador de trazado pone en relación el sumatorio de las distancias reales y el sumatorio de las distancias ficticias, de cada uno de los nodos de un sistema o red al resto de puntos del sistema. El Indicador de trazado y velocidad, a su vez, pone en relación los mismos elementos del sistema, pero realiza una comparativa con los tiempos empleados, no con las distancias recorridas.

Aparte de los factores topológicos, el factor que más influencia tiene a la hora de definir la accesibilidad de un área es el tiempo que se tarda en acceder a ella. El tiempo es, realmente, un factor de gran importancia, cuando se intenta definir la relación entre dos o más puntos. Según D.Martin, C.Cristóbal y F.J.Gómez (2.002)²⁷, se puede diferenciar en cinco tipos de tiempos invertidos en el viaje . Estos tiempos son, el tiempo de acceso a la red (t_a), el tiempo de espera (t_e), el tiempo de viaje (t_v), el tiempo de transbordo (t_t) y el tiempo de salida hasta el destino (t_s). Teniendo en cuenta estos tiempos, se pueden confeccionar otros indicadores de accesibilidad como el que realizó J.M.Subero Munilla en 2.009²⁸:

$$I_A (A-B) = t_{aA} + (t_e + t_v + [\sum_{(n:0...nt)} (t_t + t_e + t_v)_n])_{A-B} + t_{sB}$$

Otros autores como J.de Oña, F.Osorio y A.Monzón (2.002)²⁹ le otorgaron una gran importancia al tiempo, en los cálculos de accesibilidad entre los puntos de un sistema. Estos autores tuvieron en cuenta todos los tiempos en los que un recorrido puede fragmentarse, desde el tiempo que se invierte en el propio trayecto en coche u otro vehículo, hasta el tiempo de aparcamiento... y todo ello ponderado con una variable que tiene en cuenta la variación de la accesibilidad global. De esta manera surgió la siguiente fórmula:

$$\Delta A = (1/U) * \sum_{(i=1..U)} \Delta a_i$$

U: es el total de usuarios del estudio.

Δa_i : lo que aumenta la accesibilidad para el usuario i.

Por otra parte, existe otro concepto, aparte del tiempo y de la estructura topológica de una red, que comienza a adquirir gran importancia a la hora de calcular la accesibilidad de un área. Éste es el concepto de conexión, entendida como la relación de un área o espacio, con las redes e infraestructuras fundamentales de transporte. El grado de cercanía o proximidad con estas redes, definirá su grado de conexión. Este concepto se contrapone al concepto de distancia geográfica como definidor de accesibilidad, añadiendo una nueva perspectiva al propio concepto de accesibilidad. M. Turro, A.Ulied, A. Esquiús y E.Canas (2000)³⁰ crearon el indicador ICON, que define la conectividad como el tiempo o coste

más reducido que se precisa para acceder a una red o infraestructura de transporte desde un punto del espacio. El indicador es el siguiente:

$$iCON_i = f(t_a)$$

a: es el número de arcos de la red o sistema.

n: es el número de nodos de la red o sistema.

También es importante a la hora de analizar las características técnicas de una red, la cobertura. La cobertura se define como la capacidad de una red o sistema de atraer a los individuos para que decidan convertirse en usuarios de la misma. En este caso, las paradas de transporte, el área que cubren y la frecuencia de los transportes influyen considerablemente en la toma de decisión, a la hora de viajar en un determinado medio de transporte. H.J.Wooton y G.W.Pick³¹ confeccionaron en 1.967 la siguiente formulación:

$$IC(i) = \sum_{(j:1...N)} (\sqrt{F_{ij}} / \sqrt{A_i})$$

IC (i): es el indicador de cobertura del punto o nodo i.

F_{ij}: es la frecuencia de los servicios en la línea de i a j.

N: número de nodos o puntos a los que i tiene acceso.

J.M.Subero Munilla creó un indicador en el que se relacionaba la accesibilidad con la cobertura de cada estación. Este indicador es la suma de los resultados individuales, de cada accesibilidad individual de cada punto, promediada según el valor de la cobertura espacial de cada estación. Resulta bastante útil, ya que, permite realizar mediciones y comparaciones entre diferentes redes de transporte. Esta formulación permite conocer la isocobertura de cada punto de la red y ver exactamente el nivel que posee cada nodo en un sistema concreto. El indicador es el siguiente³²:

$$IA = (\sum_{(i:1...N)} (IA_{(i-N)} \cdot A(i))) / (\sum_{(i:1...N)} A(i))$$

· ta: tiempo de acceso a cada una de las paradas de la red o sistema.

· te: tiempo de espera desde que se accede al andén hasta que se accede al vagón.

- tv: tiempo de transporte físico dentro del vehículo.
- tt: tiempo de transbordo.
- ts: tiempo de salida desde el sistema de transporte hasta el punto de destino.
- nt: número de transbordos realizados.
- N: número de paradas.
- A: área que cubre cada nodo o estación.

Tomando como base este indicador de cobertura, se puede desarrollar otro indicador, que sería el Indicador de Cobertura global (IC). Este indicador realiza un cálculo que relaciona el índice de cobertura de cada estación, con el área que cubre dicha estación. Todo ello se pone en relación con el área urbana estudiada. De esta manera, se pueden realizar comparaciones eficientes entre diferentes tipos de sistemas. El indicador es el siguiente:

$$I_C = (\sum_{(i:1...N)} I_C(i) \cdot A_i) / S$$

Fij: frecuencia de paso entre paradas.

A: área de cobertura de cada punto, estación o nodo.

S: superficie del área urbana.

N: número de paradas.

Otro factor importante a tener en cuenta a la hora de calcular la accesibilidad de un área es la densidad. Para calcular esta densidad, se ponen en contraposición, la cantidad de área cubierta por cada nodo de la red o sistema y el área urbana total. El índice³³ es el siguiente:

$$I_D = (\sum_{(i:1...N)} A_i) / S$$

S: superficie del área urbana.

A: área de cobertura de cada nodo o estación.

N: número de nodos o estaciones.

Por último, otro factor a tener en cuenta en los estudios de accesibilidad, es la fractalidad. La fractalidad analiza la forma de las redes y las clasifica. El estudio de la fractalidad fue iniciado por Von Koch y posteriormente desarrollada por B.Mandelbrot (1.982)³⁴, al

atribuir a las formas naturales, determinados patrones de orden matemático. Ello puede permitir conocer cómo puede ser la estructura de una red en el momento de expandirse y puede ayudar a planificar la mejora y la ampliación de redes de infraestructuras existentes. Dentro de la ordenación del territorio, una de las técnicas más eficientes para ocupar el espacio con el menor esfuerzo y con una eficiente estructura de red, son los estudios de fractalidad, que se basan en la topología y permiten ampliar una red o sistema, conservando las proporciones de cada parte de la misma. La fractalidad se define, por tanto, como la relación entre el logaritmo de la longitud de una red o sistema y el logaritmo del área que cubre ese sistema o red. Sin embargo, en los cálculos, es preferible tener en cuenta el número de paradas de un sistema, ya que sólo las paradas posibilitan el acceso al sistema. G.Dupuy (1.991)³⁵ definió el siguiente índice:

$$I_F = \log (N) / \log (O)$$

N: número de paradas.

O: superficie de las estaciones.

6.2.2.Indicadores socioeconómicos de accesibilidad

Algunos indicadores incorporan variables de carácter socioeconómico que pueden influir a la hora de medir el grado de accesibilidad de un espacio concreto. La accesibilidad puede cuantificarse en términos económicos. El tiempo que se tarda en realizar un itinerario o el área que cubre un determinado sistema de transporte puede concretarse en un indicador monetario. D.Echevarría³⁶ creó el siguiente indicador en 1.998:

$$I_i = \sum_j (C_{ij} \cdot T_{ij})/T_{ij}$$

C_{ij}: el costo del trayecto entre las áreas i y j

T_{ij}: cantidad de trayectos entre i y j.

Otros indicadores hablan del coeficiente de utilidad que posee un territorio, en función de su accesibilidad. Este concepto se basa en el hecho de que la cantidad de tiempo empleado en la movilidad diaria, repercute en el sistema de relaciones socioeconómicas de un área o sociedad. W.Hansen³⁷ confeccionó al respecto un importante indicador en 1.959:

$$A_i = \sum_j B_j / C^{X_{ij}}$$

B_j : El tamaño de la actividad que produce la atracción en la zona j .

C_x : El desplazamiento medido en tiempo, coste o distancia.

X : Constante que debe ser determinada.

También existen indicadores que calculan la incidencia en la economía de los desplazamientos de las personas, en función de su productividad o de sus características socioeconómicas:

$$U_{ij}^t = V_j^t - C_{ij}^t$$

U_{ij}^t : La utilidad que se vincula a un individuo cuando se produce un desplazamiento entre las zonas i y j .

V_j^t : La utilidad bruta que comporta llegar a j .

C_{ij}^t : El costo del viaje.

Una derivación de esta función es la expresión que Koenig creó en 1.980³⁸:

$$U_i = X_o \cdot \log A_i + C$$

Es reseñable apuntar que algunos indicadores tienen en cuenta multitud de criterios para obtener un resultado más próximo a la realidad. Sin embargo, la mezcla de factores espaciales y factores económicos puede llegar a concretarse en resultados que no satisfagan a ninguna de las partes involucradas, ni solucione ninguna de las problemáticas presentadas. Algunos autores como J.de Oña, F.Osorio y A.Monzón³⁹ desarrollaron el siguiente indicador, en 2.002:

$$IG = w_A \cdot U_A + w_M \cdot U_M + w_{MP} \cdot U_{MP} + w_B \cdot U_B + w_{CA} \cdot U_{CA} + w_R \cdot U_R$$

A : Accesibilidad.

M : Movilidad.

U_{MP} : Cambio Modal.

U_B : Beneficio de los usuarios del servicio.

CA : Contaminación atmosférica.

U_R : Ruido.

Como conclusión, se puede decir que la accesibilidad de un área es la capacidad que posee ésta, de ser accedida desde diferentes puntos. El propio concepto de accesible y accesibilidad está sujeto a diversas interpretaciones y varía dependiendo de las variables usadas para definir dicho concepto, pero en cualquier caso se constata que la accesibilidad se manifiesta como un factor de vital importancia en la conformación del territorio, ya que influye en la disponibilidad de suelo, en las actividades productivas y en las relaciones sociales.

Notas del capítulo 6

¹ GÓMEZ ORDÓÑEZ, J.L. *Una medida de accesibilidad: aplicación a la comarca de Barcelona*. Barcelona: ETSAB.1971. 39 pp.

² SEGUÍ, J. M. y MARTÍNEZ, M. R. "Pluralidad de métodos y renovación conceptual en la geografía de los transportes del siglo XXI." *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 15 de abril de 2003, vol. VII, núm. 139, . <<http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-139.htm>> [ISSN: 1138-9788]

³ CASTIELLO, N.; SCIPPACERCOLA, S. "Dell'accessibilità". *Bolletino della Società Geografica Italiana*, 1998, Serie XX, vol 3 p. 443-484. cit. por SEGUÍ, J. M. y MARTÍNEZ, M. R. "Pluralidad de métodos y renovación conceptual en la geografía de los transportes del siglo XXI." *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 15 de abril de 2003, vol. VII, núm. 139, . <<http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-139.htm>> [ISSN: 1138-9788]

⁴ HILVERS, H.D.; VERROEN, E.J. (1.993): "Measuring accessibility, a key for successful transport and land-use planning strategies." PTRC Education and Research Services Ltd. Vol P863 cit por SUBERO MUNILLA, Jose María. "Métodos de análisis de la eficacia espacial de las redes de transporte colectivo de infraestructura fija, ensayo de indicadores de oferta" , Tesis Doctoral, Universitat Politècnica de Barcelona, 2009. Pag. 72. <<http://www.tesisenred.net/handle/10803/6630>>

⁵ KOENIG, J.K. (1.980): "Indicators of urban accessibility. Transportation", vol 9 cit por SUBERO MUNILLA, Jose María. "Métodos de análisis de la eficacia espacial de las redes de transporte colectivo de infraestructura fija, ensayo de indicadores de oferta" , Tesis Doctoral, Universitat Politècnica de Barcelona, 2009. Pag. 72. <<http://www.tesisenred.net/handle/10803/6630>>.

⁶ MONZÓN, A. (1.988): "Los indicadores de accesibilidad y la planificación del transporte: concepto y clasificación." *Revista de Estudios del Transporte y las Comunicaciones*, nº35 . cit. por SUBERO MUNILLA, Jose María. "Métodos de análisis de la eficacia espacial de las redes de transporte colectivo de infraestructura fija, ensayo de indicadores de oferta" , Tesis Doctoral, Universitat Politècnica de Barcelona, 2009. Pag. 72. <<http://www.tesisenred.net/handle/10803/6630>>.

⁷ SUBERO MUNILLA, Jose María. "Métodos de análisis de la eficacia espacial de las redes de transporte colectivo de infraestructura fija, ensayo de indicadores de oferta" , Tesis Doctoral, Universitat Politècnica de Barcelona, 2009. <<http://www.tesisenred.net/handle/10803/6630>>

⁸ MARTÍN DUQUE, D.; CRISTOBAL PINTO, C.; GÓMEZ LÓPEZ, F.J. (2.002): "Cobertura y Accesibilidad en transporte público en un corredor metropolitano: el corredor del Henares en Madrid." V Congreso de Ingeniería del Transporte CIT. Santander cit. por SUBERO MUNILLA, Jose María. "Métodos de análisis de la eficacia espacial de las redes de transporte colectivo de infraestructura fija, ensayo de indicadores de oferta" , Tesis Doctoral, Universitat Politècnica de Barcelona, 2009. Pag. 76 <<http://www.tesisenred.net/handle/10803/6630>>

⁹ GUTIÉRREZ PUEBLA, J., CRISTÓBAL PINTO, C., GÓMEZ CERDÀ, G. "Accesibilidad peatonal a la red de metro de Madrid: efectos del Plan de Ampliación 1995-99". Madrid: *Anales de geografía de la Universidad Complutense*. 2000, núm. 20, pp. 451-464. < <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=86532> > [ISSN: 0211-9803].

¹⁰ EVENO, E. "Pour une Géographie de la Société de l'Information". *NETCOM*, 1997, vol 11, nº 2. cit por SEGUÍ, J. M. y MARTÍNEZ, M. R. "Pluralidad de métodos y renovación conceptual en la geografía de los transportes del siglo XXI." *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 15 de abril de 2003, vol. VII, núm. 139, . <<http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-139.htm>> [ISSN: 1138-9788]

¹¹ Cit. por Jiménez i Capdevila (1986) cit. por SEGUÍ, J. M. y MARTÍNEZ, M. R. "Pluralidad de métodos y renovación conceptual en la geografía de los transportes del siglo XXI." *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 15 de abril de 2003, vol. VII, núm. 139, . <<http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-139.htm>> [ISSN: 1138-9788]

¹² Cit. por SEGUÍ, J. M. y MARTÍNEZ, M. R. " Pluralidad de métodos y renovación conceptual en la geografía de los transportes del siglo XXI." *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 15 de abril de 2003, vol. VII, núm. 139, . <<http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-139.htm>> [ISSN: 1138-9788]

Capítulo 6. Accesibilidad: Concepto, definiciones e indicadores

¹³ POTRYKOWSKI, M.; TAYLOR, Z. *Geografía del Transporte*. Barcelona: Ariel, 1984. cit. por SEGÚI, J. M. y MARTÍNEZ, M. R. “Pluralidad de métodos y renovación conceptual en la geografía de los transportes del siglo XXI.” *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 15 de abril de 2003, vol. VII, núm. 139, . <<http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-139.htm>> [ISSN: 1138-9788]

¹⁴ GUTIÉRREZ PUEBLA, J., CRISTÓBAL PINTO, C., GÓMEZ CERDÀ, G. “Accesibilidad peatonal a la red de metro de Madrid: efectos del Plan de Ampliación 1995-99”. Madrid: *Anales de geografía de la Universidad Complutense*. 2000, núm. 20, pp. 451-464. <<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=86532>> [ISSN: 0211-9803].

¹⁵ GARNICA MONROY, Rubén, ORTIZ CHAO, Claudia. “La accesibilidad espacial en la definición de territorios inteligentes”. *Arquitectura, Ciudad y Entorno*, 2008, vo.6, p.759-776. <http://upcommons.upc.edu/revistes/bitstream/2099/4497/1/10_CLAUDIA.ORTIZ.pdf>

¹⁶ GUTIÉRREZ PUEBLA, J., CRISTÓBAL PINTO, C., GÓMEZ CERDÀ, G. “Accesibilidad peatonal a la red de metro de Madrid: efectos del Plan de Ampliación 1995-99”. Madrid: *Anales de geografía de la Universidad Complutense*. 2000, núm. 20, pp. 451-464. <<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=86532>> [ISSN: 0211-9803].

¹⁷ GARNICA MONROY, Rubén, ORTIZ CHAO, Claudia. “La accesibilidad espacial en la definición de territorios inteligentes”. *Arquitectura, Ciudad y Entorno*, 2008, vo.6, p.759-776. <http://upcommons.upc.edu/revistes/bitstream/2099/4497/1/10_CLAUDIA.ORTIZ.pdf>

¹⁸ GARNICA MONROY, Rubén, ORTIZ CHAO, Claudia. “La accesibilidad espacial en la definición de territorios inteligentes”. *Arquitectura, Ciudad y Entorno*, 2008, vo.6, p.759-776. <http://upcommons.upc.edu/revistes/bitstream/2099/4497/1/10_CLAUDIA.ORTIZ.pdf>

¹⁹ SOLÁ-MORALES RUBIÓ, M. *Las formas de crecimiento urbano*. Barcelona: UPC. 1997. 196 pp. [ISBN: 8483011972].

²⁰ Para la realización de los análisis de redes es frecuente la utilización de grafos (los grafos de los aeropuertos son los más complejos). Henry Beck fue el primero en usar un grafo simplificado para la red de metro de Londres evitando así la confusión de los diferentes trazados reales de las líneas. Beck además añadía algunos elementos como el Támesis para incluir una referencia externa. Cit en ALSINA CATALÀ, A. *Mapas del metro y redes neuronales*. Barcelona:RBA. 2010. 143 pp. [ISBN: 9788447369607].

²¹ FÀBREGAS, C.; UNZETA, E. (1.998): “Identificación de los principales factores que determinan la eficacia y la eficiencia de un servicio de transporte urbano de viajeros.” III Congreso de Ingeniería del Transporte CIT. Barcelona. cit por SUBERO MUNILLA, Jose María. “Métodos de análisis de la eficacia espacial de las redes de transporte colectivo de infraestructura fija, ensayo de indicadores de oferta” , Tesis Doctoral, Universitat Politècnica de Barcelona, 2009. Pag. 71. <<http://www.tesisenred.net/handle/10803/6630>>

²² KANSKY, K.J. (1.963): “Structure of transport networks: relationships between network and regional characteristic”s. Research papers no 84, Department of Geography, University of Chicago. cit. por SUBERO MUNILLA, Jose María. “Métodos de análisis de la eficacia espacial de las redes de transporte colectivo de infraestructura fija, ensayo de indicadores de oferta” , Tesis Doctoral, Universitat Politècnica de Barcelona, 2009. Pag. 42.<<http://www.tesisenred.net/handle/10803/6630>>

²³ Cit. por VALENZUELA MONTES, Luis Miguel. “El marco territorial de las infraestructuras de transporte : accesibilidad, planificación y efectos”. Granada : Centro de Estudios Municipales y de Cooperación Interprovincial, D.L. 1998. 167 p. ISBN: 84-88282-32-X

²⁴ Cit. por VALENZUELA MONTES, Luis Miguel. “El marco territorial de las infraestructuras de transporte : accesibilidad, planificación y efectos”. Granada : Centro de Estudios Municipales y de Cooperación Interprovincial, D.L. 1998. 167 p. ISBN: 84-88282-32-X

²⁵ SUBERO MUNILLA, Jose María. “Métodos de análisis de la eficacia espacial de las redes de transporte colectivo de infraestructura fija, ensayo de indicadores de oferta” , Tesis Doctoral, Universitat Politècnica de Barcelona, 2009. Pag. 83-84. <<http://www.tesisenred.net/handle/10803/6630>>

²⁶ Cit. por VALENZUELA MONTES, Luis Miguel. “El marco territorial de las infraestructuras de transporte : accesibilidad, planificación y efectos”. Granada : Centro de Estudios Municipales y de Cooperación Interprovincial, D.L. 1998. 167 p. ISBN: 84-88282-32-X

²⁷ MARTÍN DUQUE, D.; CRISTOBAL PINTO, C.; GÓMEZ LÓPEZ, F.J. (2.002): “Cobertura y Accesibilidad en transporte público en un corredor metropolitano: el corredor del Henares en Madrid” . V Congreso de Ingeniería del Transporte CIT. Santander cit. por SUBERO MUNILLA, Jose María. “Métodos de análisis de la eficacia espacial de las redes de transporte colectivo de infraestructura fija, ensayo de indicadores de oferta” , Tesis Doctoral, Universitat Politècnica de Barcelona, 2009. Pag. 83 <<http://www.tesisenred.net/handle/10803/6630>>

²⁸ SUBERO MUNILLA, Jose María. “Métodos de análisis de la eficacia espacial de las redes de transporte colectivo de infraestructura fija, ensayo de indicadores de oferta” , Tesis Doctoral, Universitat Politècnica de Barcelona, 2009. Pag. 83-84. <<http://www.tesisenred.net/handle/10803/6630>>

²⁹ DE OÑA LÓPEZ, J; OSORIO ROBLES, F.; MONZÓN DE CÁCERES, A. (2.002): “Nueva metodología para la evaluación de un sistema de transporte a la demanda” .V Congreso de Ingeniería Civil CIT. Santander. cit por SUBERO MUNILLA, Jose María. “Métodos de análisis de la eficacia espacial de las redes de transporte colectivo de infraestructura fija, ensayo de indicadores de oferta” , Tesis Doctoral, Universitat Politècnica de Barcelona, 2009. Pag. 38. <<http://www.tesisenred.net/handle/10803/6630>>

- ³⁰ TURRO, M.; ULIED, A.; ESQUIUS, A.; CANAS, E. (2.000): “Definición del Indicador de Conectividad: ICON”. IV Congreso de Ingeniería del Transporte CIT. Valencia. cit por SUBERO MUNILLA, Jose María. “Métodos de análisis de la eficacia espacial de las redes de transporte colectivo de infraestructura fija, ensayo de indicadores de oferta”, Tesis Doctoral, Universitat Politècnica de Barcelona, 2009. Pag. 40.<<http://www.tesisenred.net/handle/10803/6630>>
- ³¹ WOOTTON, H.J.; PICK, G.W. (1.967): “A Model for trips generated by households”, Journal of Transport economics and policy, mayo cit. por SUBERO MUNILLA, Jose María. “Métodos de análisis de la eficacia espacial de las redes de transporte colectivo de infraestructura fija, ensayo de indicadores de oferta”, Tesis Doctoral, Universitat Politècnica de Barcelona, 2009. Pag. 87. <<http://www.tesisenred.net/handle/10803/6630>>
- ³² SUBERO MUNILLA, Jose María. “Métodos de análisis de la eficacia espacial de las redes de transporte colectivo de infraestructura fija, ensayo de indicadores de oferta”, Tesis Doctoral, Universitat Politècnica de Barcelona, 2009. Pag. 83-84. <<http://www.tesisenred.net/handle/10803/6630>>
- ³³ SUBERO MUNILLA, Jose María. “Métodos de análisis de la eficacia espacial de las redes de transporte colectivo de infraestructura fija, ensayo de indicadores de oferta”, Tesis Doctoral, Universitat Politècnica de Barcelona, 2009. Pag.91<<http://www.tesisenred.net/handle/10803/6630>>
- ³⁴ MANDELBROT, B. (1.982): “La geometría fractal de la naturaleza”. Tusquets Editores, ISBN 84-8310-549-7 cit. por SUBERO MUNILLA, Jose María. “Métodos de análisis de la eficacia espacial de las redes de transporte colectivo de infraestructura fija, ensayo de indicadores de oferta”, Tesis Doctoral, Universitat Politècnica de Barcelona, 2009. Pag. 42. <<http://www.tesisenred.net/handle/10803/6630>>
- ³⁵ DUPUY, G. (1.991): “Urbanisme de Reseaux, théories et méthodes”. Ed. A. Colin, París cit. por SUBERO MUNILLA, Jose María. “Métodos de análisis de la eficacia espacial de las redes de transporte colectivo de infraestructura fija, ensayo de indicadores de oferta”, Tesis Doctoral, Universitat Politècnica de Barcelona, 2009. Pag. 90. <<http://www.tesisenred.net/handle/10803/6630>>
- ³⁶ ECHEVARRÍA JADRAQUE, D. (1.998): “El control de la localización de actividades como herramienta de gestión de la movilidad metropolitana”. III Congreso de Ingeniería del Transporte CIT. Barcelona. cit. por SUBERO MUNILLA, Jose María. “Métodos de análisis de la eficacia espacial de las redes de transporte colectivo de infraestructura fija, ensayo de indicadores de oferta”, Tesis Doctoral, Universitat Politècnica de Barcelona, 2009. Pag. 47. <<http://www.tesisenred.net/handle/10803/6630>>
- ³⁷ HANSEN, W. (1959): “How accessibility shapes land use. Journal of the American Institute of Planners”, nº 25, pp. 73-76. cit. por SUBERO MUNILLA, Jose María. “Métodos de análisis de la eficacia espacial de las redes de transporte colectivo de infraestructura fija, ensayo de indicadores de oferta”, Tesis Doctoral, Universitat Politècnica de Barcelona, 2009. Pag. 39. <<http://www.tesisenred.net/handle/10803/6630>>
- ³⁸ KOENIG, J.K. (1.980): “Indicators of urban accessibility”. Transportation, vol 9. cit. por SUBERO MUNILLA, Jose María. “Métodos de análisis de la eficacia espacial de las redes de transporte colectivo de infraestructura fija, ensayo de indicadores de oferta”, Tesis Doctoral, Universitat Politècnica de Barcelona, 2009. Pag. 39 <<http://www.tesisenred.net/handle/10803/6630>>
- ³⁹ DE OÑA LÓPEZ, J; OSORIO ROBLES, F.; MONZÓN DE CÁCERES, A. (2.002): “Nueva metodología para la evaluación de un sistema de transporte a la demanda”. V Congreso de Ingeniería Civil CIT. Santander. cit. por SUBERO MUNILLA, Jose María. “Métodos de análisis de la eficacia espacial de las redes de transporte colectivo de infraestructura fija, ensayo de indicadores de oferta”, Tesis Doctoral, Universitat Politècnica de Barcelona, 2009. Pag. 48. <<http://www.tesisenred.net/handle/10803/6630>>

CAPÍTULO 7: ACCESIBILIDAD DE LA RED FERRO-VIARIA BARCELONESA

El siguiente capítulo es un estudio técnico de la accesibilidad del sistema ferro-viario barcelonés. Mayormente se trata de un estudio de isoaccesibilidad (la isoaccesibilidad es la media de los tiempos de recorrido, de coste mínimo, de cada nodo de una red al resto de nodos del sistema. De este modo, este indicador señala el grado de centralidad que ese punto o nodo posee dentro del sistema. Para hallar dicha isoaccesibilidad se tienen en cuenta diversos factores. La estructura y forma de la red, es decir, su topología¹, es, en gran medida, la definidora de la accesibilidad de un nodo o estación. La frecuencia de paso de los convoyes es también otra de las variables importantes a tener en cuenta). El análisis de los resultados obtenidos se ha procedido a efectuar desde una doble óptica. Por una parte se ha realizado el análisis de la isoaccesibilidad teniendo en cuenta las diferentes frecuencias de paso que presentan los sistemas ferro-viarios (horario laboral, festivo, nocturno y medio), el tiempo invertido en acceder al andén teniendo en cuenta la profundidad de las estaciones² y el área de cobertura de la estación³. Por otra parte, el análisis ha estudiado cada uno de los años escogidos y ha observado su progresión en cada una de las frecuencias y tiempos seleccionados. En este apartado también se tiene en cuenta el componente estadístico y el componente espacial de la isoaccesibilidad, así como el de las isócronas (la elaboración del estudio se realizó a partir de datos provenientes de ATM, TMB, FGC y RENFE⁴). También se ha realizado, en este capítulo, una comparación entre los tiempos de desplazamiento reales que hay entre las diversas estaciones, y los tiempos teóricos. Existen ,únicamente, dos mediciones en tiempo real , y este hecho impide que la comparación sea considerada

relevante, pero es un dato interesante para ilustrar el nivel de diferencia existente entre las mediciones teóricas y la constatación empírica. Posteriormente, se ha realizado una comparativa entre el área de los centroides de las estaciones (su punto central), con el área de los accesos de cada estación. Por último se ha analizado la adecuación de la apertura de estaciones de metro, en su día planificadas e incluso parcial o totalmente construídas, pero que jamás fueron inauguradas.

7.1. ISOACCESIBILIDAD E ISOCRONAS DE BARCELONA

Este apartado versa sobre el estudio de la isoaccesibilidad y de las isócronas de la red de metro de Barcelona en los años 1.926, 1.950, 1.966, 1.980, 2.000, 2.009, 2.020 y más de 2.020. En los años 2.009, 2.020 y más de 2.020 también se analiza el conjunto de las redes ferro-viarias de Barcelona. También se analiza la isoaccesibilidad y las isócronas de la red en horario laboral, festivo, nocturno y medio y también su isoaccesibilidad e isócronas, en función de la profundidad de sus accesos y de la cantidad de área de influencia que puede abarcar cada una de sus estaciones.

7.1.1. Isoaccesibilidad e isocronas del metro de Barcelona en 1.926

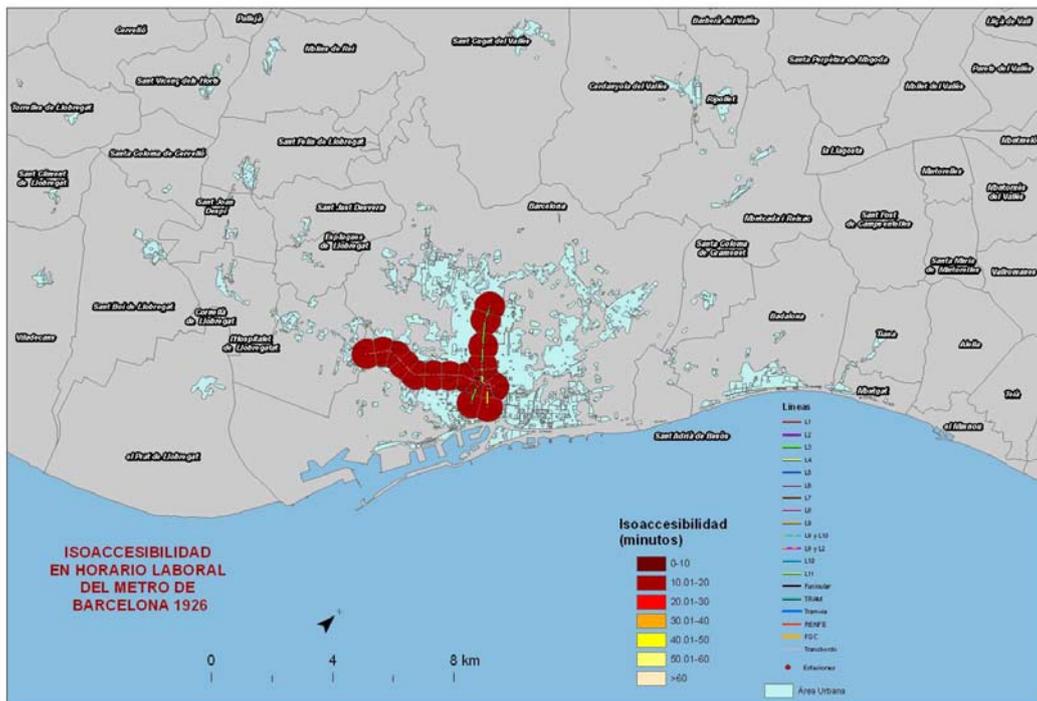
A pesar que el metro de Barcelona se inauguró en 1.924, se ha escogido la fecha de 1.926 por presentar un notable avance de la red en sólo dos años. Debido a que posteriores acontecimientos estancaron el crecimiento del metro, se considera relevante la fecha de 1.926 para poder realizar una comparación más óptima en diferentes períodos históricos.

En ese año, la red de metro de Barcelona era muy embrionaria aún, con dos ejes básicos perpendiculares que formaban una cruz fundacional poco definida. Debido al escaso número de paradas de esta red, la isoaccesibilidad era prácticamente la misma en todas.

En horario laboral (figuras C1 y D1 del volumen II de anexos y figuras 7.1 y 7.2) es hegemónica la franja temporal de entre 10,1 y 20 minutos, con la única excepción de Plaza Cataluña, que se sitúa en el rango de entre 0 y 10 minutos. El mismo análisis puede aplicarse si tenemos en cuenta el tiempo invertido en el acceso al andén (figuras C2 y D2 del volumen II de anexos), con la excepción de que, en este caso, todas las estaciones están en el mismo rango temporal, entre 10,1 y 20 minutos. Por último , teniendo en cuenta el tiempo que se invierte en llegar a la estación, dependiendo del

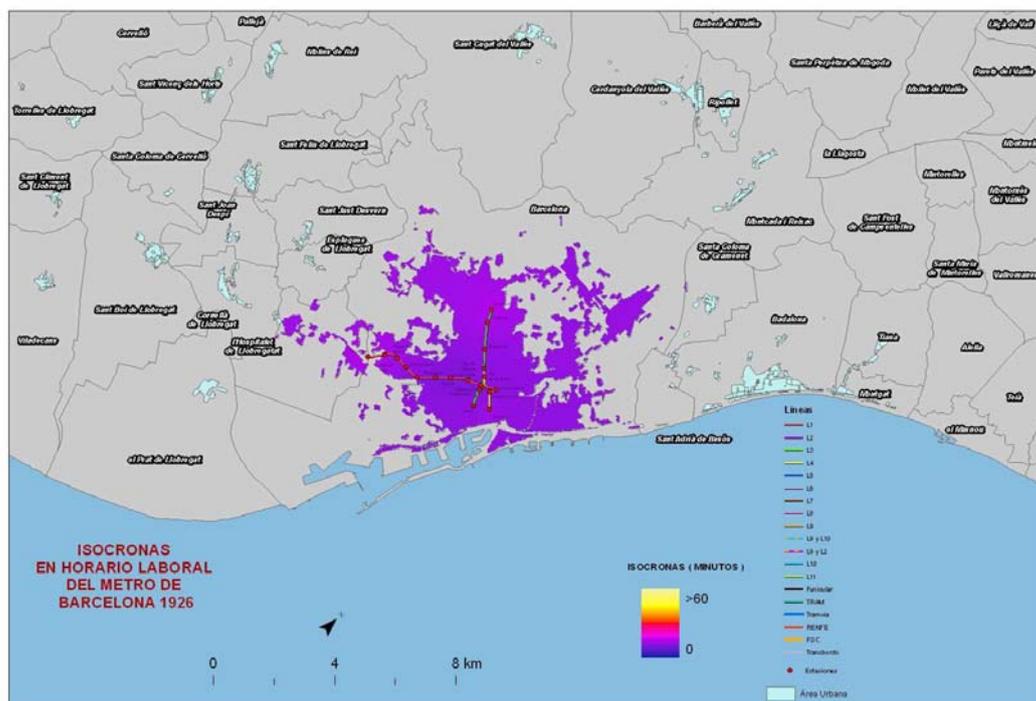
área de cobertura de la misma (figuras C3 y D3 del volumen II de anexos), se constata al comparar los valores de los extremos de ambas líneas (Lesseps-Fontana y Bordeta, respectivamente) el aumento del período medio de desplazamiento, entre 20,1 y 30 minutos. Este período temporal es por tanto muy homogéneo en los valores de isoaccesibilidad, puesto que la red existente era aún muy primigenia y poco desarrollada.

Figura 7.1. Isoaccesibilidad en horario laboral del metro de Barcelona 1.926.



Fuente: elaboración propia a partir de información de T.M.B., A.T.M., F.G.C. y R.E.N.F.E. Corresponde con la figura C1 del volumen II de anexos.

Figura 7.2. Isocronas en horario laboral del metro de Barcelona 1.926.

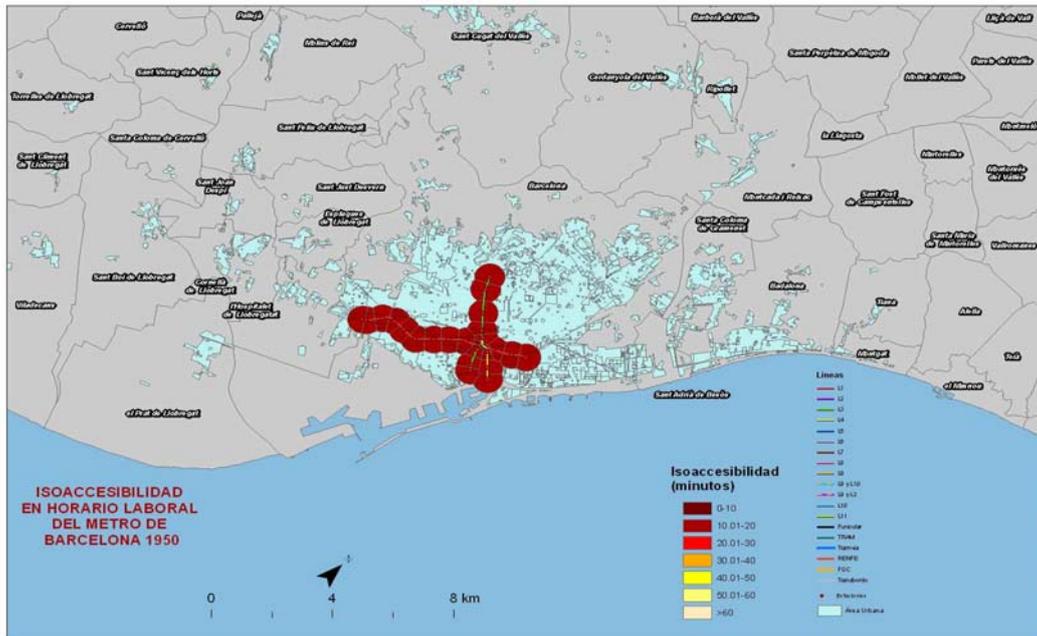


Fuente: elaboración propia a partir de información de T.M.B., A.T.M., F.G.C. y R.E.N.F.E. Corresponde con la figura D1 del volumen II de anexos.

7.1.2. Isoaccesibilidad e isocronas del metro de Barcelona en 1.950

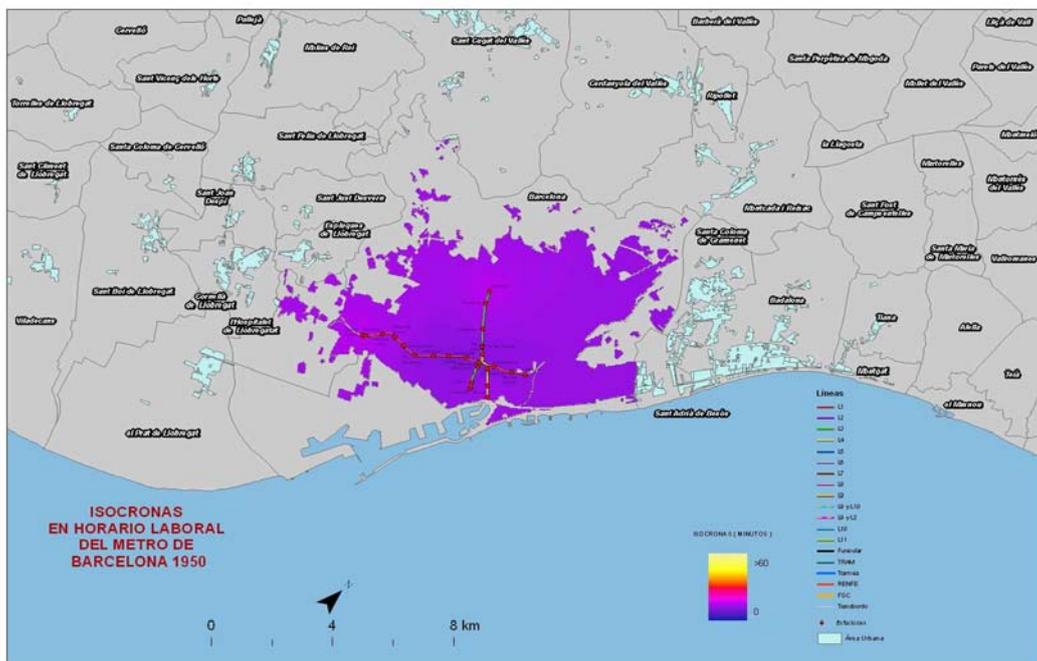
Poco creció la red de metro de Barcelona en el período 1.926-1.950. De hecho, la red es prácticamente idéntica al año 1.926. Tanto es así, que los datos obtenidos son también muy coincidentes. Predomina el intervalo de 10,1-20 minutos en horario laboral (figuras C4 y D4 del volumen II de anexos y figuras 7.3 y 7.4) y en el horario ponderado de acceso a las estaciones (figuras C5 y D5 del volumen II de anexos) . Hay un mayor aumento del valor de isoaccesibilidad en los extremos de las líneas, en el horario ponderado según el área servida por las estaciones (figuras C6 y D6 del volumen II de anexos), con un valor de entre 20,1 a 30 minutos. Hasta esta fecha, la red, por poseer una estructura muy básica, no supone un análisis muy complejo y se limita a un ámbito espacial muy reducido.

Figura 7.3. Isoaccesibilidad en horario laboral del metro de Barcelona 1.950.



Fuente: elaboración propia a partir de información de T.M.B., A.T.M., F.G.C. y R.E.N.F.E. Corresponde con la figura C4 del volumen II de anexos.

Figura 7.4. Isocronas en horario laboral del metro de Barcelona 1.950.

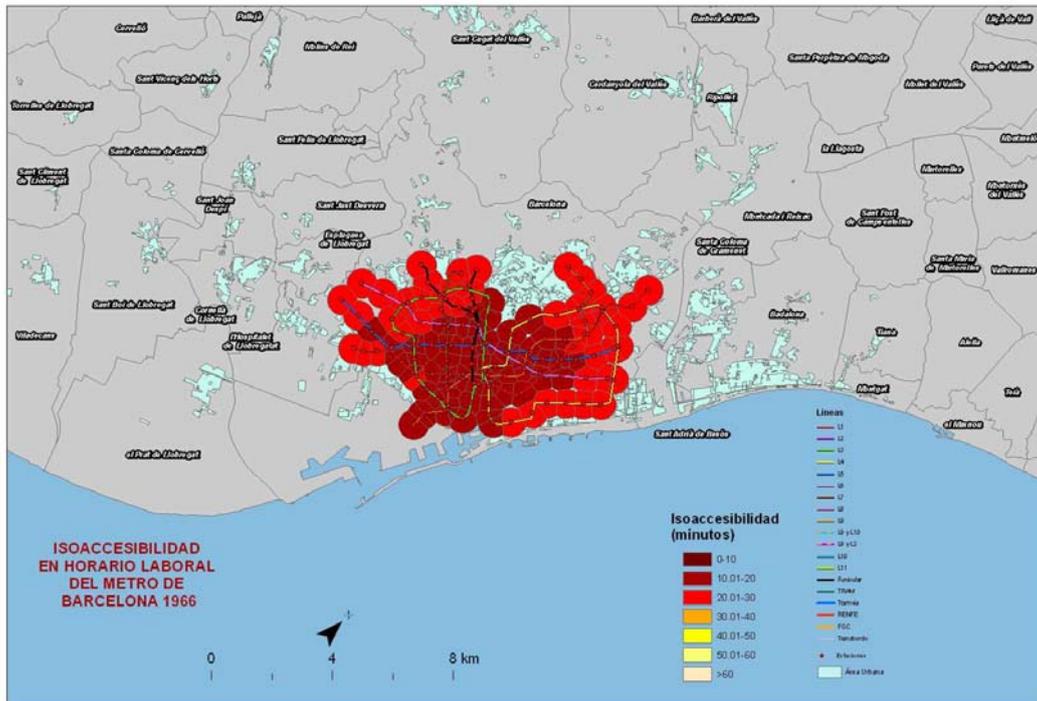


Fuente: elaboración propia a partir de información de T.M.B., A.T.M., F.G.C. y R.E.N.F.E. Corresponde con la figura D4 del volumen II de anexos.

7.1.3. Previsión de isoaccesibilidad e isocronas del metro de Barcelona en 1.966

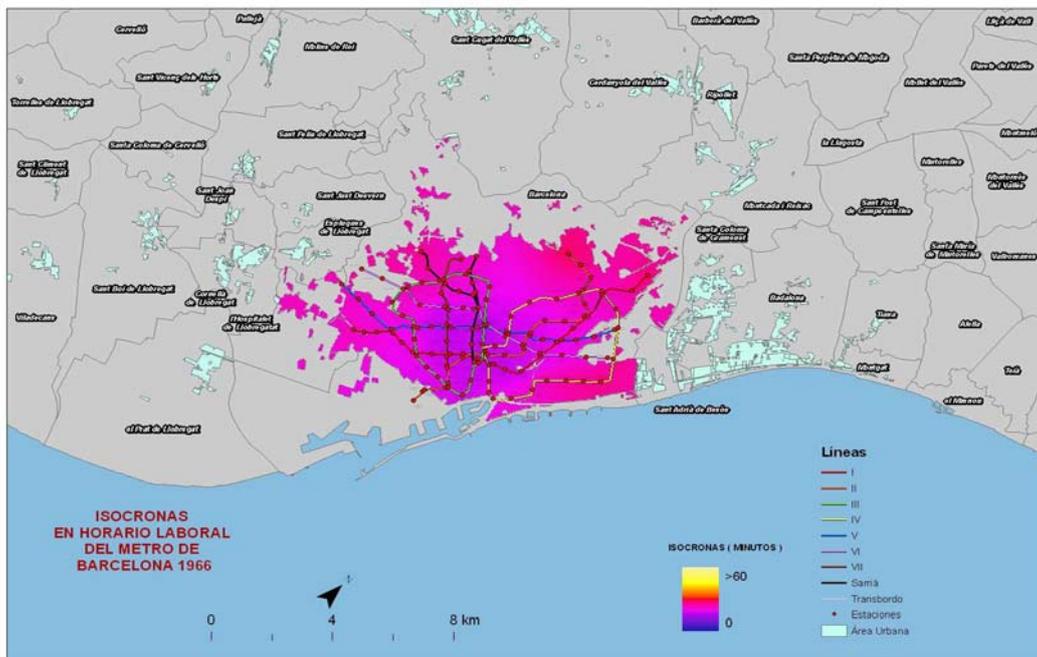
Una de las mayores cuestiones que suscita este proyecto de 1.966 (que nunca llegó a plasmarse en la realidad) es si realmente hubiese llegado a constituir una red eficaz. La respuesta es un sí rotundo. Lo primero que destaca en este sistema es su enorme compacidad. A menos de 500 metros, las estaciones cubren prácticamente toda el área urbana sobre la que se asientan, que es ,además, la práctica totalidad del área urbana existente en 1.966. Un área, por otra parte, totalmente segregada del resto del territorio, en donde solamente Barcelona y Hospitalet de Llobregat formaban un continuo urbano. Es decir, era una red que estaba ideada para dar completa y total cobertura a toda la ciudad de forma íntegra. La relación de las líneas entre sí era también notable. La red estaba formada por un doble anillo o hélice que convergían en un centro bien definido entre Plaza Catalunya y Passeig de Gràcia mientras varias líneas atravesaban estos anillos de este a oeste de toda la ciudad a la vez que dos líneas lo hacían de norte a sur en el sector oeste de la red. La red era un sistema compacto, bien interrelacionado y con itinerarios coherentes y funcionales que unían el centro con diversas periferias procurando unir, a su vez, el resto de líneas entre sí. Esta coherencia en la red se atestigua por la cartografía obtenida. En horario laboral (figura C7 y D7 del volumen II de anexos y figuras 7.5 y 7.6 del volumen II de anexos) aparece una gran área central de 10,1-20 minutos que abarca las dos terceras partes de la red, rodeada de una corona de 20,1-30 minutos en el borde exterior. Todo ello hace que cualquier punto de la red se halle a menos de media hora de su punto más alejado. Es decir, supone la creación de un impresionante ejercicio de ingeniería que lamentablemente nunca se plasmó. Teniendo en cuenta el horario ponderado por el área de las estaciones (figura C8y D8 del volumen II de anexos), el resultado varía poco, reduciéndose el área central y apareciendo una segunda periferia muy limitada, de un intervalo de 30,1-40 minutos. En cualquier caso, el mérito de la planificación de esta red no es poco y mucha es la pérdida para el sistema de transporte barcelonés, que de haber implantado este sistema habría mejorado notablemente su movilidad y su accesibilidad global.

Figura 7.5. Isoaccesibilidad en horario laboral del metro de Barcelona 1.966.



Fuente: elaboración propia a partir de información de T.M.B., A.T.M., F.G.C. y R.E.N.F.E. Corresponde con la figura C7 del volumen II de anexos.

Figura 7.6. Isocronas en horario laboral del metro de Barcelona 1.966.

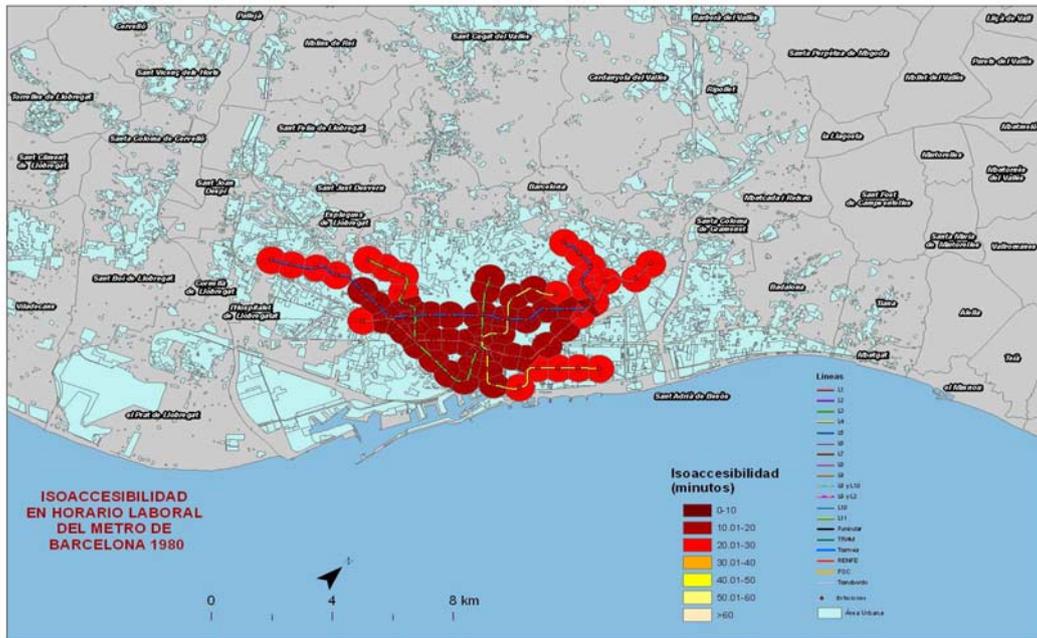


Fuente: elaboración propia a partir de información de T.M.B., A.T.M., F.G.C. y R.E.N.F.E. Corresponde con la figura D7 del volumen II de anexos.

7.1.4. Isoaccesibilidad e isocronas del metro de Barcelona en 1.980

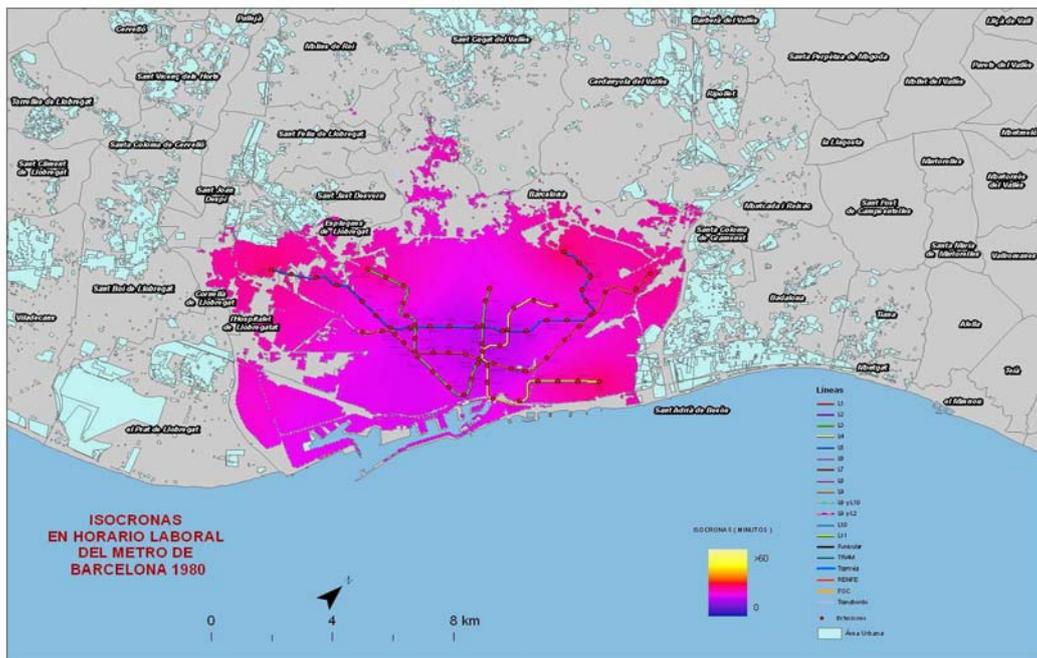
Durante el período 1.950-1.980 la red sufrió cambios de gran calado. Se constituyó una auténtica red con varias líneas interconectadas eficazmente entre ellas. Esta red tenía una gran compacidad y un acertado aprovechamiento del espacio. A pesar de esto, existían aún significativos intersticios no cubiertos por ningún área de las estaciones⁵, en la derecha del ensanche, fundamentalmente, aunque podrían destacarse otros menos significativos en la izquierda del mismo. En cualquier caso, la estructura de la red garantizó que el espacio sobre la que se asentó estuviese bien provisto de comunicación. Si centramos la atención en el estudio técnico se observa cómo en horario laboral (figuras C9 y D9 del volumen II de anexos y figuras 7.7 y 7.8) se diferencia claramente un centro extendido de rango 10,1-20 minutos, que abarca las dos terceras partes de la red. Las terminaciones de las líneas forman una periferia de rango 20,1-30 minutos. Atendiendo al horario ponderado de accesos a las estaciones (figura C10 y D10 del volumen II de anexos) , este centro se hace más pequeño y, por el contrario, aumenta el rango de 20,1-30 minutos. El cálculo del horario ponderado según el área servidas por las estaciones (figura C11 y D11 del volumen II de anexos), presenta una mayor complejidad de análisis. Son varias las zonas que presentan un intervalo de tiempo más reducido , entre 10,1 y 20 minutos. Éstas áreas corresponden al área más céntrica de la red y a las zonas donde intersecan las principales líneas. El resto de la red viene dominado por el intervalo 20,1-30 minutos y, en las extremidades de las líneas, aparece un nuevo rango temporal, de 30,1 a 40 minutos. En este año, el desarrollo armónico de la red se evidencia en el cálculo de isoaccesibilidad. Independientemente del parámetro usado y del horario designado, la presencia de un centro homogéneo de grandes proporciones hace que la gran parte del territorio servido goce de semejantes índices de isoaccesibilidad.

Figura 7.7. Isoaccesibilidad en horario laboral del metro de Barcelona 1980.



Fuente: elaboración propia a partir de información de T.M.B., A.T.M., F.G.C. y R.E.N.F.E. Corresponde con la figura C9 del volumen II de anexos.

Figura 7.8. Isocronas en horario laboral del metro de Barcelona 1980.



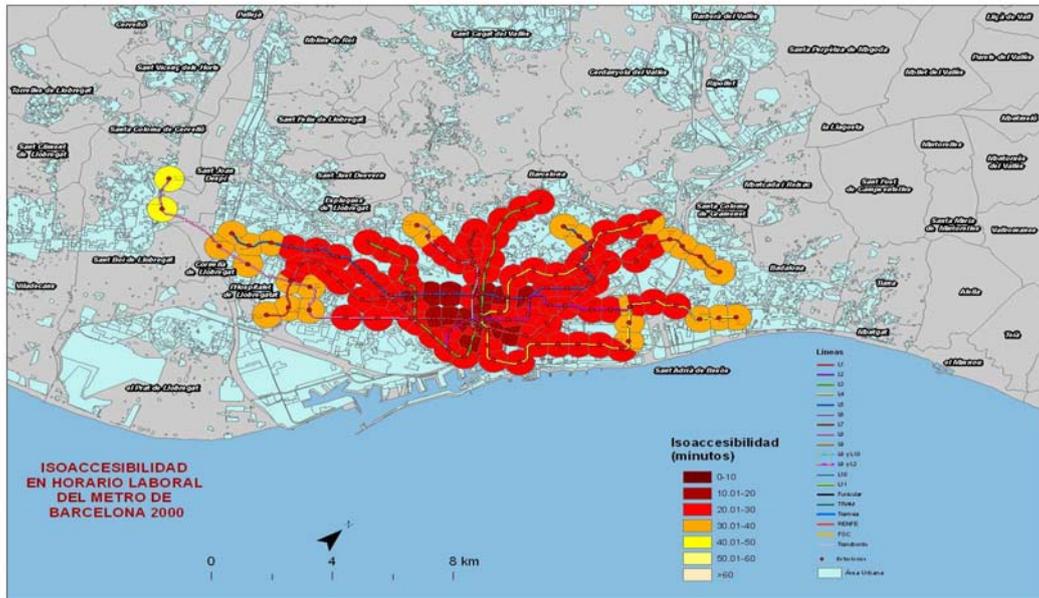
Fuente: elaboración propia a partir de información de T.M.B., A.T.M., F.G.C. y R.E.N.F.E. Corresponde con la figura D9 del volumen II de anexos.

7.1.5. Isoaccesibilidad e isocronas del metro de Barcelona en 2.000

En el período 1.980-2.000 se produjo uno de los mayores saltos cualitativos y cuantitativos de la red de metro barcelonesa. La red se amplió, aparecieron nuevas líneas y los trazados se expandieron, interconectaron y bifurcaron. Los intersticios presentes en el año 1.980 se difuminaron por la aparición de la L2 y la incorporación de las líneas L6-L7 a la red de metro, bajo la denominación de U6 y U7, y la L8, bajo la denominación de S3. La red comenzó a configurar un desarrollo horizontal, que conformó una estructura arborescente con diversas ramificaciones en la periferia de la red. La red cubrió eficazmente el territorio bajo el que se asentó, pero, precisamente el territorio que abarcó se caracterizó por poseer un centro convergente de todas las líneas del sistema y diversas terminaciones periféricas. La homogeneidad se diluyó y la diferenciación centro-periferia se acentuó. El estudio de isoaccesibilidad de la red mostraba lo siguiente: en horario laboral (figuras C12 y D12 del volumen II de anexos y figuras 7.9 y 7.10) se dibujaba un centro con aristas en Sants-Estació, Sagrada Familia, Liceu y Arc de Triomf, que poseía una isoaccesibilidad de 10,1-20 minutos. En este corazón central se hallaban la mayoría de interconexiones e intercambiadores de la red. El resto de la red, sin embargo, poseía una media de isoaccesibilidad de 20,1-30 minutos, mayoritariamente. El intervalo de 30,1-40 minutos está presente en las terminaciones de la red, en las áreas periféricas de todas las líneas, llegando incluso ,en la L8, a estar presente el intervalo de 40,1-50 minutos. Por otra parte, el horario ponderado de acceso a las estaciones (figura C13 y D13 del volumen II de anexos), muestra un escenario muy similar al visto en horario laboral. El centro de 10,1-20 minutos de isoaccesibilidad se reduce pero el conjunto de la red se homogeneiza en el intervalo mayoritario de 20,1-30 minutos mientras la periferia crece levemente. En otro orden de cosas, el horario ponderado según el área servida por las estaciones (figuras C14 y D14 del volumen II de anexos), muestra un escenario en el que no existe un centro diferenciado del resto de la red y en donde se nivelan los valores a nivel global. El intervalo mayoritario es el de 20,1-30 minutos, pero la periferia crece significativamente, siendo el intervalo de 30,1-40 minutos es más prominente pero , aunque minoritarios , los intervalos de 40,1-50 minutos y 50,1-60 minutos comienzan a incursionar en los extremos de las líneas 1,4,5 y 8. Es en este año cuando se pueden definir con exactitud un centro diferenciado, una amplia zona intermedia y una periferia

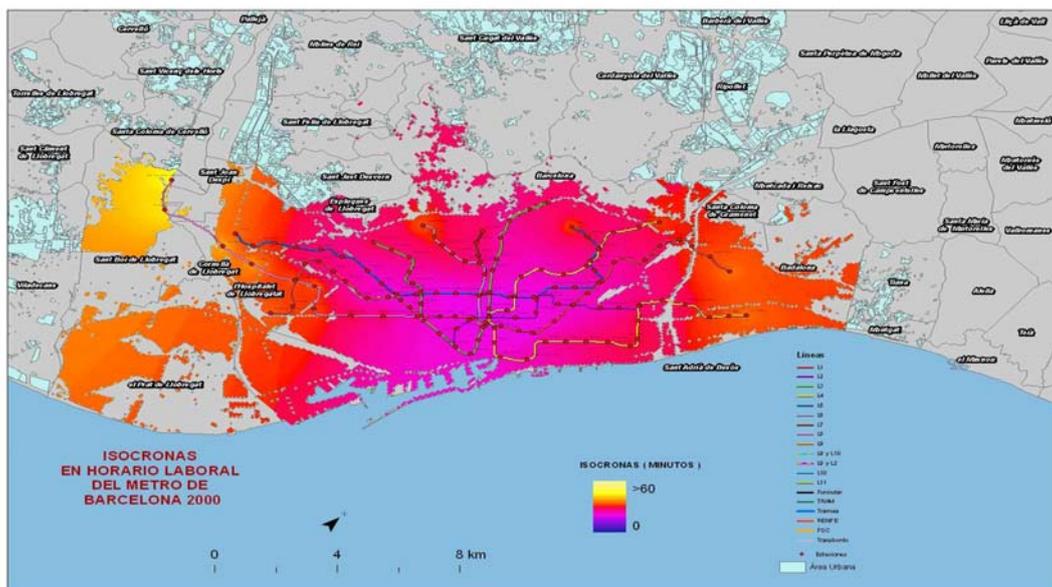
muy marcada. El desarrollo de la red comporta su zonificación a pesar de ser una red que posee un desarrollo notable y un buen grado de interconexión.

Figura 7.9. Isoaccesibilidad en horario laboral del metro de Barcelona 2.000.



Fuente: elaboración propia a partir de información de T.M.B., A.T.M., F.G.C. y R.E.N.F.E. Corresponde con la figura C12 del volumen II de anexos.

Figura 7.10. Isocronas en horario laboral del metro de Barcelona 2.000.



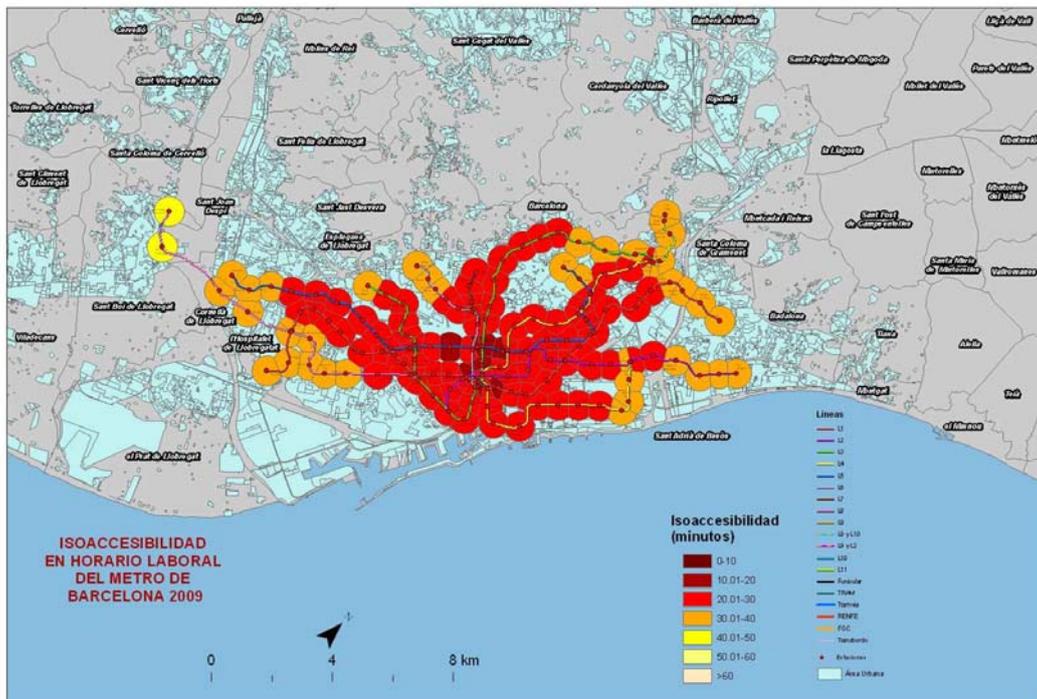
Fuente: elaboración propia a partir de información de T.M.B., A.T.M., F.G.C. y R.E.N.F.E. Corresponde con la figura D12 del volumen II de anexos.

7.1.6. Isoaccesibilidad e isocronas del metro de Barcelona en 2.009

A partir de este año se incluye en el análisis los horarios festivo, nocturno y medio. Las diferencias básicas entre este año y el año 2.000 se concentran en el sector noreste de la red, concretamente en la ampliación de la L3 y la aparición de la L11. Por ello, los resultados observados en 2.009, son semejantes a los constatados en el año 2.000. En horario laboral (figuras C15 y D15 del volumen II de anexos y figuras 7.11 y 7.12) se vislumbraba un centro muy constreñido, entre Plaza Cataluña, Paseo de Gracia y Diagonal, con una isoaccesibilidad de 10,1-20 minutos, pero era el intervalo de 20,1-30 minutos el predominante. En las terminaciones de las líneas se hallaba presente el intervalo de 30,1-40 minutos , llegando a los 40,1-50 minutos en la L8, la más periférica de todas las líneas. En horario festivo (figuras C16 y D16 del volumen Ii de anexos), comenzaban a verse diferencias significativas en cuanto a la frecuencia de las líneas gestionadas por TMB y las líneas gestionadas por FGC. El centro conformado por el intervalo de 10,1-20 minutos desapareció y las líneas 6, 7 y 8 pasaron a engrosar el intervalo de 30,1-40 minutos, aunque, sin embargo, se mantuvo predominante el intervalo de 20,1-30 minutos. En horario nocturno (figuras C17 y D17 del volumen II de anexos) la situación anterior se agravó. Las líneas 6, 7 y 8 se destacaron claramente por su elevado rango temporal, del orden de 40,1-50 minutos. Esto era debido a las menores frecuencias de paso en estas líneas, que en el resto de la red. Resulta chocante observar intervalos temporales tan diferenciados, como puede ser el de 20,1-30 minutos (el mayoritario, junto al rango de 40,1-50 minutos) , sin la existencia de ningún otro intervalo intermedio que pueda suavizar la transición temporal. La estructura mantuvo los rasgos del horario laboral y festivo, aunque quizá con una mayor presencia del intervalo de 30,1-40 minutos, pero diferenciándose claramente un centro y varias periferias, definidas por su posición geográfica dentro de la red y por su frecuencia de paso. El horario medio (figuras C18 y D18 del volumen II de anexos) resultaba muy similar al horario laboral, por ser éste el que poseía un mayor número de horas de servicio activo, aunque la existencia de un centro diferenciado se esfumó y se conformó una red polarizada en dos grupos, una zona central amplia de rango 20,1-30 minutos y una periferia de 30,1-40 minutos en los extremos de las líneas. El horario ponderado según el tiempo empleado en acceder a las estaciones (figuras C19 y D19 del volumen II de anexos), presentaba un mapa realmente muy similar al del horario medio, pero

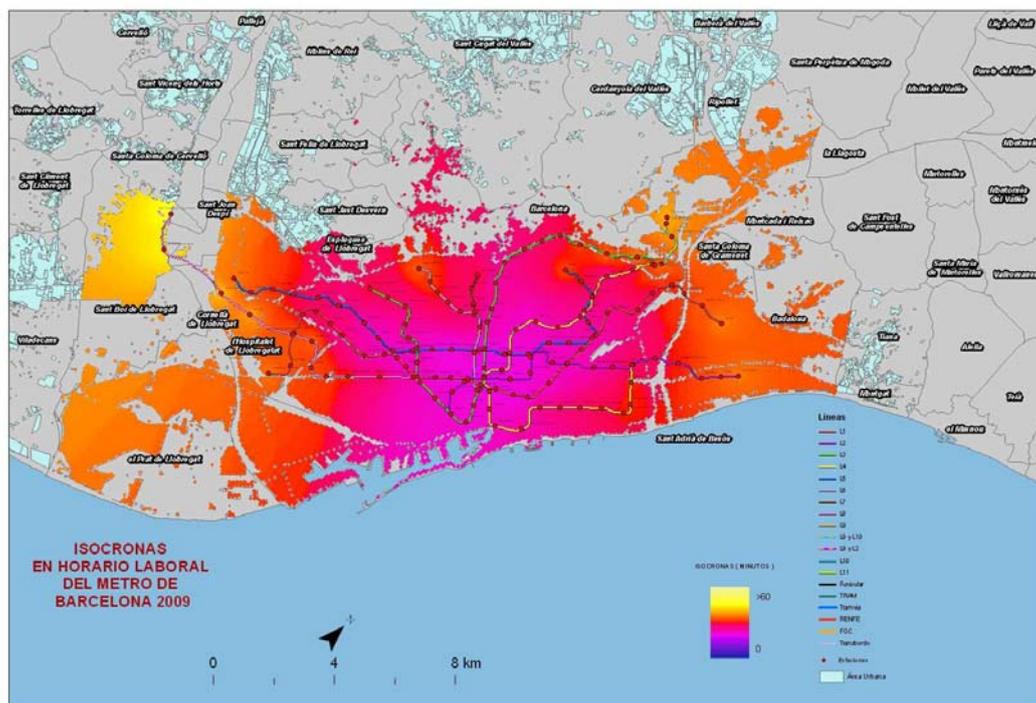
con una mayor ampliación del intervalo de 20,1-30 minutos en las líneas gestionadas por FGC. El horario ponderado según el área que abarcan las estaciones (figuras C20 y D20 del volumen II de anexos) presentaba un área central, de 20,1-30 minutos de intervalo, más reducida que formaba un polígono entre Sants-estació, Sagrada Família, Drassanes y Barceloneta. El resto de la red estaba dominado por el intervalo de 30,1-40 minutos, no pudiendo denominarse de periferia esta área, sino más bien de área intermedia, existiendo una reducida periferia en los extremos de las líneas de 40,1-50 minutos e, incluso, de 50,1-60 minutos en la L8. En este año, la red estaba lo suficientemente desarrollada como para considerarlo un sistema complejo, aunque todavía no maduro del todo. Las diferencias entre el tipo de horario evidencian la forma en gestionar las líneas en las dos compañías ferroviarias barcelonesas: TMB y FGC. Un centro reducido, un área intermedia extensa y una periferia con valores moderados son las características de la red en este año, aunque ya empieza a despuntar una periferia más remota , normalmente constituida por la L8.

Figura 7.11. Isoaccesibilidad en horario laboral del metro de Barcelona 2009.



Fuente: elaboración propia a partir de información de T.M.B., A.T.M., F.G.C. y R.E.N.F.E. Corresponde con la figura C15 del volumen II de anexos.

Figura 7.12. Isocronas en horario laboral del metro de Barcelona 2.009.



Fuente: elaboración propia a partir de información de T.M.B., A.T.M., F.G.C. y R.E.N.F.E. Corresponde con la figura D15 del volumen II de anexos.

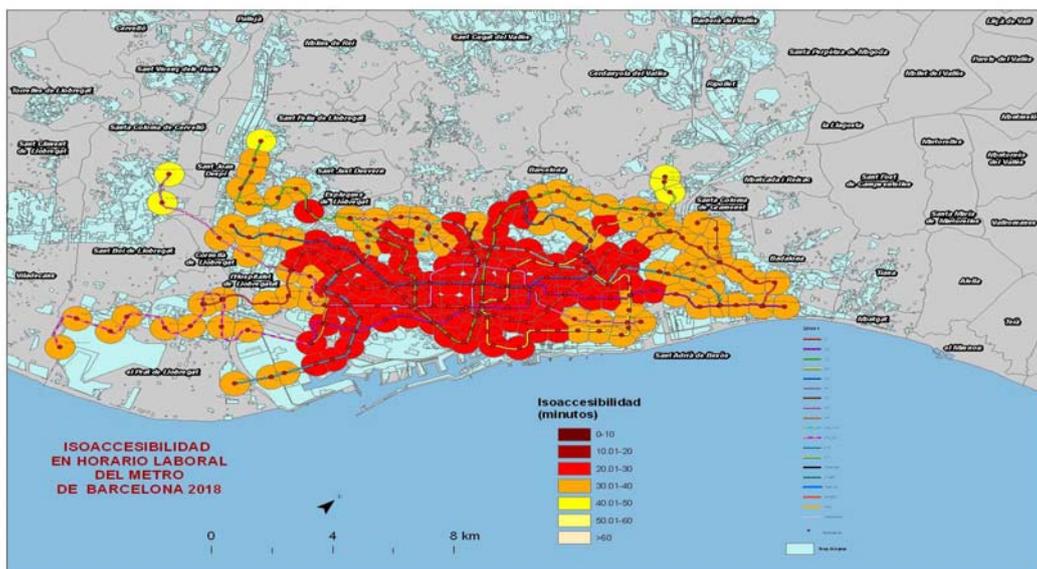
7.1.7. Previsión de isoaccesibilidad e isocronas del metro de Barcelona en 2.018

Según el PDI 2.009-2.018 ,ahora ya desaparecido, existía un proyecto de ampliación de la red de metro. Estas ampliaciones han sido recogidas por el PDI 2.010-2.020 con la excepción de la ampliación de la L8, desde Gràcia hacia el Besòs. La importancia de esta infraestructura, por haber podido ser redefinidora de la centralidad del metro barcelonés hace que se haya incluido su análisis en esta Tesis. La ampliación de todas las líneas crearía un sistema ferro-viario realmente maduro. Ya no se podría hablar de un sistema arborescente, sino de una auténtica malla totalmente integrada e interrelacionada. Esta tupida red favorecería los cambios de línea y las conexiones múltiples. Con la incorporación de la L9-L10 y las ampliaciones del resto de líneas, especialmente la L8, la red de metro cubriría eficazmente el espacio urbano. Sin embargo, aún existirían remanentes sin una cobertura suficiente, formando un

archipiélago inconexo de intersticios en forma de media luna, desde las postrimerías de la L1 en Badalona, hasta Parc Logístic en la L9 pasando por el, difícilmente solucionable, intersticio existente entre la L5 y L9, en el barrio de El Carmel. A pesar de todo, la red poseería una geometría consolidada y coherente, abarcando toda el área metropolitana de Barcelona. Debido a ello, la homogeneidad en la isoaccesibilidad de la red sería abrumadora. Cuanto más complejo es un sistema, se pierde la radialidad y gana en uniformidad todo el sistema, aunque, al ser más grande y con mayor número de estaciones, los tiempos medios se incrementan a nivel global. Así, de esta manera, no existirían, en esta fecha, intervalos inferiores a 20 minutos. En horario laboral (figuras C21 y D21 del volumen II de anexos y figuras 7.13 y 7.14) el intervalo de 20,1-30 minutos sería claramente dominante pero el intervalo de 30,1-40 minutos sería bastante relevante en el tramo final de todas las líneas, especialmente la L9 y L10, que por su longitud, poseería más o menos la mitad de su trayecto en esta franja horaria. En horario festivo (figuras C22 y D22 del volumen II de anexos), las proporciones variarían, el intervalo de 20,1 a 30 minutos se comprimiría, pero continuaría formando el núcleo central, sin embargo, el intervalo de 30,1-40 minutos se expandiría y ganaría importancia en el conjunto de la red. Se produciría un fenómeno que distorsionaría el resultado final. Las líneas 6, 7 y 8, debido a sus menores frecuencias de paso, ven aumentados sus tiempos medios hasta los 30,1-40 minutos. Al converger estas líneas en el centro. distorsionaría con isletas de intervalo de hasta 40,1-50 minutos, el área intermedia y central. A pesar de la magnitud de la red, el análisis es muy simple por la gran definición de las zonas del mismo intervalo temporal. En horario nocturno (figuras C23 y D23 del volumen II de anexos) la situación sería muy parecida a la anterior, pero más extrema. El centro sería aún más abigarrado, la franja temporal de 30,1-40 minutos sería la predominante en todo el sistema ferroviario y el intervalo de 40,1-50 minutos incursionaría en el centro de la red de la mano de las líneas 6,7 y 8. El horario medio (figuras C24 y D24 del volumen II de anexos) sería, como suele ser, muy similar al horario laboral, por la preponderancia de éste en el cómputo de horas de servicio total, si bien, las líneas gestionadas por FGC, se diferenciarían notablemente del resto. Esto mismo ocurriría en el horario ponderado por las estaciones (figuras C25 y D25 del volumen II de anexos) pero no ocurriría en el horario ponderado por el área de las estaciones (figuras C26 y D26 del volumen II de anexos) en donde se delimitaría un triángulo central entre Drassanes, Collblanc y Sagrera, con una media de 20,1-30 minutos. Esta área estaría rodeada por un gran área intermedia de 30,1-40

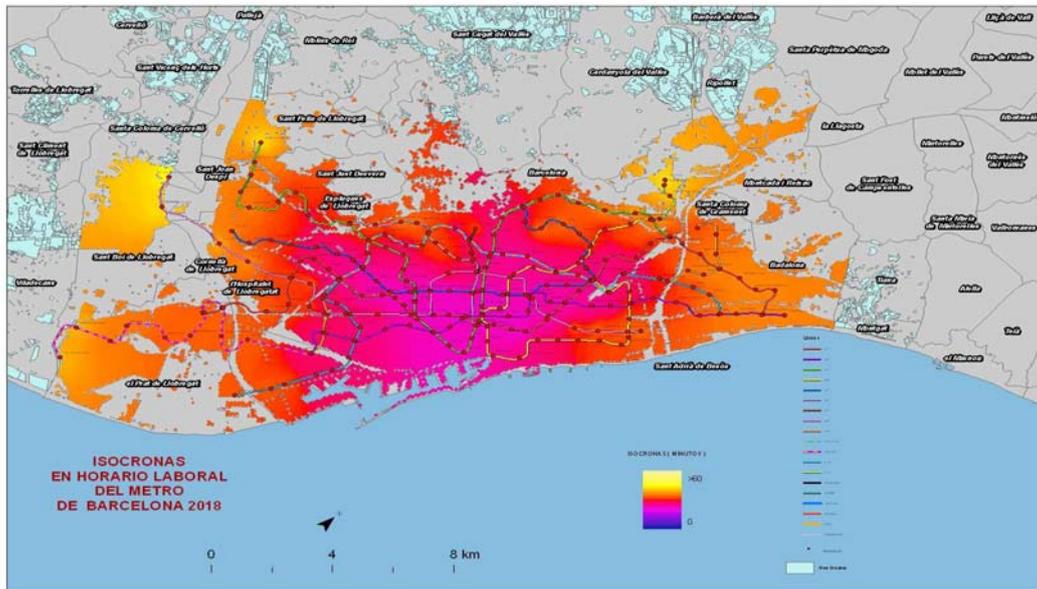
minutos en la mayoría de la red, excepto en las postrimerías de cada una de las líneas (excepto la L4, 6 y 7) que aumentarían su ratio hasta llegar a los 40,1-50 minutos. En el año 2.018 se muestra un escenario dominado por un centro más o menos amplio, con buena accesibilidad, menor de media hora, y una gran periferia con una accesibilidad moderada, que supera la media hora levemente. En horarios en los que la frecuencia de paso disminuye, se hacen más palpables las diferencias entre el centro y la periferia, sin embargo, este tipo de red confiere coherencia y homogeneidad al conjunto.

Figura 7.13. Isoaccesibilidad en horario laboral del metro de Barcelona 2018.



Fuente: elaboración propia a partir de información de T.M.B., A.T.M., F.G.C. y R.E.N.F.E. Corresponde con la figura C21 del volumen II de anexos.

Figura 7.14. Isocronas en horario laboral del metro de Barcelona 2018.



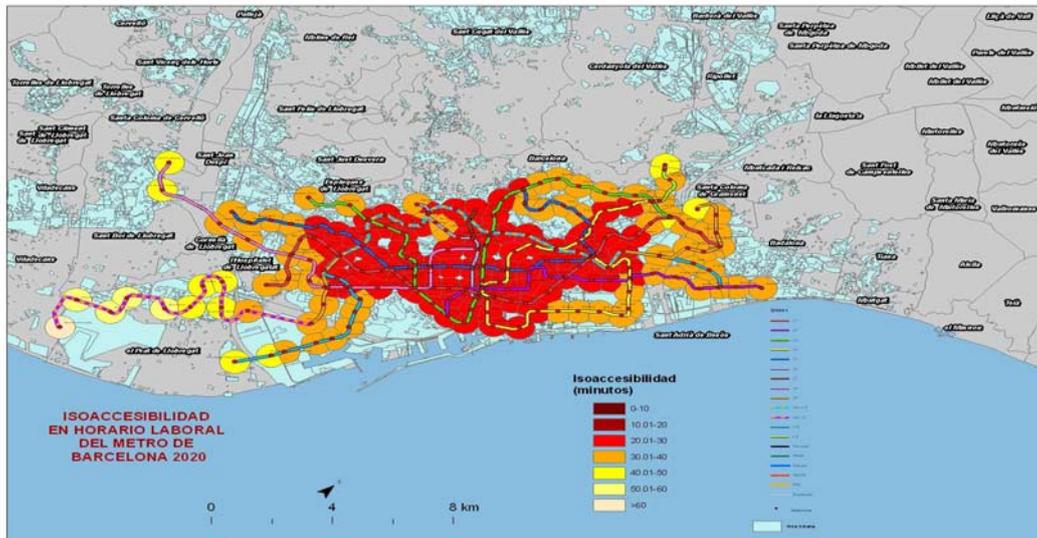
Fuente: elaboración propia a partir de información de T.M.B., A.T.M., F.G.C. y R.E.N.F.E. Corresponde con la figura D21 del volumen II de anexos.

7.1.8. Previsión de isoaccesibilidad e isocronas del metro de Barcelona en 2020

En este año, la isoaccesibilidad será muy similar a la vista en el año 2018, excepto por la prolongación de la L8, de Gràcia hasta Besòs, pero es un cambio a nivel cualitativo importante, debido a la importancia estratégica de esta prolongación para redefinir las relaciones en el centro de la ciudad, con nuevas rutas y pautas de movilidad. En el área del Besòs aparecerá un intersticio de amplias proporciones, lo cual es grave, teniendo en cuenta que se trata de una zona urbana consolidada y relativamente céntrica. En cualquier caso, la estructura básica se mantendrá. Se mantendrá la preeminencia del horario de 20,1-30 minutos en un área céntrica bastante amplia y una corona de intervalo de 30,1-40 minutos en el resto de la red, en todos los horarios pero fundamentalmente en el laboral (figuras C27 y D27 del volumen II de anexos y figuras 7.15 y 7.16), festivo (figuras C28 y D28 del volumen II de anexos), medio (figuras C30 y D30 del volumen II de anexos) y en el horario ponderado por los accesos (figuras C31 y D31 del volumen II de anexos). En el horario festivo y nocturno (figuras C28, C29, D28 y D29 del volumen II de anexos) las diferentes frecuencias de la L6-7 y 8 crearán una distorsión en la distribución de los intervalos. El área de las estaciones (figuras C32 y D32 del volumen II de anexos) definirá claramente un centro muy

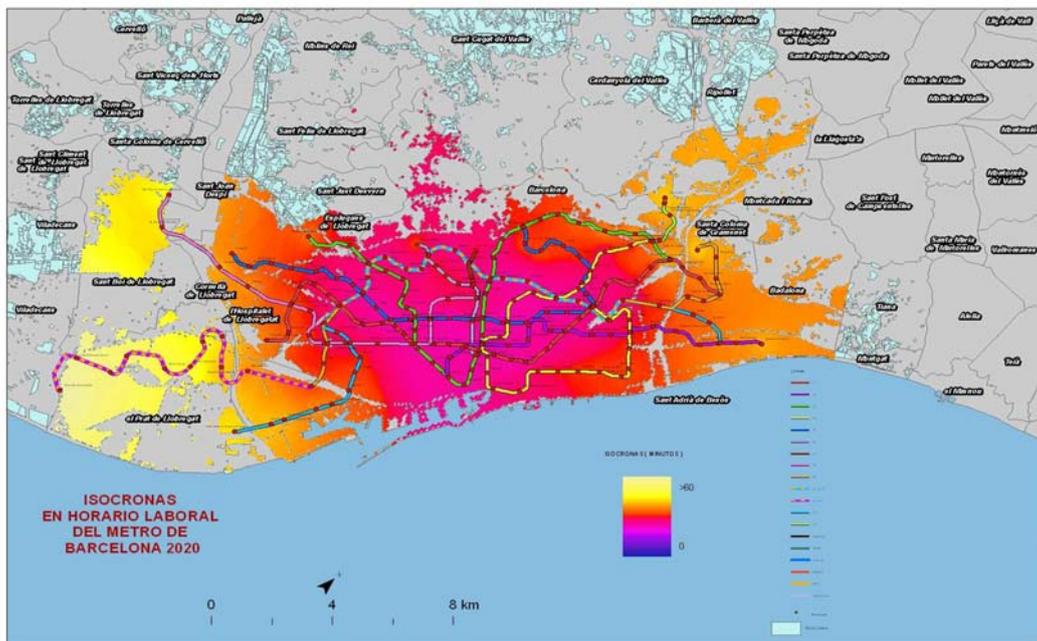
concreto en forma triangular en el que se producirán las interconexiones más importantes de la red y una gran periferia de intervalo moderado.

Figura 7.15. Isoaccesibilidad en horario laboral del metro de Barcelona 2.020.



Fuente: elaboración propia a partir de información de T.M.B., A.T.M., F.G.C. y R.E.N.F.E. Corresponde con la figura C27 del volumen II de anexos.

Figura 7.16. Isocronas en horario laboral del metro de Barcelona 2.020.

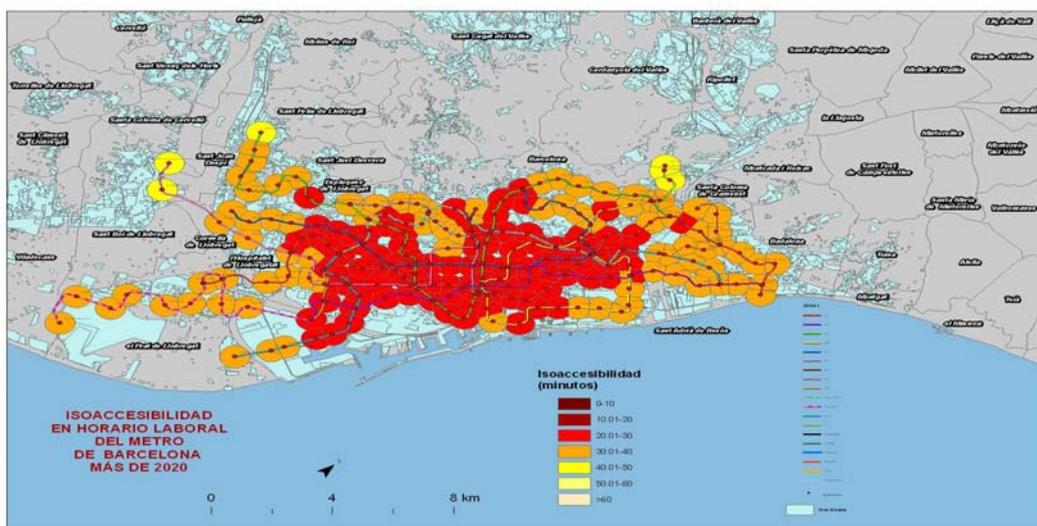


Fuente: elaboración propia a partir de información de T.M.B., A.T.M., F.G.C. y R.E.N.F.E. Corresponde con la figura D27 del volumen II de anexos.

7.1.9. Previsión de isoaccesibilidad e isocronas del metro de Barcelona más allá de 2.020

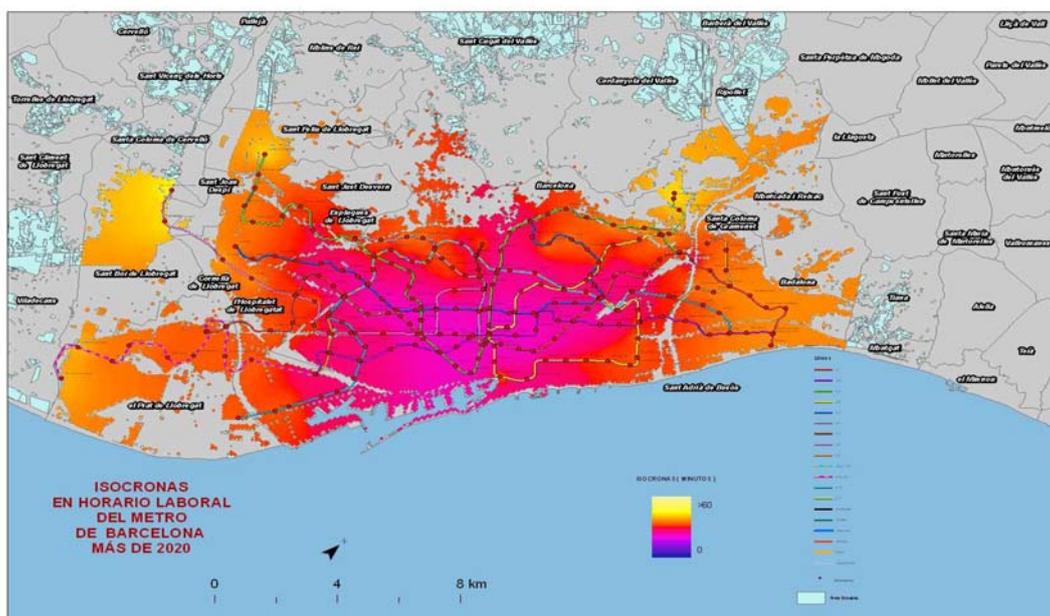
En este período se producirán cambios de importante calado en la periferia de la red al alargarse las líneas 1 y 3 y 6 , fundamentalmente. El centro será ya inamovible pero la periferia se expandirá por los angostos reductos urbanos, no servidos por la red anteriormente. Esta estructura provocará que exista una distribución de los intervalos de tiempo similar a los observados en el año 2.020, porque la estructura fundamental de la red no se alterará, sino que se ampliará. Sin embargo, por la mayor prevalencia de la periferia en este año, el rango de 40,1-50 minutos se hará más visible en el horario festivo, nocturno y en el horario ponderado por el área de las estaciones (figuras C34, C35 ,C38, D34, D35 y D38 del volumen II de anexos y figuras 7.17 y 7.18), sobre todo en las líneas 6, 7 y 8 y en las prolongaciones de la L1 y L3. En la L9-10 en el área del aeropuerto se dispararán los intervalos. Los horarios laboral, medio y el ponderado según la profundidad de los accesos (figuras C33, C36 ,C37, D33, D36 y D37 del volumen II de anexos) mantendrán los rasgos del año 2020, es decir, un centro amplio y uniforme de intervalo 20,1-30 minutos y una periferia de 30,1-40 minutos. A pesar de la ampliación de la red, el sistema, ya maduro, conservará sus rasgos distintivos. No hay un salto cualitativo de importancia respecto al anterior período porque el esqueleto es ya firme y el área de posible expansión es limitada.

Figura 7.17. Isoaccesibilidad en horario laboral del metro de Barcelona más de 2.020.



Fuente: elaboración propia a partir de información de T.M.B., A.T.M., F.G.C. y R.E.N.F.E. Corresponde con la figura C33 del volumen II de anexos.

Figura 7.18. Isocronas en horario laboral del metro de Barcelona más de 2.020.



Fuente: elaboración propia a partir de información de T.M.B., A.T.M., F.G.C. y R.E.N.F.E. Corresponde con la figura D33 del volumen II de anexos.

7.1.10. Isoaccesibilidad e isocronas del Sistema Ferro-viario Integrado de Barcelona en 2.009

En el análisis del sistema ferro-viario integrado de 2.009, se constata como se produce un abigarramiento en toda el área cubierta. Las distancias entre estaciones eran tan próximas entre sí, sobre todo en el caso del metro convencional y el ligero, que el área de cobertura de cada estación se reduce significativamente, propiciando un área sin apenas intersticios, excepto el enorme hueco existente a la altura de El Carmel entre las líneas 3, 4 y 5. El ferrocarril seguía la estela del metro convencional, dando peso y relevancia a las contadas estaciones donde estacionaba, las cuales eran puntos neurálgicos de interconexión y lugares estratégicos privilegiados. El funicular y el tranvía poseían una presencia muy escasa y se redujo a áreas limitadas no servidas por ningún otro medio de transporte ferroviario, en la periferia del área metropolitana, usualmente.

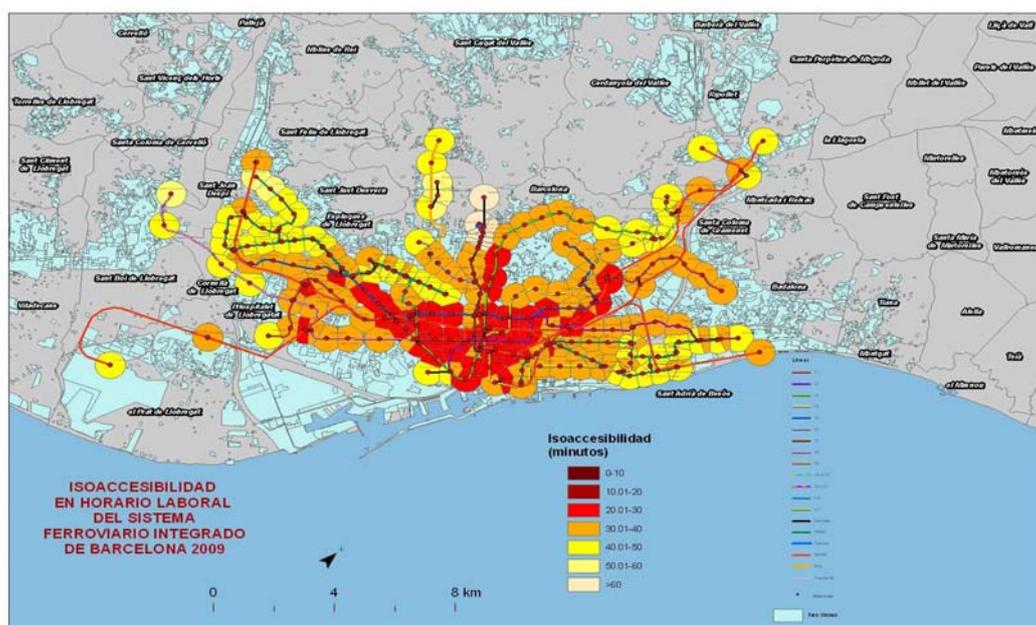
En horario laboral (figuras C39 y D39 del volumen II de anexos y figuras 7.19 y 7.20) se delimitó un triángulo central entre Hospitalet de Llobregat, Drassanes y Sant Andreu,

con una isoaccesibilidad de 20,1-30 minutos, rodeado de una gran área de intervalo de 30,1-40 minutos. El metro ligero incursionó en el área central del sistema y, debido a sus menores frecuencias de paso, modificó la estructura de la isoaccesibilidad aumentando los tiempos en 40,1-50 minutos dejando un área bien servida, pero menos competitiva que el resto de la red. El ferrocarril, en sus conexiones con el centro, dejó su huella y, también debido a sus menores frecuencias, provocó que los tiempos de accesibilidad aumentasen. El funicular mantuvo las ratios de su entorno y el tranvía se destacó enormemente, debido a las bajísimas frecuencias de paso, provocando un enorme aumento de tiempo en la ratio de isoaccesibilidad. Esta estructura básica se mantuvo sin grandes cambios, en el horario medio (figuras C42 y D42 del volumen II de anexos) y en el horario ponderado por el área de las estaciones (figuras C44 y D44 del volumen II de anexos). En horario festivo (figuras C40 y D40 del volumen II de anexos), el centro de 20,1-30 minutos, prácticamente se desintegró, dejando un esqueleto formado por los principales nodos de la red: Catalunya-Passeig de Gràcia-Diagonal, Sants-estació-Diagonal, Sagrada Família-Sant Andreu. El área de 30,1-40 minutos se achicó y las líneas 6, 7 y 8 provocaron un avance del intervalo de 40,1-50 minutos. El metro ligero alcanzó los 50,1-60 minutos y el tranvía superó los 60 minutos. La homogeneidad dio paso a la complejidad de situaciones. En horario nocturno (figuras C41 y D41 del volumen II de anexos) esta situación se agravó, extremándose los resultados y ampliándose las ratios temporales, pero manteniéndose la estructura básica de distribución. Ferrocarriles, tranvías y funiculares carecen de este tipo de horario y esto se ve reflejado en los intersticios que se generan alrededor de sus estaciones. En el horario ponderado según la profundidad de los accesos (figuras C43 y D43 del volumen II de anexos), el área central, delimitada por Can Boixeres-Torras i Bages y Drassanes, cubría buena parte del total de la red, con un ratio de 20,1-30 minutos, siendo el resto de la red cubierto por un ratio de 30,1-40 minutos, con leves excepciones en las terminaciones de las líneas 8 y 11 de metro, el tranvía y el final de los sistemas de metro ligero, a pesar de mantener éste en su mayor parte unos buenos índices de accesibilidad.

A medida que el escenario se va haciendo más diverso, surgen situaciones realmente complejas. La forma en la que el metro, el metro ligero y el ferrocarril se entrelazan es verdaderamente singular. El armazón primigenio vino dado por el ferrocarril mientras el metro convencional intensificó la importancia de los nodos primarios instalados por el

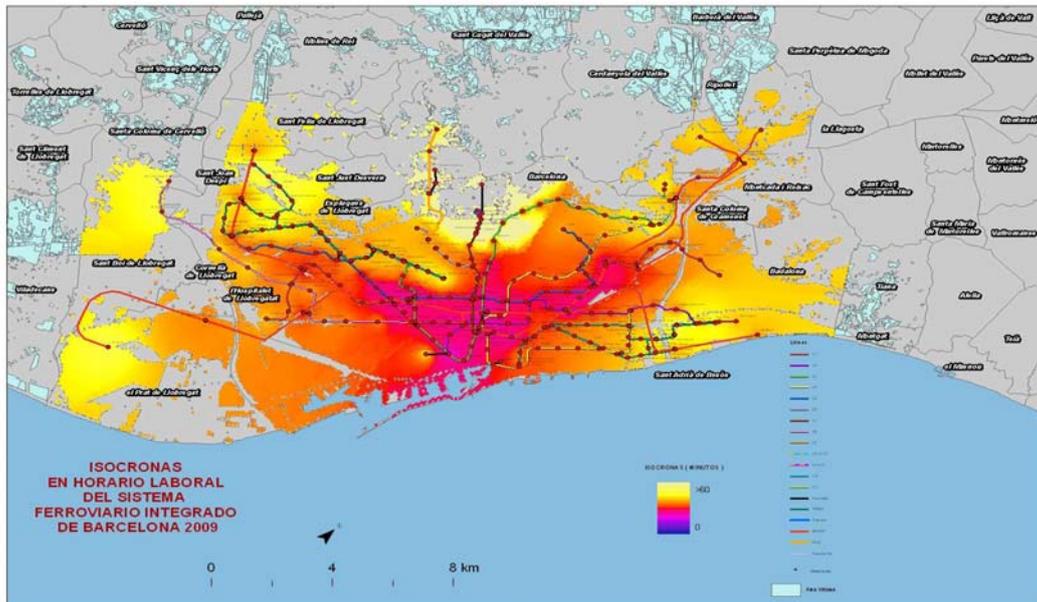
ferrocarril y los convirtió en auténticos vórtices de interconexión, a la vez que proveía de cobertura al área urbana en su práctica totalidad. El metro ligero complementó al metro convencional y cubrió áreas que para el metro convencional le sería difícil servir, porque el tráfico de pasajeros no compensó la instalación de éste. La maraña de relaciones se acrecentó y también las características, trayectos y singularidades de cada modo de transporte, creando situaciones complejas, en un sistema que deriva indefectiblemente hacia la madurez.

Figura 7.19. Isoaccesibilidad en horario laboral del sistema ferroviario integrado de Barcelona 2.009.



Fuente: elaboración propia a partir de información de T.M.B., A.T.M., F.G.C. y R.E.N.F.E. Corresponde con la figura C39 del volumen II de anexos.

Figura 7.20. Isocronas en horario laboral del sistema ferroviario integrado de Barcelona 2.009.



Fuente: elaboración propia a partir de información de T.M.B., A.T.M., F.G.C. y R.E.N.F.E. Corresponde con la figura D39 del volumen II de anexos.

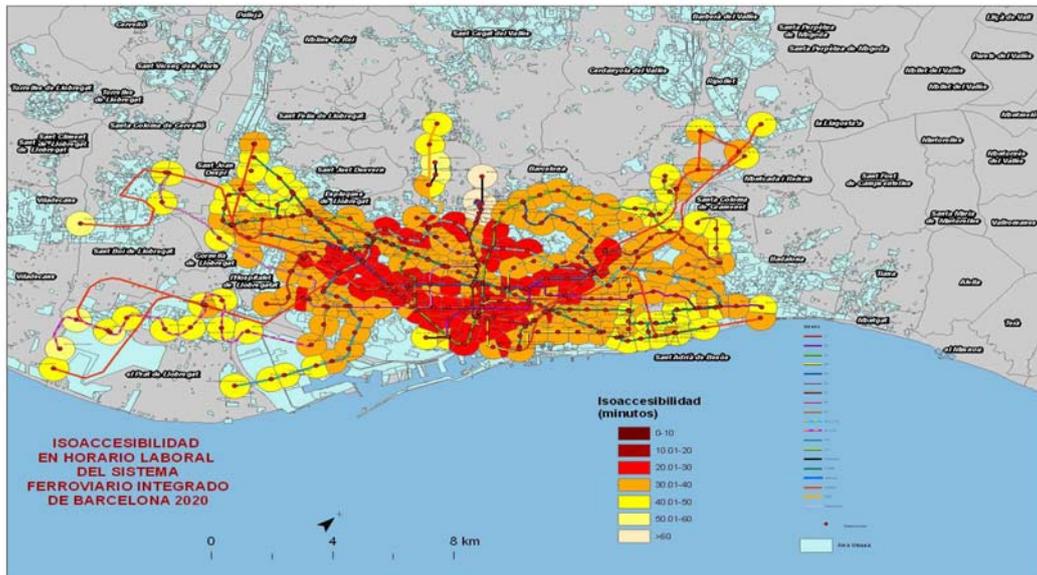
7.1.11. Previsión de isoaccesibilidad e isocronas de Barcelona del Sistema Ferroviario Integrado en 2.020

La red de metro se ampliará notablemente en este período. Ya se podrá hablar de un verdadero sistema ferro-viario maduro y una red densa y compleja. El ferrocarril ampliará moderadamente su área de acción mientras funiculares y tranvías se mantendrán estacionarios. Es, sin embargo, el metro ligero, el que modificará sustancialmente su configuración. Los dos sistemas de metro ligero existentes, el Tram Baix y el Tram Besòs se unirán a través de la diagonal en un solo circuito, constituyendo así una auténtica red unificada en vez de dos redes diferenciadas. Esta red se ampliará hacia Sant Feliu de Llobregat, en un área en la que difícilmente podría haberse expandido el metro convencional. Toda la red abarcará la casi totalidad del territorio sobre el que se asentará aunque pequeños intersticios todavía se dejarán ver. En este año se producirán dos tipos de escenarios. Uno, constituido de forma casi simétrica por los horarios laboral (figuras C45 y D45 del volumen II de anexos y figuras 7.21 y 7.22), medio (figuras C48 y D48 del volumen II de anexos) y el horario ponderado por la profundidad de las estaciones (figuras C49 y D49 del volumen II de

anexos). En este escenario se creará un área central triangular con vértices en Bon Pastor, Hospitalet de Llobregat y Drassanes, con una isoaccesibilidad de 20,1-30 minutos, rodeado por un área de 30,1-40 minutos. Las incursiones del metro ligero en el centro de la red alterarán la división concéntrica de los intervalos y provocarán que en áreas céntricas existan intervalos de 40,1-50 minutos de media. Las estaciones periféricas de ferrocarril, el tranvía y el trayecto del metro ligero por Sant Feliu, son las líneas con menor accesibilidad que alcanzarán los 60 minutos de media. El otro escenario viene marcado por el horario festivo (figuras C46 y D46 del volumen II de anexos), nocturno (figuras C47 y D47 del volumen II de anexos) y el horario ponderado por el área de las estaciones (figuras C50 y D50 del volumen II de anexos). Curiosamente , en este año, el horario laboral no será coincidente con el horario ponderado por el área de las estaciones, ya que, al existir numerosas nuevas estaciones provenientes de los diferentes modos de transporte, el área que cada estación cubrirá será muy limitada y ello afectará al intervalo de isoaccesibilidad.

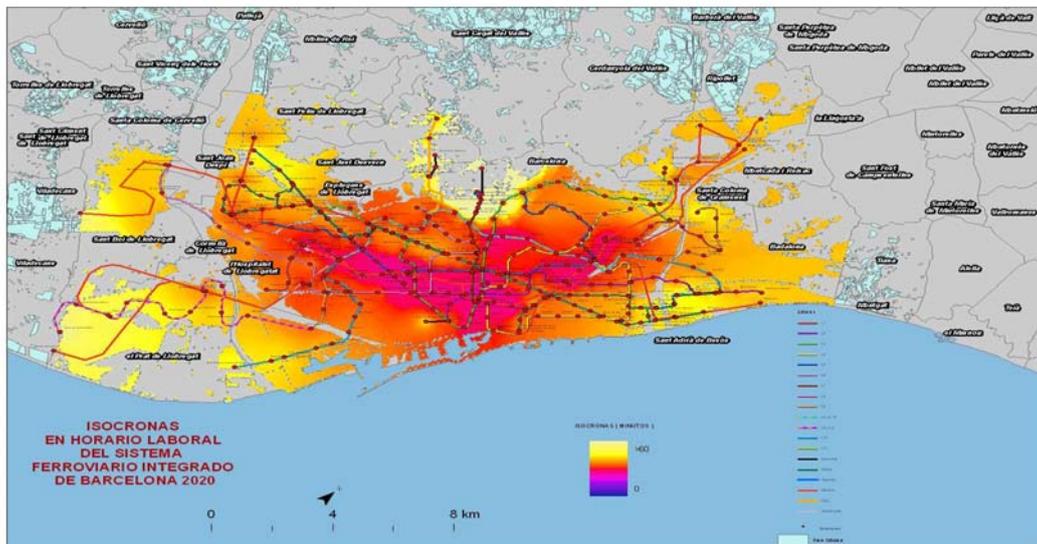
En este segundo escenario, habrá un área central de 20,1-30 minutos de intervalo , en forma de cruz, con dos ejes, uno de los cuales va de Drassanes a Muntanya y el otro de Torrasa a Catalunya y de ahí a Sagrada Familia y Sant Andreu. Alrededor de esta cruz central se amalgamarán los intervalos de 30,1-40 minutos y de 40,1-50 minutos, siendo el primero, el mayoritario. De nuevo, la periferia , marcada especialmente por el metro ligero, alcanzará los valores más elevados.

Figura 7.21. Isoaccesibilidad en horario laboral del sistema ferroviario integrado de Barcelona 2.020.



Fuente: elaboración propia a partir de información de T.M.B., A.T.M., F.G.C. y R.E.N.F.E. Corresponde con la figura C45 del volumen II de anexos.

Figura 7.22. Isocronas en horario laboral del sistema ferroviario integrado de Barcelona 2.020.

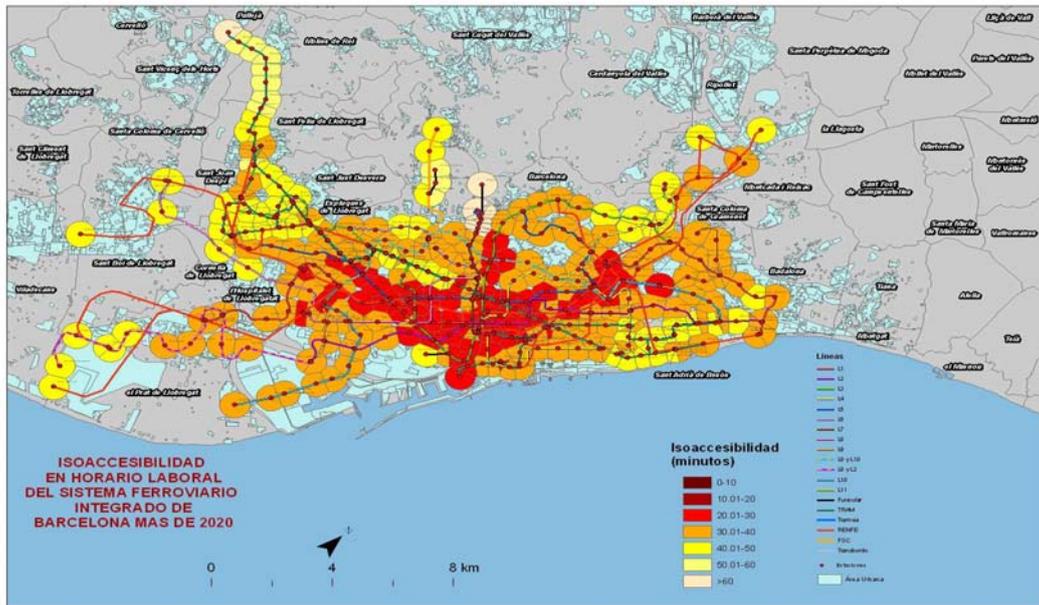


Fuente: elaboración propia a partir de información de T.M.B., A.T.M., F.G.C. y R.E.N.F.E. Corresponde con la figura D45 del volumen II de anexos.

7.1.12. Previsión de isoaccesibilidad e isocronas de Barcelona del Sistema Ferro-viario Integrado más allá de 2.020

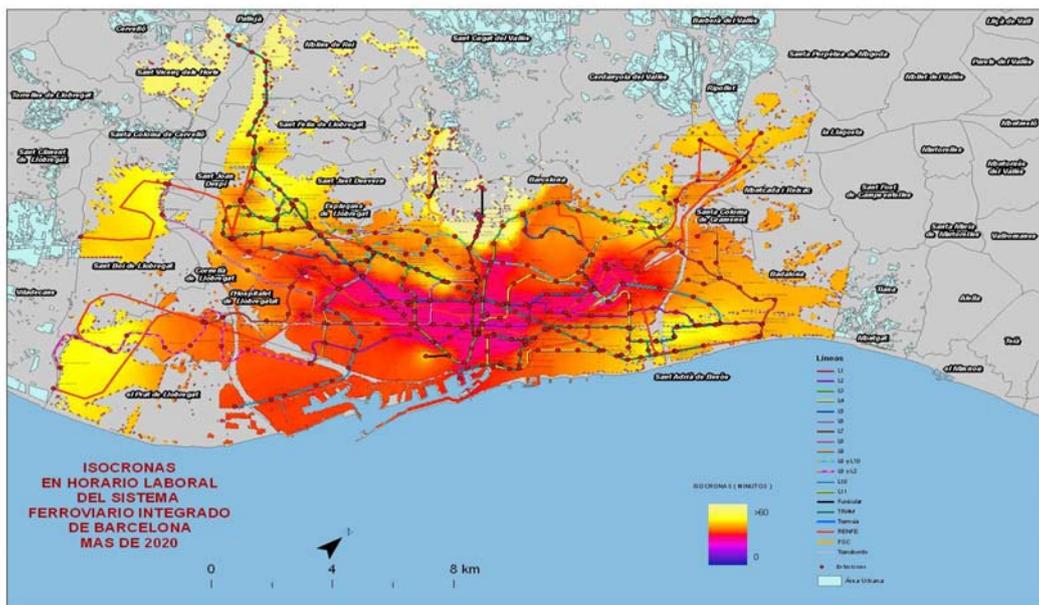
Apenas hay cambios significativos respecto al anterior período. La red de ferrocarril se ampliará en el centro del sistema e interconectará varias líneas de metro. La línea 1 de metro finalizará su ruta hacia Badalona y el aeropuerto mientras la L3 se encaminará hacia Sant Feliu. En definitiva, se atarán los últimos nudos que quedaban pendientes por atarse en la red, pero la estructura básica se mantendrá y por tanto también se mantendrán los mismos resultados que en el período anterior. Dos bloques diferenciados marcarán este año. El primero estará definido por el horario laboral (figuras C51 y D51 del volumen II de anexos y figuras 7.23 y 7.24), horario medio (figuras C54 y D54 del volumen II de anexos) y el horario ponderado por la profundidad de los accesos (figuras C55 y D55 del volumen II de anexos). Un área central bien definida será rodeada por un área intermedia. Esta área intermedia será laminada por el metro ligero que presentará unas frecuencias mayores que las del metro convencional. La periferia de este enmarañado sistema, alcanzará cotas de más de una hora de media temporal de acceso al resto del sistema. El segundo bloque lo definirán el horario festivo (figuras C52 y D52 del volumen II de anexos), el horario nocturno (figuras C53 y D53 del volumen II de anexos) y el horario ponderado por el área de las estaciones (figuras C56 y D56 del volumen II de anexos). El área central se desdibujará, quedando apenas unos ejes centrales, mientras el intervalo de 30,1-40 minutos dominará el panorama, surcado por el intervalo de 40,1-50 minutos del metro ligero y las terminaciones de la L3, L1 y L11. La periferia constituida por el metro ligero y las líneas L8, L9-10 así como las líneas de ferrocarril poseerán una accesibilidad más limitada con el resto del sistema ferro-viario en su conjunto.

Figura 7.23. Isoaccesibilidad en horario laboral del sistema ferroviario integrado de Barcelona más de 2.020.



Fuente: elaboración propia a partir de información de T.M.B., A.T.M., F.G.C. y R.E.N.F.E. Corresponde con la figura C51 del volumen II de anexos.

Figura 7.24. Isocronas en horario laboral del sistema ferroviario integrado de Barcelona más de 2.020.



Fuente: elaboración propia a partir de información de T.M.B., A.T.M., F.G.C. y R.E.N.F.E. Corresponde con la figura D51 del volumen II de anexos.

7.1.13. Isoaccesibilidad e isocronas de Barcelona en horario laboral

En este apartado se procederá a analizar la isoaccesibilidad teniendo en cuenta los diferentes horarios (laboral, festivo, nocturno, medio, ponderado según la profundidad de las estaciones y ponderado según el área que abarca cada estación) y su evolución a través de los diferentes períodos seleccionados. El análisis , a diferencia del presentado anteriormente en el que se describía la evolución de cada horario en un mismo año, proporciona una aproximación al análisis de cada horario a través de un período temporal extenso. También ayuda a entender la forma en la que la red ferro-viaria afecta a la población a la que da cobertura.

En referencia a la red de metro , es importante decir que apenas hay población que posea una isoaccesibilidad menor de 10 minutos en el horario laboral o en cualquier otro horario analizado (cuadro 7.1 y figuras 7.25 y 7.26). Es, por tanto, un intervalo muy residual y poco significativo. Sin embargo, desde 1950 hasta 1980, la red de metro estuvo dominada por los intervalos de 10,1-20 minutos y de 20,1-30 minutos, que se repartían la superficie a la que proporcionan cobertura las estaciones, de forma bastante igualitaria (15-20 km² cada intervalo). Sin embargo, es a partir de 1980 cuando se definen los intervalos temporales predominantes en todo el sistema, el intervalo de 20,1-30 minutos, el intervalo de 30,1-40 minutos y el intervalo de 40,1-50 minutos. En el año 2000, las tres cuartas partes de la población y la superficie cubierta por la red de metro (41,25 km² y 1.174.904 habitantes) se hallaban insertas en una ratio de 20,1-30 minutos, mientras el intervalo de 30,1-40 minutos hacía su aparición con relativa fuerza (15 km² y 330.123 habitantes). El intervalo de 40,1-50 minutos era aún muy minoritario pero fue ganando peso y fuerza progresivamente. En el año 2009, esta proporción se mantuvo, aunque el rango de 30,01-40 minutos acrecentó su presencia (22,54 km² y 469.261 habitantes). Sin embargo, de forma proporcional, poseía más densidad el área cubierta por el intervalo de 20,1-30 minutos (40,94 km² y 1.305.588 habitantes). Según el PDI 2.010-2.020, los años 2.018, 2.020 y más de 2.020, presentarán valores muy similares entre sí, en los que los intervalos de 20,01-30 minutos y 30,01-40 minutos poseerán un área cubierta prácticamente idéntica (unos 50 km² cada uno). Sin embargo su población cubierta será muy diferente. El primer intervalo duplica en población al segundo (1.400.000 habitantes frente a 700.000

habitantes). A medida que nos desplazemos al anillo exterior del área metropolitana, la densidad será menor, en comparación con el área central. El rango de 40,01-50 minutos ganará en presencia, pero se mantendrá estacionario.

Por otra parte, si se analiza el sistema ferro-viario integrado de los años 2.009, 2.020 y más de 2.020 se obtienen resultados similares a los vistos en la red de metro. El intervalo de 20,01-30 minutos perderá su papel preponderante, para cederle el primer puesto al intervalo de 30,01-40 minutos, que los triplica en área cubierta y lo duplica en población servida (62 km² frente a 21 km², 1.250.000 habitantes frente a 750.000 habitantes). El rango de 40.01-50 minutos avanzará estrepitosamente en este período analizado y, aunque llegará a superar en área cubierta al intervalo de 20,01-30 minutos, no será así en cuanto a población, que apenas llegará a cubrir la mitad de éste. La perifericidad del intervalo de 40,01-50 minutos provocará que la cantidad de población a la que dan cobertura sea menor. Los intervalos de 50 minutos a más de 60 minutos aparecerán por primera vez, aunque con un peso muy reducido (aunque en ocasiones significativo), en el contexto global del sistema.

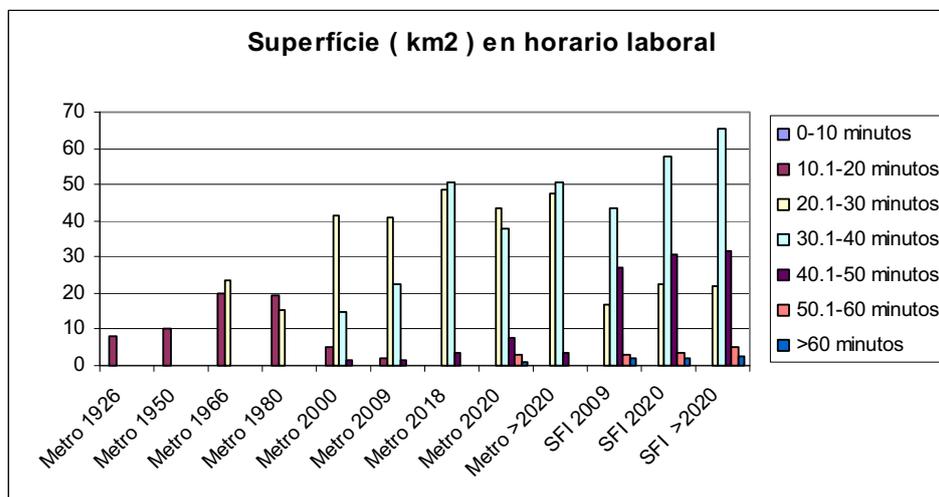
Si se analizan las isocronas de la red de metro y del sistema ferro-viario integrado, se llega a la conclusión de que el horario laboral presenta dos períodos diferenciados (Figuras D1, D4, D7, D9, D12, D15, D21, D27, D33, D39, D45, D51 del volumen II de anexos). El primer período abarca desde 1924 hasta el año 2000. En este período existía una accesibilidad alta y uniforme, en un sistema sencillo que, a medida que se expandía veía aumentado su tiempo de desplazamiento, aunque siempre dentro de una razonable franja de tiempo. La homogeneidad en la accesibilidad de los primeros años se vio sustituida por diversas franjas temporales concéntricas a medida que el sistema se interconectaba y se consolidaba como una verdadera malla.

Cuadro 7.1. Isoaccesibilidad de la red ferro-viaria de Barcelona en horario laboral.

Intervalo Tiempo (minutos)	Horario Laboral													
	0-10 minutos		10.01-20 minutos		20.01-30 minutos		30.01-40 minutos		40.01-50 minutos		50.01-60 minutos		>60 minutos	
	Superficie (Km2)	Población												
Metro 1926	0.09		8.33											
Metro 1950	0.09		10.01											
Metro 1966			20.09		23.36									
Metro 1980			19.24		15.08									
Metro 2000			5.1	158718	41.25	1174904	15	330123	1.57	12634				
Metro 2009			2.28	59187	40.94	1305588	22.54	469261	1.57	13466				
Metro 2018					48.62	1377854	50.43	861969	3.77	41475				
Metro 2020					48.9	1396965	39.8	724082	2.41	22839				
Metro >2020					47.29	1342045	50.35	870278	3.77	41475				
SFI 2009					16.83	625822	43.35	1065483	26.99	331604	3.21	14547	2.02	9003
SFI 2020					21.19	735136	62.1	1257922	30.61	322665	5.24	21690	2.65	9933
SFI >2020					21.95	755957	65.64	1275567	31.63	333186	4.96	19714	2.65	9933

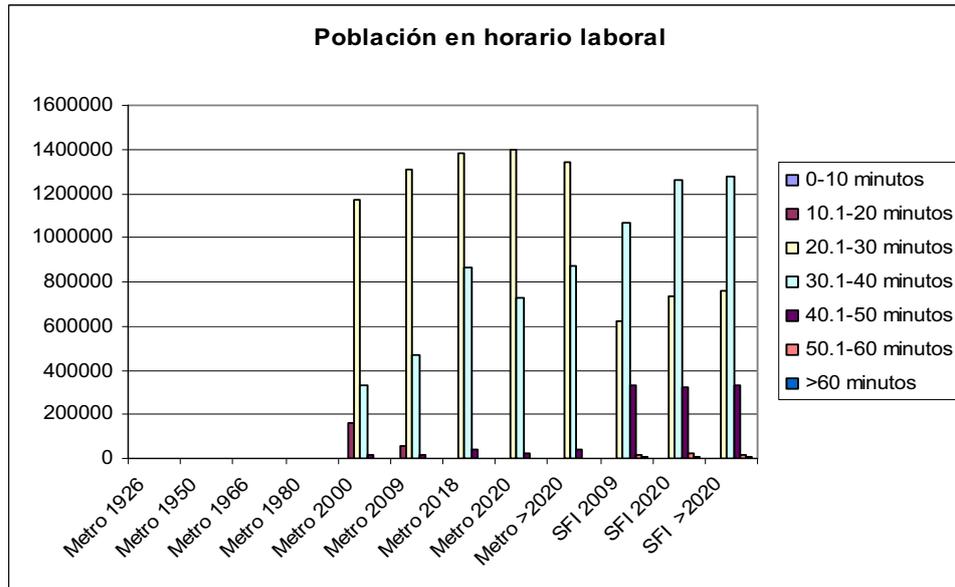
Fuente: elaboración propia a partir de datos de ATM, TMB, FGC y RENFE

Figura 7.25. Superficie del ámbito de las estaciones de la red ferro-viaria de Barcelona según la isoaccesibilidad en horario laboral.



Fuente: elaboración propia a partir de datos de ATM, TMB, FGC y RENFE.

Figura 7.26. Población del ámbito de las estaciones de la red ferro-viaria de Barcelona según la isoaccesibilidad en horario laboral.



Fuente: elaboración propia a partir de datos de ATM, TMB, FGC y RENFE.

7.1.14. Isoaccesibilidad e isocronas de Barcelona en horario festivo

La isoaccesibilidad en horario festivo se ha calculado a partir del año 2.009, año, a partir del cual, se pueden hacer comparaciones realmente significativas al poseer los datos necesarios para ello (Cuadro 7.2 y figuras 7.27 y 7.28). Desde el año 2.009 hasta más allá del 2.020 , el metro presentará una accesibilidad que se debatirá entre los 20,01-30 minutos y los 30,01-40 minutos. Los valores superiores a estos intervalos serán muy reducidos y minoritarios, aunque el rango de 40,01-50 minutos poseerá cierta relevancia a nivel espacial aunque poca a nivel poblacional (10 por ciento de superficie y menos de un 5 por ciento de población). Los intervalos de 20,01-30 minutos y 30,01-40 minutos poseerán una cantidad de población servida similar, en torno al millón de habitantes, pero en superficie abarcada, el intervalo de 30,01-40 minutos supondrá las dos terceras partes del total.

Si se analiza al sistema ferro-viario integrado, la situación variará notablemente, y serán cuatro los intervalos predominantes. El principal es el de 30,01-40 minutos, que aglutinará el 50 por ciento de la población y la superficie cubierta aproximadamente (alrededor de 50 km² y 1.000.000-1.200.000 habitantes), aunque también es importante

el intervalo de 40,1-50 minutos que supondrá un 25 por ciento del total (30-40 km² y alrededor de 500.000 habitantes). El rango de 20,01-30 minutos perderá importancia exponencialmente, sobre todo en cuanto al área cubierta (10 km² aproximadamente), aunque mantendrá cifras razonables en cuanto a población servida (350.000 habitantes aproximadamente). Esta cifra de población cubierta será mayor que la que presentará el intervalo de 50,01-60 minutos aunque éste cubrirá más área urbana (unos 16 km² y cerca de 200.000 habitantes). A partir de los 60 minutos de media apenas habrá reductos periféricos que posean importancia.

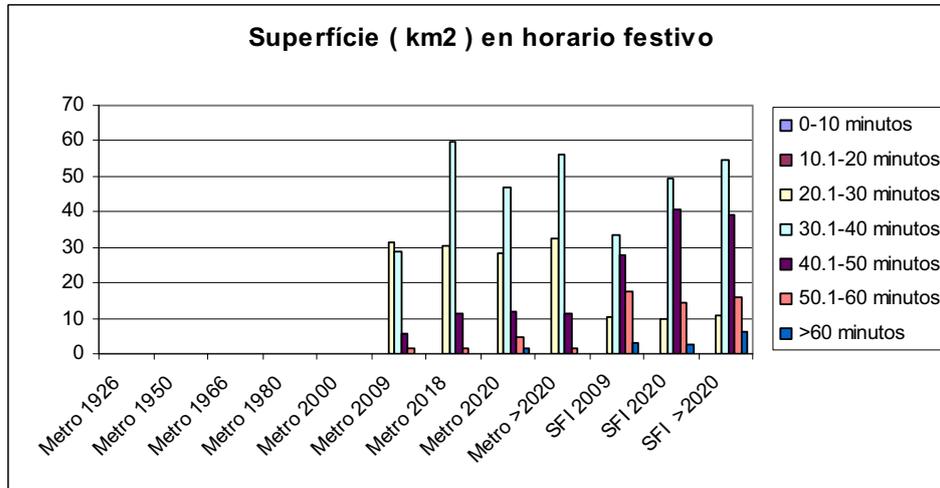
Si analizamos las isocronas (Figuras D16, D22, D28, D34, D40, D46, D52 del volumen II de anexos) , habrá un área central bien definida en el sistema metro, únicamente interrumpida por las líneas 6, 7 y 8 de metro que incidirán en ese centro. Una serie de coronas sucesivas irán configurando los tiempos predominantes en la superficie que abarcará el metro. En el sistema ferro-viario integrado, el área central estará más achatada y alargada y será el área intermedia la predominante. La miscelánea de sistemas ferroviarios configurará un escenario de gran diferenciación entre las áreas. El centro y la periferia serán muy visibles y contrastables en este entorno, al contrario de lo que sucede al analizar únicamente el sistema metro.

Cuadro 7.2. Isoaccesibilidad de la red ferro-viaria de Barcelona en horario festivo.

Intervalo Tiempo (minutos)	Horario Festivo													
	0-10 minutos		10.01-20 minutos		20.01-30 minutos		30.01-40 minutos		40.01-50 minutos		50.01-60 minutos		>60 minutos	
	Superficie (Km2)	Población												
Metro 1926														
Metro 1950														
Metro 1966														
Metro 1980														
Metro 2000														
Metro 2009					31.48	1080121	28.66	678090	5.62	75825	1.57	13466		
Metro 2018					30.44	989742	59.58	1112385	11.24	165706	1.57	13466		
Metro 2020					32.24	1075294	49.29	957181	8.79	97945	0.78	13466		
Metro >2020					32.31	1040003	56.23	1063636	11.3	136693	1.57	13466		
SFI 2009					10.35	346461	33.6	940044	27.61	530371	17.7	213477	3.14	16137
SFI 2020					10.36	341280	53.47	1205534	34.32	564630	17.06	205507	6.58	30395
SFI >2020					11.02	367991	54.49	1188849	39.01	614254	16.01	194844	6.3	28419

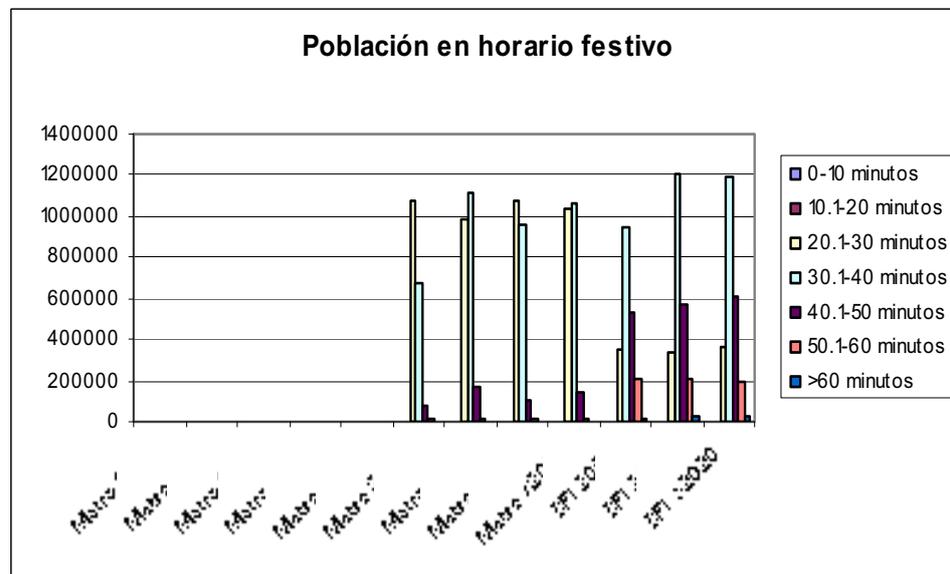
Cuadro 7.2. Fuente: elaboración propia a partir de datos de ATM, TMB, FGC y RENFE.

Figura 7.27. Superficie del ámbito de las estaciones de la red ferro-viaria de Barcelona según la isoaccesibilidad en horario festivo.



Fuente: elaboración propia a partir de datos de ATM, TMB, FGC y RENFE.

Figura 7.28. Población del ámbito de las estaciones de la red ferro-viaria de Barcelona según la isoaccesibilidad en horario festivo.



Fuente: elaboración propia a partir de datos de ATM, TMB, FGC y RENFE.

7.1.15. Isoaccesibilidad e isocronas de Barcelona en horario nocturno

Al igual que en el horario festivo, el horario nocturno comenzó a calcularse a partir del año 2.009 (Cuadro 7.3 y figuras 7.29 y 7.30). En el año 2.009 el intervalo de 20,01-30 minutos junto con el de 30,01-40 minutos fueron los dominantes, con una superficie de cobertura de entre 25-30 km² cada uno y una población de cerca de un millón de habitantes para el primer intervalo y de más de medio millón para el segundo intervalo. Como es habitual, el área periférica presentaba, a igual superficie, menor población servida. Los valores temporales superiores a estos rangos poseían una presencia minoritaria. No obstante, en el período que va desde el año 2.009 hasta más allá del 2.020 se producirá un cambio significativo en la proporción de los tiempos. A nivel de superficie , el rango de 30,01-40 minutos será claramente dominante, con entre 50 y 60 km² frente a los 25-30 km² del intervalo de 20,01-30 minutos y los 15-20 km² del intervalo de 40,01-50 minutos. A nivel de población cubierta, el panorama es bien distinto, al existir un empate técnico entre los dos primeros intervalos, con casi un millón de habitantes cada uno. El intervalo de 40,01-50 minutos cubre apenas 200.000 habitantes.

El análisis del sistema ferro-viario integrado indica una diversificación de la situación. El período de 30,01-40 minutos seguirá siendo el eje de la estructura con entre la tercera parte y casi la mitad de la superficie y población cubierta. Entre un 15 y un 25 por ciento de la población y superficie servida se adjudicará el rango de 40,01-50 minutos. El intervalo de 50,01 y 60 minutos obtendrá una amplia superficie de cobertura , con casi el 20 por ciento, pero apenas cubrirá un 10 por ciento de la población, al igual que el intervalo de 20,01-30 minutos, aunque éste poseerá un área de cobertura cuatro veces inferior. Estos datos volverán a destacar la importancia del centro en todo el conjunto del sistema. El análisis de las isocronas (Figuras D17, D23, D29, D35, D41, D47, D53 del volumen II de anexos) indica que en el sistema metro se dibujará un centro definido y amplio, con concéntricos intervalos temporales cada vez mayores conforme nos dirijamos al borde exterior del sistema. Sin embargo, las líneas gestionadas por FGC (L6, 7 y 8) distorsionarán este análisis y ampliarán los valores temporales más altos, posibilitando así su incursión en el área central del conjunto. El análisis del sistema ferro-viario integrado indica otra situación. Existirá una distorsión provocada por el ferrocarril que mantendrá sus frecuencias en horario nocturno y configurará una

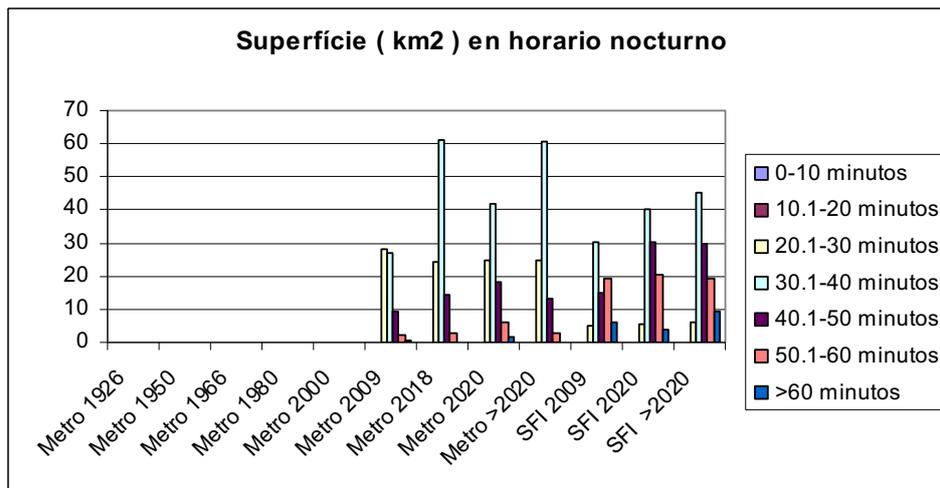
serie de áreas centrales dispersas en torno a sus estaciones. Este hecho derivará en un área totalmente anisotrópica. Centro y periferias físicas se diluirán. Este será un ejemplo superlativo de cómo las distancias entre dos puntos dependen en mayor medida de las infraestructuras que conecten dichos puntos y no tanto de la distancia física existente entre esos dos puntos.

Cuadro 7.3. Isoaccesibilidad de la red ferro-viaria de Barcelona en horario nocturno.

Intervalo Tiempo (minutos)	Horario Nocturno													
	0-10 minutos		10.01-20 minutos		20.01-30 minutos		30.01-40 minutos		40.01-50 minutos		50.01-60 minutos		>60 minutos	
	Superficie (Km2)	Población												
Metro 1926														
Metro 1950														
Metro 1966														
Metro 1980														
Metro 2000														
Metro 2009					28.16	1004392	26.94	626654	9.23	190170	2.2	26285	0.78	
Metro 2018					24.34	847534	61.35	1134127	14.14	273351	2.98	26285		
Metro 2020					27.19	969500	49.94	954147	20.99	193953	2.98	26285		
Metro >2020					24.86	879901	60.42	1130989	13.14	216622	2.98	26285		
SFI 2009					4.74	179859	30.13	961439	15.13	389304	19.35	294587	5.89	63225
SFI 2020					5.83	217866	43.93	1051387	25.61	580457	18.52	266733	10.2	77047
SFI >2020					5.89	219585	45.07	1039845	29.64	634091	19.32	267390	9.12	66692

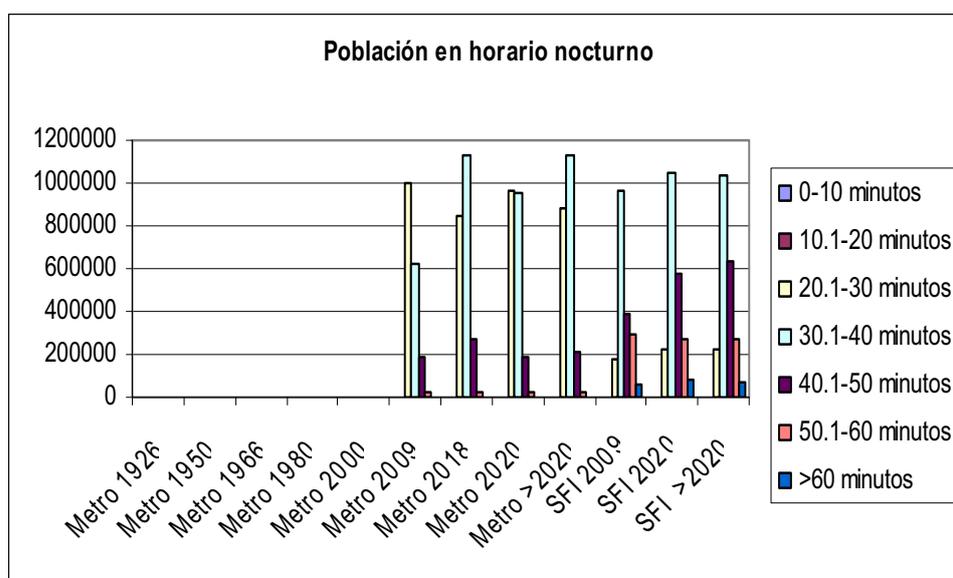
Fuente: elaboración propia a partir de datos de ATM, TMB, FGC y RENFE.

Figura 7.29. Superficie del ámbito de las estaciones de la red ferro-viaria de Barcelona según la isoaccesibilidad en horario nocturno.



Fuente: elaboración propia a partir de datos de ATM, TMB, FGC y RENFE.

Figura 7.30. Población del ámbito de las estaciones de la red ferro-viaria de Barcelona según la isoaccesibilidad en horario nocturno.



Fuente: elaboración propia a partir de datos de ATM, TMB, FGC y RENFE.

7.1.16. Isoaccesibilidad e isocronas de Barcelona en horario medio

Como de costumbre, el horario medio se asemeja al horario laboral debido a la gran cantidad de horas que el horario laboral posee (Cuadro 7.4 y figuras 7.31 y 7.32). Analizando el sistema metro, se observa como los intervalos de 20,01-30 minutos y 30,01-40 minutos son preponderantes, repartiéndose casi al 50 por ciento, la superficie y la población servida, si bien, el primer período, el que define el centro, posee menor cobertura espacial y mayor cobertura poblacional. El análisis del sistema ferro-viario integrado es más complicado. El intervalo de 30,01-40 minutos poseen de media un 50-60 por ciento de la superficie y de la población, mientras el intervalo de 40,01-50 minutos y el rango de 20,01-30 minutos se reparten a partes casi iguales el resto de la población, a pesar de tener el último mucha menor incidencia a nivel espacial.

Las isocronas (Figuras D18, D24, D30, D36, D42, D48, D54 del volumen II de anexos) muestran una situación homogénea tanto en el sistema metro como en el sistema

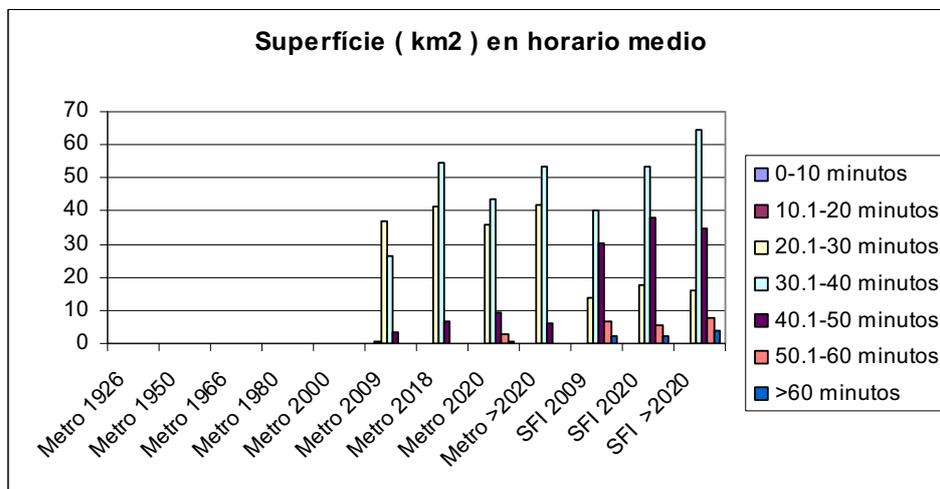
ferro-viario integrado. Las isocronas muestran un centro definido y coronas sucesivas con valores temporales elevados en la periferia. La diferencia principal radica en el tamaño del centro inicial, que es mucho más reducido al analizar el conjunto del sistema.

Cuadro 7.4. Isoaccesibilidad de la red ferro-viaria de Barcelona en horario medio.

Intervalo Tiempo (minutos)	Horario Medio													
	0-10 minutos		10.01-20 minutos		20.01-30 minutos		30.01-40 minutos		40.01-50 minutos		50.01-60 minutos		>60 minutos	
	Superficie (Km2)	Población												
Metro 1926														
Metro 1950														
Metro 1966														
Metro 1980														
Metro 2000														
Metro 2009			0.43	5380	36.96	1225232	26.45	588005	3.49	28885				
Metro 2018					41.23	1210579	54.83	1016179	6.76	54540				
Metro 2020					42.33	1260839	43.48	845913	5.29	37135				
Metro >2020					41.67	1226148	53.7	974730	6.03	52919				
SFI 2009					13.57	486444	40.34	1074669	30.09	428902	6.39	47440	2.02	9033
SFI 2020					14.99	532134	61.06	1332024	33.76	410733	8.32	59234	3.65	13220
SFI >2020					16.14	572373	64.24	1336758	34.96	418020	7.84	53986	3.65	13220

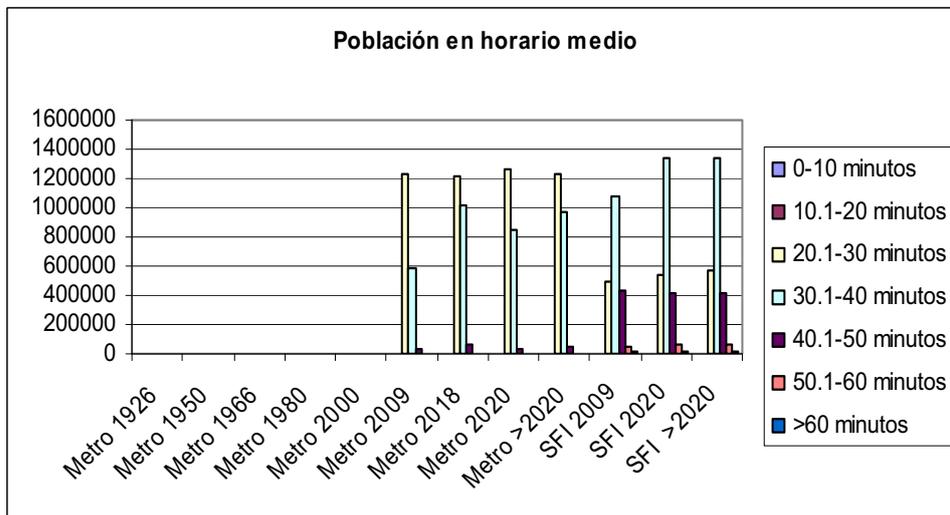
Fuente: elaboración propia a partir de datos de ATM, TMB, FGC y RENFE.

Figura 7.31. Superficie del ámbito de las estaciones de la red ferro-viaria de Barcelona según la isoaccesibilidad en horario medio.



Fuente: elaboración propia a partir de datos de ATM, TMB, FGC y RENFE.

Figura 7.32. Población del ámbito de las estaciones de la red ferro-viaria de Barcelona según la isoaccesibilidad en horario medio.



Fuente: elaboración propia a partir de datos de ATM, TMB, FGC y RENFE.

7.1.17. Isoaccesibilidad e isocronas de Barcelona según sus accesos

El análisis del horario ponderado según la profundidad de las estaciones (Cuadro 7.5 y figuras 7.33 y 7.34) muestra una situación homogénea hasta los años 80 del siglo XX, en la que el intervalo de 10,01-20 minutos era el fundamental en el sistema metro. A partir de 1.980 y, sobre todo, a partir el año 2.000, esta situación varió y el intervalo de 20,01-30 minutos se hizo el predominante en cuanto a la cantidad de superficie y población cubierta. A partir del año 2.009 y hasta más allá de 2.020, los rangos de 20,01-30 minutos y 30,01-40 minutos se repartirán a partes iguales la superficie total, aunque las dos terceras partes de la población se encontrarán en el primer intervalo. Los intervalos temporales mayores de los nombrados anteriormente poseerán una escasa presencia.

En el sistema ferro-viario integrado, el rango de 30,01-40 minutos dominará sobre el resto con entre un 50 y un 60 por ciento de la superficie y población servida. El intervalo de 20,01-30 minutos mantendrá un 20 por ciento de la superficie y la tercera parte de la población, justo al contrario que el intervalo de 40,01-50 minutos que obtendrá la tercera parte de la superficie pero apenas el 15 por ciento de la población.

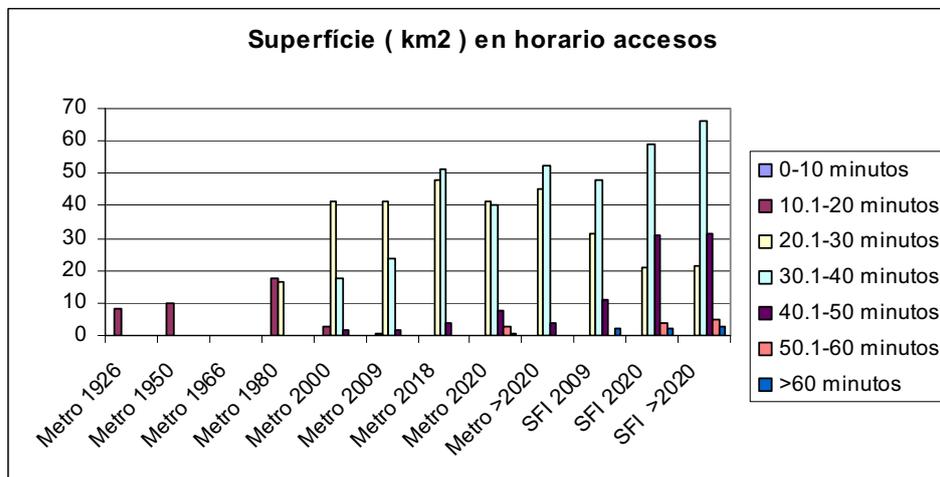
Las isocronas (Figuras D2, D5, D10, D13, D19, D25, D31, D37, D43, D49, D55 del volumen II de anexos) muestran un panorama homogéneo de media en el sistema metro, marcado por la predominancia de un bicolor bien delimitado, mientras en el sistema ferro-viario integrado la diferenciación entre áreas son más dispares. El centro está bien diferenciado y no hay distorsiones bruscas en el conjunto, debido a que las bajas frecuencias del metro ligero se compensan por poseer estaciones en superficie, lo que mejora su media.

Cuadro 7.5. Isoaccesibilidad de la red ferro-viaria de Barcelona en horario según los accesos.

Intervalo Tiempo (minutos)	Horario Accesos													
	0-10 minutos		10.01-20 minutos		20.01-30 minutos		30.01-40 minutos		40.01-50 minutos		50.01-60 minutos		>60 minutos	
	Superficie (Km2)	Población												
Metro 1926			8.43											
Metro 1950			10.11											
Metro 1966														
Metro 1980			17.66		16.66									
Metro 2000			2.63	78789	41.2	1209529	17.59	375427	1.57	12634				
Metro 2009			0.79	10980	41.27	1333248	23.69	489808	1.57	13466				
Metro 2018					48.03	1366399	51.02	873424	3.77	41475				
Metro 2020					46.99	1371817	41.71	749231	2.41	22839				
Metro >2020					45.39	1313338	52.25	898985	3.77	41475				
SFI 2009					31.44	574641	47.98	1069947	10.98	371235	0.08	24038	1.94	6628
SFI 2020					20.95	724412	62.34	1268646	30.61	322665	5.24	21690	2.65	9933
SFI >2020					21.71	745233	65.88	1286291	31.63	333186	4.96	19714	2.65	9933

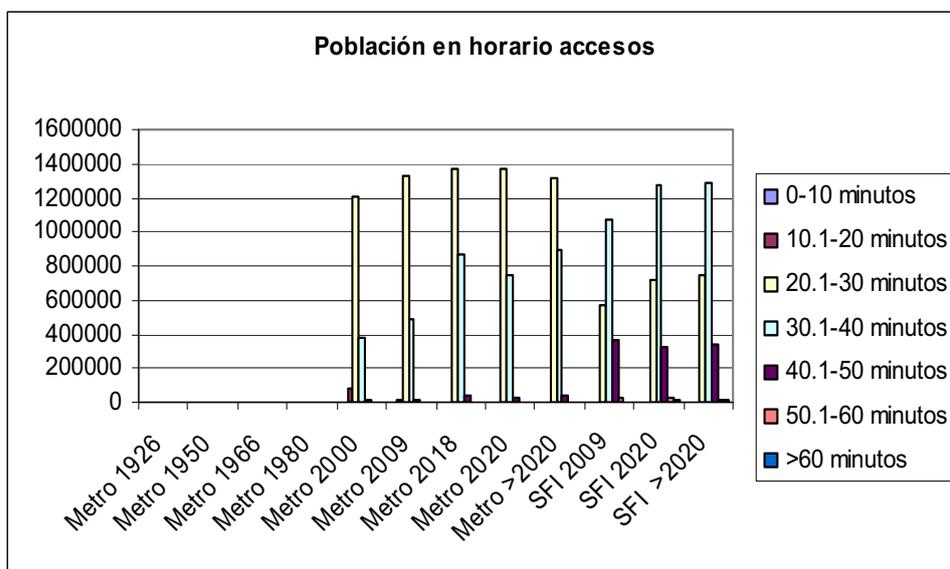
Fuente: elaboración propia a partir de datos de ATM, TMB, FGC y RENFE.

Figura 7.33. Superficie del ámbito de las estaciones de la red ferro-viaria de Barcelona según la isoaccesibilidad en horario según los accesos.



Fuente: elaboración propia a partir de datos de ATM, TMB, FGC y RENFE.

Figura 7.34. Población del ámbito de las estaciones de la red ferro-viaria de Barcelona según la isoaccesibilidad en horario según los accesos.



Fuente: elaboración propia a partir de datos de ATM, TMB, FGC y RENFE.

7.1.18. Isoaccesibilidad e isocronas según el área de las estaciones

El horario ponderado según el área que abarcan las estaciones es el último horario analizado (Cuadro 7.6 y figuras 7.35 y 7.36). En 1.926 y 1.950, el intervalo predominante era el de 10,01-20 minutos. En el proyecto de red de metro de 1.966 se destacó el intervalo de 20,01-30 minutos. En el año 2.000, este intervalo, junto con el de 30.01-40 minutos, se repartieron el entramado del sistema metro a partes iguales , el primero con un mayor peso en cuanto a la población y el segundo con un mayor peso en cuanto a la superficie. Entre 2.009 y más allá de 2.020, la proporción de los intervalos será la siguiente en el sistema metro: el rango de 20.01-30 minutos y el de 40.01-50 minutos poseerán un 20 % de la superficie abastecida cada uno, aunque el primer intervalo aglutinará el doble de población, con cerca de un 30 %. Sin embargo, el 50 % de la población y de la superficie estarán cubiertas por el intervalo de 30.01-40 minutos.

En el sistema ferro-viario integrado la práctica totalidad de las estaciones poseen una media temporal de 30.01-40 minutos de intervalo o de 40.01-50 minutos, relegando el

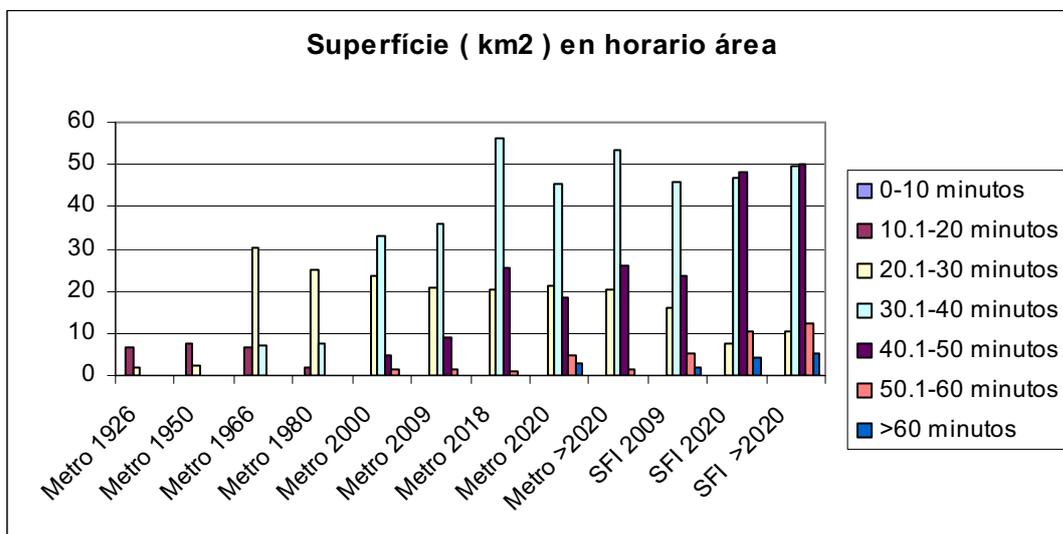
resto de rangos a un nivel minoritario. Por otra parte, las isocronas (Figuras D3, D6, D8, D11, D14, D20, D26, D32, D38, D44, D50, D56 del volumen II de anexos), muestran una progresión armónica en todos los períodos analizados, sin contrastes bruscos entre sistemas ferro-viarios o diferentes horarios. En el sistema metro el centro es muy preponderante y se hace patente la presencia de dos tonalidades principales que vienen a delatar la presencia de un centro y una perifèria contrastados. En el sistema ferro-viario integrado el centro se reduce pero la paulatina subida de los valores de accesibilidad se produce de forma progresiva y constante dando un armónico aspecto al conjunto.

Cuadro 7.6. Isoaccesibilidad de la red ferro-viaria de Barcelona en horario según el área de las estaciones.

Intervalo Tiempo (minutos)	Horario Área Estaciones													
	0-10 minutos		10.01-20 minutos		20.01-30 minutos		30.01-40 minutos		40.01-50 minutos		50.01-60 minutos		>60 minutos	
	Superficie (Km2)	Población	Superficie (Km2)	Población	Superficie (Km2)	Población	Superficie (Km2)	Población	Superficie (Km2)	Población	Superficie (Km2)	Población	Superficie (Km2)	Población
Metro 1926			6.5		1.86									
Metro 1950			7.76		2.35									
Metro 1966			6.4		30.13		6.92							
Metro 1980			2.07		24.82		7.42							
Metro 2000			0.07	368	23.5	806569	32.95	784255	4.9	72553	1.57	12634		
Metro 2009					21.01	770375	35.83	890177	8.91	173483	1.57	13466		
Metro 2018					20.5	748860	56.06	1157431	25.48	368791	0.78	6215		
Metro 2020					20.81	763631	49.33	1126601	19.39	240189	1.57	13466		
Metro >2020					20.37	731308	53.4	1119450	26.07	389574	1.57	13466		
SFI 2009					15.89	1094266	45.68	858883	23.55	84307	5.36	2404	1.94	6628
SFI 2020					9.98	329903	47.97	1131847	46.44	821357	12.7	42692	4.69	21546
SFI >2020					10.3	345437	49.4	1120922	49.85	865143	12.13	40939	5.15	21916

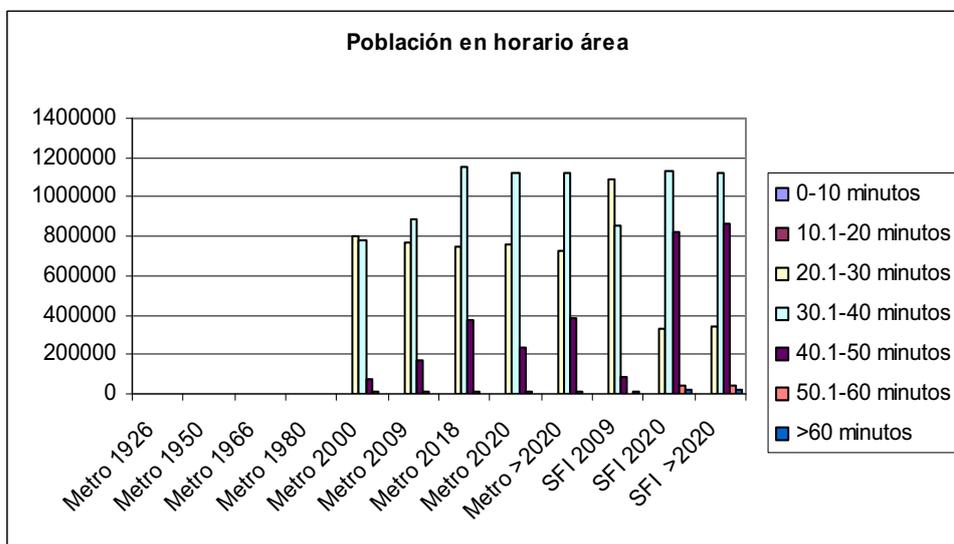
Fuente: elaboración propia a partir de datos de ATM, TMB, FGC y RENFE.

Figura 7.35. Superficie del ámbito de las estaciones de la red ferro-viaria de Barcelona según la isoaccesibilidad en horario según el área de las estaciones.



Fuente: elaboración propia a partir de datos de ATM, TMB, FGC y RENFE.

Figura 7.36. Población del ámbito de las estaciones de la red ferro-viaria de Barcelona según la isoaccesibilidad en horario según el área de las estaciones.



Fuente: elaboración propia a partir de datos de ATM, TMB, FGC y RENFE.

7.2. OTROS ESTUDIOS DE ACCESIBILIDAD EN BARCELONA

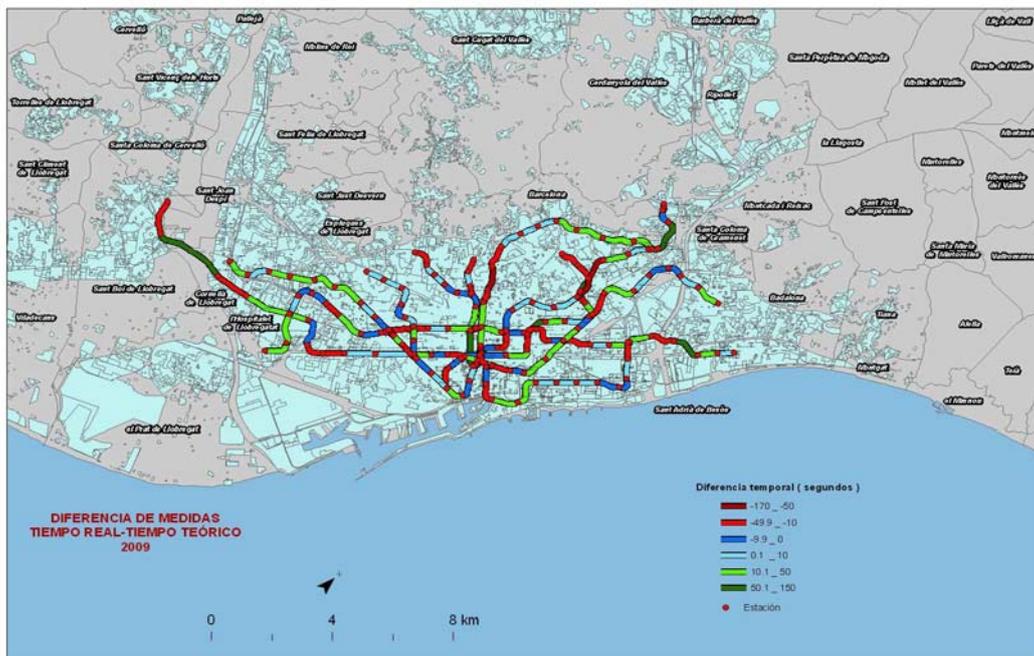
En este apartado se analiza la accesibilidad de la red ferroviaria de Barcelona en diferentes épocas y según diferentes análisis. Se realiza una comparativa entre las medidas de tiempo según una medición práctica y según un cálculo teórico. Se realiza una correlación entre el centroide medio de la red ferroviaria barcelonesa (medido según el área de las estaciones en un radio de 500 metros alrededor) y el ámbito urbano de los municipios a los que da servicio la red. También se analiza la cantidad y densidad de usuarios de la red, la accesibilidad de las estaciones a un solo punto y los tiempos medios de cada una de las líneas de la red en los diferentes períodos analizados. También se analiza, en este apartado, la comparativa entre el área de influencia de los centroides de las estaciones y el área de influencia de sus accesos. Por último, se analiza la idoneidad de la apertura de determinadas estaciones que han sido planificadas, pero nunca han sido inauguradas.

7.2.1. Diferencia entre medidas de tiempo real y tiempo teórico en la red de metro de Barcelona

En la figura E1 del volumen II de anexos y en la figura 7.37 se muestra la diferencia entre los tiempos teóricos y reales y los tiempos reales (medidos manualmente el día 29 de Noviembre de 2.009) entre transectos de la red de metro de Barcelona. No existen patrones espaciales diferenciados en la Figura 7.37, pero se pueden obtener algunas generalizaciones. Los rangos en azul muestran una desviación escasa entre los valores medidos en tiempo real y los teóricos. Eso significa que los tiempos teóricos se ajustan a la realidad. Los rangos verdes muestran los valores de tiempo teórico que exceden al tiempo real. En estos transectos se tarda menos de lo que el modelo topológico propone. Por el contrario, los valores en rojo muestran los transectos en los que, en medidas reales, se tarda mas que en medidas topológicas. Como se ha mencionado, no existen patrones espaciales muy bien definidos ya que toda la red presenta indistintamente todos estos rangos. Sin embargo, se observa que en la áreas que no son ni el centro ni la periferia, es decir, las áreas mas intermedias, tienen un mayor peso los valores cuyo rango están en azul. Esto posiblemente sea debido a que ,cuando se realiza un modelo topológico de una red de metro, las partes mas afectadas son el centro (que es donde se

ordena , jerarquiza y conecta la red) y la periferia (que es donde se definen las extensiones de cada línea). Las áreas intermedias están menos modificadas y, por ello, poseen una mayor aproximación con la realidad.

Figura 7.37. Diferencia de medida tiempo real-tiempo teórico 2.009.



Fuente: elaboración propia a partir de información de T.M.B., A.T.M., F.G.C. y R.E.N.F.E. Corresponde con la figura E1 del volumen II de anexos.

7.2.2. Diferencia existente ente ámbitos de las estaciones de la red ferro-viaria de Barcelona según los accesos y según los centroides

La figura E2 del volumen II de anexos , el cuadro 7.7 y las figuras 7.38 y 7.39 plasman la comparativa entre el área de influencia de los centroides de cada estación (su punto medio), con el área de influencia de los accesos propios de dichas estaciones. Se puede realizar una prueba aislada de, por ejemplo, una estación como Paseo de Gracia que posee numerosos accesos, que están distribuidos de forma dispersa entre sí. Esta estación poseía un 86 por ciento mas de superficie de influencia espacial que una estación que solo tuviese un acceso, como Poblenou. Sin embargo, las estaciones no se hallan aisladas entre sí sino que se hallan próximas unas a otras. Si se realiza el cálculo del área de cada estación, teniendo en cuenta que su ámbito máximo está limitado por la influencia de las estaciones adyacentes, se obtiene un resultado mas comedido. En la

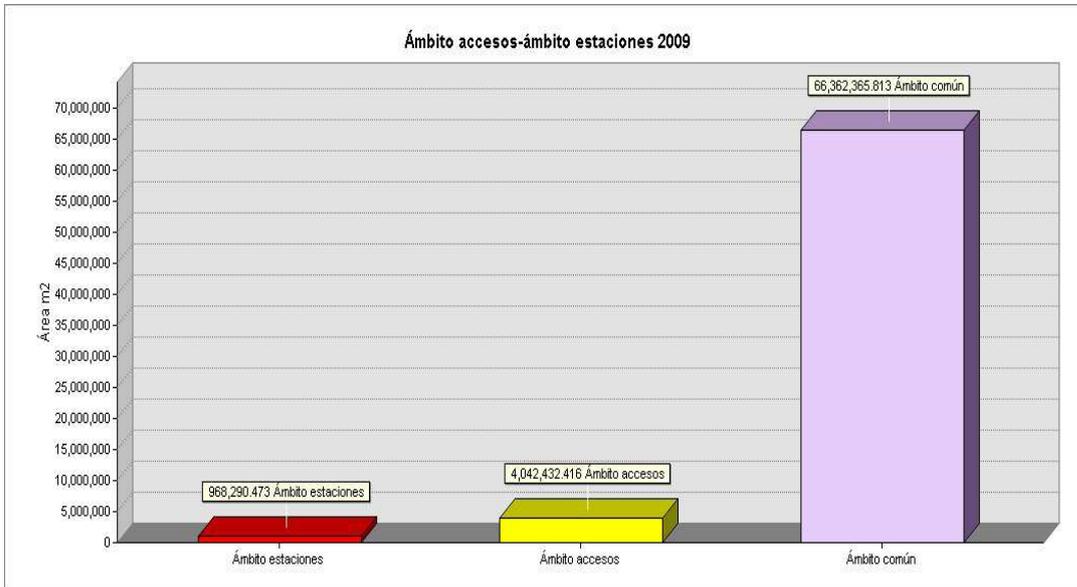
figura 7.13 se puede observar cómo el área común a ambas estaciones es predominante (gris), alcanzando los 66 km² , mientras el área exclusiva de los accesos (amarillo) y de los centroides (rojo) es meramente testimonial, con 4 y menos de 1 km², respectivamente. No obstante, la superficie total de cada una de estas áreas son muy similares entre sí, como atestigua el cuadro 7.7, pero lo que les confiere verdadero significado es, sin duda, el área que les es exclusiva a cada una de ellas. Las áreas exclusivas de los accesos y de los centroides se encuentran en las periferias de la red y son poco significativas debido a que estas estaciones disponen de pocos accesos y éstos están muy próximos entre ellos. En total hay mas de 300 accesos, mas del doble que de estaciones. Se constata que no existen grandes diferencias entre unos y otros, lo cual viene a demostrar que la accesibilidad de una estación, en el conjunto de la red es independiente de la ubicación de sus accesos, los cuales se sitúan siempre cercanos entre sí y cercanos al centroide. Por tanto, la accesibilidad de una estación no depende de sus accesos, hecho paradójico pero real, siempre y cuando se analice el sistema ferroviario en su conjunto. Sin embargo , a gran escala, la ubicación y número de los accesos pueden constituir elementos de gran relevancia en la configuración urbana y social de un barrio y en la subida o bajada del precio de los inmuebles.

Cuadro 7.7. Diferencias entre la superficie entre las áreas de los centroides de las estaciones del metro de Barcelona y las áreas según los accesos de las estaciones del metro de Barcelona. 2.009.

	Superficie (Km2)
Área estaciones	67,33
Área accesos	70,4
Área común	66,36

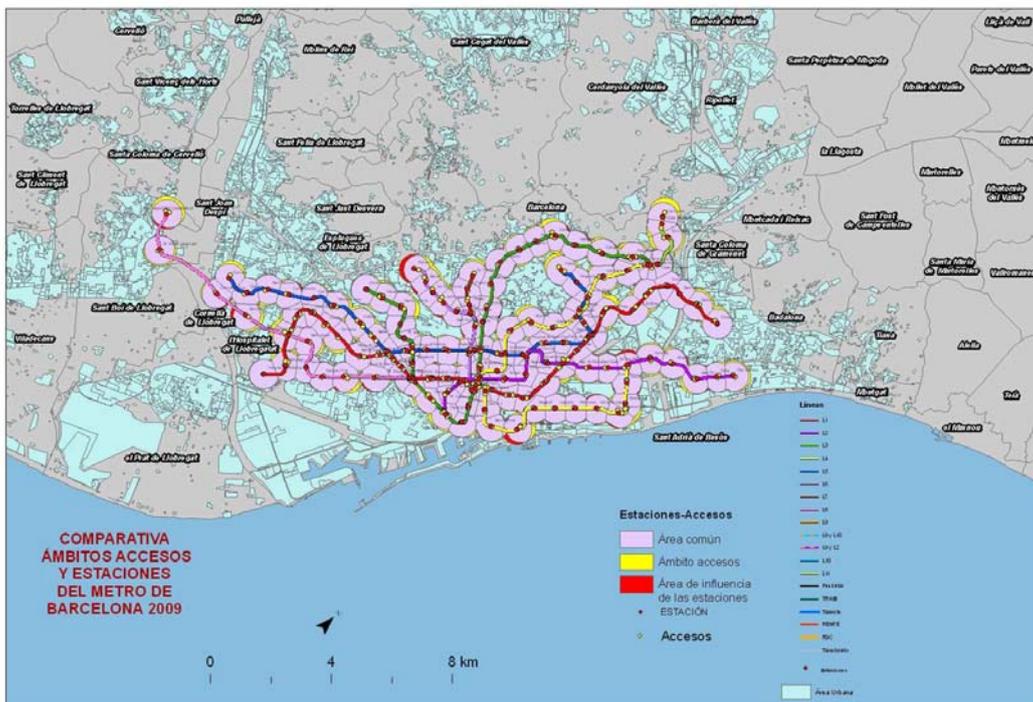
Fuente: elaboración propia a partir de datos de ATM, TMB, FGC y RENFE.

Figura 7.38. Diferencias entre la superficie entre las áreas de los centroides de las estaciones del metro de Barcelona y las áreas según los accesos de las estaciones del metro de Barcelona. 2.009.



Fuente: elaboración propia a partir de información de T.M.B., A.T.M., F.G.C. y R.E.N.F.E. Corresponde con la figura del volumen II de anexos.

Figura 7.39. Comparativa entre ámbitos accesos y estaciones del metro de Barcelona 2.009.

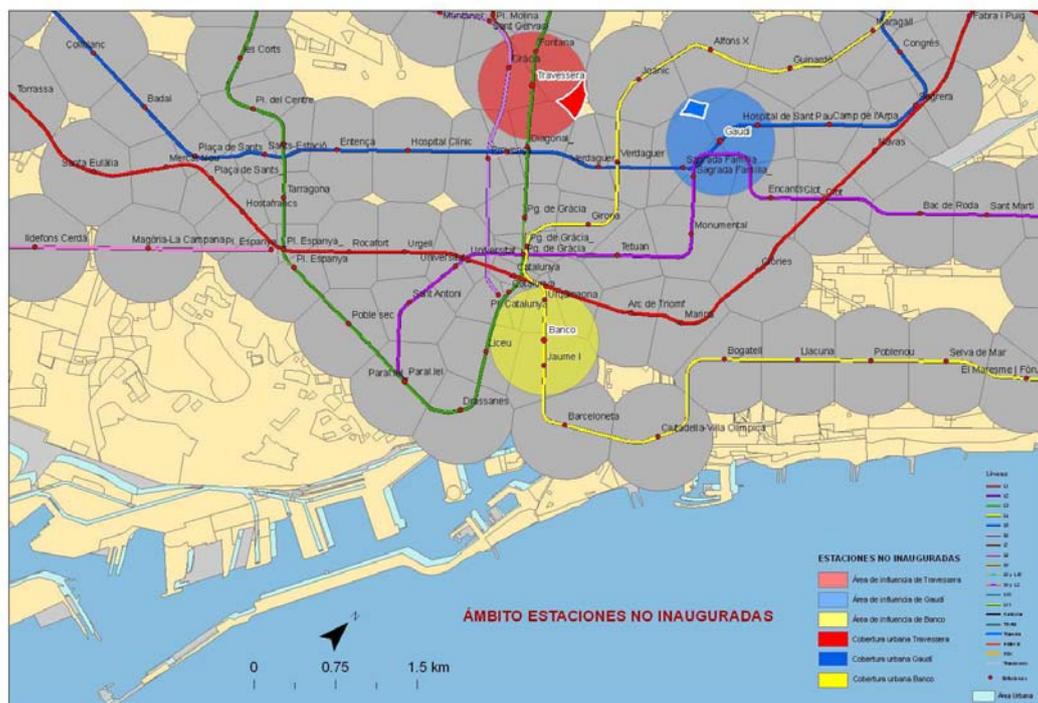


Fuente: elaboración propia a partir de información de T.M.B., A.T.M., F.G.C. y R.E.N.F.E. Corresponde con la figura E2 del volumen II de anexos.

7.2.3. Estudio de accesibilidad de las estaciones no inauguradas de la red ferroviaria de Barcelona

La figura E3 del volumen II de anexos y la figura 7.40 presentan la hipotética situación en la cual aparecen las estaciones nunca inauguradas de Gaudí, Travessera y Banco. Según el análisis realizado (teniendo en cuenta el ámbito de 500 metros que abarca cada estación alrededor suyo) , los resultados son los siguientes: la estación Banco, situada entre Jaume I y Urquinaona, se construyó y se usó con fines privados, pero nunca fue incorporada de forma oficial a la red de metro. Su implantación no añadiría mayor cobertura a la red de metro y la escasa distancia entre Urquinaona y Jaume I no justifica su implantación. La estación Gaudí, situada entre Hospital de Sant Pau y Sagrada Familia, se construyó pero nunca se inauguró. Actualmente es utilizada con fines publicitarios y puede llegar a verse ocasionalmente. Si se implantase esta estación, se añadirían 0,24881 km² de superficie a la red de metro y 2.463 personas se verían beneficiadas por ello. Además cubre un enclave muy céntrico que actualmente no dispone de cobertura. Teniendo en cuenta que la estación ya está construida, sería interesante su incorporación a la L5. La estación Travessera, situada entre Fontana y Diagonal, nunca se construyó pero se planificó su construcción. Si se implantase la estación se añadirían 0,45833 km² de superficie a la red de metro y 2.076 personas se verían beneficiadas. Además, esta estación cubre un enclave céntrico y sin cobertura por lo que implantación en la L3 también podría resultar positivo.

Figura 7.40. Ámbito de estaciones no inauguradas.



Fuente: elaboración propia a partir de información de T.M.B., A.T.M., F.G.C. y R.E.N.F.E. Corresponde con la figura E3 del volumen II de anexos.

7.2.4. Distancia al centro de la red ferro-viaria de Barcelona

El siguiente análisis (cuadro 7.8 y figuras 7.41, 7.42, 7.43, 7.44, 7.45, 7.46 y 7.47) tiene en cuenta la distancia de las estaciones de la red al centro de ésta, que en todos los años analizados ha sido la misma estación, Plaza Cataluña.

En 1.926 (figura E4 del volumen II de anexos), en la totalidad de las estaciones de la red de metro se tardaba menos de 10 minutos en llegar al centro de la red. Poseía gran prominencia el área situada a 5 minutos del centro. La escasa longitud de la línea propició su homogeneidad.

En 1.950 (figura E5 del volumen II de anexos) esta situación permaneció inalterada, prácticamente. Existía un área, que iba de Rocafort a Marina y de Catalunya a Paseo de Gràcia, cuyas estaciones tardaban apenas 5 minutos en llegar al centro (esta franja

temporal mantiene su distribución espacial en todos los años analizados del sistema metro. Ello es debido a la dificultad que presenta la red para modificar las líneas inmediatamente adyacente al centro, la zona más consolidada por la red y por lo tanto la más inmutable), mientras el resto de la red podía recorrer el trayecto al centro en 10 minutos o menos. Los valores superiores a 10 minutos correspondían con las terminaciones de las líneas.

En 1.980 (figura E7 del volumen II de anexos) la red de metro ya presentaba una cierta madurez y se habían ampliado todas las líneas. Las estaciones que tardaban menos de 10 minutos en llegar al centro de la red, representaban la mitad de la misma, concretamente aquellas que se hallaban entre Navas y Mercat Nou y entre Diagonal y Drassanes. Las estaciones que precisaban de, entre 10 y 20 minutos de tiempo en poder alcanzar el centro de la red, eran , sin embargo, la franja temporal más predominante, ocupando el resto de la red de metro, excepto en las terminaciones de la L5 y L3, que poseían valores superiores, aunque poco significativos.

En el año 2.000 (figura E8 del volumen II de anexos), la red de metro se amplió en todos sus extremos y se añadieron las líneas 6, 7 y 8. Las áreas servidas por valores de 5 y 10 minutos permanecieron estacionarias, mientras que las de valores de 20 minutos dominaron muy ampliamente el sistema en su conjunto, aunque no totalmente, ya que la perifericidad de las líneas 4, 5 y 8 hicieron que sus terminaciones de líneas tuviesen un tiempo de desplazamiento más elevado. De cualquier manera , la mayor parte de la red se sitúa a menos de media hora del centro, lo cual es altamente positivo.

El año 2.009 (figura E9 del volumen II de anexos) presentó unos valores muy similares al período anterior, con la diferencia de que las ampliaciones de la línea 3 y la apertura de la L11 hicieron que en esas áreas se superase el valor de media hora de desplazamiento al centro.

En el proyecto de red inicialmente previsto para 2.018 (figura E10 del volumen II de anexos) se visualizarían claramente, varias franjas temporales concéntricas. Mientras los valores de 5 y 10 minutos permanecerían inmutables, el valor de 20 minutos se expandiría por las dos terceras partes de la red. La gran interconexión existente entre las líneas, en este período, haría que los valores temporales gozasen de amplitud y

homogeneidad. En las terminaciones de línea se llegaría a los 30 minutos o más , destacando, sobre todo, las líneas 3 y 8. Por encima de todas las demás destacarían las líneas 9 y 10 , las cuales son unas de las más largas de Europa. En sus recorridos hacia el aeropuerto de Barcelona y la Zona Franca , se alcanzarían los valores temporales más elevados.

En los años 2.020 y más allá de 2.020 (figuras E11 y E12 del volumen II de anexos) no habrá cambios significativos a los mencionados anteriormente, excepto por la ampliación de la L3 hacia Sant Feliu que, debido a su posición respecto al resto de la red, poseerá valores temporales elevados y una distancia considerable al centro.

Si se analiza el sistema ferro-viario integrado del año 2.009 (figura E13 del volumen II de anexos), se divisa un aumento de los valores temporales menores, es decir , la red era más accesible a menos de 10 minutos. Concretamente, el área accesible a menos de 5 minutos se amplió notablemente, desde Sants-Estació a Glòries y de Catalunya a Diagonal. La interrelación de sistemas facilitó la posibilidad de interconexión de manera más eficiente y permitió al viajero la elección de la ruta más apta y conveniente para él. El área central era la que sufrió una mayor modificación. Esto es debido a que el centro es el área donde se aglutinan todos los sistemas ferro-viarios. Es, por tanto, el espacio donde los sistemas convergen, donde procuran conectarse para que ,sea cual sea el origen o destino de los pasajeros , siempre puedan poseer un lugar común de encuentro. Los valores temporales de hasta 10 minutos también se ampliaron , de Vallbona a Drassanes y de Torrasa a Fabra i Puig. Los valores temporales de hasta 20 minutos ocuparon la mayor parte de la red, relegando las terminaciones de las líneas a los valores temporales superiores a 20 minutos. Sin embargo, la forma en la que se distribuían esos valores superiores a 20 minutos era un tanto errática, debido a la distorsión producida por sistemas ferro-viarios como el tranvía o el metro ligero que ,aunque amplían el área cubierta , no poseen la rapidez ni frecuencia que sí poseen el ferrocarril o el metro convencional. Así pues, se hallan estaciones de valores superiores a 30 e incluso 40 minutos junto a otras de valores de entre 5 y 10 minutos. En todo caso se mantiene una armonía en el conjunto de la red y la integración ferro-viaria tiene como resultado una mejora de los tiempos y del área cubierta.

Los sistemas ferro-viarios integrados de 2.020 y más de 2.020 (figuras E14 y E15 del volumen II de anexos) serán muy similares entre sí y mantendrán una estructura muy coherente. A pesar de las dimensiones de la red y la promiscuidad de sistemas ferro-viarios, la casi totalidad de la red se mantendrá a menos de 30 minutos del centro. Esto será debido a que la red poseerá una estructura que multiplicará las interconexiones (L9 y L10) y convertirá al sistema en una malla homogénea por casi todo el continuo urbano barcelonès. Las anomalías provocadas por el metro ligero se reducirá. El tramo de metro ligero que irá hacia Molins de Rei y Pallejà será el más periférico de todo el sistema ferro-viario.

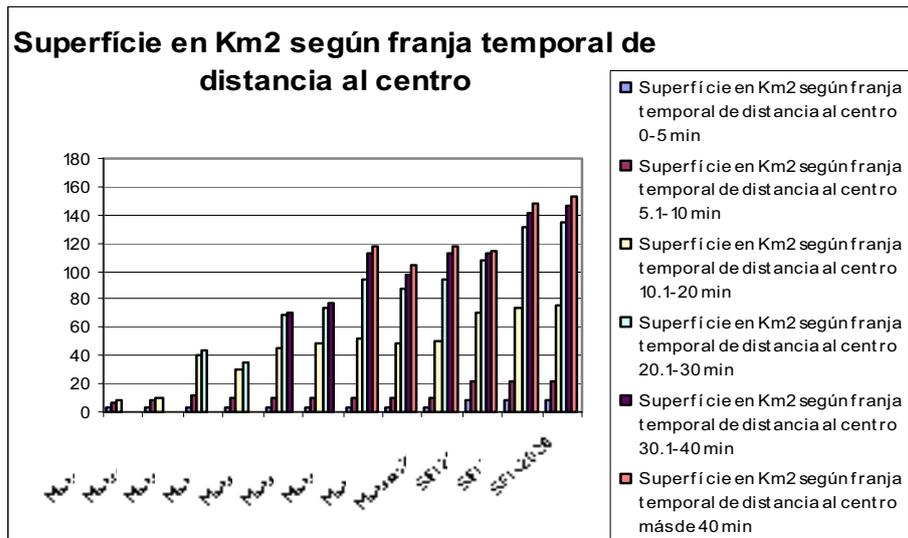
Un caso aparte lo constituye el proyecto de 1.966 (figura E6 del volumen II de anexos), que poseía un entramado de líneas diferenciado. El valor central también se situaba en la actual Plaza Catalunya. El sistema estaba dividido por un doble anillo a ambos lados del ensanche y los valores resultantes siguieron esta misma disposición. Los valores de 5 minutos o menos, de accesibilidad al centro, se localizaban de norte a sur, justo en el centro de la red. A menos de 20 minutos se cubría la totalidad de la red.

Analizando la figura 16 y el cuadro 10 se comprueba cómo existen unos patrones que indican que los diferentes tiempos de acceso al centro poseían un nivel máximo de extensión a lo largo de los años. Así pues, los valores de hasta 5 minutos abarcan un área máxima de 3 km², los valores de hasta 10 minutos abarcan un área de 10 km², los valores de hasta 20 minutos abarcan un área de 50 km², y los valores superiores a media hora abarcan un área de entre 100 y 120 km². Sin embargo, en los períodos superiores a 2.009 existen ciertas variaciones en los valores aunque mantienen una proporción similar. Si se analiza el sistema ferro-viario integrado los resultados varían. Los valores de hasta 5 minutos poseen un área de 8 km², los valores de hasta 10 minutos poseen un área de 20 km², los valores de hasta 20 minutos se sitúan en torno a los 75 km² cubiertos y los valores superiores a 20 minutos están entre 130 y 150 km² de área cubierta.

Hay dos razones fundamentales para que a pesar de que el período temporal cambie, el área máxima de extensión de cada valor se mantenga. La primera de ellas es la propia morfología del sistema urbano barcelonès, el cual está constreñido por diversos elementos geográficos (mar, río Besós y Llobregat y sierra de Collserola) que hace que

la extensión máxima a cubrir por las redes ferro-viarias esté en torno a los 130-150 km². En los primeros estadios de la red, el continuo urbano estaba en expansión, pero a partir de 1.980 se definió claramente los límites máximos del mismo. Es por ello, que a partir de este año, los valores son casi simétricos, año tras año. El segundo factor hace referencia a la estructura de la red. Hasta 2.018 la red va creciendo de dentro a afuera, del centro hacia la perifèria. Una vez se produjeron las primeras interrelaciones entre líneas, esa área central no se volvió a alterar, por lo tanto, los valores centrales de la red tampoco se modificarán por mucho que la red crezca. Sin embargo, a partir de 2.018 hay ciertos cambios en la red, con la introducción de las líneas 9, 10 y la incursión de la L8 por el centro de Barcelona. Sin embargo, los valores centrales no se ven alterados significativamente, pero sí los valores de peor accesibilidad, ya que la interconexión de líneas aumenta la cantidad del tiempo de desplazamiento. Los valores más accesibles no se ven significativamente modificados. Esto es debido a que, a pesar del cambio de estructura en la red, las altas frecuencias de la L8 hacen que, a pesar de su céntrica posición en 2.018-2.020, esta línea no sea suficiente para reorientar y ampliar el centro de forma significativa. En todo caso constituye un interesante canal para la realización de rutas alternativas al centro. En el sistema ferro-viario integrado, la aparición e interrelación de diferentes sistemas con amplia presencia en el centro hacen que los valores de mayor accesibilidad se vean más representados. Es éste el cambio real respecto al sistema metro: el crecimiento de los valores de acceso al centro menores de 10 minutos. El aumento del resto de valores se explica por la mayor área cubierta por el resto de sistemas ferro-viarios. Es un aumento proporcional al aumento del área cubierta.

Figura 7.41. Superficie según la franja temporal de distancia al centro de la red.



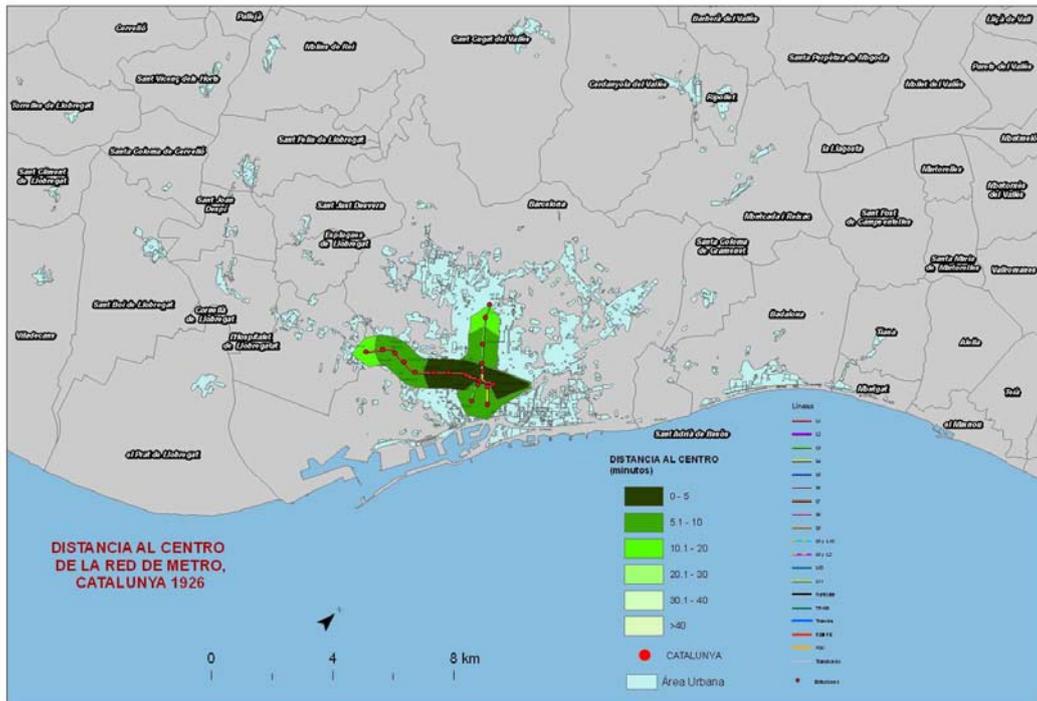
Fuente: elaboración propia a partir de datos de ATM, TMB, FGC y RENFE.

Cuadro 7.8. Superficie según la franja temporal de distancia al centro de la red.

	Superficie en Km2 según franja temporal de distancia al centro					
	0-5 min	5.1-10 min	10.1-20 min	20.1-30 min	30.1-40 min	más de 40 min
Metro 1926	2.68	7.1	8.35			
Metro 1950	3.3	8.02	9.41			
Metro 1966	3.48	11.38	40.53	43.58		
Metro 1980	3.35	9.65	29.95	35.22		
Metro 2000	2.79	9.92	45.71	69.02	69.85	
Metro 2009	3.21	10.72	48.33	74.29	77.13	
Metro 2018	3.21	10.37	52.65	93.78	113.31	117.99
Metro 2020	3.21	10.68	48.49	87.18	97.31	103.87
Metro >2020	3.21	10.59	51.09	93.48	112.85	117.53
SFI 2009	8.18	21.33	69.92	108.5	113.09	114.69
SFI 2020	8.26	21.51	74.01	130.79	141.86	148.06
SFI >2020	8.28	21.66	76.45	135.3	147.16	153.34

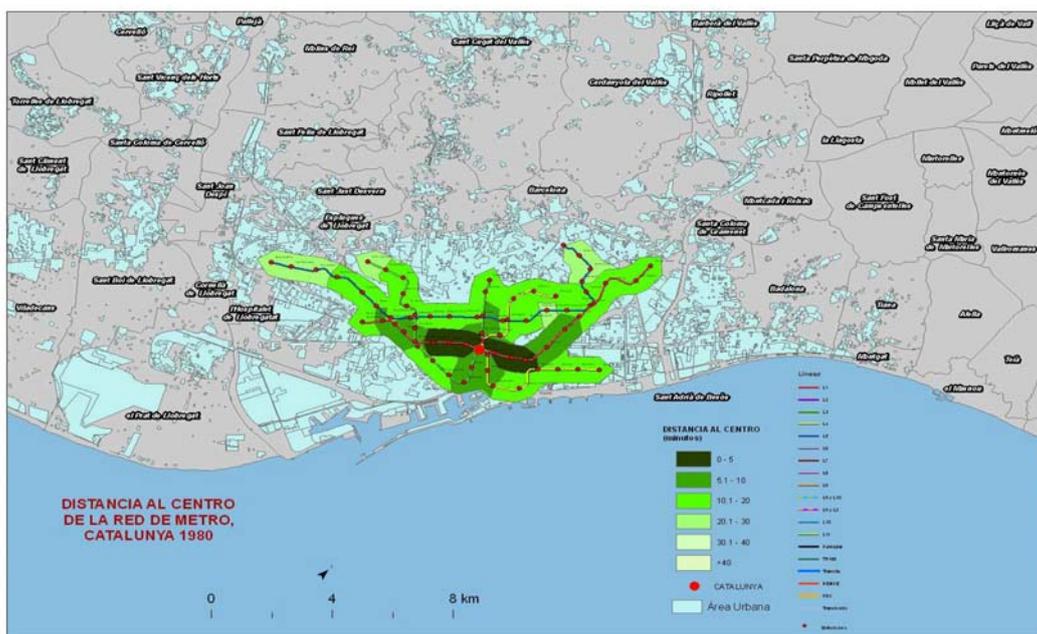
Fuente: elaboración propia a partir de datos de ATM, TMB, FGC y RENFE.

Figura 7.42. Distancia al centro de la red de metro, Catalunya 1.926.



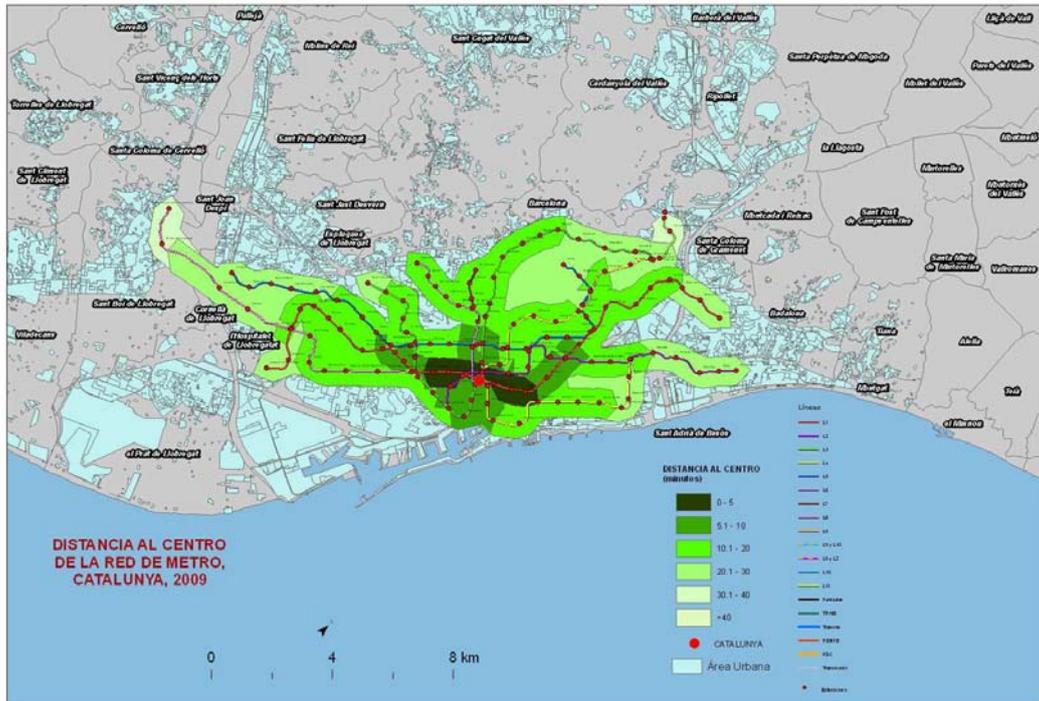
Fuente: elaboración propia a partir de información de T.M.B., A.T.M., F.G.C. y R.E.N.F.E. Corresponde con la figura E4 del volumen II de anexos.

Figura 7.43. Distancia al centro de la red de metro, Catalunya 1.980.



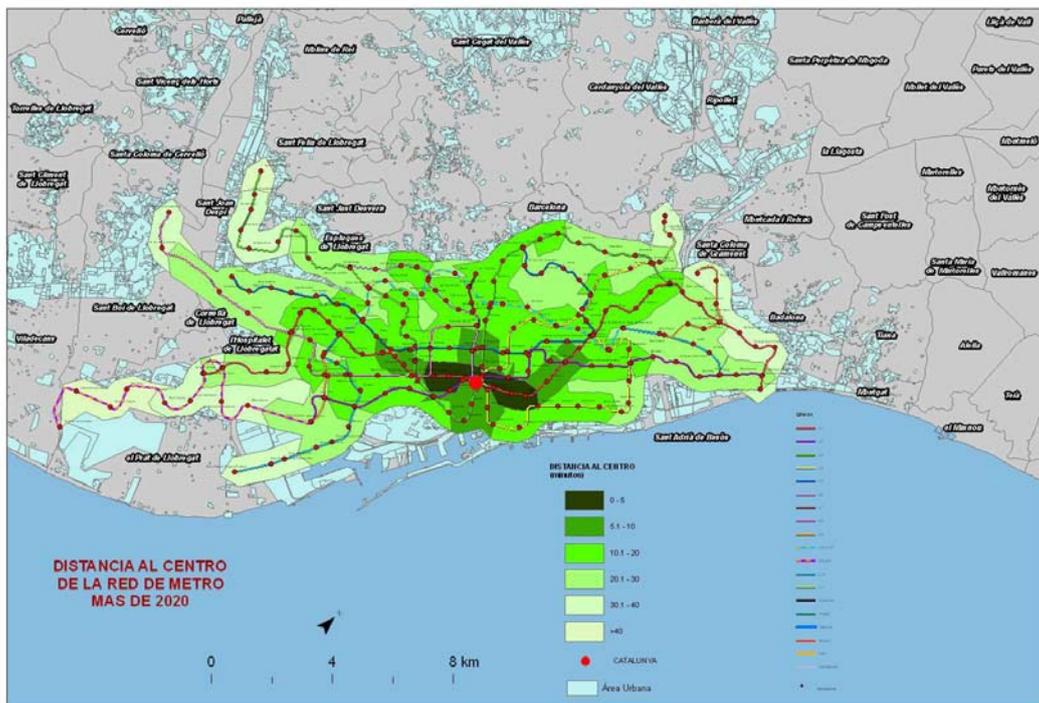
Fuente: elaboración propia a partir de información de T.M.B., A.T.M., F.G.C. y R.E.N.F.E. Corresponde con la figura E7 del volumen II de anexos.

Figura 7.44. Distancia al centro de la red de metro, Catalunya 2.009.



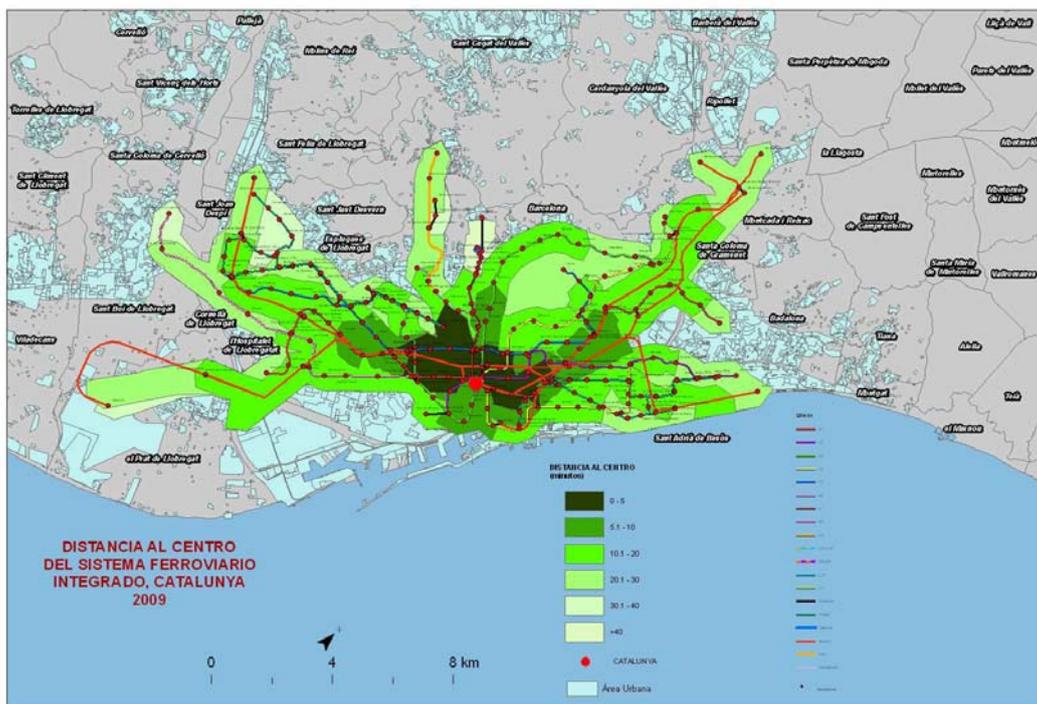
Fuente: elaboración propia a partir de información de T.M.B., A.T.M., F.G.C. y R.E.N.F.E. Corresponde con la figura E9 del volumen II de anexos.

Figura 7.45. Distancia al centro de la red de metro, Catalunya más de 2.020.



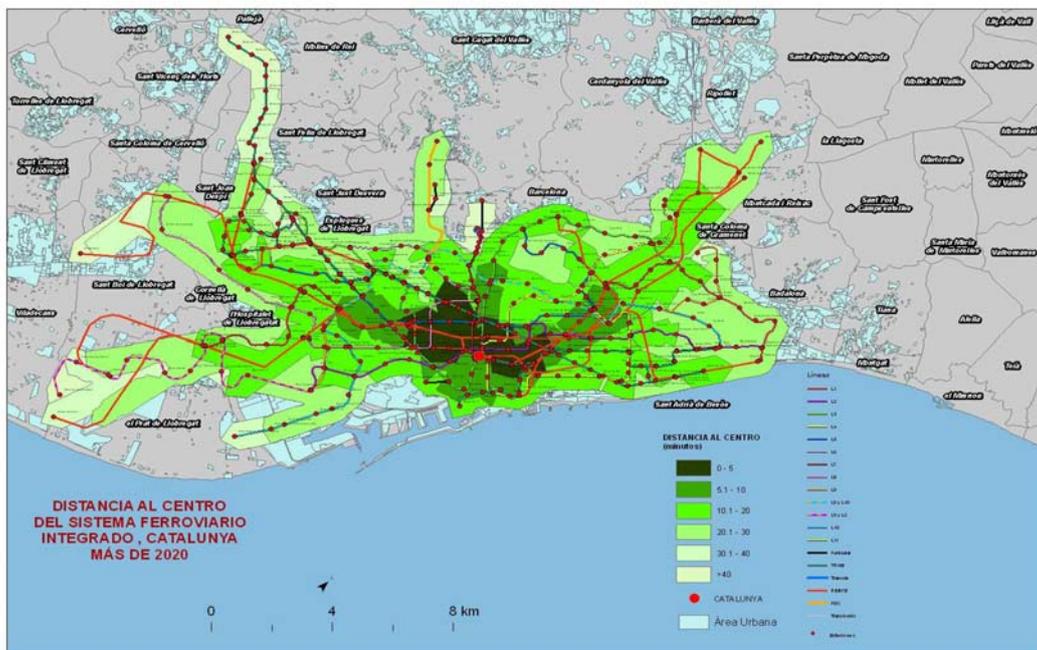
Fuente: elaboración propia a partir de información de T.M.B., A.T.M., F.G.C. y R.E.N.F.E. Corresponde con la figura E12 del volumen II de anexos.

Figura 7.46. Distancia al centro del sistema ferroviario integrado, Catalunya 2.009.



Fuente: elaboración propia a partir de información de T.M.B., A.T.M., F.G.C. y R.E.N.F.E. Corresponde con la figura E13 del volumen II de anexos.

Figura 7.47. Distancia al centro del sistema ferroviario integrado, Catalunya más de 2.020.



Fuente: elaboración propia a partir de información de T.M.B., A.T.M., F.G.C. y R.E.N.F.E. Corresponde con la figura E15 del volumen II de anexos.

7.2.5. Usuarios potenciales de la red ferroviaria de Barcelona

La cantidad de usuarios que potencialmente pueden utilizar la red ferro-viaria de Barcelona es un factor importante a tener en cuenta para definir el grado de aptitud de una red y su utilidad en el funcionamiento de la movilidad general del sistema. El ferrocarril y especialmente el metro es un sistema de transporte de masas. Su adecuado funcionamiento depende, en buena medida, de la funcionalidad del sistema y la existencia de grandes contingentes de población en las inmediaciones. Estos factores justifican la inserción de una estación de metro en el espacio urbano preciso. Ya que el espacio urbano se caracteriza por su heterogeneidad, no iba a ser menos en cuanto a la distribución de su población y hay espacios que presentan una mayor concentración de ésta, por lo que resultan de mayor interés para la transportística, constituyendo nodos prioritarios de enlace o lugares de conexión obligatoria de la red.

La distribución de la población es altamente compleja y no corresponde claramente a los límites de un área concreta, sino que varía enormemente de una estación a otra de la misma línea (es importante indicar que, a medida que la red de metro se amplía, la superficie que le corresponde a cada estación decrece, debido a la incorporación de las nuevas estaciones que modifican la fractalidad del conjunto. El área máxima de influencia de una estación se ha calculado en 500 metros y la distancia media entre estaciones es menor que ese valor. Debido a ello, las áreas de influencia máxima de las estaciones intersecarán entre ellas, reduciendo así su ámbito de influencia máxima por estación).

El términos totales de población (cuadro 7.9 y figura 7.48) , en el año 2.000 (figura E16 del volumen II de anexos) , las estaciones de metro que daban cobertura a población entre 5.000 y 15.000 habitantes representaban la mitad del total, pero el resto de intervalos demográficos posían un gran peso en el conjunto y estaban repartidos de forma bastante equitativa entre sí. Es decir, los cinco intervalos en los que se ha catalogado la cantidad de usuarios potenciales (de 0 a 5.000 habitantes, de 10.000 a 15.000 habitantes, de 15.000 a 20.000 habitantes, de 20.000 a 25.000 habitantes y más de 25.000 habitantes) poseían un peso relevante en el conjunto de valores temporales

presentes en la red ese año. Por otra parte, de 0 a 5.000 habitantes y de 15.000 a 20.000 habitantes se concentraba la tercera parte de la población, mientras que los valores superiores a 20.000 habitantes eran menos profusos.

En 2.009 (figura E17 del volumen II de anexos) , los intervalos de 0 a 5.000 habitantes, los de 5.000 a 10.000 habitantes y los de 10.000 a 15.000 habitantes poseían un peso similar en el conjunto de la red, de cerca de 30 estaciones cada uno. Representaban las dos terceras partes del total de población. Los valores superiores a estos intervalos se mantuvieron estacionarios, siendo pocas las estaciones con una cantidad de usuarios potenciales superiores a 25.000 habitantes.

El ascenso del intervalo de 0 a 5.000 habitantes resulta imparable y en el escenario propuesto para la red de metro de 2.018 (figura E18 del volumen II de anexos) sólo este intervalo ya abarcaría la tercera parte del total de las estaciones, concretamente 85. Las líneas 9 y 10 incursionarían en zonas urbanas ya vertebradas por la red de metro y se destacaría el grado de interconexión de estas líneas con las demás. De hecho, ese nivel de interconexión modificaría el área de influencia del conjunto de las estaciones. Al reducirse, a nivel general, la amplitud de las estaciones, la población potencial que abarcarían cada una de ellas sería también menor. Debido a ello, las estaciones con una cantidad de población menor serían más abundantes. Esto implicaría una homogeneidad del sistema y se propiciaría un espacio más fraccionado, más reticulado y con ámbitos de estaciones más reducidos y por lo tanto con menor capacidad de aglutinar población.

En el año 2.020 (figura E19 del volumen II de anexos) , existirá una ligera modificación respecto al proyecto del año 2.018, en las proporciones de los intervalos de población, aún siendo abrumador el peso de los valores más reducidos. Sin duda, el tramo de la L8 existente entre Gràcia y Besòs, presente en el proyecto inicial de 2.018 y que no se halla presente en el año 2.020, es un factor crucial para la existencia de esta diferencia. En este año habrá una progresión, de mayor a menor, en el número de estaciones presentes en cada intervalo de población. Cuanto mayor sea el número de habitantes cubiertos por una estación, menor será el número de estaciones. A partir de este año, esta tendencia se mantendrá constante, tanto para el sistema metro existente a partir de 2.020 (figura E20 del volumen II de anexos), como para el sistema ferroviario integrado de los años 2.009, 2.020 y más allá de 2.020 (figuras E21, E22 y E23 del

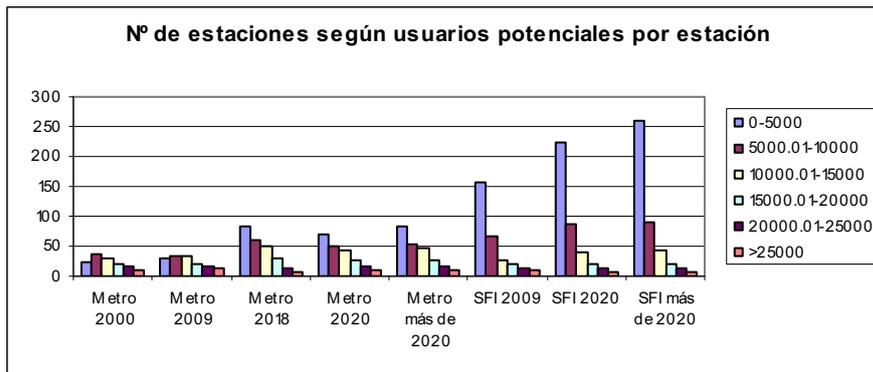
volumen II de anexos). El intervalo de 0 a 5.000 habitantes será el más numeroso, llegando a cotas de entre la mitad y las dos terceras partes del total de las estaciones de la red. El resto de intervalos verá reducida su importancia de forma progresiva , siendo las estaciones con cobertura de más de 25.000 habitantes muy escasas.

Cuadro 7.9. Número de estaciones según usuarios potenciales por estación.

Fecha	Nº de estaciones según usuarios potenciales por estación					
	0-5000	5000.01-10000	10000.01-15000	15000.01-20000	20000.01-25000	>25000
Metro 2000	24	38	31	19	16	9
Metro 2009	30	33	35	20	16	13
Metro 2018	85	60	49	29	15	8
Metro 2020	69	50	44	26	16	9
Metro más de 2020	85	55	47	27	16	9
SFI 2009	157	68	27	19	13	9
SFI 2020	223	86	40	21	12	7
SFI más de 2020	260	89	43	20	12	6

Fuente: elaboración propia a partir de datos de ATM, TMB, FGC y RENFE.

Figura 7.48. Número de estaciones según los usuarios potenciales por estación.



Fuente: elaboración propia a partir de datos de ATM, TMB, FGC y RENFE.

La densidad de población (cuadro 7.10 y figura 7.49) presente en cada estación es otro dato de gran relevancia a la hora de ubicar una estación en un área. En el sistema metro del año 2.000 se mantuvo una cierta proporción en todos los valores de densidad de población por estación, excepto en los valores superiores a 50.000 habitantes por km² ,en donde el número de estaciones se redujo drásticamente. Esta circunstancia se mantuvo en todos los estadios de la red de metro, excepto en los últimos años analizados (años 2.020 y más allá de 2.020) . En estos años, la red de metro alcanzará áreas periféricas de baja densidad y ello aumentará el número de paradas de metro presentes en el intervalo de 0 a 10.000 habitantes por km². Por otra parte, es en el sistema ferro-viario integrado donde se producirá la mayor diferenciación entre rangos

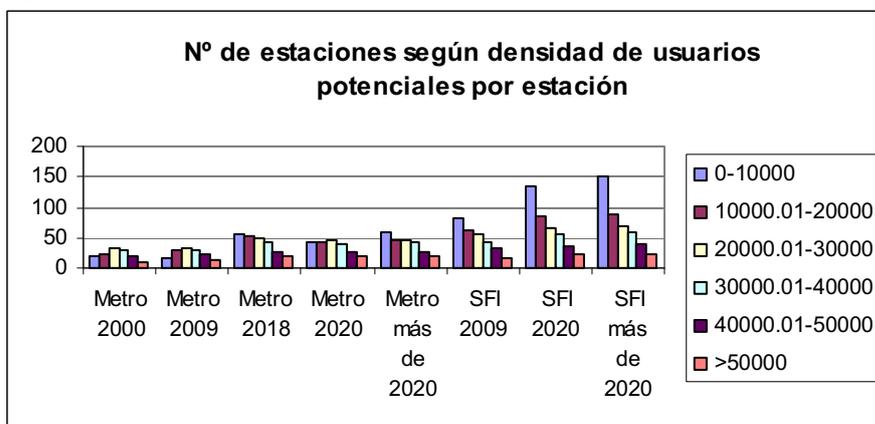
de densidad de población por estación. La profusión de sistemas ferro-viarios y la mayor amplitud del ámbito espacial que posee este sistema ferro-viario integrado hace que el ferrocarril, en sus diversas variantes, pueda llegar a áreas de densidad muy baja. Esto es debido a a que sistemas como el metro ligero, poseen una mayor versatilidad en cuanto a la capacidad de pasajeros transportada, es decir , pueden rentabilizar su uso en áreas de baja densidad , al contrario de lo que ocurre en el caso del sistema metro. Por esta razón, el sistema ferro-viario integrado presenta inequívocamente una progresión descendente en el número de estaciones conforme la densidad aumenta y, de hecho, en el último año analizado, o sea, más allá de 2.020, este hecho se acentúa aún más.

Cuadro 7.10. Número de estaciones según la densidad de usuarios potenciales por estación.

Fecha	Nº de estaciones según densidad de usuarios (usuarios/km2) potenciales por estación					
	0-10000	10000.01-20000	20000.01-30000	30000.01-40000	40000.01-50000	>50000
Metro 2000	19	24	32	31	21	10
Metro 2009	17	29	32	31	24	14
Metro 2018	57	51	48	44	27	19
Metro 2020	42	42	45	40	26	19
Metro más de 2020	58	46	47	43	26	19
SFI 2009	83	63	56	41	32	18
SFI 2020	133	84	67	56	37	22
SFI más de 2020	152	89	69	58	40	22

Fuente: elaboración propia a partir de datos de ATM, TMB, FGC y RENFE.

Figura 7.49. Número de estaciones según densidad de usuarios potenciales por estación.



Fuente: elaboración propia a partir de datos de ATM, TMB, FGC y RENFE.

Si el análisis se realiza teniendo en cuenta la distribución espacial de los intervalos de usuarios potenciales y de densidad de usuarios, se puede observar cómo el centro de la red de metro poseía unos valores bajos en el año 2.000. A pesar de la centralidad de la zona, la ocupación masiva del terciario y el alto precio de la vivienda mermaban la posibilidad de acceso a la vivienda de buena parte de la población general (sin embargo, su importancia para el funcionamiento de la ciudad es vital, debido a la concentración de puestos de trabajo presentes en este CBD). Los valores medios de densidad y usuarios potenciales fueron los predominantes en la red de metro del año 2000, pero existían valores elevados en ambas mitades del eixample, destacando el área cubierta por las estaciones de la L5, de Badall a Cornellà y las estaciones de la L1, de Santa Eulàlia a Hospital de Bellvitge, en la margen izquierda del eixample. También destacaban las estaciones de la L4, de Joanic a Trinitat Nova , las estaciones de la L1, de Clot a Fondo y las estaciones de la L2, de Sagrada Família hasta La Pau y de aquí hasta Pep Ventura, en la L4. Los valores de densidad no muestran grandes cambios en el año 2.000 (figura E24 del volumen II de anexos). Existía un centro poco denso, seguido de valores medios y altos en ambos lados del eixample y valores medios y bajos en la periferia. Algunas estaciones se destacaban especialmente por su densidad y por su número de habitantes, como por ejemplo Badal, Poble Sec, Trinitat Nova o Via Júlia.

En el año 2.009 (figura E25 del volumen II de anexos y figura 7.50) existieron importantes variaciones respecto al período anterior. La distribución de la población se agudizó. El centro, claramente se vació de población y perdió densidad. Se dibujaban alrededor de grandes nodos de comunicación como Paseo de Gracia, Plaza Cataluña, Plaza España, Sants-Estació o Trinitat Nova, unas amplias zonas de baja densidad de población. Esto se debió a que, al aumentar su grado de centralidad e importancia, estos nodos expulsaron la función residencial de su entorno, para atraer los sectores más productivos y de mayor valor añadido de la economía , los cuales están basados en el terciario. De esta manera, la ciudad se reorganizó en función de las particularidades de cada zona. También significativo es el hecho de que los sectores residenciales presentaban, a su vez, marcadas diferencias en función de la localización geográfica en donde estaban ubicados. De esta manera, Sarrià, siendo un barrio eminentemente residencial, presentaba bajas densidades de población, debido al alto estatus económico y social de sus residentes, mientras los barrios obreros de las ciudades de l'Hospitalet de

Llobregat y Badalona presentaban fuertes densidades de población. Es importante tener en cuenta que la política del mercado de suelo modifica sustancialmente la distribución de la población y la fisonomía de las ciudades.

En resumen se puede decir que destacaban por su densidad de población en el año 2.009, el área comprendida entre Joanic-Encants-Navas, el área de Rocafort-Paral·lel-Poble Sec y el área de Florida-Badal-Plaza del Centre. Por su población total destacaba una gran área que iba de Badal a Collblanc y de Santa Eulàlia a Torrasa, en el margen izquierdo del sistema urbano barcelonès. En el margen derecho del Eixample destacaba el final de la L1 (Santa Coloma y Fondo) y las estaciones de Joanic y Alfonso X.

Al analizar años superiores a 2.009 se presentan varios problemas de anàlisis, ya que la verdadera situación y localización de la población no se puede saber con exactitud al no poseer indicaciones que orienten cual sería la política territorial que se plantearía respecto a los cambios que la red sufriese, ni se puede prever con exactitud las variaciones poblacionales inducidas por la subida o bajada de los precios de los inmuebles. Sin embargo, sí se puede deducir que el elevado número de interconexiones que , principalmente en la L9 y L10, se llegarían a concretar , posibilitaría la conformación de muchos subcentros y polos de centralidad dentro del continuo urbano. Viendo cómo afectó al año 2.009 esa polarización de las nuevas centralidades, puede deducirse que el área adyacente a las estaciones interconectadas expulsarían población y atraerían servicios y que las áreas más periféricas densificarían su total de población.

El sistema ferro-viario planteado en el año 2.018 (figura E26 del volumen II de anexos) podría considerarse, en buena parte, como todo un centro en sí mismo, con lo que la expulsión de la población se produciría a la segunda o tercera coronas de la aglomeración barcelonesa. En todo caso, es una perspectiva especulativa. El anàlisis, por tanto, sólo se puede realizar viendo o considerando a la población como si esta se mantuviese inmutable en el territorio, considerando el año 2.009 como la base a tener en cuenta. Predominarían ampliamente los valores medios y bajos, entre 0 y 15.000 habitantes, debido a que a mayor número de estaciones, más equitativo será el reparto de la población, puesto que las áreas de influencia exclusiva de cada una de ellas será menor. Aún así habría zonas con valores mayores. De Hospital Clínic a Paral·lel, de Can Vidalet a Badal, de El Carmel a Vía Júlia, de Artigues|Sant Adrià a Santa Coloma.

Todas estas áreas presentarían un nivel total de población muy superior al resto de la red. Atendiendo a la densidad, se advertirían tres núcleos fundamentales en donde la densidad sería muy elevada (mayor de 50.000 habitantes por km²). El primero y más importante sería un arco que va de Florida a Poblesec pasando por Entença, el segundo iría de Joanic a Sagrera y el tercero se ubicaría entre Fondo y Santa Rosa. El resto de la red poseería valores medios y bajos.

En el año 2.020 (figura E27 del volumen II de anexos), la estructura fundamental de la red se mantendrá casi intacta, pese a que la L8 finalizará en Gràcia y no se encaminará hacia el Besòs como ocurre en el año 2.018. La fractalidad general no se verá ampliamente afectada y, por lo tanto, los valores de densidad y distribución poblacional serán muy similares. De igual manera puede analizarse a la red de metro estimada en un período superior al año 2.020 (figura E28 del volumen II de anexos y figura 7.51) en el que la ampliación de la L3 será la prolongación de mayor importancia en un área. Concretamente, la que llega hasta Sant Feliu de Llobregat, (la cual posee una baja densidad de población) y que no alterará la estructura ni distribución del resto de la red, puesto que será una prolongación muy periférica de ésta.

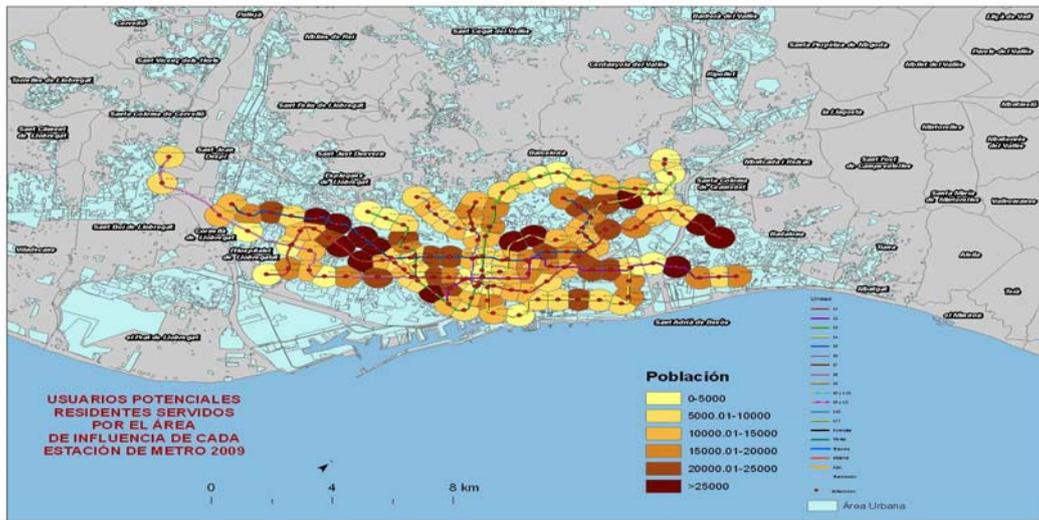
Si se analiza el sistema ferro-viario integrado de 2.009 (figura E29 del volumen II de anexos y figura 7.52) se puede observar cómo existía una diferenciación en la distribución de la población por áreas y en función del sistema ferro-viario instalado. Si bien, las grandes áreas de densidad se mantuvieron casi inmutables. Estas áreas iban desde Can Vidalet a Paral·lel, desde Joanic a Sagrera y desde Santa Coloma a Fondo y las tres áreas sobrepasaban los 50.000 habitantes por km². Por otra parte, las estaciones con mayor cantidad de población total se distribuían de Sant Ildefons a Poble Sec, pasando por Badal y Entença, y de Joanic a Fondo, pasando por Vía Júlia. Estas dos grandes áreas concentraban una población de entre 15.000 y más de 25.000 habitantes por estación. Siguieron apareciendo los grandes huecos poblacionales alrededor de las estaciones de intercambio más importantes, aunque era otro fenómeno el que llamaba poderosamente la atención. Las áreas con una densidad de población más elevadas estaban servidas por la red de metro, mientras que aquellas zonas donde se implantó el funicular, el tranvía y ,sobre todo y especialmente, el metro ligero, presentaban baja densidad de población y de población total por estación. Este sistema pudo resultar

rentable en áreas de baja o media densidad, obteniendo beneficios debido a que los costes de su implantación eran muy bajos en comparación con el metro convencional.

El análisis del sistema ferro-viario integrado de 2.020 (figura E30 del volumen II de anexos) indica que este hecho se agravará. El metro ligero unirá sus dos sistemas a través de la Diagonal y se convertirá en una auténtica red. La gran proximidad, entre sí, de las estaciones de metro ligero, producirá que la fragmentación del espacio en áreas de proximidad sea mayor. Se atomizará la superficie correspondiente a cada estación, creando un área donde predominen las estaciones con poca cobertura de usuarios. Esta área irá de noroeste a sureste, formando una diagonal que atravesará el centro. De esta manera, el metro ligero será el más coherente y homogéneo de todos los sistemas ferro-viarios analizados, ya que la disposición de su red y, sobre todo, de sus estaciones, provocará una mayor división del espacio asignado a cada estación, en función de la menor distancia existente entre ellas.

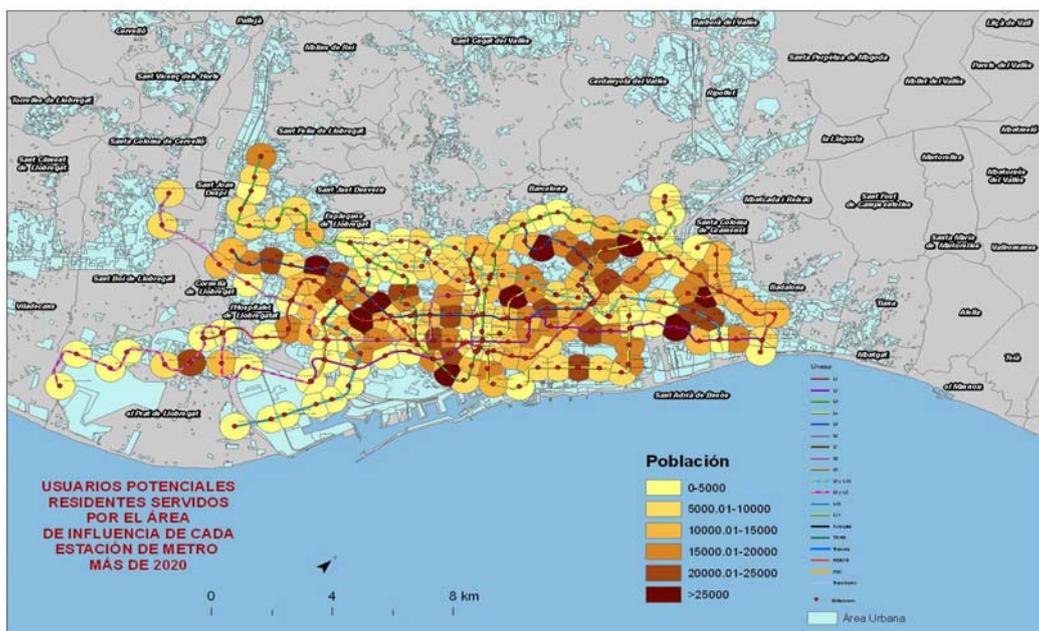
La periferia de este sistema ferro-viario integrado será la que resulte más homogénea , poseyendo valores reducidos de densidad y de población total por estación. No habrá grandes contingentes de población ubicados en la periferia y la expansión de los trenes de cercanías y el metro ligero serán muy convenientes. Sin embargo en esta misma área se ubicará el ramal de la L9-L10 que irá hacia el aeropuerto. Esta es la más cuestionada de todas las ampliaciones de metro de la red barcelonesa, debido a su cuestionable utilidad como medio de transporte de masas en una zona con densidades tan débiles. La utilidad de esta parte de la red como comunicadora de espacios estratégicos ,como puede ser el aeropuerto, queda refutada por el hecho, de que existe un tiempo crítico que cada usuario está dispuesto a invertir para llegar al centro de la ciudad. Superado este tiempo crítico el usuario desiste. Ya existe una línea de cercanías que permite la conexión con el centro de la Ciudad, en un tiempo bastante prudente, por lo que las críticas justificadas hacia esta línea continuarán presentes durante largo tiempo. Más allá de 2.020 (figura E31 del volumen II de anexos y figura 7.53), el sistema mantendrá su estructura general sin presentar grandes modificaciones.

Figura 7.50. Usuarios potenciales residentes servidos por el área de influencia de cada estación de metro 2.009.



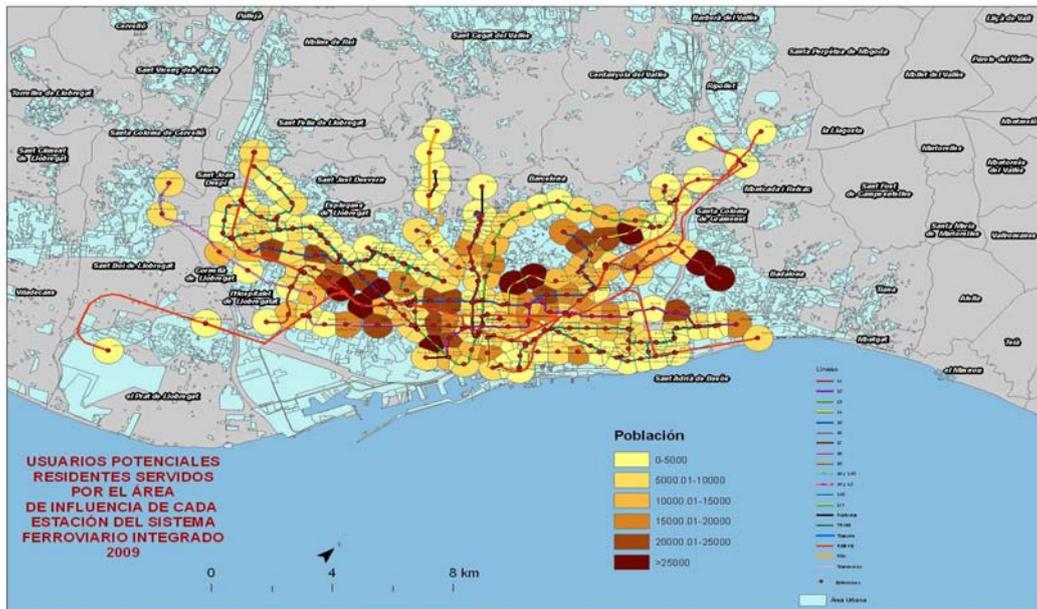
Fuente: elaboración propia a partir de información de T.M.B., A.T.M., F.G.C. y R.E.N.F.E. Corresponde con la figura E17 del volumen II de anexos.

Figura 7.51. Usuarios potenciales residentes servidos por el área de influencia de cada estación de metro más de 2.020.



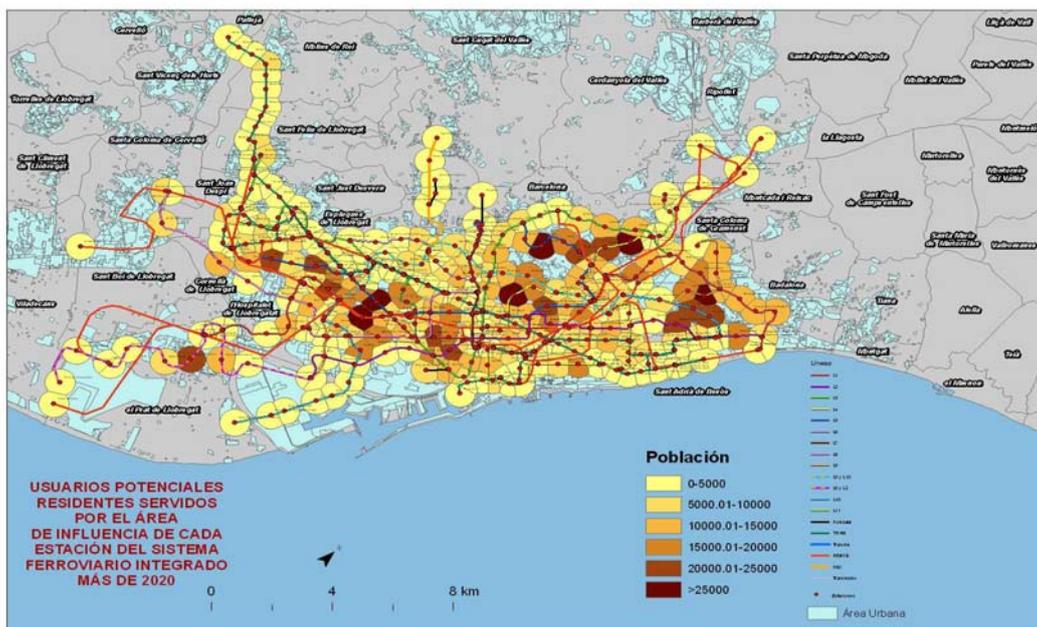
Fuente: elaboración propia a partir de información de T.M.B., A.T.M., F.G.C. y R.E.N.F.E. Corresponde con la figura E20 del volumen II de anexos.

Figura 7.52. Usuarios potenciales residentes servidos por el área de influencia de cada estación del sistema ferroviario integrado 2.009.



Fuente: elaboración propia a partir de información de T.M.B., A.T.M., F.G.C. y R.E.N.F.E. Corresponde con la figura E21 del volumen II de anexos.

Figura 7.53. Usuarios potenciales residentes servidos por el área de influencia de cada estación del sistema ferroviario integrado más de 2.020.



Fuente: elaboración propia a partir de información de T.M.B., A.T.M., F.G.C. y R.E.N.F.E. Corresponde con la figura E23 del volumen II de anexos.

7.2.6. Isoaccesibilidad de la red ferro-viaria de Barcelona por líneas

Si se analiza la red por líneas y no solo por estaciones , se obtienen resultados interesantes. Las líneas constituyen medios independientes de transporte en sí mismas. Son vías de comunicación directa. Un usuario siempre elegirá el menor número de transbordos posibles para llegar a su destino, así que, por lo tanto, la importancia de analizar el nivel de accesibilidad medio de cada línea, midiendo su tiempo medio de desplazamiento entre estaciones, resulta vital para comprender el funcionamiento real del sistema ferro-viario. Hasta el año 1.980 (figuras E32, E33, E34 y E35 del volumen II de anexos y figuras 7.54 y 7.55), la red de metro mantuvo unos valores medios de desplazamiento entre estaciones por líneas muy uniformes, de entre 75 y 100 segundos. Esto implica que en el momento de crear nuevas estaciones, se tuvo en cuenta que la distancia entre ellas fuese similar, con lo que los tiempos de desplazamiento entre ellas también lo fuesen. Sin embargo, en 1.980, ya comenzaron a vislumbrarse diferencias significativas entre líneas , especialmente con la L5 que supera los 100 segundos de media de desplazamiento medio de estaciones por línea.

En el año 2.000 (figura E36 del volumen II de anexos), aparte de la L5, se destacó muy especialmente la L8, que superaba los 125 segundos de media por desplazamiento de estaciones por línea. Esto es así porque las estaciones de esta línea se hallaban muy separadas entre sí. Esta línea estaba concebida como una línea de cercanías (FGC) y no como una línea de metro, pero la expansión urbana ha propiciado que posea las características del sistema metro. Aún así, es obvio que en el momento de crear las estaciones, la pauta seguida por TMB y por FGC fueron completamente diferentes, porque planificaban sistemas ferro-viarios completamente distintos.

En el año 2.009 (figura E37 del volumen II de anexos y figura 7.56) únicamente se produjeron cambios con la aparición de la L11, una línea de escasa longitud, pero con pocas estaciones que hacen que posea una media de tiempo de desplazamiento entre estaciones bastante elevado. En cualquier caso, siguió existiendo una preponderante mayoría de las líneas que poseen un tiempo medio de desplazamiento entre estaciones bajo, entre 75 y 100 segundos.

Es en el año 2.018 (figura E38 del volumen II de anexos) cuando se producirá un cambio radical. Toda la red en conjunto aumentará su tiempo medio de desplazamiento entre estaciones por línea, llegando a alcanzar los 100-125 segundos de media. Esto se explica porque la red sufrirá cambios traumáticos al expandirse por la periferia barcelonesa. Esta expansión por esta área de menor densidad poblacional propiciará que la separación entre estaciones sea mayor para que el área de influencia de cada estación sea más extensa y se capte a un número de pasajeros lo suficientemente amplio como para justificar la instalación de la estación. Como la gran mayoría de las líneas penetrará en las áreas periféricas, la mayoría de éstas verán cómo su tiempo medio de desplazamiento entre estaciones por líneas aumenta. Pero hay excepciones. La L4, por su estructura semicircular, no tendrá fluctuaciones en su tiempo medio. Igualmente ocurrirá con la L6 y la L7. Por el contrario, la L9-L10, en su trayecto hacia el aeropuerto, se consolidará como la línea con mayor tiempo de desplazamiento entre estaciones por línea, haciendo aún más inverosímil su viabilidad como vía de acceso rápido del aeropuerto al centro de Barcelona. Sin embargo el panorama existente en 2.018 es solo especulativo al ser un proyecto que no se concretará en la realidad.

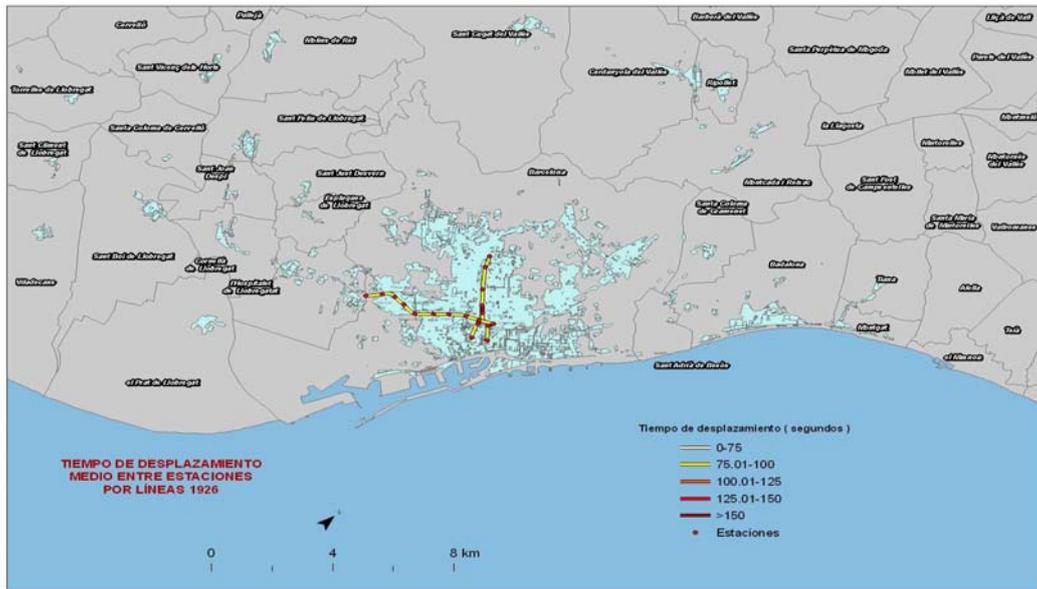
El diseño previsto en 2.020 (figura E39 del volumen II de anexos) es mas complejo y diverso. La red clásica mantendrá su homogeneidad y sus bajos tiempos de desplazamiento entre estaciones por líneas, mientras que la L9-L10 y la L8 se destacarán. La primera por ser concebida como una de las líneas de metro más largas de Europa y, por lo tanto, con un número de estaciones elevado pero con una disposición homogenea a lo largo de la línea. Por otra parte, la L8, pese a haber aumentado su número de estaciones seguirá siendo la línea que poseerá un tiempo más elevado de desplazamiento entre estaciones.

En el período superior a 2.020 (figura E40 del volumen II de anexos y figura 7.57) se producirá un escenario aún más complejo. Las líneas se expandirán y sus ratios temporales aumentarán, pero no en todos los casos. La L4, L6 y 7 y la L1 se mantendrán en niveles bajos, mientras el resto de la red mantendrá unos valores medios o altos. En definitiva, se creará un sistema diferenciado, en donde el centro mantendrá las mejores ratios temporales frente a la periferia.

Al analizar el sistema ferro-viario integrado , tanto de 2.009, como de 2.020 y más allá de 2.020 (figuras E41, E42 y E43 del volumen II de anexos y figures 7.58 y 7.59), se puede advertir la segmentación de la red en tres intervalos claramente diferenciados y segregados en tres medios de locomoción diferentes. El ferrocarril es el medio que poseerá valores temporales más altos, con una media temporal superior a 150 segundos. Esto es lógico, puesto que el ferrocarril está concebido para recorrer grandes distancias y en los centros urbanos suele realizar paradas en unas pocas y estratégicas estaciones. Por este motivo las estaciones del ferrocarril están separadas entre ellas y por lo tanto poseen un valor temporal más elevado. En un intervalo medio, de entre 100-125 segundos se halla la mayor parte de la red de metro. La red de metro es muy amplia en estos años analizados y, por ello, las estaciones están más distanciadas entre sí, en las áreas periféricas. En todo caso mantiene unos valores medios bastante aceptables dentro del conjunto de la red. Los valores medios más bajos corresponden sin lugar a dudas al metro ligero, un sistema ferro-viario con múltiples estaciones muy próximas entre ellas. La baja velocidad que alcanza este medio, en comparación con el ferrocarril o con el metro convencional, hace que precise de estaciones cercanas entre ellas para resultar eficiente. Su ámbito de acción es el más local de los tres sistemas. Es un sistema de transporte que cubre muy eficazmente un área muy concreta del continuo urbano y esta eficacia del sistema de metro ligero se ve reflejada en sus bajas medias temporales. Hay que destacar, en última instancia al proyecto de metro diseñado en 1.966. Resulta magnífico observar cómo la práctica totalidad de la red mantendrían unos valores altamente homogéneos y con ratios muy bajas, en torno a los 75-100 segundos de media de desplazamiento entre estaciones. Una vez más se confirma a este proyecto como uno de los más eficaces jamás realizados para una red de metro en Barcelona pero que, lamentablemente, jamás llegó a plasmarse en la realidad.

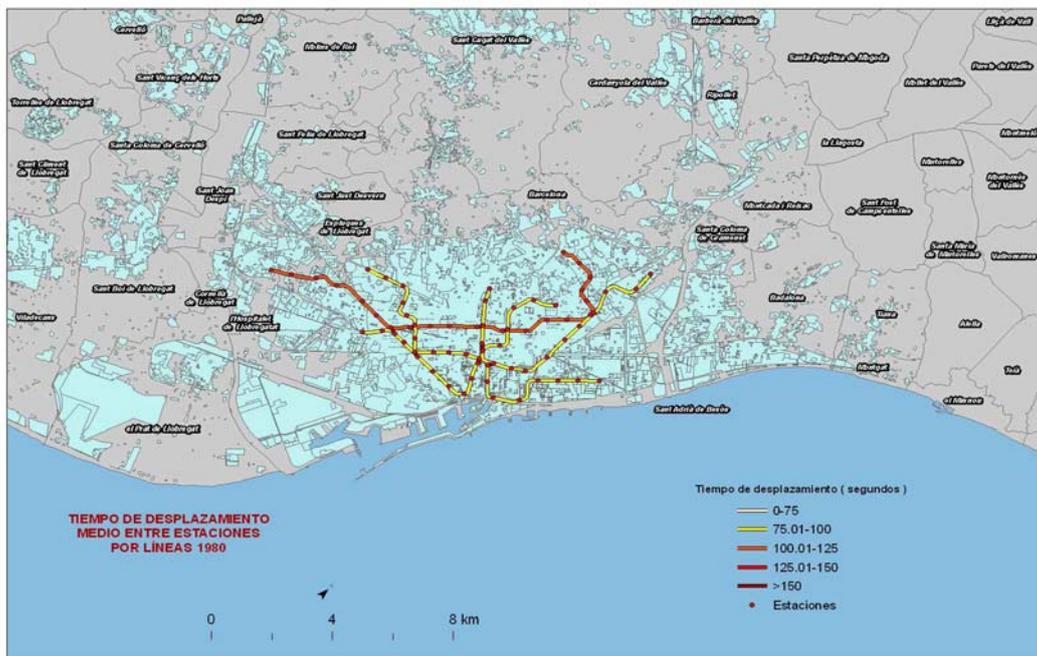
Como conclusiones generales, puede decirse que el ferrocarril mantiene cotas temporales elevadas debido a la propia naturaleza de su fisonomía como red y como sistema. De igual forma ocurre con el metro ligero que mantiene cotas bajas debido a la necesidad de la proximidad entre estaciones para ser un sistema eficiente. El sistema metro es el más variable de todos, ya que en las áreas urbanas más consolidadas y céntricas, el metro tiende a ubicar sus estaciones próximas mientras en las áreas periféricas y menos pobladas tiende a expandirlas.

Figura 7.54. Tiempo de desplazamiento medio entre estaciones por líneas 1.926.



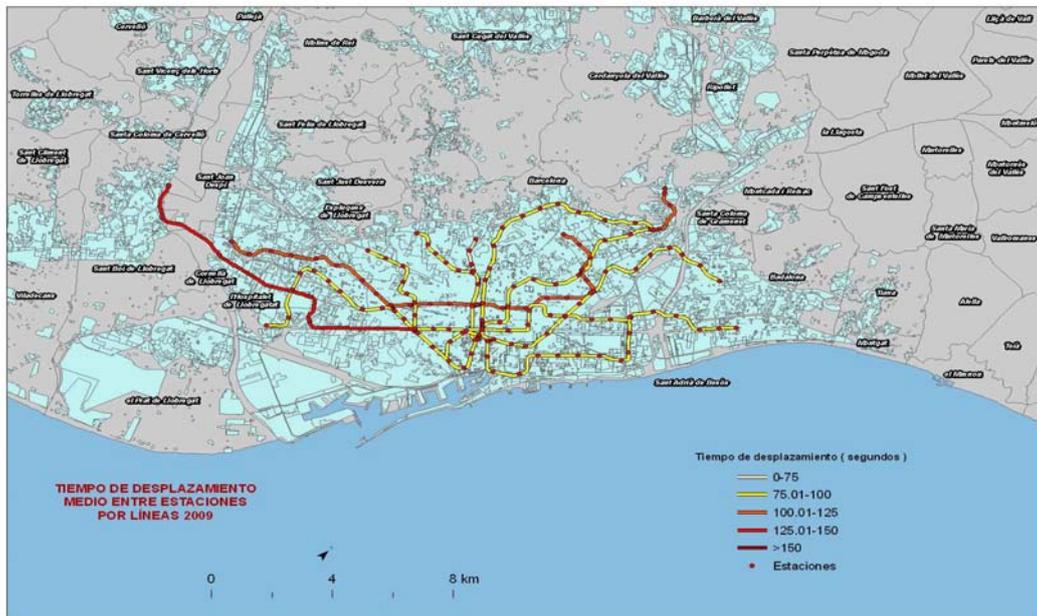
Fuente: elaboración propia a partir de información de T.M.B., A.T.M., F.G.C. y R.E.N.F.E. Corresponde con la figura E32 del volumen II de anexos.

Figura 7.55. Tiempo de desplazamiento medio entre estaciones por líneas 1.980.



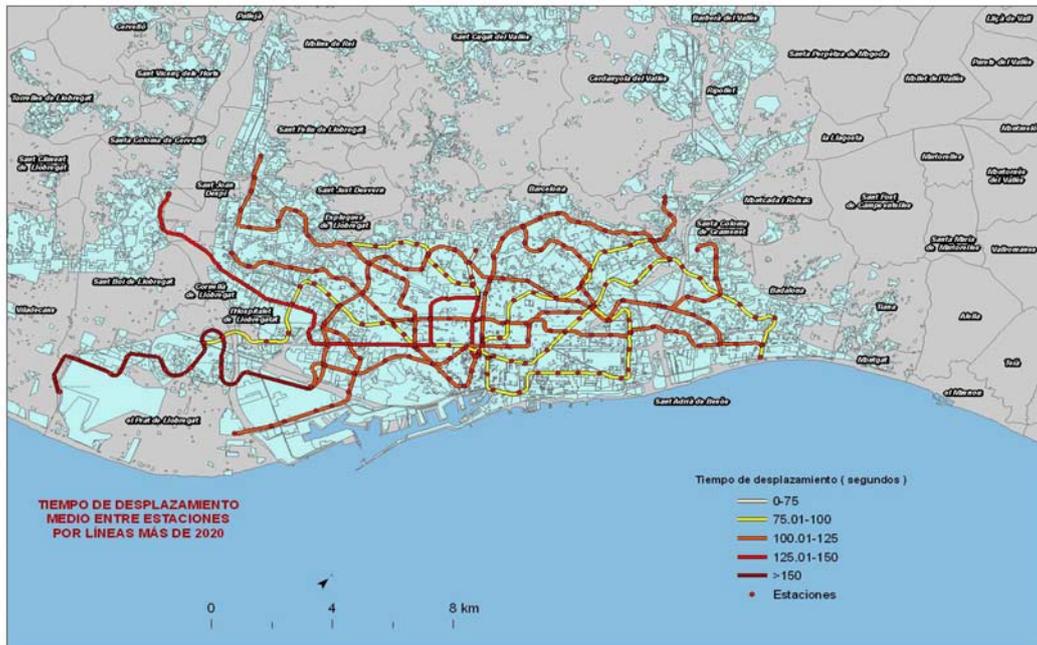
Fuente: elaboración propia a partir de información de T.M.B., A.T.M., F.G.C. y R.E.N.F.E. Corresponde con la figura E35 del volumen II de anexos.

Figura 7.56. Tiempo de desplazamiento medio entre estaciones por líneas 2.009.



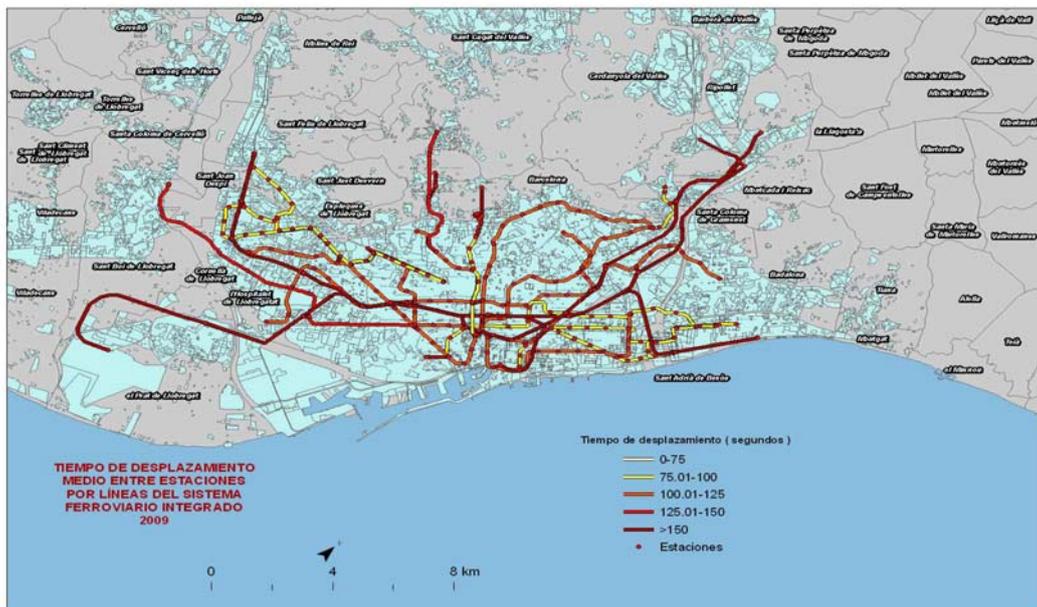
Fuente: elaboración propia a partir de información de T.M.B., A.T.M., F.G.C. y R.E.N.F.E. Corresponde con la figura E37 del volumen II de anexos.

Figura 7.57. Tiempo de desplazamiento medio entre estaciones por líneas más de 2.020.



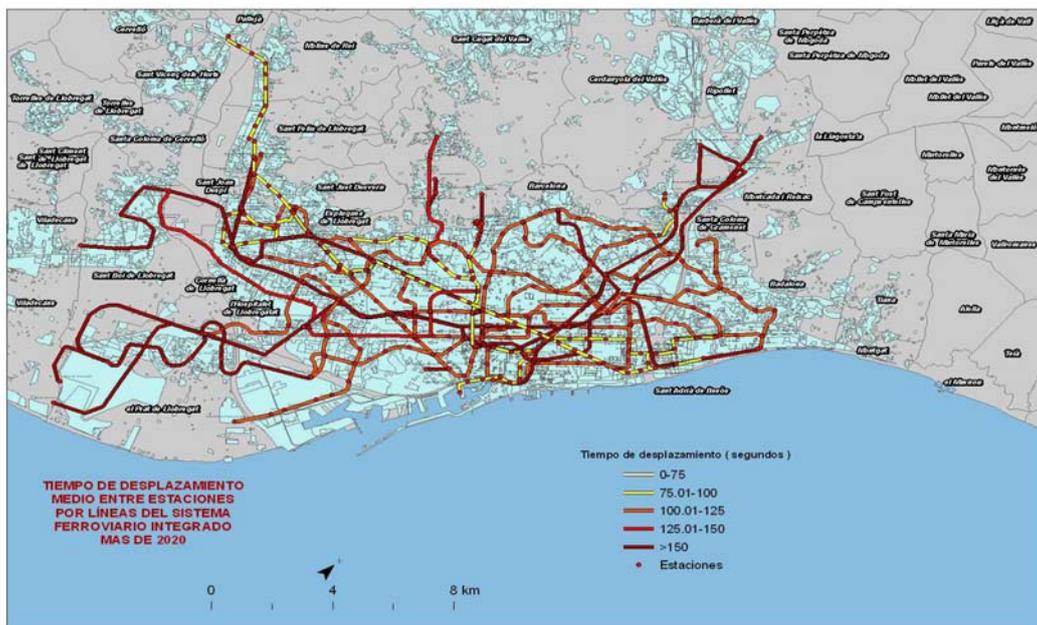
Fuente: elaboración propia a partir de información de T.M.B., A.T.M., F.G.C. y R.E.N.F.E. Corresponde con la figura E40 del volumen II de anexos.

Figura 7.58. Tiempo de desplazamiento medio entre estaciones por líneas del sistema ferroviario integrado 2.009.



Fuente: elaboración propia a partir de información de T.M.B., A.T.M., F.G.C. y R.E.N.F.E. Corresponde con la figura E41 del volumen II de anexos.

Figura 7.59. Tiempo de desplazamiento medio entre estaciones por líneas del sistema ferroviario integrado más de 2.020.



Fuente: elaboración propia a partir de información de T.M.B., A.T.M., F.G.C. y R.E.N.F.E. Corresponde con la figura E43 del volumen II de anexos.

Notas del capítulo 7

¹ La topología es una rama de la geometría que prima la jerarquía, orden y conectividad en frente a características de orden físico como son la superficie, longitud y forma. De esta manera, la topología pretende mostrarnos eficientemente la forma en la que se relacionan los diferentes elementos de un sistema.

² Dependiendo de si la estación dispone de ascensor o no, el tiempo invertido en acceder de la calle al andén será uno u otro. Con ascensor son 2 metros por segundo, con escalera son 0.33 metros por segundo.

³ Cuanto más próximas se hallen las estaciones entre sí, menor será el área de cobertura de la misma por intersecar entre ellas. A menor área, mayor accesibilidad de la estación por implicar un menor costo en desplazamiento hasta ella desde cualquier punto del área cubierta.

⁴ Autoritat del Transport Metropolità (ATM), Transport Municipal de Barcelona (TMB), Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya (FGC) y Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles (RENFE).

⁵ El área máxima que cubre cada estación es de 785400 m² y posee un radio de 500 metros.

⁶ Las isocronas representan líneas que unen puntos de un mismo valor temporal, en este caso, basados en los valores de isoaccesibilidad de las estaciones y extrapolado a toda la superficie de los municipios que atraviesan las diferentes redes ferroviarias. Aunque el área máxima de cobertura de cada estación es de 500 metros, resulta significativo analizar el territorio en su conjunto.

CAPÍTULO 8. MOVILIDAD: CONCEPTO, DEFINICIONES E INDICADORES

Este capítulo versa sobre la movilidad, sus diferentes concepciones y sus diversas dimensiones espaciales y teóricas. Es un concepto clave en los análisis de redes y en la transportística y resulta fundamental para la definición y planificación de las redes y del territorio.

El capítulo se divide en cuatro partes. En la primera se hablará de las diferentes definiciones y concepciones que diversos autores han atribuido a la movilidad, así como en su evolución a lo largo de la historia y de los estudios y teorías que se han frugado para poder ampliar y definirla correctamente y a los fenómenos asociados a ella. La segunda parte analizará las variables que definen el tipo de movilidad de un área, diferenciando entre aquellas de índole territorial y aquellas de carácter sociodemográfico, teniendo en cuenta las múltiples diferencias existentes entre grupos sociales. La tercera parte expondrá los métodos, técnicas e indicadores usados para cada tipo de movilidad analizada o para calcular elementos relacionados con el flujo de movilidad, como pueden ser el número de pasajeros transportados, entre otros. La cuarta parte versará sobre los impactos ambientales producidos por la movilidad. Este capítulo tendrá como objetivo clarificar las consecuencias de la movilidad sobre el territorio y analizará los métodos más óptimos para minimizar el impacto.

8.1. CONCEPTO, DEFINICIÓN Y EVOLUCIÓN DE LA MOVILIDAD Y DE LOS ESTUDIOS DE MOVILIDAD

La movilidad es desplazamiento, la movilidad es la superación de las distancias. Es a la vez un concepto y un fenómeno. Para comprenderla en su totalidad, es vital conocer las definiciones que a lo largo del tiempo han ido aportando diversos autores. La distancia, el espacio y el transporte, son elementos que están asociados a la movilidad y que permiten definirla. La movilidad ha sufrido una evolución a lo largo de la historia, especialmente en los últimos 150 años. Los medios de transporte se han diversificado y han ido acrecentando su eficacia y aminorando los tiempos de desplazamiento. De los inicios del ferrocarril hasta el postfordismo pueden reconocerse dos épocas que marcaron el auge y declive del transporte público y privado. Dos formas de entender la producción y el desplazamiento, que han permitido dibujar nuestra sociedad y nuestras ciudades. Durante este período de cerca de dos siglos, han sido muchos los autores que han teorizado sobre la transportística (esa rama de la ciencia dedicada a los transportes), a la movilidad, a los análisis de flujos y a la cronogeografía. En todos los casos, se trataba de explicar la relación de los transportes con el territorio y, en última instancia, con las áreas metropolitanas o urbanas. Es esta necesidad de entender el desarrollo del territorio y la urbe la que ha llevado a numerosos expertos a estudiar los fenómenos asociados a la movilidad y a los transportes. Esto es importante porque transportes y territorio son dos elementos imbricados que se afectan y desarrollan conjuntamente.

8.1.1. Definición y componentes de la movilidad

La movilidad expresa una acción relacionada con el movimiento. Dicha acción será más o menos eficiente en función de una serie de condicionantes, como el tiempo empleado en realizar el desplazamiento, la distancia espacial recorrida y el tipo de espacio transitado. Entender y clasificar estos elementos proporciona una valiosa información acerca del tipo de movilidad existente en un territorio. Se puede diferenciar la movilidad según sea temporal o espacial. La movilidad temporal es el número de desplazamientos realizados en 24 horas, que se efectúan usualmente para tener acceso a bienes y servicios en un área concreta, mientras que la movilidad espacial es la movilidad cotidiana de las personas influida por condicionantes territoriales y sociodemográficos¹. Al hablar de la movilidad y de la accesibilidad hay que tener

presente que son resultado del nivel tecnológico, de la organización y de la cultura de una sociedad², aunque, muy frecuentemente, en muchos estudios de movilidad, se suele limitar la definición de ésta a una dimensión meramente cuantitativa y se la describe como la repercusión de la falta de equilibrio espacial entre la oferta y la demanda³.

Una de las variables que más influyen en el tipo y grado de movilidad en un área es la distancia, la cual se diferencia en dos clases: la distancia espacial y la distancia temporal. En los análisis de movilidad en un área, la distancia que se analiza es siempre la distancia temporal, ya que la distancia física puede ser superada gracias a la tecnología actual. Los condicionantes del terreno ya no suponen un obstáculo insalvable para poder acceder a un área concreta. La distancia temporal se ha reducido, debido a las mejoras en los sistemas de transportes y, de hecho, en determinadas actividades y campos de producción, como los relacionados con Internet, la distancia física no es relevante y es la distancia temporal la que determina la eficiencia en la movilidad de los datos. Sin embargo, aunque la distancia física es superable gracias a la tecnología, en muchas ocasiones no se mide adecuadamente y su cálculo depende de la percepción del individuo. Este hecho es importante, porque hay que tener en cuenta que la distancia que se usa es la distancia que se percibe, ya que el espacio de acción está formado por los lugares sobre los que posee conocimiento el individuo o aquellos lugares sobre los que el individuo hace uso para obtener información⁴. La percepción de las distancias puede estar distorsionada por la topografía y los elementos antrópicos del territorio, así como por la familiaridad que se tenga del área en cuestión. La tipología edificatoria de un área también influye notablemente en la percepción de las distancias, ya que en los barrios homogéneos las distancias parece que aumenten. Suele ser bastante frecuente que se infravaloren las distancias largas y se le otorgue un mayor valor a las distancias cortas, de hasta 10 km de radio. Otros elementos del territorio, como el número de curvas que posee una ruta o el número de intersecciones, pueden variar la percepción que se tenga de una distancia física concreta y alterar la movilidad en un área, consecuentemente. Las distorsiones en la percepción de las distancias suelen tener relación con la ubicación de la vivienda propia, con los desplazamientos que se realizan desde ella y con las características de la ciudad. Pero dichas distorsiones también se producen en el ámbito temporal, ya que según algunos estudios, los viajes realizados por la mañana se perciben como de menor duración que aquellos efectuados durante la

tarde⁵. Esta variabilidad perceptual puede provocar cambios en las pautas de movilidad y de transporte, conceptos fuertemente ligados.

Para analizar la movilidad es fundamental la geografía de los transportes, que estudia los diferentes modos y sistemas de transportes y su relevancia a nivel espacial. Esta área del conocimiento es multidisciplinar y define a la movilidad como flujos de transporte o de bienes e individuos desplazados entre dos puntos⁶. El estudio de las estructuras de las redes de transporte es fundamental para entender la relación del espacio con las redes de transporte, las cuales constituyen su sistema arterial. Es importante estudiar cómo los nodos o paradas atraen la actividad y los flujos económicos y de otro tipo. Las redes y nodos no se distribuyen de forma homogénea por el territorio y ello provoca que haya jerarquizaciones diversas en él. Las redes son resultado de los procesos socioeconómicos que se producen en el territorio, pero, al mismo tiempo también condicionan a éste, polarizándolo y produciendo, en ocasiones, desigualdades territoriales⁷. El estudio de la relación entre movilidad y transporte resulta capital, ya que se ha demostrado que la eficiencia del transporte se fundamenta en buena medida en el nivel de movilidad de un área. Según algunos autores, podría definirse al transporte señalando que transportar es portar algo a través de una frontera sea del tipo que sea aunque para definir de forma más precisa al transporte se ha de ampliar considerablemente la definición de los elementos que lo constituyen. En el transporte intervienen una serie de elementos físicos y elementos espacio-temporales. Los elementos físicos son el contenido a transportar, la infraestructura y el material móvil mientras que los elementos espacio-temporales son el origen, el destino, el trayecto o ruta y la velocidad⁸. El transporte es el desplazamiento que realiza algún tipo de material, en algún tipo de medio móvil que sigue una ruta con un punto de partida y uno de llegada. Las funciones del transporte se hallan muy relacionadas entre ellas y pueden resumirse en tres: la accesibilidad espacial, la conectividad con los sistemas de producción y la actividad de producción. La primera de ellas, la accesibilidad espacial (definida como la capacidad que posee un punto para poder llegar a él desde otro punto) es la que determina la idoneidad de la conectividad con los sistemas de producción, que están definidos por la actividad productiva que, a su vez, es la que genera la demanda de movilidad en función de su producción⁹. Por lo tanto, a mayor producción, mayor demanda de movilidad para poder acceder a los mercados de consumo y poder ser accesibles a la entrada de materia prima o mano de obra. A mayor demanda de

movilidad , mayor es el grado de conectividad de un área, puesto que mayor es la inversión realizada en dicha conectividad. La productividad mejora la conectividad y por consiguiente la movilidad. La movilidad estimula la conectividad e impulsa la productividad. Se trata de un ciclo sinérgico que desde el inicio de la transportística se ha ido constatando como cierto.

8.1.2. Evolución de los estudios y disciplinas vinculados con la movilidad

Han sido varios los autores que han teorizado sobre los conceptos de distancia y movilidad. Los primeros teóricos dentro de la geografía del transporte fueron F. Ratzel, P. Vidal de la Blache, y A. Hettner , los cuales analizaban histórica y tecnológicamente cada infraestructura, a la par que analizaban las problemáticas ocasionadas por la construcción de dichas infraestructuras en un espacio concreto. En este punto realizaron grandes aportes los regionalistas franceses. Se tuvo que esperar hasta el siglo XX para que se formularan las primeras teorías locacionales, en las que se pretendía asignar una coherencia espacial a los fenómenos de índole territorial en función de su posición en el espacio. Fueron teorizadas por J.Von Thünen (1826) y posteriormente por W. Christaller (1.933). El concepto de centro resultaba esencial para organizar y definir las relaciones espaciales, pero diversos autores discrepaban sobre el propio concepto de centralidad, diferenciando entre centralidad geométrica y centralidad dinámica. La primera hacía referencia a la situación equidistante que existía entre un punto o nodo respecto del resto, mientras que la segunda hacía referencia al dominio que ejercía ese nodo sobre el resto para poseer una mayor conectividad en el sistema. La concreción del centro permitía realizar importantes análisis de jerarquía nodal. Al tiempo que se perfeccionaban diversas teorías locacionales, el neopositivismo de los años 50 del siglo XX también procuraba estudiar los diversos fenómenos sociales procurando descubrir y elaborar leyes generales. Dichas leyes generales se deducían al relacionar el tamaño y la densidad de una urbe en función de su red de transportes y de las políticas públicas relacionadas. Estos estudios señalaban que el transporte público pretendía cohesionar la ciudad en su proceso de expansión, mientras que el sistema productivo fraccionaba el espacio y de ese fraccionamiento surgía la necesidad de interconexión. Fue W. Ullman en 1.957 quien inició la geografía teórica del transporte, arguyendo que las relaciones espaciales constituían uno de los pilares básicos de la geografía¹⁰.

Posteriormente, en los años 1.960 y 1.970 se comenzó a estudiar la cronogeografía que versaba sobre cómo se expandían las innovaciones a lo largo del tiempo y cómo éstas afectaban a las personas¹¹. La cronogeografía utilizaba una serie de estudios behavioristas que trataban sobre cómo se comportaba el individuo y el tipo de decisiones que se adoptaban frente a la innovación y su evolución temporal. A partir de formularios y de encuestas origen-destino se conformaban los prismas de movilidad y se pudo comprobar que existían diferencias en la distancia real, la distancia espacial, la distancia temporal y la distancia espacio-temporal. Se llegó a la conclusión de que la localización de actividades estaba mayormente en función de la distancia temporal y no tanto de la distancia espacial¹².

Sin embargo, fueron los análisis de flujos los que verdaderamente dibujaron los procesos de movilidad de un territorio al desarrollar métodos como el modelo de oportunidades o la teoría de grafos. Durante los años 1.960 y 1.970 algunos autores realizaron sus aportes al análisis de flujos. En cuanto a técnicas empleadas destacó el trabajo *Geography of Transportation* (1.973)¹³. Uno de los aportes más destacados de esta época era el enfoque locacional de Hartshorne, el cual relacionaba la infraestructura de transporte y la economía, convirtiendo a la geografía de los transportes en una parte de la geografía económica. De esta manera, la infraestructura de transportes aparece como el esqueleto de la región económica.

Más adelante, en los años 1.970 y 1.980 se estudió la movilidad desde una óptica humanista y social, y se singularizó el estudio del desplazamiento de diferentes grupos sociales como las mujeres o los ancianos, entre otros. Los estudios de la percepción también son numerosos en esta época, así como los estudios que añadían límites temporales a las actividades del ser humano y que afirmaban que las actividades humanas, fuesen de la naturaleza que fuesen, consumían tiempo y espacio¹⁴.

Actualmente, en los estudios de movilidad se tiene en cuenta la movilidad cotidiana de las personas y se analizan todas las causas que han motivado el desplazamiento. Este planteamiento actual choca frontalmente con el anterior planteamiento productivista que únicamente contemplaba los desplazamientos por motivación laboral o de estudio.

8.1.3. Evolución de los transportes y de la movilidad

Existe una evolución en los transportes y en la movilidad a lo largo de la historia. Antes de la era industrial, los transportes terrestres tenían un radio máximo de 50 kilómetros al día y había fuertes restricciones en el intercambio de mercancías y en el transporte de personas. Esta situación duró hasta el siglo XIX cuando la industrialización se hizo ya muy patente¹⁵. Posteriormente, durante la revolución industrial comenzaron a operar las primeras rutas marítimas regulares y los primeros ferrocarriles, siendo el primero el que realizaba la ruta Manchester-Liverpool en 1.830.

De finales siglo XIX hasta 1.920 se produjeron avances técnicos significativos. La energía eléctrica comenzó a usarse a partir de 1.870 y los ferrocarriles y tranvías sufrieron un despegue¹⁶. El suelo ya comenzaba a valorizarse en función de su posición de centralidad, una centralidad que ya no estaba definida por el centro geográfico sino por los nodos de conexión creados por los diferentes sistemas de transporte de infraestructura fija que se iban implantando en las ciudades.

Como indica L.M. Egusquiza Juaristi la cada vez mayor presencia de la industria en las ciudades obligó a un replanteamiento de las mismas. En estas ciudades capitalistas se comenzaron a realizar acuerdos entre diversos agentes públicos y privados. Diversos autores como Ildefons Cerdá en Barcelona y August Orth en Berlín fueron , ya en el siglo XIX, los primeros en teorizar sobre la ciudad y los transportes presentes en ella. Fueron los que consideraron al ferrocarril como un elemento más de la ciudad a considerar, hecho que hoy en día se aplica al coche. Otros autores como Le Corbusier teorizaron una ciudad en la que se producía una segregación social motivada por la introducción de elementos vinculados al transporte como las autopistas, lo que permitió la construcción de grandes edificios rodeados de parques¹⁷. Gracias a estos y otros autores, cada vez fueron más frecuentes los modelos que pretendían determinar cual era el costo que más disuadía al usuario a la hora de usar el transporte público, si el tiempo que se tardaba en el vehículo, el tiempo de espera o acceso o el coste monetario que suponía el transporte público¹⁸. A día de hoy siguen realizándose estudios similares para determinar el grado de accesibilidad y movilidad potencial de un área.

Durante la era fordista aconteció una producción en masa y el transporte se individualizó (automóvil) ¹⁹. Pero posteriormente, en la era postfordista hubo un declive del transporte individual que fue sustituido por transportes de masas como el TGV que consumían menos y eran más respetuosos con el medio ambiente. Hubo un aumento de desplazamientos masivos y una mejora en la tecnología de los medios de transporte²⁰. La privatización de las redes ferroviarias fue la pauta dominante en esta época²¹. Esta pauta de desarrollo fue especialmente importante después de la segunda Guerra Mundial cuando los países desarrollados introdujeron diferentes medios de transporte veloz que aumentaron la productividad, la intermodalidad y la coordinación comercial y aduanera en el sector de los transportes. La brecha entre los países más desarrollados y los menos desarrollados se hizo aún mayor en este momento histórico. El transporte por carretera se incrementó notablemente así como la demanda de vehículos, mientras el transporte marítimo dominó a nivel internacional con un aumento del número de contenedores y la creación de grandes puertos hub/spoke (aporte/ dispersión) que poseían grandes hinterland alrededor suyo. La alta velocidad se expandió así como el número de aeropuertos. Las plataformas multimodales fueron también importantes a la hora de transferir el flujo por mar, tierra y aire. Sin embargo, la implantación y expansión de las infraestructuras tiene limitaciones. Las carreteras y redes ferroviarias no suelen poseer restricciones físicas mientras que el transporte marítimo sí, ya que depende de la climatología y de las estaciones climáticas. Por otra parte, el transporte aéreo posee rutas sin restricciones pero las pistas de aterrizaje y despegue no pueden implantarse en cualquier ubicación²².

Estas dos épocas, se diferenciaban notablemente y es importante resaltar dichas diferencias para poder comprender mejor cada uno de los periodos.

Como indican C. Miralles Guasch y A. Cebollada, en la etapa fordista los desplazamientos al trabajo, los commuters, eran la prioridad. El desplazamiento a pie carecía de representación y se primaron los desplazamientos mecánicos, mientras que en la etapa postfordista se le dio importancia a los diferentes desplazamientos que se producían, independientemente de la motivación del desplazamiento. Lo importante en la etapa fordista era el trabajo mientras que en la etapa postfordista es el consumo, por ello, la primera daba importancia a los grandes desplazamientos colectivos mientras que la segunda analizaba los desplazamientos individuales que son más numerosos y

dispersos. Cuando se produjo el cambio de etapa los horarios de trabajo se flexibilizaron y dejó de tener sentido hablar de horas punta o valle mientras que los desplazamientos cotidianos suponían un costo temporal que había que tener en cuenta y había que procurar reducir. En los ámbitos dispersos se hizo necesario los medios mecánicos de transporte y los tiempos de desplazamiento aumentaron mientras que en los ámbitos más concentrados los desplazamientos a pie volvieron a tener importancia y los tiempos de desplazamiento disminuyeron ²³.

El postfordismo favoreció la dispersión de diversas actividades por el territorio que creó una sociedad en red y un urbanismo en red. Se produjo un efecto de dispersión y centralización al mismo tiempo ya que las ciudades se expandían y las periferias se convirtieron en zonas de gran promiscuidad de usos residenciales, industriales... y al tiempo el centro de las ciudades acumularon las actividades terciarias de mayor valor añadido. El barrio, a su vez, adquirió la categoría de unidad espacial cotidiana siendo ésta el área donde se realizaban la mayor parte de los movimientos cotidianos²⁴.

8.2. MOVILIDAD SEGÚN VARIABLES TERRITORIALES Y SOCIODEMOGRÁFICAS

La movilidad posee diferencias significativas en función del medio territorial que vertebró. Las variables sociodemográficas que influyen en la movilidad son también cruciales para entender determinados flujos poblacionales. Las mujeres, los ancianos, los jóvenes, los estratos sociales más deprimidos económicamente... todos ellos poseen características particulares que devendrán en pautas de movilidad muy definidas y diferenciadas.

8.2.1. Movilidad según variables territoriales

La movilidad varía fuertemente dependiendo del área o territorio analizado, especialmente si el área a tratar es un área urbana o metropolitana en donde la movilidad ha sufrido un espectacular aumento. Este aumento, a su vez, ha permitido una diversificación en el tipo de movilidad, desde la movilidad de masas en las que priman los viajes con motivo de trabajo o estudios, a la movilidad singular en la que varían los

motivos de desplazamiento y la forma en cómo se distribuye a lo largo de las diferentes franjas horarias. Las ciudades se han ampliado y con ello las distancias a recorrer. Los motivos de los viajes ya no son únicamente laborales sino de ocio u otros motivos. Dependiendo de la renta per cápita y el tipo de ciudad en la que se viva, se dispondrá de un tipo u otro de movilidad²⁵. Pero independientemente de la renta de que se disponga, lo cierto es que las mejoras técnicas y la implantación de nuevas infraestructuras ha posibilitado un gran ahorro de tiempo en los desplazamientos, aunque dicho ahorro se reinvierte a su vez en otros desplazamientos. Se producen desplazamientos como los “*inverse o reverse commuting*”, en que los viajes del centro a la periferia son cada vez más frecuentes²⁶. El commuting consiste en realizar movimientos pendulares, diarios y frecuentes entre el domicilio y el lugar de trabajo e induce el desarrollo urbano y metropolitano. Una buena manera de definir los límites de una urbe es dibujando los principales movimientos pendulares que tienen cabida en dicha área. Sin embargo, los límites de la ciudad son cada vez más difusos ya que la ciudad ha ido perdiendo sus límites físicos y su carácter político, económico y social es cada vez más tenue. De hecho, ciudad y campo son dos variables cada vez más difusas. Resultan más importantes los flujos de movilidad cotidianos que las variables socioeconómicas, a la hora de definir si un área posee un carácter rural o urbano²⁷. Pero lo cierto es que, como indica J.M. Albertos Puebla, los espacios cada vez están más imbricados entre sí, especialmente en las áreas metropolitanas. En estas áreas se produce un espacio de interacciones cada vez mayores y más transversales. Este hecho está motivado entre otras cuestiones por la incorporación masiva de la mujer al trabajo. También la movilidad por motivos relacionados con la actividad industrial o la adquisición de servicios ha aumentado, en buena parte por las características de la actividad desplazada y, concretamente, por su dinamismo económico, su grado de concentración territorial, su escala de mercado de trabajo y las características de la población que está ocupada²⁸. Todos estos factores son importantes para determinar la movilidad de un área, a los que habría que sumar la forma en la que se distribuyen las actividades por el territorio, la variación en los motivos de desplazamiento y el aumento en el tiempo empleado y en la distancia recorrida²⁹.

8.2.2. Movilidad según variables sociodemográficas

Otros autores añaden además que los indicadores demográficos son esenciales para determinar la movilidad en un territorio³⁰.

Como indica S. Roquer Soler, la movilidad de la población está determinada en buena medida por variables sociodemográficas como la edad, el sexo, el nivel de estudios o el conjunto profesional al que se pertenece³¹. Las diferencias en la movilidad están asociadas a los diferentes segmentos sociales y a su vez determinados espacios urbanos están condicionados según determinadas estructuras sociales. Especialmente relevantes son los estudios sobre los jóvenes, las mujeres y los inmigrantes³². Algunos autores analizan la movilidad de las personas ancianas en su medio mientras otros autores se interesan en la movilidad de las mujeres³³. A mayor nivel de instrucción mayor será la movilidad externa de los individuos mientras que por edades destacan los adultos jóvenes de entre 20 a 39 años como el segmento con mayor movilidad externa. Los habitantes de municipios pequeños muestran una mayor movilidad externa que los habitantes de municipios grandes y es reseñable la diferencia entre hombres y mujeres ya que para los hombres es más fácil desplazarse externamente³⁴. Como indican M.A. Díaz Muñoz y F.J. Jiménez Gigante, la movilidad entre hombres y mujeres es diferente. La ocupación preferente de ambos géneros marca una primera diferenciación, teniendo un mayor peso el género masculino en las fábricas situadas en la periferia de los núcleos frente al sector servicios en donde se emplea mayormente la mujer y cuyos locales se sitúan en áreas céntricas. Pero otros factores como el ocio o las compras también revelan diferencias significativas entre sexos. También factores como el peso que posee cada género en sus responsabilidades familiares influye en la movilidad de cada uno, sumando a esto el hecho de que la mujer usa más el transporte público y el no motorizado y suele tener un ámbito de viaje más compacto que el del hombre³⁵. Por lo tanto la mujer realiza desplazamientos más próximos a su domicilio y utiliza con mayor frecuencia los desplazamientos a pie o los medios de transporte público mientras los hombres suelen realizar desplazamientos más largos por motivos fundamentalmente laborales y usando en mayor proporción el vehículo privado.

En otro orden de cosas, algunos estudiosos de la geografía del bienestar indican que la posibilidad de acceder a determinados bienes y servicios constituye uno de los factores

determinantes en la distribución y diferenciación espacial de la calidad de vida³⁶. Los centros de las ciudades han expulsado actividades y cada vez más están poblándose de personas de edad avanzada con restricciones en su movilidad. Todo esto ha producido que los centros hayan perdido relevancia en cuanto a movilidad, frente a la periferia³⁷. Los jóvenes usan menos el transporte privado que los adultos aunque, conforme van llegando a la adultez, se van incorporando a este medio. Los accesos a determinados usos y servicios así como al mercado laboral y formativo son las prioridades del grupo conformado por el sector más joven de la población³⁸. La ubicación de determinadas instalaciones fabriles, industriales o de producción alejadas del centro ha ocasionado que muchos jóvenes que no pueden disponer de vehículo privado presenten grandes dificultades de acceso laboral. Otros grupos sociales como los inmigrantes suelen tener problemas para obtener la licencia de conducir por las dificultades lingüísticas y prefieren el transporte público y por ello se suelen ubicar en el centro de las ciudades, donde hay una gran cantidad de oferta de transporte público.

El nivel de renta también es otro factor esencial para determinar la movilidad de un área, ya que determina el ámbito máximo de desplazamiento del individuo o grupo social y por lo tanto su capacidad de acceder a determinados puestos laborales o servicios. También la renta influye en la localización de la vivienda ya que la accesibilidad a un área es uno de los condicionantes del precio del suelo. Las externalidades de los sistemas de transporte pueden ser positivos o negativos. Los negativos son el masivo uso de suelo, la contaminación, el gasto energético y la creación de áreas marginales. Las áreas más céntricas pertenecen a las clases más pudientes mientras las más periféricas y por lo tanto las más devaluadas, pertenecen a las rentas más bajas y por lo tanto, a aquellas que desembolsan más dinero en desplazamientos³⁹. Hay una serie de factores físico-espaciales que explican que a mayor densidad urbana menores desplazamientos se producen⁴⁰.

También hay que tener en cuenta que las personas con movilidad reducida, con discapacidades manuales, sensoriales y cognitivas o con dificultades para manipular objetos, son aquellas que merecen una mayor atención por parte de la administración. Las personas mayores, los padres con carritos para niños o aquellos que posean algún tipo de disminución temporal en su movilidad debido a algún accidente, las mujeres embarazadas, las personas que transportan equipaje o las personas con gran obesidad

son personas que poseen también una accesibilidad y movilidad más limitadas. También tienen limitada su movilidad y accesibilidad las personas con discapacidades cognitivas o mentales, con deficiencias visuales, auditivas o con cierta incapacidad en el habla, las personas mayores, los niños y los analfabetos⁴¹. También hay que tener en cuenta que una misma familia posee diferentes necesidades de movilidad y se precisa de una organización que pueda coordinar la movilidad de cada uno de los componentes por lo que si hay cambios en la oferta de transporte modificará a las pautas de todo el grupo y no solo de un individuo⁴².

En otro contexto, la movilidad de un área puede estar vinculada al enraizamiento territorial (se puede afirmar que los individuos crean lazos con el territorio donde viven y a eso se le llama enraizamiento territorial). Si los habitantes mantienen relaciones con otras personas de su mismo grupo social son relaciones homogéneas y si mantienen relaciones con miembros de diferente grupo social son relaciones heterogéneas. Dependiendo del grado de relación que mantengan los diferentes grupos sociales y el emplazamiento donde vivan los individuos y grupos sociales se distinguen diversas clasificaciones en cuanto a la movilidad: de vecindad, dual, fragmentada y de centralidad. La movilidad de vecindario se caracteriza por la homogeneidad en el grupo social como ocurre en los barrios obreros mientras que la movilidad dual se caracteriza por la relación entre varios grupos sociales y existen relaciones homogéneas y heterogéneas. El aumento de las telecomunicaciones y los transportes masificados crean situaciones de individualidad frente a la cohesión preexistente. En ese momento se crea la movilidad fragmentada en la que el espacio pierde importancia. La movilidad de centralidad viene dada por la generación de centros donde se aglutinan y se interrelacionan diferentes grupos sociales. El mejor ejemplo es el centro comercial⁴³. En otro sentido es reseñable comentar que las personas con una movilidad muy elevada, como los taxistas, son capaces de realizar trayectos mentales de distancias mínimas entre dos puntos asombrosamente similares a como las realizaría un programa informático⁴⁴.

Es importante apuntar que la movilidad es analizada fundamentalmente desde el punto de vista territorial, medioambiental y social aunque la vertiente económica es muy importante también. Infraestructuras, viviendas y equipamientos deberían de planificarse conjuntamente⁴⁵. Conocer el territorio es importante puesto que el territorio

se conforma en base a una geometría variable que crea espacios túneles en los que priman los destinos en gran parte alejados frente a las localizaciones más próximas que son un mero trayecto para el individuo. Este proceso crea la archipielaquización del territorio⁴⁶.

Es importante las explicaciones que al respecto arrojan algunos autores. Según explican J.M. Seguí Pons y J.M. Petrus Bey ⁴⁷: “Las redes de transporte y comunicación se encuentran fuertemente imbricadas con los territorios a los que articulan y son a su vez expresión y consecuencia de las interrelaciones que aquéllas mantienen con los sistemas socioeconómicos. Si la red es óptima para el usuario, cada vértice estará conectado de forma directa con una línea y los costes de explotación serán mucho más elevados. Si la red está conectada mínimamente y cuenta con pocos ciclos, el usuario pierde más tiempo en ir de una línea a otra, sin embargo los costes de explotación son inferiores”.

Y según afirman J. Valles Ferrer y E. Hap Dubois ⁴⁸: “Otros aspectos que el ciudadano valora y que un sistema de transportes público puede y debe darle son: seguridad, comodidad, eficacia, regularidad, movilidad, e información”.

Según algunos autores la planificación de las infraestructuras ha de tener en cuenta la integración con el exterior, la articulación interior y la coordinación intermodal⁴⁹. Una infraestructura es eficaz en base a su capacidad para cubrir un territorio o cubrir una determinada demanda. La demanda de transporte viene dada por las condiciones económicas y sociodemográficas de la sociedad⁵⁰. La oferta son las infraestructuras y la demanda es la movilidad. La actividad espacial hace referencia a los lugares próximos usados habitualmente por el individuo y se observa que a mayor distancia, menos se está dispuesto a viajar. Algunos autores ahondaron en este tipo de investigaciones. Se ha de diferenciar entre distancia real, física, económica (cuanto más alejado del centro mayor costo) y perceptual⁵¹. Otros autores indican que la localización de las empresas y los mercados afectan al precio de la mercancía al influir en los costes de producción⁵².

Si el concepto a tratar es la movilidad, el concepto espacio resulta realmente crucial a la hora de realizar un análisis profundo. Así el espacio de acción es el conjunto de localizaciones de las cuales se extrae la información usada por el individuo mientras que el espacio de actividad es el espacio más próximo al individuo y es donde realiza la mayoría de sus actividades, es su espacio vital. Es cada vez más frecuente que los individuos se desplacen cada vez más y más a menudo⁵³. También es importante indicar

que hay diferentes tipos de flujos de transporte o de circulación como son la circulación doméstica que suele ser a pie y en el entorno inmediato, usualmente el barrio. La circulación profesional suelen ser movimientos largos pendulares de carácter laboral mientras que otro tipo de circulaciones son las motivadas por cuestiones económicas, de ocio y las dedicadas a las relaciones sociales, a los días festivos y a la circulación excepcional.

Otro elemento de análisis es la velocidad que define el tipo de flujo de transporte del que se está hablando. Existe la velocidad tecnológica como la limitación que impone la tecnología a cada modo de transporte. También están la velocidad de circulación que es la velocidad en un momento y lugar concretos , la velocidad puerta a puerta que es la relación entre una distancia y el tiempo invertido en transitarla teniendo en cuenta el tiempo de aparcamiento o los atascos (la media del transporte privado es de 15 km/h mientras que el transporte público posee una media de 10 km/h) y la velocidad generalizada que es aquella que mide la velocidad media de un medio de transporte en un período temporal largo⁵⁴.

Los medios publicitarios ensalzan la conveniencia del uso del transporte privado frente al público haciendo uso del YO individual frente al TÚ colectivo. Poder, belleza, competitividad, emoción, éxito, son conceptos usados para fomentar el uso el automóvil en contra de los medios públicos pese a la racionalización de los recursos que se efectuaría al utilizar éstos últimos⁵⁵. Entre finales del siglo XX y principios del XXI se ha favorecido el transporte privado frente al público lo que ha mermado la accesibilidad de personas con dificultades de acceso al transporte privado, Por otra parte en el urbanismo se destacan dos etapas, una en la que predominan los medios privados y la ciudad se expande y otra en la que la ciudad se ordena y se impulsa el transporte público⁵⁶.

Para concluir este apartado es interesante la observación realizada por J.Valles Ferrer y E. Hap Dubois⁵⁷: “El movimiento humano en la gran ciudad aumenta y se acelera en la medida en que a su máquina económica se la hace trabajar a un ritmo más intenso. Esa gran ciudad es inconcebible sin los medios de locomoción; el transporte es el motor de arranque y aceleración del proceso económico. Tal es el carácter vital del transporte en todas sus manifestaciones en las macrourbes.

Pero el transporte urbano no es una necesidad privada, es una necesidad colectiva, es un derecho de todo ciudadano. En definitiva, el transporte colectivo en las grandes ciudades no tiene más remedio que ser un servicio público”.

8.3. MÉTODOS, TÉCNICAS E INDICADORES DE MOVILIDAD

Hay diversas técnicas y métodos que analizan la movilidad de una región. Existen parámetros históricos, de uso del suelo, económicos y sociales. Existen diversas formulaciones propuestas para poder definir la movilidad de un área en función de los parámetros descritos y existen también diversas técnicas de análisis que permiten obtener la información precisa para posteriormente realizar una formulación que defina el nivel de movilidad y accesibilidad de un espacio. Este apartado versa sobre dichas técnicas y métodos de análisis.

8.3.1. Métodos y técnicas de movilidad

Los SIT (Sistemas Inteligentes de Transportes) son una rama de las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) encargadas de gestionar de forma más conveniente las redes de transporte fundamentalmente viario. Se encargan de la optimización de los recursos y la mejor organización en planificación de rutas, de la mejora en los indicadores medioambientales debido a la reducción de CO₂ motivado por desplazamientos más eficaces, de la correcta relación entre oferta y demanda, de la mejora de la seguridad vial y de la eficiencia. Todo ello sistematizado gracias a los SIG (sistemas de información geográfica) que constituyen potentes herramientas de análisis territorial⁵⁸(las Ciencias de la Información Geográfica son unas ciencias que aglutinan diversos conocimientos provenientes de la cartografía, la estadística, la fotogrametría o incluso la psicología⁵⁹).

Entre las técnicas de análisis territorial más empleadas se encuentran las encuestas. Las encuestas son las herramientas más usadas para conocer los orígenes y destinos de los encuestados y así trazar mapas que clarifiquen cuales son los puntos neurálgicos del territorio. Las fuentes estadísticas y la homogeneización de las mismas son fundamentales para realizar análisis fiables y comparativos entre diversos modelos de movilidad. Las encuestas de movilidad obligada sirven para el cálculo de índices de autocontención y autosuficiencia. Pero la EMO tiene dos inconvenientes, ya que solo

describe los movimientos realizados por motivos laborales y de estudio y además depende del censo de población y de los padrones intercensales para su confección lo cual genera incertidumbre sobre los datos de partida. Otras encuestas de movilidad cotidiana tienen en cuenta un mayor número de factores que propician los desplazamientos. A los estudios de movilidad se han añadido diferentes variables como la creciente importancia del cuidado medioambiental, la incorporación de los grupos sociales en los análisis de la movilidad o diversos cambios en la economía y el territorio que afectan a la movilidad. Por todo ello resultan importantes los vectores analíticos (territorial, temporal, ambiental y socioeconómico) , las políticas públicas llevadas a cabo, la temática y los diferentes colectivos implicados. Es importante compartimentar el espacio en zonas de transporte homogéneas receptoras y emisoras de pasajeros. Las variables usadas para definir la homogeneidad de esas zonas pueden ser diversas, ya sean variables físicas o aquellas que tienen en cuenta la cantidad y densidad poblacional u otros parámetros. En planificación urbanística es fundamental el análisis de la movilidad como señalan el Libro Verde y el Libro Blanco de la Comisión Europea. La cohesión social y la igualdad de la movilidad entre géneros son otros de los factores a tener en cuenta. También el tiempo es una variable capital para entender la movilidad actual debido a que es un recurso finito y debe gestionarse lo más eficientemente posible. Los grupos sociales se mueven de forma diferente pero está en fase de estudio la forma exacta de cómo, cuanto y porqué se mueven. Los estudios de accesibilidad son cruciales para descubrir los segmentos sociales que quedan más desabastecidos, mientras que el reparto modal de los transportes es importante para conocer el impacto ambiental de un área concreta. Es importante la homogeneización de los datos, el uso de herramientas informáticas y el uso de datos completos que tengan en cuenta el total de población desplazada y no sólo la población residente. Las zonas de transporte a menudo coinciden con algún tipo de división administrativa ya existente, aunque no todos los espacios gozan de la misma representación, sobre todo en las áreas rurales⁶⁰. Por ello, según algunos autores⁶¹ sería conveniente zonificar el territorio en zonas de transporte donde se delimiten claramente las áreas generadoras y emisoras de trayectos, todo ello, poniéndolo en relación con la densidad de población, tipo de vivienda... Esto es importante porque las actuales zonas de transporte están definidas por límites administrativos y no por características de índole funcional.

Hay que tener en cuenta también que en las encuestas de movilidad se suele obviar a la población de hecho (inmigrantes no censados, personas que trabajan pero no viven en la zona...) por la de derecho. Las estadísticas tampoco suelen tener muy en cuenta los desplazamiento en medios no motorizados, como ir a pie o en bicicleta, que tienen duraciones inferiores a 15 minutos y son despreciados por las estadísticas y las herramientas de simulación informáticas, lo cual es un error, ya que, en muchas ocasiones el ir andando es el medio de transporte más utilizado y de mayor incremento porcentual. Muchas regiones y espacios, generalmente de carácter rural con gran población dispersa o con poca población, no están adecuadamente representados en las encuestas. La aparición de modos de transporte alternativo al vehículo privado como es la bicicleta o andar provoca el efecto de recuperar estas áreas⁶².

8.3.2. Modelos e indicadores de movilidad

Existen una serie de técnicas que permiten una mejor interpretación de la movilidad de una región⁶³.

Los modelos que analizan la accesibilidad tienen en cuenta conceptos como la centralidad espacial media que proporciona información sobre el posicionamiento de los vértices de una red, en función de su distribución espacial y la de las vías o la centralidad temporal media que permite la realización de cartografía de la isocentralidad temporal, que a través de los tiempos de recorrido produce una valorización de los arcos y la ponderación de las características de las vías. La isocentralidad y las isócronas unen los puntos de igual tiempo desde un punto de inicio posibilitando la cartografía de las distancias temporales entre los puntos de un sistema. Partiendo de esta base teórica se conforman diversos modelos basados en la accesibilidad y centralidad de un sistema⁶⁴.

Uno de estos modelos son los mapas de flujos. Los mapas de flujos basados en la teoría de grafos se desarrollan gracias a las siguientes técnicas. Una primera técnica es el análisis simple de ligazones, en donde se jerarquizan los nodos de la red en base al nivel de flujos recibidos y luego se elige el mayor flujo emitido por cada nodo. Posteriormente se cartografían todos los flujos.

Una técnica es el análisis múltiple de ligazones, en el cual se tienen en cuenta todos los flujos que sean de alguna forma significativos y no solo los mayores flujos. Los flujos significativos se calculan comparando los flujos reales con los teóricos (teniendo en cuenta la máxima concentración de todos los flujos hacia un solo nodo o la máxima dispersión de flujos entre todos los nodos). Por ello cada nodo debe tener una matriz donde aparezca los flujos reales y los flujos teóricos desde ese nodo a todos los demás. La correlación existente nos proporcionará los datos para conocer los flujos más significativos de cada nodo.

Otra técnica es el análisis primario de ligazones que permite analizar diferentes sistemas con otros subsistemas cuyos flujos no aparecen reflejados debido a la jerarquización de los nodos. Al eliminar esta jerarquía se puede visualizar los flujos existentes entre el nodo principal de cada subsistema hacia los nodos del resto de subsistemas⁶⁵.

Una última técnica de análisis de la accesibilidad es el modelo de gravedad en el que el movimiento realizado por las personas , los bienes y las informaciones dependen de la distancia existente entre ellas y del tamaño de cada una de ellas. Estos modelos sirven para connotar áreas de influencia o para realizar predicciones acerca de los flujos que existirán entre regiones⁶⁶. La técnica Delphy es usada habitualmente en análisis cualitativos del transporte aunque no sea exclusiva de este tipo de ámbitos.

Por otra parte hay una serie de modelos que vinculan transporte con desarrollo. Estos modelos son los siguientes: El modelo de Vance que está basado en Europa y América. Consta de cinco fases. La primera fase describe el primer desarrollo de la red de transporte . La segunda fase versa sobre el desarrollo de las rutas que cruzan el Atlántico . La tercera fase habla sobre los establecimientos de EEUU desde 1.620 y sus relaciones con la Europa preindustrial. La cuarta fase analiza la demanda comercial y la industria manufacturera interna y por último la quinta fase describe la predominancia sobre el sistema comercial interno de EEUU y el despegue industrial y urbano europeo.

Un modelo que vincula transporte con desarrollo es el modelo de Rimmer que se basa en la evolución de los países en vías de desarrollo. Consta de cuatro fases. La primera fase es de *precontacto*. No hay contacto entre países desarrollados y países en vías de desarrollo y solo existe una red primaria de caminos y rutas navegables. La segunda

fase es colonial, se producen los primeros contactos y se crean los primeros centros de exportación de productos alimenticios aunque no ocasiona una gran repercusión en la sociedad del país. La tercera fase es el alto colonialismo en donde se introducen redes ferroviarias que impulsan el crecimiento urbano e industrial. La última fase es la neocolonial que provoca una modernización de los sistemas de transporte y una madurez del área de desarrollo económico.

Otro modelo es el modelo de Taaffe, Morrill y Gould que analiza los primeros pasos de interacción político-económica y el primer desarrollo de infraestructuras en el país y luego analiza la creación de redes viarias y ferroviarias que interconectan entre sí. Por último analiza la selección y desarrollo de los nodos definitivos de la red, su peso y función.

Unos modelos que vinculan el desarrollo con el transporte son los modelos de desarrollo nodal como el Modelo de Bird (1.963) o el de Anyport que son modelos en los que se analizan los puertos y sus elementos y se describe una evolución en 6 fases.

Otros modelos teóricos vinculan los transportes con los usos del suelo. Un modelo de este tipo es el modelo de transporte-usos del suelo que es usualmente usado en regiones. La primera etapa es la generación del viaje que explica la necesidad que propicia la movilidad. La segunda etapa es la distribución de los viajes. La tercera etapa es la elección modal en la que se analiza los modos de transportes que se escogen y el porqué. Por último la cuarta etapa es la asignación y destino que analiza las rutas elegidas.

Un modelo de este tipo es el modelo de Lowry que se creó en 1.964 especialmente para la región de Pittsburg. Es un modelo estático que responde con dificultad a las evoluciones del territorio. La residencia se crea en función del empleo, el cual está relacionado con el tamaño de la población. El sector empleo se basa en su segmento más básico, siendo el más específico o cualificado un factor de crecimiento del básico. Por otra parte la localización de la población está ligada al coste que supone cada lugar de trabajo.

Aparte de los citados modelos de desarrollo, de accesibilidad y de usos del suelo, hay una serie de modelos que pueden predecir futuras demandas potenciales de pasajeros⁶⁷. Una de esos modelos es el modelo de oportunidades que se usa para predecir desplazamientos futuros explicando la forma en que interactúan los movimientos de mercancías y también de personas⁶⁸.

Otro modelo es el modelo de factores de crecimiento que prevé los flujos que pueden desarrollarse en un futuro entre dos puntos, teniendo en cuenta algún factor de desarrollo o crecimiento (demográficos como el volumen de población o la tasa de actividad, o económicos como el nivel de empleo local o global). Esta previsión es sometida a un análisis correctivo. Este modelo es conveniente a medio plazo o en áreas con poco dinamismo pero no para áreas con gran accesibilidad.

También están los modelos de gravedad, los cuales se crearon dentro del campo de la geografía. Pondera los nodos según su peso, habitualmente su población:

$$F_{ij} = K \frac{P_i * P_j}{d^2_{ij}}$$

Fij son los flujos que se esperan entre i y j

K es una constante que ha de calcularse para cada caso

Pi es la población de i

Pj es la población de j

Dij es el cuadrado de la distancia entre i y j

Esta formulación es muy rígida y suelen substituirse elementos como la población por otras variables como número de equipamientos o turistas etc y la distancia por factores como distancia/ costo, tiempo invertido, incomodidad... o ponderando la población por su renta per cápita que es uno de los factores que determina el grado de movilidad de la población:

$$F_{ij} = K \frac{P_i^a * P_j^b}{D^c_{ij}}$$

K, a , b, c son constantes que realizan funciones correctoras que han de ser calculadas para cada caso, puede ser renta per cápita, etc...

Aparte de los modelo descritos , también hay diversas técnicas y métodos que sirven para cuantificar las redes, como por ejemplo:

*Densidad real: km de red / km² de superficie de terreno que abarca.

*Densidad real por núcleo de población: km de red / n° de núcleos / km².

*Densidad potencial: km red / n° de habitantes. Nos da una pauta de a cuantos habitantes sirve la red, pero hay que tener cuidado porque puede inducir a errores.

*Índice de rodeo⁶⁹: relación entre la longitud de la red entre dos puntos y la distancia euclidiana de esos dos puntos: $I_r = d_{ij} / D_{ij}$

* Indicadores de trazado: $I_r = d_{ij} / D_{ij}$

D es la longitud ideal de la red trazada en línea recta y del valor real. El cociente entre ellos es el índice de rodeo⁷⁰.

*Índice de velocidad ficticia media: $V = D_{ij} / T_{ij}$

Relaciona la distancia euclidiana entre dos puntos y el tiempo real entre esos vértices.

Este cálculo se hace entre cada par de vértices de la red.

Otros índices analizan la calidad de las redes. En función del tiempo de trayecto hay varios indicadores:

*La velocidad comercial: velocidad comercial =Km recorridos/hora.

*Tiempo teórico de viaje: km de red/ velocidad comercial.

*Horas de servicio y paradas⁷¹: Longitud de líneas / n° de paradas. El resultado mostrará el nivel de comodidad del usuario, a más paradas y mejores frecuencias mayor comodidad.

*Tiempo de viaje: $\frac{\text{Distancia}}{\text{Velocidad}}$

En cuanto a la calidad de las redes propiamente dicha, hay varios indicadores:

*Seguridad: Accidentes por 100.000 km recorridos por las unidades de transporte:

$100000 * \frac{\text{n° de accidentes}}{\text{km recorridos}}$

Km recorridos

*Comodidad: km recorridos por viajero: $100 * \frac{\text{km recorridos}}{\text{N}^\circ \text{ de viajeros}}$

*Nivel de asientos ofrecidos: $100 * \frac{\text{plazas-km. Sentadas ofrecidas}}{\text{Plazas-km. Totales ofrecidas}}$

*Información: Anuncios y avisos por km de red: $\frac{\text{n}^\circ \text{ de anuncios y avisos}}{\text{N}^\circ \text{ de km de red (excluidas duplicaciones)}}$

*Gestiones de relaciones públicas por km de red: $\frac{\text{N}^\circ \text{ de gestiones realizadas}}{\text{N}^\circ \text{ de km de red (excluidas duplicaciones)}}$

*Regularidad: tiempo medio de intervalo de vehículos medido en horas.

*Movilidad: km recorridos por los vehículos por km de red: $\frac{\text{Km recorridos}}{\text{Longitud de la red}}$

*Eficacia de la gestión⁷²: gastos totales por viajero transportado: $\frac{\text{gastos totales}}{\text{N}^\circ \text{ de viajeros}}$

*Indicador de Cambio Modal: evalúa las vías de alta ocupación para el cambio modal neto de los modos públicos de transporte.

$$\text{CMNMP} = \frac{((\text{VP-TP}) + (\text{VP-TD})) - ((\text{TP-VP}) + (\text{ND-TD}))}{((\text{VP-VP}) + (\text{VP-TP}) + (\text{VP-TD}) + (\text{TP-TP}) + (\text{TP-VP}) + (\text{TP-TD}) + (\text{ND-TD}))}$$

VP: vehículo privado.

TP: transporte público.

TD: transporte a la demanda.

ND: numero de personas que no realizaban desplazamientos en medios de transporte mecánicos.

Otros indicadores miden el impacto económico de las redes y de los medios de transporte:

*Indicadores de Beneficio: es una media ponderada de las variaciones existentes entre los costes producidos por los viajes realizados por los usuarios del transporte privado o para los usuarios que cambian hacia este modo de transporte.

$$\Delta B^* = (UVP^* \cdot \Delta CUVP + UTP^* \cdot \Delta CUTP) / (UVP^* + UTP^*)$$

UVP: usuarios del transporte privado que cambian hacia un nuevo modo de transporte.

UTP: usuarios del transporte público que cambian hacia un nuevo modo de transporte⁷³.

*Indicadores económicos: Se puede poner el relación el Valor Añadido Bruto generado por el sector transporte / VAB global.

Hay también métodos que analizan la movilidad de los usuarios:

*Índice dinámico de densidad de tráfico : viajeros / km recorridos . Está relacionada con la oferta móvil.

*Índice dinámico de densidad de tráfico: nº de viajeros/ 1000 km recorridos/ km red. Está relacionada con la oferta fija.

*Demanda potencial: km recorridos/ Población

*Oferta existente: oferta de viajes y nº de viajeros / viaje

*Ocupación de las plazas⁷⁴: viajeros / plazas *100

*Indicador de Movilidad⁷⁵: se fundamenta en la cantidad de viajes realizados por una persona en un espacio determinado.

$$\Delta M = (1/U) \cdot \Sigma(i=1..U) \Delta mi$$

Δmi : el nivel de variación de movilidad del usuario i.

U: numero de usuarios totales del estudio.

*El índice de movilidad obligada laboral (I.M.OL)⁷⁶ es el grado de movilidad que genera cada municipio en función del número de personas ocupadas en él teniendo en cuenta los lugares de empleo.

$$I.M.OL = (PD / PND) * 100$$

PD - Población ocupada que se desplaza para acudir al lugar de trabajo.

PND - Población que no se desplaza para acudir al lugar de trabajo.

También otros métodos calculan la accesibilidad de una red:

*Índice de accesibilidad:

$$IA = \Sigma n = \sqrt{Y} / S$$

Y es la cantidad de servicio de cada línea.

n es número de líneas que realizan servicio en una zona.

S es la superficie de la zona medido en hectáreas.

Para conseguir la Y se realiza la fórmula siguiente:

$$Y = (b-a) 60/c,$$

(b-a) tiempo de servicio (horas) de la línea.

60 es una constante (60 minutos).

C= intervalo en minutos entre dos servicios consecutivos.

*Índice de accesibilidad relativa⁷⁷: Índice de accesibilidad / nº de habitantes de la zona.

*Índice de accesibilidad:

$$I = 1000 * \frac{\sum_{i=1}^n \sqrt{Y_{ij}}}{N^{\circ} \text{ de habitantes} \sqrt{S_j}}$$

Siendo $Y = \frac{(B-A) 60}{c}$

c

S_j = superficie de la zona o área j.

B = horario terminación servicio.

A = horario iniciación servicio.

C = intervalo entre vehículos.

*Índice de accesibilidad al transporte público colectivo

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \sqrt{Y_{ij}}}{\sqrt{S_j}}$$

Capítulo 8. Movilidad: concepto, definiciones e indicadores

Y es la cantidad de servicio que efectúa cada línea en la zona estudiada (entre i y j)

n es el nº de líneas que prestan servicio en esa zona. Normalmente no se tienen en cuenta las líneas especiales que realizan trayectos en determinados días festivos, ni las de refuerzo que en horas punta suelen realizar los mismos trayectos totales o parciales que realizan las líneas principales.

S es la superficie en km² de la zona.

La cantidad de servicio se calcula mediante la fórmula⁷⁸:

$$Y = \frac{(B-A) \cdot 60}{C}$$

(B-A) es el tiempo de servicio en horas.

60 es una constante que transforma minutos en horas.

C es el intervalo entre un coche y el siguiente.

Por último hay indicadores que miden la eficiencia urbana de un área:

*Indicador de Eficiencia Urbana⁷⁹: consiste en medir la energía necesaria para sostener un orden urbano.

$$E_f = E/H$$

E: consumo de recursos totales.

H: es un indicador de Diversidad.

8.4. MOVILIDAD E IMPACTO AMBIENTAL

El impacto ambiental que provoca la movilidad es una cuestión de creciente importancia. La movilidad es un proceso en aumento y los problemas de contaminación acústica y polución son cada vez mayores. Por ello es vital conocer las estrategias adoptadas desde las diversas administraciones para paliar las posibles repercusiones negativas derivadas de la movilidad.

8.4.1. Origen de los estudios de impacto ambiental

El impacto medioambiental que produce la movilidad es uno de los temas que más preocupan actualmente a la hora de analizar la movilidad y los impactos territoriales de las infraestructuras. El impacto sonoro y la contaminación así como el coste de las fuentes energéticas son temas clave a la hora de hablar de movilidad (para el análisis de este tipo de movilidad se usan fuentes cualitativas).

La base territorial, el medio ambiente y las condiciones socioeconómicas son las variables empleadas para planificar la movilidad e infraestructuras de una zona. El paradigma de la sostenibilidad es clave para realizar este tipo de análisis. La crisis de los 70 del siglo XX marcó un punto de inflexión a la hora de analizar todos los medios de transporte y la movilidad a nivel global, incluyendo a todos los estratos sociales e impulsando el transporte público y la ordenación del territorio. Cada vez se tiene más en cuenta a las ciencias sociales, las telecomunicaciones y al territorio a la hora de planificar infraestructuras y crear nuevos modelos de movilidad.

Para analizar los diferentes impactos que se realizan en el territorio se crearon las Evaluaciones de Impacto Ambiental (EIA) que son necesarias para prever los impactos ecológicos de determinadas infraestructuras. Es un estudio previo a la creación de la infraestructura y comenzó a realizarse en EEUU en 1.970⁸⁰. Desde los años 70 del siglo XX es notorio que el medio ambiente es un sistema cerrado que afecta y es afectado globalmente⁸¹. En 1.972 las Naciones Unidas celebraron una conferencia en Estocolmo que abordaba la cuestión de la preocupación ambiental y, posteriormente, en Río de Janeiro, se celebró una segunda conferencia que adoptó la Agenda 21, como hoja de ruta para alcanzar dicha sostenibilidad. La Agenda 21 tenía como finalidades el impulsar el transporte como motor del desarrollo de la actividad humana, minimizando las distancias e interactuando con el medio natural y social para reducir el impacto ecológico y acústico. Este informe indicaba que había de tenerse en cuenta el impacto de la infraestructura de transporte en la salud de la sociedad y debía vigilarse y planificarse la inversión realizada y la vida útil de la propia infraestructura. Para ello también debía limitarse la construcción de actividades que generasen un gran consumo de suelo y que por lo tanto precisasen de grandes infraestructuras de transporte⁸².

Otro documento, el informe Brundtland de 1.987 fue fundamental para concebir la sostenibilidad ambiental como un concepto que involucra diferentes actores. Por ello la movilidad debía estudiarse en todos sus aspectos, incluido el movimiento individual y el colectivo constatándose el hecho de que no todos los grupos poseen la misma movilidad y el mismo nivel de acceso a los lugares de producción así como a bienes y servicios. Resultan imprescindibles los estudios de desplazamientos cotidianos, teniendo en cuenta el nivel de renta, la estructura familiar, la estructura social...⁸³

8.4.2. La sostenibilidad ambiental y la movilidad

Como indica J. Barberillo Nualart, la movilidad ha de tener en cuenta la sostenibilidad, la accesibilidad, la seguridad y la eficiencia, así como debe garantizar la calidad de vida, el dinamismo económico, la integración de todos los colectivos y administraciones y el derecho a moverse⁸⁴. Pero también se debe reconocer que el planeta tiene límites físicos cuyos recursos son de todos los habitantes y que la repercusión de las actividades productivas es un fenómeno global. Hay valores ambientales y sociales de difícil medición pero que son vitales para la sociedad y por lo tanto hacen falta referentes éticos⁸⁵. Para que la movilidad sea sostenible es recomendable reducir los trayectos en automóvil, aumentar la ratio de uso de transportes alternativos, procurar minimizar el impacto de los medios motorizados, procurar frenar el consumo de suelo destinado al uso del automóvil, procurar centralizar las actividades y servicios, mejorar la convivencia en espacios públicos y mejorar la accesibilidad y movilidad de los grupos sociales que no poseen acceso al automóvil. Es importante realizar medidas que favorezcan la sostenibilidad del territorio en materia de movilidad, procurando disminuir el uso del vehículo privado⁸⁶. Desde la Cumbre de Río (1.992), pasando por la de Johannesburgo (2.002) hasta el Protocolo de Kyoto, se ha determinado potenciar el ferrocarril para el transporte de mercancías por ser menos contaminante que el tráfico viario⁸⁷. La OCDE marcó unas pautas para reducir el tráfico en las ciudades, consistentes en limitar el uso del automóvil, de la circulación en general así como de aumentar el transporte colectivo (un autobús puede tener 90 plazas y transportar 70 personas en 40 m² mientras que si estas personas viajasen en vehículo privado precisarían de una media de 50 vehículos y ocuparían un espacio equivalente a 400 m² ⁸⁸). También hay sistemas mixtos intermodales entre el ferrocarril y otros medios que

pueden optimizar los recursos. Hay un sistema intermodal entre ferrocarril y carretera. El ferrocarril es seguro, apto y fiable en largos recorridos y la carretera aporta una mayor accesibilidad y un mayor número de usuarios. Por otra parte, en el sistema marítimo-ferrocarril hay buques con carriles adaptados a vías⁸⁹. También es necesario realizar políticas de incentivación (*“pull”*) del transporte público con políticas disuasorias (*“push”*) del automóvil privado para que se produzcan resultados exitosos. Las mejoras tecnológicas ayudan también a la reducción del CO₂. Por todo esto, es recomendable que la planificación territorial posea una densidad, complejidad y mezcla de usos apropiada, así como es recomendable una relación entre desarrollo urbano y transporte, tanto el colectivo como el no motorizado. Es recomendable también incentivar un tipo de tipología edificatoria que posea la suficiente densidad de población para poder ser sostenible⁹⁰. Un ejemplo de esto es el urbanismo de proximidad, ya que facilita la disminución del tráfico y la movilidad al poseer en un mismo espacio todos los servicios y equipamientos que el ciudadano necesita.

Las redes viarias ya se empezaron a planificar para ser sostenibles y para no incentivar al automóvil sino al transporte público y al no mecánico. Los aparcamientos también suponen un elemento de incentivación de la sostenibilidad disuadiendo del dominio del espacio público que ejerce el automóvil. Es importante darle mayor peso a los transportes sostenibles y colectivos e incentivar un espacio público con diversas funciones que propicie la convivencia social. De hecho se precisa una nueva cultura de la movilidad, así como un nuevo marco legal y administrativo que sea proclive a la sostenibilidad. También es preciso rediseñar los vehículos para que reduzcan su potencia y peso y así consuman menos al tiempo que se mejore en su seguridad y en la reducción de las emisiones acústicas que produzcan. En la Estrategia de medio ambiente urbano de 2.006 se propuso la creación de supermanzanas denominadas áreas 10 donde se circula a 10 Km/h. Son zonas de tránsito fundamentalmente peatonal, de carga y descarga y de accesibilidad universal⁹¹.

Hay que tener en cuenta también que los medios de transporte no mecánicos (a pie o en bicicleta) tienen un impacto ambiental muy bajo, mientras que los medios mecánicos poseen un impacto ecológico grande, teniendo en cuenta el consumo energético, los altos niveles de contaminación (responsables del cambio climático) y el grado de fragmentación territorial (especialmente nociva para la fauna y la dispersión de las

especies).El modo de transporte empleado es vital para conseguir una sociedad sostenible. El transporte que mayor consumo energético produce es el avión seguido del transporte por carretera, especialmente el automóvil privado. Los costos que normalmente se suelen analizar son de carácter económico y social (accidentes, la expulsión del espacio público de determinadas actividades así como la dependencia del acceso a determinadas áreas de determinados grupos sociales)⁹² pero igualmente es importante calcular el coste marginal social , incluyendo los costes derivados del perjuicio para la salud causado por agentes contaminantes usando la ratio euros / t CO₂. Teniendo en cuenta la contaminación atmosférica, los automóviles generan gran parte del CO₂ y plomo, el 60 por ciento de hidrocarburos y NO₂ , el 50 por ciento de las emisiones de partículas y el 10 por ciento de SO₂, basado en el Ministerio de Obras Públicas , Transporte y Medio Ambiente (año 1.999)⁹³. El vehículo privado ocasiona el 44 por ciento de las emisiones de CO₂ , muy alejado del 6,2 por ciento del autobús y el 1,5 por ciento del tren⁹⁴ aunque existen propuestas interesantes como el proyecto europeo POSSUM que pretende impulsar el coche eléctrico y bajar las emisiones de CO₂ . Hay que tener en cuenta que el efecto invernadero producido por las emisiones contaminantes generan un costo del 0,5 por ciento en las regiones europeas y no hay que olvidar que el medioambiente posee un límite que puede soportar antes de llegar a deteriorarse⁹⁵. Por otro lado, otro tipo de contaminación que puede generarse es la acústica. El ruido comienza a ser molesto para el ser humano a partir de 55 decibelios en zona residencial y 65 en el resto de zonas. El tráfico de camiones pesados genera de 80 a 90 decibelios mientras el vehículo privado genera de 69 a 70⁹⁶.

En cualquier caso, queda patente el hecho de que el vehículo privado es altamente contaminante y es preciso su reducción y sustitución por medios de transporte público. Aunque a veces sucede un efecto rebote. Un vehículo que consume menos tiende a ser más utilizado con lo que el efecto para el medioambiente es el mismo. El efecto migración provoca que si existen restricciones de movilidad en un área concreta las áreas aledañas aumentarán su nivel de movilidad⁹⁷. Todas estas cuestiones son importantes ya que la calidad de un transporte está determinada por el tiempo de viaje (siendo recomendable no sobrepasar los 30 minutos en viajes laborales), la seguridad y la comodidad (evitando ruidos, olores y sensaciones desagradables). La información, la regularidad en las frecuencias, la correcta movilidad y la eficacia en la gestión son factores que determinan la calidad de un medio de transporte. Una medida inteligente

que a veces se adopta para disminuir el tráfico es la de cerrar dicho tráfico en determinadas calles, sobre todo las céntricas y con mayor presencia de hitos históricos, o crear vías reservadas al transporte público. Estas políticas ayudan a disminuir el ruido, la polución y la congestión urbana⁹⁸ y por lo tanto ayudan a la sostenibilidad ambiental.

Notas del capítulo 8

¹Zelinsky (1997) y Módenes (2008) citados en MIRALLES GUASCH,C. Y CEBOLLADA,A. “Movilidad cotidiana y sostenibilidad, una interpretación desde la Geografía humana”. Madrid: *Boletín de la A.G.E.*2009, núm. 50. pp. 193-216. < <http://www.boletinage.com/50/08%20MIRALLES.pdf> > [ISSN 0212-9426].

²Debie (1995) citado en SEGUÍ PONS, J. M. y MARTÍNEZ, M. R. “Pluralidad de métodos y renovación conceptual en la geografía de los transportes del siglo XXI”. *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 15 de abril de 2003, vol. VII, núm. 139, . < <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-139.htm> > [ISSN: 1138-9788].

³Potrykowski y Taylor (1984) citados en SEGUÍ PONS, J.M. y MARTÍNEZ REYNÉS, M.R. *Geografía de los transportes*. Universitat de les Illes Balears: Palma de Mallorca. 2004. 444 pp. [ISBN: 8476328796].

⁴Walmsley y Lewis (1984) citados en SEGUÍ PONS, J.M. y MARTÍNEZ REYNÉS, M.R. *Geografía de los transportes*. Universitat de les Illes Balears: Palma de Mallorca. 2004. 444 pp. [ISBN: 8476328796].

⁵Canter y Tagg (1975) Puyol, Estébanez y Méndez (1988), Sadalla y Magel, (1980), Sadalla y Staplin (1980), Briggs y Vanderschaeghe (1983) y O’Farrel y Markham citados en SEGUÍ PONS, J.M. y PETRUS BEY, J.M. *Geografía de redes y sistemas de transporte*. Síntesis: Madrid. 1991. 231 pp. [ISBN: 8477381070].

⁶Seguí y Petrus (1991), Potrykowski y Taylor (1984) citados en MIRALLES GUASCH,C. Y CEBOLLADA,A. “Movilidad cotidiana y sostenibilidad, una interpretación desde la Geografía humana”. Madrid: *Boletín de la A.G.E.*2009, núm. 50. pp. 193-216. < <http://www.boletinage.com/50/08%20MIRALLES.pdf> > [ISSN 0212-9426].

⁷SEGUÍ PONS, J. M. y MARTÍNEZ, M. R. “Pluralidad de métodos y renovación conceptual en la geografía de los transportes del siglo XXI”. *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 15 de abril de 2003, vol. VII, núm. 139, . < <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-139.htm> > [ISSN: 1138-9788].

⁸Arturo Soria (1980) Von Thünen (1826), A. Weber (1909) y Hoover (1948) citados en SEGUÍ PONS, J.M. y PETRUS BEY, J.M. *Geografía de redes y sistemas de transporte*. Síntesis: Madrid. 1991. 231 pp. [ISBN: 8477381070].

⁹Walmsley y Lewis (1984) citados en SEGUÍ PONS, J.M. y MARTÍNEZ REYNÉS, M.R. *Geografía de los transportes*. Universitat de les Illes Balears: Palma de Mallorca. 2004. 444 pp. [ISBN: 8476328796].

¹⁰SEGUÍ PONS, J.M. y MARTÍNEZ REYNÉS, M.R. *Geografía de los transportes*. Universitat de les Illes Balears: Palma de Mallorca. 2004. 444 pp. [ISBN: 8476328796].

¹¹Brunner y Pardé (1935), Wolkowitsch , Isard , Weber y Lösch , Gauthier (1970), Ullman, Cordoba y Antón (1990), Reilly (1929) Stewart y Zipf, Garrison y Marble ,Nystuen y Dacey (1961), Dietvorst y Wever (1977), Gutiérrez y Moreno, Taafé y Gauthier (1973), Muller, Stufz, Hay, Wheeler, Potrikowski, Taylor, Golant, Herbert-Peace, Everitt y Hanson-Hanson, Bailly (1988), Potrykowski y Taylor (1984), Dorel (1975), Dezert (1989), Palm y Pred (1985), Hägerstrand, Pred, Carlstein, Parker y Anderson citados en SEGUÍ PONS, J.M. y MARTÍNEZ REYNÉS, M.R. *Geografía de los transportes*. Universitat de les Illes Balears: Palma de Mallorca. 2004. 444 pp. [ISBN: 8476328796].

¹²Kant, Godlund, Bergsten y Hägerstrand, (1951), Hägerstrand (1952, 1966, 1967), Pred y Törnquist (1973) citados en SEGUÍ PONS, J.M. y PETRUS BEY, J.M. *Geografía de redes y sistemas de transporte*. Síntesis: Madrid. 1991. 231 pp. [ISBN: 8477381070].

¹³Brunner y Pardé (1935), Wolkowitsch , Isard , Weber y Lösch , Gauthier (1970), Ullman, Cordoba y Antón (1990), Reilly (1929) Stewart y Zipf, Garrison y Marble ,Nystuen y Dacey (1961), Dietvorst y Wever (1977), Gutiérrez y Moreno, Taafé y Gauthier (1973), Muller, Stufz, Hay, Wheeler, Potrikowski, Taylor, Golant, Herbert-Peace, Everitt y Hanson-Hanson, Bailly (1988), Potrykowski y Taylor (1984), Dorel (1975), Dezert (1989), Palm y Pred (1985), Hägerstrand, Pred, Carlstein, Parker y Anderson citados en SEGUÍ PONS, J.M. y MARTÍNEZ REYNÉS, M.R. *Geografía de los transportes*. Universitat de les Illes Balears: Palma de Mallorca. 2004. 444 pp. [ISBN: 8476328796].

¹⁴Brunner y Pardé (1935), Wolkowitsch , Isard , Weber y Lösch , Gauthier (1970), Ullman, Cordoba y Antón (1990), Reilly (1929) Stewart y Zipf, Garrison y Marble ,Nystuen y Dacey (1961), Dietvorst y Wever (1977), Gutiérrez y Moreno, Taafé y Gauthier (1973), Muller, Stufz, Hay, Wheeler, Potrikowski, Taylor, Golant, Herbert-Peace, Everitt y Hanson-Hanson, Bailly (1988), Potrykowski y Taylor (1984), Dorel (1975), Dezert (1989), Palm y Pred (1985), Hägerstrand, Pred, Carlstein, Parker y Anderson citados en SEGUÍ PONS, J.M. y MARTÍNEZ REYNÉS, M.R. *Geografía de los transportes*. Universitat de les Illes Balears: Palma de Mallorca. 2004. 444 pp. [ISBN: 8476328796].

Capítulo 8. Movilidad: concepto, definiciones e indicadores

¹⁵SEGÚ PONS, J.M. y MARTÍNEZ REYNÉS, M.R. *Geografía de los transportes*. Universitat de les Illes Balears: Palma de Mallorca. 2004. 444 pp. [ISBN: 8476328796].

¹⁶SEGÚ PONS, J.M. y MARTÍNEZ REYNÉS, M.R. *Geografía de los transportes*. Universitat de les Illes Balears: Palma de Mallorca. 2004. 444 pp. [ISBN: 8476328796].

¹⁷EGUSQUIZA JUARISTI, L.M. Medición de la confianza del usuario de Metro de Madrid. Director: Ángel Muñoz Alamillo. Universidad Nacional de Educación a Distancia . Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. 2011. < <http://e-spacio.uned.es/fez/view.php?id=tesisuned:CiencEcoEmp-Lmegusquiza> >

¹⁸EGUSQUIZA JUARISTI, L.M. Medición de la confianza del usuario de Metro de Madrid. Director: Ángel Muñoz Alamillo. Universidad Nacional de Educación a Distancia . Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. 2011. < <http://e-spacio.uned.es/fez/view.php?id=tesisuned:CiencEcoEmp-Lmegusquiza> >

¹⁹SEGÚ PONS, J.M. y MARTÍNEZ REYNÉS, M.R. *Geografía de los transportes*. Universitat de les Illes Balears: Palma de Mallorca. 2004. 444 pp. [ISBN: 8476328796].

²⁰SEGÚ PONS, J.M. y MARTÍNEZ REYNÉS, M.R. *Geografía de los transportes*. Universitat de les Illes Balears: Palma de Mallorca. 2004. 444 pp. [ISBN: 8476328796].

²¹SEGÚ PONS, J.M. y MARTÍNEZ REYNÉS, M.R. *Geografía de los transportes*. Universitat de les Illes Balears: Palma de Mallorca. 2004. 444 pp. [ISBN: 8476328796].

²²SEGÚ PONS, J. M. y MARTÍNEZ, M. R. “Pluralidad de métodos y renovación conceptual en la geografía de los transportes del siglo XXI”. *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 15 de abril de 2003, vol. VII, núm. 139, . < <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-139.htm> > [ISSN: 1138-9788].

²³MIRALLES GUASCH,C. Y CEBOLLADA,A. “Movilidad cotidiana y sostenibilidad, una interpretación desde la Geografía humana”. Madrid: *Boletín de la A.G.E.*2009, núm. 50. pp. 193-216. < <http://www.boletinage.com/50/08%20MIRALLES.pdf> > [ISSN 0212-9426].

²⁴Castells (2006) y Dupuy (1992) citados en MIRALLES GUASCH,C. Y CEBOLLADA,A. “Movilidad cotidiana y sostenibilidad, una interpretación desde la Geografía humana”. Madrid: *Boletín de la A.G.E.*2009, núm. 50. pp. 193-216. < <http://www.boletinage.com/50/08%20MIRALLES.pdf> > [ISSN 0212-9426].

²⁵EGUSQUIZA JUARISTI, L.M. Medición de la confianza del usuario de Metro de Madrid. Director: Ángel Muñoz Alamillo. Universidad Nacional de Educación a Distancia . Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. 2011. < <http://e-spacio.uned.es/fez/view.php?id=tesisuned:CiencEcoEmp-Lmegusquiza> >

²⁶Cervero y Wu (1998) citados en EGUSQUIZA JUARISTI, L.M. Medición de la confianza del usuario de Metro de Madrid. Director: Ángel Muñoz Alamillo. Universidad Nacional de Educación a Distancia . Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. 2011. < <http://e-spacio.uned.es/fez/view.php?id=tesisuned:CiencEcoEmp-Lmegusquiza> >

²⁷Monclús (1992) citado en MIRALLES GUASCH,C. Y CEBOLLADA,A. “Movilidad cotidiana y sostenibilidad, una interpretación desde la Geografía humana”. Madrid: *Boletín de la A.G.E.*2009, núm. 50. pp. 193-216. < <http://www.boletinage.com/50/08%20MIRALLES.pdf> > [ISSN 0212-9426].

²⁸ALBERTOS PUEBLA, J.M. (editor). *Transporte, movilidad y sostenibilidad*. Cuadernos de Geografía. Valencia: Universidad de Valencia. Facultad de Geografía e Historia. 2007. 186 pp. [ISSN: 0210086X].

²⁹EGUSQUIZA JUARISTI, L.M. Medición de la confianza del usuario de Metro de Madrid. Director: Ángel Muñoz Alamillo. Universidad Nacional de Educación a Distancia . Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. 2011. < <http://e-spacio.uned.es/fez/view.php?id=tesisuned:CiencEcoEmp-Lmegusquiza> >

³⁰Zelinsky (1997) y Módenes (2008) citados en MIRALLES GUASCH,C. Y CEBOLLADA,A. “Movilidad cotidiana y sostenibilidad, una interpretación desde la Geografía humana”. Madrid: *Boletín de la A.G.E.*2009, núm. 50. pp. 193-216. < <http://www.boletinage.com/50/08%20MIRALLES.pdf> > [ISSN 0212-9426].

³¹ROQUER SOLER, S. “Movilidad residencia-trabajo y características socioeconómicas de la población española. Un estudio de sus relaciones a través del censo de 2001”. Madrid: *Boletín de la A.G.E.*, 2007. núm.44. pp. 187-214. < <http://www.boletinage.com/44/09-roquer.pdf> > [ISSN 0212-9426].

³²MIRALLES GUASCH,C. Y CEBOLLADA,A. “Movilidad cotidiana y sostenibilidad, una interpretación desde la Geografía humana”. Madrid: *Boletín de la A.G.E.*2009, núm. 50. pp. 193-216. < <http://www.boletinage.com/50/08%20MIRALLES.pdf> > [ISSN 0212-9426].

³³Golant (1979), Herbert-Peace (1980), Everitt (1974) y Hanson-Hanson (1977) citados en SEGÚ PONS, J.M. y PETRUS BEY, J.M. *Geografía de redes y sistemas de transporte*. Síntesis: Madrid. 1991. 231 pp. [ISBN: 8477381070].

³⁴ROQUER SOLER, S. “Movilidad residencia-trabajo y características socioeconómicas de la población española. Un estudio de sus relaciones a través del censo de 2001”. Madrid: *Boletín de la A.G.E.*, 2007. núm.44. pp. 187-214. < <http://www.boletinage.com/44/09-roquer.pdf> > [ISSN 0212-9426].

- ³⁵DÍAZ MUÑOZ, M.A. y JIMÉNEZ GIGANTE, F.J. “Transporte y movilidad. ¿Necesidades diferenciales según género?”. Madrid: Universidad de Alcalá. Departamento de Geografía. *Segundo Seminario Internacional sobre Género y Urbanismo Infraestructuras para la Vida Cotidiana ETSAM*, UPM 27 y 28 de mayo de 2002. < <http://www.generourban.org/seminario%202002PDF/Diaz%20Munoz%20Ponencia%20Generourban.pdf> >.
- ³⁶Coates, Johnston y Knox (1977) citados en MIRALLES GUASCH,C. Y CEBOLLADA,A. “Movilidad cotidiana y sostenibilidad, una interpretación desde la Geografía humana”. Madrid: *Boletín de la A.G.E.*2009, núm. 50. pp. 193-216. < <http://www.boletinage.com/50/08%20MIRALLES.pdf> > [ISSN 0212-9426].
- ³⁷SEGUÍ PONS, J. M. y MARTÍNEZ, M. R. “Pluralidad de métodos y renovación conceptual en la geografía de los transportes del siglo XXI”. *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 15 de abril de 2003, vol. VII, núm. 139, . < <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-139.htm> > [ISSN: 1138-9788].
- ³⁸MIRALLES GUASCH,C. Y CEBOLLADA,A. “Movilidad cotidiana y sostenibilidad, una interpretación desde la Geografía humana”. Madrid: *Boletín de la A.G.E.*2009, núm. 50. pp. 193-216. < <http://www.boletinage.com/50/08%20MIRALLES.pdf> > [ISSN 0212-9426].
- ³⁹SEGUÍ PONS, J.M. y MARTÍNEZ REYNÉS, M.R. *Geografía de los transportes*. Universitat de les Illes Balears: Palma de Mallorca. 2004. 444 pp. [ISBN: 8476328796].
- ⁴⁰SEGUÍ PONS, J.M. y PETRUS BEY, J.M. *Geografía de redes y sistemas de transporte*. Síntesis: Madrid. 1991. 231 pp. [ISBN: 8477381070].
- ⁴¹Pla Director d'Accesibilitat Universal. Transports Metropolitans de Barcelona. 101 pp. 2010.
- ⁴²MIRALLES GUASCH,C. Y CEBOLLADA,A. “Movilidad cotidiana y sostenibilidad, una interpretación desde la Geografía humana”. Madrid: *Boletín de la A.G.E.*2009, núm. 50. pp. 193-216. < <http://www.boletinage.com/50/08%20MIRALLES.pdf> > [ISSN 0212-9426].
- ⁴³Magrinyà (1998) citado en MAGRINYÀ, F., MAZA, G. “Inmigración y huecos en el centro histórico de Barcelona (1986-2000)”. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2001, nº 94 (62). <<http://www.ub.edu/geocrit/sn-94-62.htm>> [ISSN 1138-9788].
- ⁴⁴SEGUÍ PONS, J.M. y PETRUS BEY, J.M. *Geografía de redes y sistemas de transporte*. Síntesis: Madrid. 1991. 231 pp. [ISBN: 8477381070].
- ⁴⁵MIRALLES GUASCH,C. Y CEBOLLADA,A. “Movilidad cotidiana y sostenibilidad, una interpretación desde la Geografía humana”. Madrid: *Boletín de la A.G.E.*2009, núm. 50. pp. 193-216. < <http://www.boletinage.com/50/08%20MIRALLES.pdf> > [ISSN 0212-9426].
- ⁴⁶Dolfus (1997) y Velíz (1999) citados en DE COS, O., REQUES VELASCO, P., DE MEER LECHA-MARZO, A. “Movilidad obligada de la población ocupada en España. La configuración de espacios de vida discontinuos”. Barcelona: *Población y espacios urbanos: XII Congreso de Población Española*. Coord. por Isabel Pujadas Rúbies, Jordi Bayona i Carrasco, Arlinda García Coll, Fernando Gil Alonso, Cristina López Villanueva, Dolores Sánchez Aguilera y Tomás Vidal i Benito. Barcelona 8, 9 y 10 de julio de 2010. Pp 95-108. < <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4049968> > [ISBN: 9788469426661].
- ⁴⁷SEGUÍ PONS, J.M. y PETRUS BEY, J.M. *Geografía de redes y sistemas de transporte*. Síntesis: Madrid. 1991. 231 pp. Pag. 53. [ISBN: 8477381070].
- ⁴⁸VALLÈS FERRER, J. y HAP DUBOIS, E. *El transporte en las grandes ciudades*. Sevilla: Universidad, 1978. 239 pp. Pag. 13.[ISBN: 8474050995].
- ⁴⁹Pujadas y Font (1998) citados en SEGUÍ PONS, J.M. y MARTÍNEZ REYNÉS, M.R. *Geografía de los transportes*. Universitat de les Illes Balears: Palma de Mallorca. 2004. 444 pp. [ISBN: 8476328796].
- ⁵⁰SEGUÍ PONS, J. M. y MARTÍNEZ, M. R. “Pluralidad de métodos y renovación conceptual en la geografía de los transportes del siglo XXI”. *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 15 de abril de 2003, vol. VII, núm. 139, . < <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-139.htm> > [ISSN: 1138-9788].
- ⁵¹Walmsley y Lewis (1984) citados en SEGUÍ PONS, J.M. y MARTÍNEZ REYNÉS, M.R. *Geografía de los transportes*. Universitat de les Illes Balears: Palma de Mallorca. 2004. 444 pp. [ISBN: 8476328796].
- ⁵²Arturo Soria (1980) Von Thünen (1826), A. Weber (1909) y Hoover (1948) citados en SEGUÍ PONS, J.M. y PETRUS BEY, J.M. *Geografía de redes y sistemas de transporte*. Síntesis: Madrid. 1991. 231 pp. [ISBN: 8477381070].
- ⁵³Kant, Godlund, Bergsten y Hågerstrand, (1951), Hågerstrand (1952, 1966, 1967), Pred y Törnquist (1973) citados en SEGUÍ PONS, J.M. y PETRUS BEY, J.M. *Geografía de redes y sistemas de transporte*. Síntesis: Madrid. 1991. 231 pp. [ISBN: 8477381070].
- ⁵⁴Jean Robert (1980) citado en EGUSQUIZA JUARISTI, L.M. Medición de la confianza del usuario de Metro de Madrid. Director: Ángel Muñoz Alamillo. Universidad Nacional de Educación a Distancia . Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. 2011. < <http://e-spacio.uned.es/fez/view.php?id=tesisuned:CiencEcoEmp-Lmegusquiza> >
- ⁵⁵ALBERTOS PUEBLA, J.M. (editor). *Transporte, movilidad y sostenibilidad*. Cuadernos de Geografía. Valencia: Universidad de Valencia. Facultad de Geografía e Historia. 2007. 186 pp. [ISSN: 0210086X].

Capítulo 8. Movilidad: concepto, definiciones e indicadores

- ⁵⁶EGUSQUIZA JUARISTI, L.M. Medición de la confianza del usuario de Metro de Madrid. Director: Ángel Muñoz Alamillo. Universidad Nacional de Educación a Distancia . Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. 2011. < <http://e-spacio.uned.es/fez/view.php?id=tesisuned:CiencEcoEmp-Lmegusquiza> >
- ⁵⁷VALLÈS FERRER, J. y HAP DUBOIS, E. *El transporte en las grandes ciudades*. Sevilla: Universidad, 1978. 239 pp. Pag. 7.[ISBN: 8474050995].
- ⁵⁸SEGUÍ PONS, J.M. y MARTÍNEZ REYNÉS, M.R. *Geografía de los transportes*. Universitat de les Illes Balears: Palma de Mallorca. 2004. 444 pp. [ISBN: 8476328796].
- ⁵⁹SEGUÍ PONS, J. M. y MARTÍNEZ, M. R. “Pluralidad de métodos y renovación conceptual en la geografía de los transportes del siglo XXI”. *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 15 de abril de 2003, vol. VII, núm. 139, . < <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-139.htm> > [ISSN: 1138-9788].
- ⁶⁰MIRALLES GUASCH,C. Y CEBOLLADA,A. “Movilidad cotidiana y sostenibilidad, una interpretación desde la Geografía humana”. Madrid: *Boletín de la A.G.E.*2009, núm. 50. pp. 193-216. < <http://www.boletinage.com/50/08%20MIRALLES.pdf> > [ISSN 0212-9426].
- ⁶¹García Puebla y García Palomares citados en MIRALLES GUASCH,C. Y CEBOLLADA,A. “Movilidad cotidiana y sostenibilidad, una interpretación desde la Geografía humana”. Madrid: *Boletín de la A.G.E.*2009, núm. 50. pp. 193-216. < <http://www.boletinage.com/50/08%20MIRALLES.pdf> > [ISSN 0212-9426].
- ⁶²MIRALLES GUASCH,C. Y CEBOLLADA,A. “Movilidad cotidiana y sostenibilidad, una interpretación desde la Geografía humana”. Madrid: *Boletín de la A.G.E.*2009, núm. 50. pp. 193-216. < <http://www.boletinage.com/50/08%20MIRALLES.pdf> > [ISSN 0212-9426].
- ⁶³SEGUÍ PONS, J.M. y MARTÍNEZ REYNÉS, M.R. *Geografía de los transportes*. Universitat de les Illes Balears: Palma de Mallorca. 2004. 444 pp. [ISBN: 8476328796].
- ⁶⁴Gurrea (1987) citado por SEGUÍ PONS, J.M. y PETRUS BEY, J.M. *Geografía de redes y sistemas de transporte*. Síntesis: Madrid. 1991. 231 pp. Pag. 53. [ISBN: 8477381070].
- ⁶⁵Nystuen y Dacey (1961), Colmes y Hagett (1977) y Gutiérrez Puebla (1985) citados por SEGUÍ PONS, J.M. y MARTÍNEZ REYNÉS, M.R. *Geografía de los transportes*. Universitat de les Illes Balears: Palma de Mallorca. 2004. 444 pp. [ISBN: 8476328796].
- ⁶⁶Carey y Raventein (s.XIX) citados por SEGUÍ PONS, J.M. y PETRUS BEY, J.M. *Geografía de redes y sistemas de transporte*. Síntesis: Madrid. 1991. 231 pp. Pag. 53. [ISBN: 8477381070].
- ⁶⁷SEGUÍ PONS, J.M. y MARTÍNEZ REYNÉS, M.R. *Geografía de los transportes*. Universitat de les Illes Balears: Palma de Mallorca. 2004. 444 pp. [ISBN: 8476328796].
- ⁶⁸Haggett, (1988) citado en SEGUÍ PONS, J.M. y PETRUS BEY, J.M. *Geografía de redes y sistemas de transporte*. Síntesis: Madrid. 1991. 231 pp. Pag. 53. [ISBN: 8477381070].
- ⁶⁹Seguí y Petrus (1991), Reilly (1931) y Merlín (1984) citados en SEGUÍ PONS, J.M. y MARTÍNEZ REYNÉS, M.R. *Geografía de los transportes*. Universitat de les Illes Balears: Palma de Mallorca. 2004. 444 pp. [ISBN: 8476328796].
- ⁷⁰SEGUÍ PONS, J.M. y PETRUS BEY, J.M. *Geografía de redes y sistemas de transporte*. Síntesis: Madrid. 1991. 231 pp. Pag. 53. [ISBN: 8477381070].
- ⁷¹SEGUÍ PONS, J.M. y MARTÍNEZ REYNÉS, M.R. *Geografía de los transportes*. Universitat de les Illes Balears: Palma de Mallorca. 2004. 444 pp. [ISBN: 8476328796].
- ⁷²VALLÈS FERRER, J. y HAP DUBOIS, E. *El transporte en las grandes ciudades*. Sevilla: Universidad, 1978. 239 pp. Pag. 13.[ISBN: 8474050995].
- ⁷³Giuliano (1990) y González (2000) citados por SUBERO MUNILLA, J.M. *Métodos de análisis de la eficacia espacial de las redes de transporte colectivo de infraestructura fija , ensayo de indicadores de oferta*. Director: Manuel Herce Vallejo. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d'Infraestructura del Transport i del Territori. 2009. < <http://www.tesisenred.net/handle/10803/6630> > [ISBN: 9788469312483].
- ⁷⁴SEGUÍ PONS, J.M. y MARTÍNEZ REYNÉS, M.R. *Geografía de los transportes*. Universitat de les Illes Balears: Palma de Mallorca. 2004. 444 pp. [ISBN: 8476328796].
- ⁷⁵SUBERO MUNILLA, J.M. *Métodos de análisis de la eficacia espacial de las redes de transporte colectivo de infraestructura fija , ensayo de indicadores de oferta*. Director: Manuel Herce Vallejo. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d'Infraestructura del Transport i del Territori. 2009. < <http://www.tesisenred.net/handle/10803/6630> > [ISBN: 9788469312483].
- ⁷⁶DE COS, O., REQUES VELASCO, P., DE MEER LECHA-MARZO, A. “Movilidad obligada de la población ocupada en España. La configuración de espacios de vida discontinuos”. Barcelona: *Población y espacios urbanos: XII Congreso de Población Española*. Coord. por Isabel Pujadas Rúbies, Jordi Bayona i Carrasco, Arlinda García Coll, Fernando Gil Alonso, Cristina López Villanueva, Dolores Sánchez Aguilera y Tomás Vidal i Benito. Barcelona 8, 9 y 10 de julio de 2010. Pp 95-108. < <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4049968> > [ISBN: 9788469426661].

- ⁷⁷SEGUÍ PONS, J.M. y MARTÍNEZ REYNÉS, M.R. *Geografía de los transportes*. Universitat de les Illes Balears: Palma de Mallorca. 2004. 444 pp. [ISBN: 8476328796].
- ⁷⁸VALLÈS FERRER, J. y HAP DUBOIS, E. *El transporte en las grandes ciudades*. Sevilla: Universidad, 1978. 239 pp. Pag. 13.[ISBN: 8474050995].
- ⁷⁹El indicador de Diversidad se obtiene gracias a la fórmula de Shannon (1948). Rueda (2006) citado por SUBERO MUNILLA, J.M. *Métodos de análisis de la eficacia espacial de las redes de transporte colectivo de infraestructura fija, ensayo de indicadores de oferta*. Director: Manuel Herce Vallejo. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d'Infraestructura del Transport i del Territori. 2009. < <http://www.tesisenred.net/handle/10803/6630> > [ISBN: 9788469312483].
- ⁸⁰SEGUÍ PONS, J.M. y MARTÍNEZ REYNÉS, M.R. *Geografía de los transportes*. Universitat de les Illes Balears: Palma de Mallorca. 2004. 444 pp. [ISBN: 8476328796].
- ⁸¹Cebollada y Miralles (2008) citados por MIRALLES GUASCH,C. Y CEBOLLADA,A. “Movilidad cotidiana y sostenibilidad, una interpretación desde la Geografía humana”. Madrid: *Boletín de la A.G.E.*2009, núm. 50. pp. 193-216. < <http://www.boletinage.com/50/08%20MIRALLES.pdf> > [ISSN 0212-9426].
- ⁸²EGUSQUIZA JUARISTI, L.M. Medición de la confianza del usuario de Metro de Madrid. Director: Ángel Muñoz Alamillo. Universidad Nacional de Educación a Distancia . Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. 2011. < <http://e-spacio.uned.es/fez/view.php?id=tesisuned:CiencEcoEmp-Lmegusquiza> >
- ⁸³MIRALLES GUASCH,C. Y CEBOLLADA,A. “Movilidad cotidiana y sostenibilidad, una interpretación desde la Geografía humana”. Madrid: *Boletín de la A.G.E.*2009, núm. 50. pp. 193-216. < <http://www.boletinage.com/50/08%20MIRALLES.pdf> > [ISSN 0212-9426].
- ⁸⁴BARBERILLO NUALART , J. *Estudi de la mobilitat en diferents xarxes de transport públic*. Director: Joan Saldaña Meca. Girona: Universitat de Girona. Escola Politècnica Superior. Departament de Informàtica i Matemàtica Aplicada. 2008. < <http://dugi-doc.udg.edu/handle/10256/962> >.
- ⁸⁵Lowe e Illinch (Equidad y energía) citados en EGUSQUIZA JUARISTI, L.M. Medición de la confianza del usuario de Metro de Madrid. Director: Ángel Muñoz Alamillo. Universidad Nacional de Educación a Distancia . Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. 2011. < <http://e-spacio.uned.es/fez/view.php?id=tesisuned:CiencEcoEmp-Lmegusquiza> >
- ⁸⁶V.V.A.A. *Libro verde de medio ambiente urbano*. Tomo I. Ministerio de medio ambiente, 2007. 174 pp. < http://www.sostenibilidad-es.org/sites/default/files/_Recursos/Publicaciones/plat_urbana/libro_verde_de_medio_ambiente_urbano.pdf >.
- ⁸⁷SEGUÍ PONS, J.M. y MARTÍNEZ REYNÉS, M.R. *Geografía de los transportes*. Universitat de les Illes Balears: Palma de Mallorca. 2004. 444 pp. [ISBN: 8476328796].
- ⁸⁸VALLÈS FERRER, J. y HAP DUBOIS, E. *El transporte en las grandes ciudades*. Sevilla: Universidad, 1978. 239 pp. Pag. 13.[ISBN: 8474050995].
- ⁸⁹Forroutage citado en SEGUÍ PONS, J.M. y MARTÍNEZ REYNÉS, M.R. *Geografía de los transportes*. Universitat de les Illes Balears: Palma de Mallorca. 2004. 444 pp. [ISBN: 8476328796].
- ⁹⁰V.V.A.A. *Libro verde de medio ambiente urbano*. Tomo I. Ministerio de medio ambiente, 2007. 174 pp. < http://www.sostenibilidad-es.org/sites/default/files/_Recursos/Publicaciones/plat_urbana/libro_verde_de_medio_ambiente_urbano.pdf >.
- ⁹¹V.V.A.A. *Estrategia de medio ambiente urbano*. Ministerio de medio ambiente. Red de redes de desarrollo local sostenible. 2006. < http://www.femp.es/files/566-226-archivo/Estrategia_MA_Urbano.pdf >.
- ⁹²MIRALLES GUASCH,C. Y CEBOLLADA,A. “Movilidad cotidiana y sostenibilidad, una interpretación desde la Geografía humana”. Madrid: *Boletín de la A.G.E.*2009, núm. 50. pp. 193-216. < <http://www.boletinage.com/50/08%20MIRALLES.pdf> > [ISSN 0212-9426].
- ⁹³Izquierdo (1994) y Cádiz (1994) citados por SEGUÍ PONS, J.M. y MARTÍNEZ REYNÉS, M.R. *Geografía de los transportes*. Universitat de les Illes Balears: Palma de Mallorca. 2004. 444 pp. [ISBN: 8476328796].
- ⁹⁴MIRALLES GUASCH,C. Y CEBOLLADA,A. “Movilidad cotidiana y sostenibilidad, una interpretación desde la Geografía humana”. Madrid: *Boletín de la A.G.E.*2009, núm. 50. pp. 193-216. < <http://www.boletinage.com/50/08%20MIRALLES.pdf> > [ISSN 0212-9426].
- ⁹⁵SEGUÍ PONS, J.M. y MARTÍNEZ REYNÉS, M.R. *Geografía de los transportes*. Universitat de les Illes Balears: Palma de Mallorca. 2004. 444 pp. [ISBN: 8476328796].
- ⁹⁶SEGUÍ PONS, J.M. y MARTÍNEZ REYNÉS, M.R. *Geografía de los transportes*. Universitat de les Illes Balears: Palma de Mallorca. 2004. 444 pp. [ISBN: 8476328796].
- ⁹⁷V.V.A.A. *Estrategia de medio ambiente urbano*. Ministerio de medio ambiente. Red de redes de desarrollo local sostenible. 2006. < http://www.femp.es/files/566-226-archivo/Estrategia_MA_Urbano.pdf >.

Capítulo 8. Movilidad: concepto, definiciones e indicadores

⁹⁸VALLÈS FERRER, J. y HAP DUBOIS, E. *El transporte en las grandes ciudades*. Sevilla: Universidad, 1978. 239 pp. Pag. 13.[ISBN: 8474050995].

CAPÍTULO 9: ANÁLISIS HISTÓRICO DE LA MOVILIDAD EN BARCELONA

Este capítulo versa sobre el análisis histórico de la movilidad en Barcelona y las causas que han motivado dicha movilidad. El análisis se basa en encuestas de movilidad, en registros de cantidad de pasajeros por líneas y por estaciones y en datos relativos a la habilitación de las estaciones a personas con movilidad reducida. Este capítulo está dividido en 3 apartados. En el primer apartado se hablará del número de pasajeros por línea y modo de transporte y posteriormente se analizarán los resultados. En el segundo apartado se abordará el análisis del número de pasajeros por estación, así como la habilitación de dichas estaciones a personas con movilidad reducida. El tercer apartado analizará las diferentes encuestas de movilidad obligada y cotidiana que se han realizado y se procederá a realizar una comparativa de las mismas.

9.1. MOVILIDAD SEGÚN EL NÚMERO DE PASAJEROS POR LÍNEA Y MODO DE TRANSPORTE

Los primeros registros que se realizaron sobre la afluencia de pasajeros en una línea de transporte ferro-viario fueron en el siglo XIX. El registro era muy simple y se obtenían gracias a la contabilización de los tickets de compra. No se obtenían datos sobre el género del pasajero, su motivación de viaje o el origen y el destino del mismo pero en cualquier caso, proporcionaba una valiosa información acerca de la variación en la cantidad de pasajeros existente en una red o línea de transporte. Posteriormente, las encuestas de movilidad, proporcionaron datos relevantes sobre la tipología de los viajes y de los viajeros.

9.1.1. Análisis de las líneas y modos de transporte en función de la afluencia de pasajeros

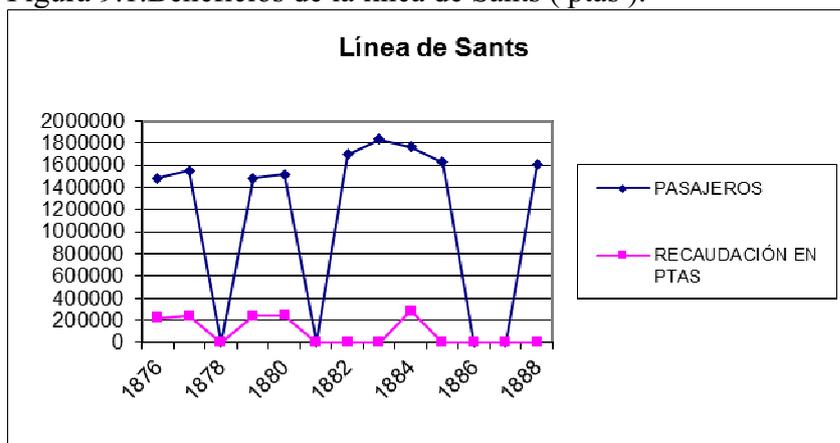
Uno de los primeros datos obtenidos que siguieron una serie regular se obtuvo del tranvía, uno de los primeros transportes ferro-viarios implantados en Barcelona. De la línea de Sants (cuadro 9.1 del volumen II de anexos y figura 9.1) se han extraído unos pocos datos, que comprendían el período 1.876-1.888. Son datos muy homogéneos en los que el número de los pasajeros transportados anualmente es constante , siendo cercanos al millón y medio anual. Un caso diferente es el de las líneas de Sant Andreu y Horta (cuadro 9.2 del volumen II de anexos y figura 9.2), las cuales sí sufren una evolución palpable. De los casi 800.000 pasajeros existentes en 1.878, se pasa a casi 4 millones en apenas 16 años. Por otra parte, si el análisis se realiza a toda la red de tranvías, desde los inicios del siglo XX (cuadro 9.3 del volumen II de anexos y figura 9.3), se obtienen una serie de resultados. Desde 1.906 hasta la guerra civil española, el número de pasajeros del tranvía va aumentando progresivamente, desde los 70 millones hasta alcanzar los, casi 250 millones de pasajeros. Superada la guerra, a inicios de los años 50 del siglo XX , el número de pasajeros continuó avanzando hasta llegar a los casi 360 millones de pasajeros. A partir de este momento, la afluencia de pasajeros cayó en picado debido a la rápida desmantelación de la red tranviaria que, en apenas 20 años, desapareció casi por completo. Otras fuentes ofrecen una comparativa entre diversos sistemas de transporte; Concretamente entre el tranvía, el metro, el autobús y el trolebús (cuadro 9.4 del volumen II de anexos y figura 9.4). Tanto para el tranvía, como para el metro y el autobús, la fecha clave en su desarrollo parece ser 1.950; Mientras el tranvía alcanzó su máxima expansión en esta fecha y comenzó su rápido declive, el metro y el bus comenzaron a crecer abruptamente. Estos dos sistemas de transporte sustituyeron a la tupida red tranviaria, que representaba un obstáculo al desarrollo del transporte rodado. El trolebús, a su vez, tuvo una breve existencia entre los años 40 y principios de los 70 del siglo XX, caracterizada por poseer un relativo poco peso en la totalidad de la red de transportes barcelonesa.

En cuanto al análisis de la red de metro (figuras F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7, F8, F9, F10, F11, F12, F13, F14, F15, F16, F17, F18 y F19 y cuadro 9.5 del volumen II de anexos y figuras 9.5, 9.6, 9.7, 9.8, 9.9 y 9.10) hay que decir que, en sus inicios, la L3 (antiguo

GMB) transportaba pocos pasajeros. La novedad del transporte, junto con el miedo a los desplazamientos en profundidad y el precio del billete desalentaban a muchas personas a ir en este medio de transporte. Hasta los años 50 del siglo XX, tanto GMB como FMB transportaban unos 50 millones de pasajeros cada uno. Es en este momento, durante la década de los años 50, cuando la actual L1 experimentó un salto cualitativo y cuantitativo. La línea se amplió considerablemente y el número de pasajeros se multiplicó por dos, llegando a los 100 millones de pasajeros aproximadamente. La L1 y la L3 llegaron a alcanzar su cuota máxima de pasajeros en 1.966, cuando la primera alcanzó los 140 millones de pasajeros y la segunda sobrepasó los 57 millones. Pocos años antes ya se había puesto en funcionamiento la L5 que, paulatinamente, comenzaba a drenar pasajeros a ambas líneas. Posteriormente, la apertura de la L4 (una parte de la misma ya funcionaba como un ramal de la L3) pronunció este hecho, de tal modo que ,a mediados de los 70 , la L5 poseía una afluencia de unos 80 millones de pasajeros anuales, mientras la L3 y L4 estaban en torno a los 30-40 millones de pasajeros. La L1 seguía liderando el ranking, con cerca de 100 millones de pasajeros. No fue hasta mediados de la década de los 80 del siglo XX, cuando la L1 y la L5 alcanzaron cotas similares de pasajeros, en torno a los 90 millones cada una, mientras la L4 y L3 iban en aumento, superando conjuntamente los 50 millones de pasajeros. La integración de la red era ya plena hace tiempo y la afluencia de pasajeros en una línea ya no dependía exclusivamente del trazado de ésta, sino de su conectividad con el resto de la red. Al integrarse todas las líneas en un solo sistema, podían efectuarse diversos transbordos y la afluencia de pasajeros se podía distribuir de forma más homogénea. Así pues, a principios de los años 90 del siglo XX, la L5 transportaba 88 millones de pasajeros, la L3, 60 millones, la L4 , 46 millones y la L5 , 75 millones (A partir de 1979 se expidieron billetes de carácter social y para la tercera edad que les permitía viajar gratis , por ello en el período 1.979-1.991 hay que sumar a los existentes , 13 millones de viajeros estimados). El acercamiento de las cifras de pasajeros en cada línea era síntoma del uso generalizado de la red por parte del pasajero y del buen funcionamiento de la red como sistema integrado. Más adelante, en 1.995 se inauguró la L2, con escasa afluencia de pasajeros, pero se mantenía cierta estabilidad entre el resto de líneas en cuanto a número de pasajeros transportados. En el año 2.005 cambió el panorama sorpresivamente. La L3 se amplió y aumentó en gran medida su número de pasajeros transportados anualmente, al superar los 100 millones. La L1 y la L5 se mantuvieron en 80 millones de pasajeros, mientras la L2 alcanzó el nivel de pasajeros de la L4 con,

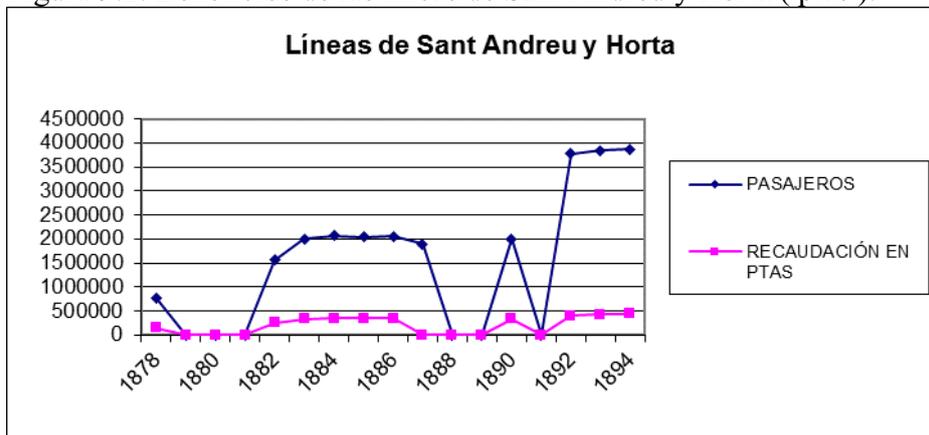
cerca de 50 millones cada una. En esta época se inauguró la red de metro ligero, la cual tuvo poca afluencia de pasajeros, como suele suceder al comienzo de una nueva línea o modo de desplazamiento. En 2.009 , la L1 y la L5 recuperaron su estatus hegemónico, junto a la L3. Al mismo tiempo, la L9 y L10 hicieron su aparición, iniciando un nuevo ciclo en la historia del transporte ferro-viario de Barcelona. Como era de esperar, por el momento no poseen gran cantidad de pasajeros desplazados.

Figura 9.1. Beneficios de la línea de Sants (ptas).



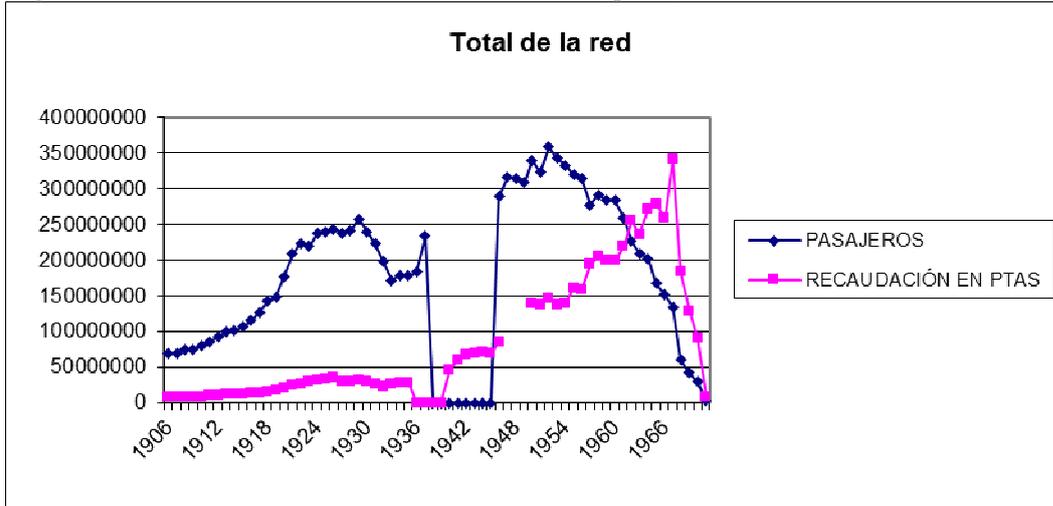
Fuente: Elaboración propia a partir de GONZÁLEZ MASSIP, A. *Els tramvies de Barcelona*. Barcelona: Albert González Massip. 1.992-1.994. 225 pp.

Figura 9.2. Beneficios de las líneas de Sant Andreu y Horta (ptas).



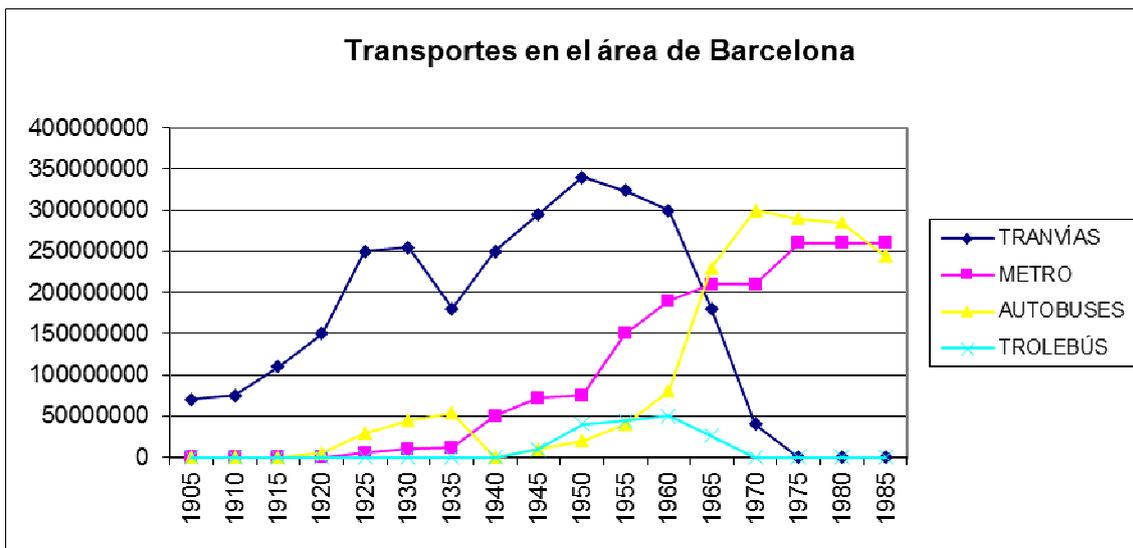
Fuente: Elaboración propia a partir de GONZÁLEZ MASSIP, A. *Els tramvies de Barcelona*. Barcelona: Albert González Massip. 1.992-1.994. 225 pp.

Figura 9.3. Recaudación de la red de tranvías (ptas).



Fuente: Elaboración propia a partir de GONZÁLEZ MASSIP, A. *Els tramvies de Barcelona*. Barcelona: Albert González Massip. 1.992-1.994. 225 pp.

Figura 9.4. Recaudación de las redes de tranvías, metro, autobuses y trolebuses. (ptas).



Fuente: Elaboración propia a partir de ALEMANY, J. y MESTRE, J. "Els transports a l'àrea de Barcelona. Diligències, tramvies, autobuses, metro". Barcelona: T.M.B. 1986. 285 pp.

Notas:

Años: 1.920-1.935 Autobuses (Compañía General de Autobuses)

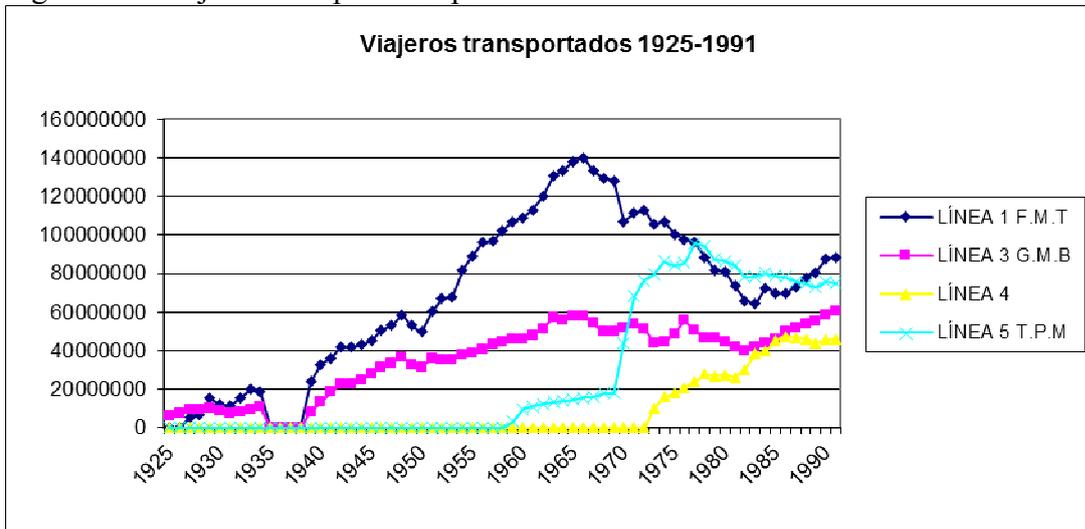
Años: 1.920-1.935 Metro (F.C. Gran Metro, S.A.)

Años: 1.920-1.935 Tramvies (Tranvías de Barcelona, S.A.)

Años: 1.939-1.957 Metro (Transversal + Gran Metro)

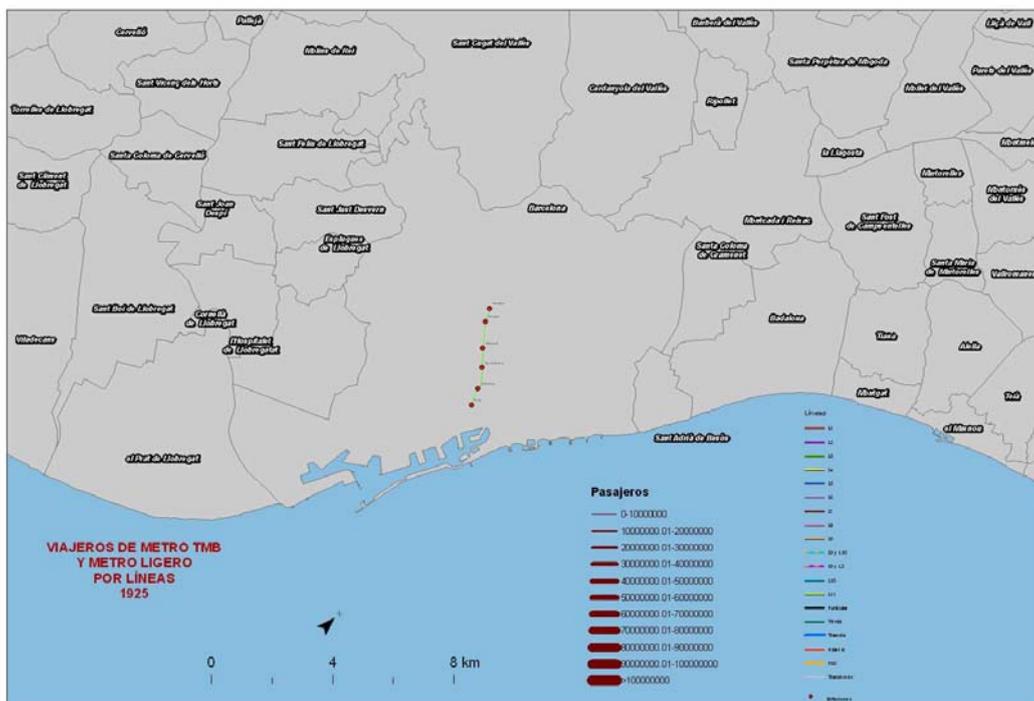
Años: 1.978-1.985 Autobuses (Autobuses urbanos e interurbanos)

Figura 9.5. Viajeros transportados por el metro 1.925-1.991.



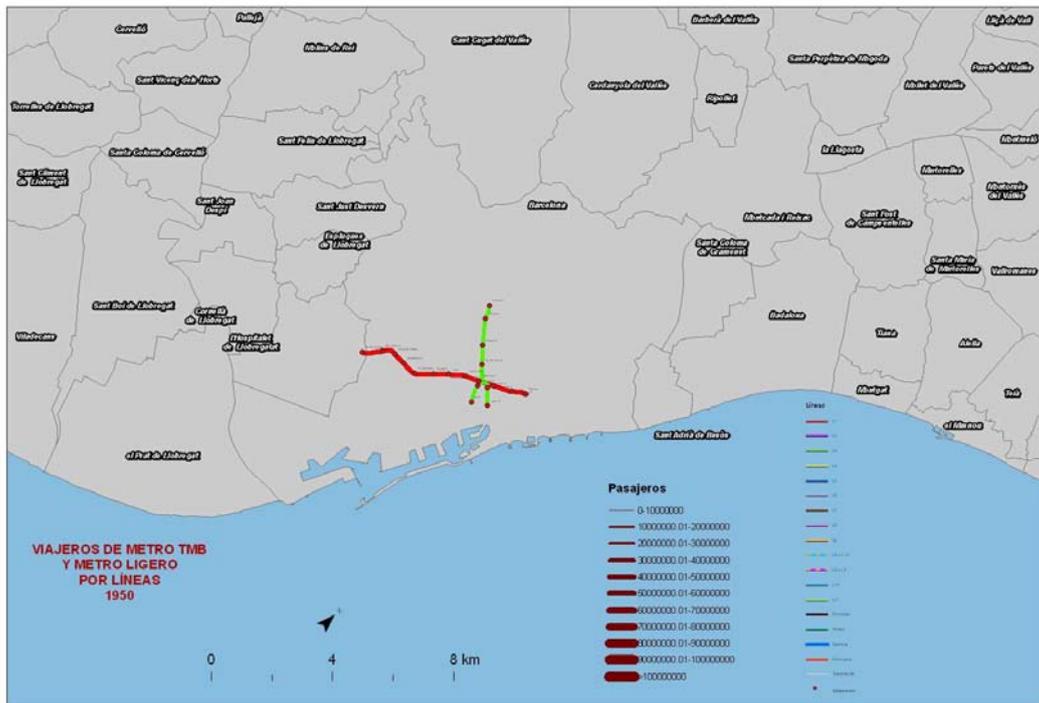
Fuente: Elaboración propia a partir de SALMERÓN I BOSCH, C. *El metro de Barcelona II: Història y tècnica*. Barcelona: l'autor. 1992. 223 pp. [ISBN: 846044886X].

Figura 9.6. Viajeros de metro T.M.B. y metro ligero por líneas 1.925.



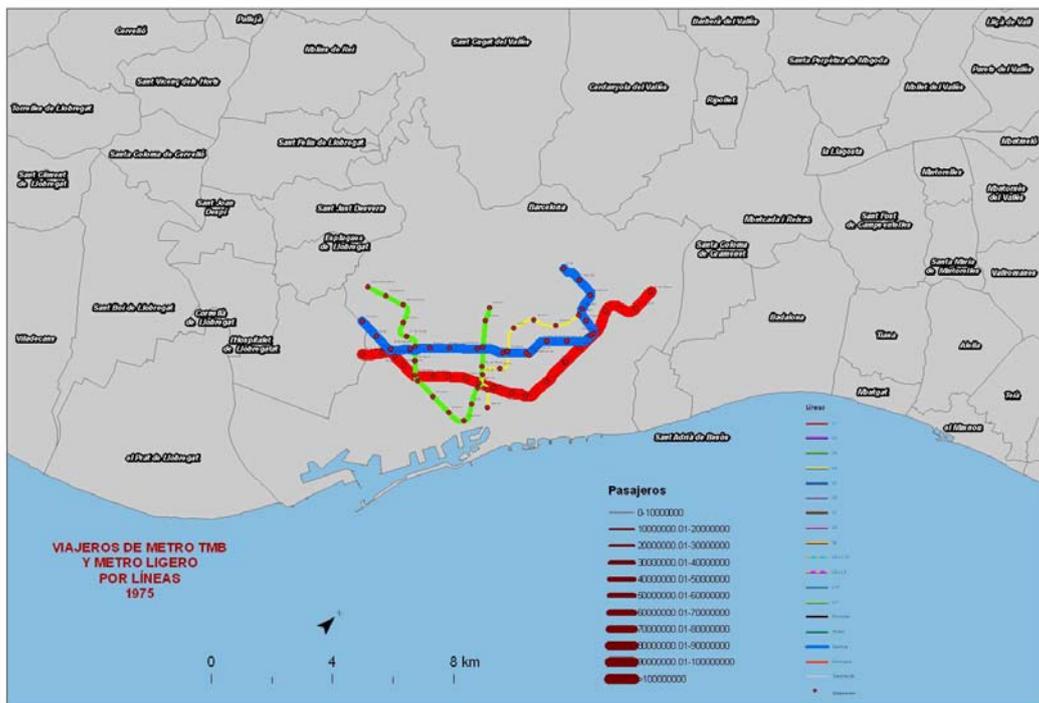
Fuente: elaboración propia a partir de datos de A.T.M, T.M.B y Generalitat de Catalunya. Corresponde con la figura F1 del volumen II de anexos.

Figura 9.7. Viajeros de metro T.M.B. y metro ligero por líneas 1.950.



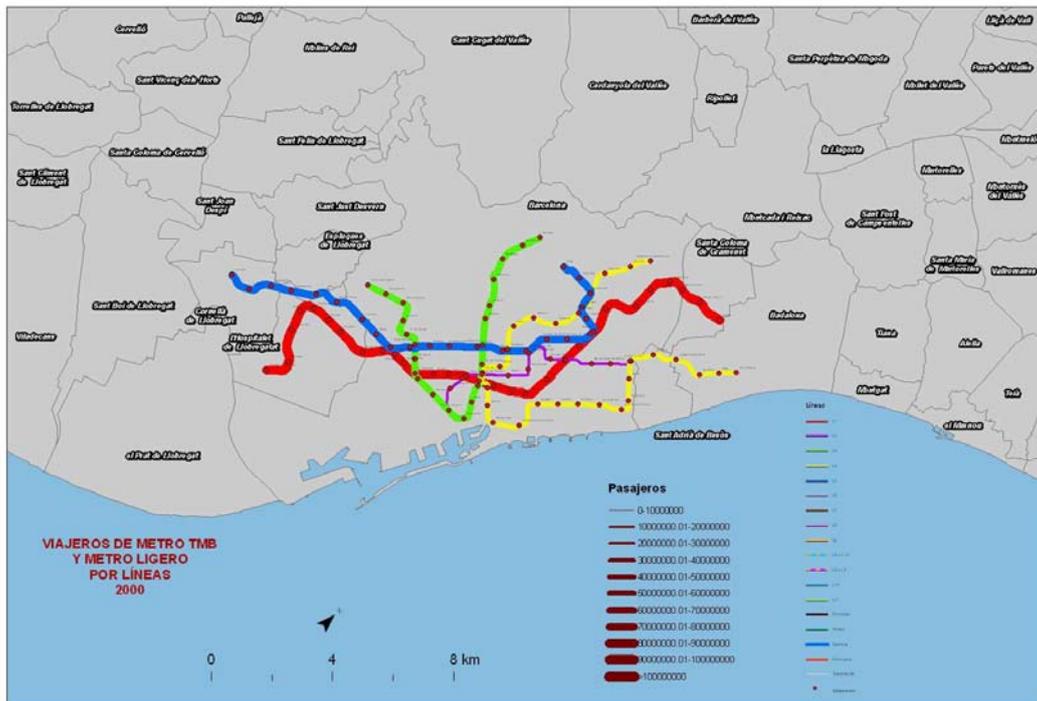
Fuente: elaboración propia a partir de datos de A.T.M, T.M.B y Generalitat de Catalunya. Corresponde con la figura F6 del volumen II de anexos.

Figura 9.8. Viajeros de metro T.M.B. y metro ligero por líneas 1.975.



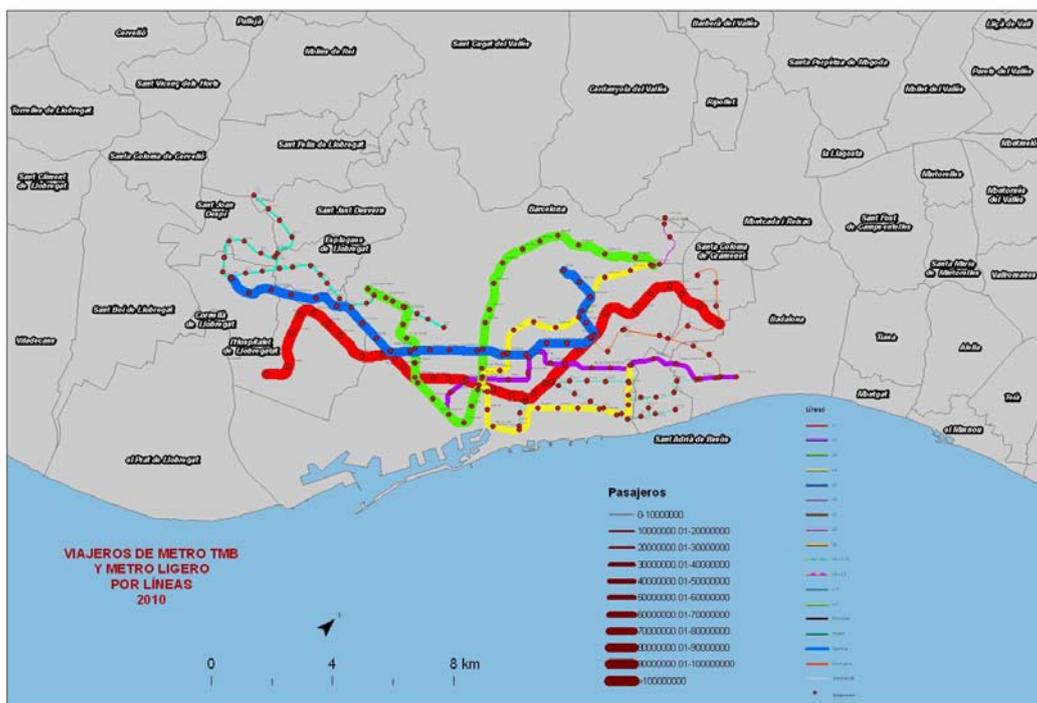
Fuente: elaboración propia a partir de datos de A.T.M, T.M.B y Generalitat de Catalunya. Corresponde con la figura F11 del volumen II de anexos.

Figura 9.9. Viajeros de metro T.M.B. y metro ligero por líneas 2.000.



Fuente: elaboración propia a partir de datos de A.T.M, T.M.B y Generalitat de Catalunya. Corresponde con la figura F17 del volumen II de anexos.

Figura 9.10. Viajeros de metro T.M.B. y metro ligero por líneas 2.010.



Fuente: elaboración propia a partir de datos de A.T.M, T.M.B y Generalitat de Catalunya. Corresponde con la figura F19 del volumen II de anexos.

9.1.2. Análisis de las líneas y modos de transporte en función de la recaudación obtenida y el gasto de inversión

La línea de tranvías de Sants (cuadro 9.1 del volumen II de anexos y figura 9.1), durante el período 1.876-1.888 recaudó cerca de 250.000 pesetas anuales, de forma constante. Es de suponer que, con la devaluación, esa cifra fuese hoy en día mucho mayor. La línea de Sant Andreu y Horta (cuadro 9.2 del volumen II de anexos y figura 9.2), en cambio, experimentó un gran aumento en su recaudación, pasando de 150.000 pesetas, a casi 450.000. En cuanto a la red de tranvías (cuadro 9.3 del volumen II de anexos y gráfico 9.3), durante toda su período en activo (1.872-1.972), obtuvo una recaudación que varió de los 7 millones de pesetas en sus inicios, a cerca de 350 millones en su punto más álgido (la devaluación monetaria tuvo gran importancia en este hecho). Pero la recaudación más cuantiosa y también los gastos más importantes los acaparó la red de metro (cuadro 9.5 del volumen II de anexos y figura 9.5). Se obtuvieron resultados de interés al realizar una comparativa entre el total de ingresos y gastos realizados por las diferentes compañías privadas que gestionaron las diversas líneas de la red de metro y por la compañía pública resultante del proceso de municipalización de la red de metro. Entre 1.925 y 1.960, el Gran Metropolitano de Barcelona (G.M.B) tuvo, a lo largo de todo su período, mayor número de ingresos totales que de gastos (cuadro 9.6 del volumen II de anexos y figura 9.11). De hecho, en 1.960, concluyó ese período con un beneficio neto de 6 millones de pesetas. Similar proceso tuvo el Ferrocarril Metropolitano Transversal (F.M.T) que, en 1.960, tuvo 75 millones de ingresos y casi 68 millones de gastos, dejando como beneficio neto ,cerca de 7 millones de pesetas (cuadro 9.7 del volumen II de anexos y figura 9.12). A principios de los años 60, se municipalizaron las líneas de metro en una sola red y en una sola compañía , el Ferrocarril Metropolitano de Barcelona o F.C.M.B (cuadro 9.8 del volumen II de anexos y figura 9.13). Si bien, esta compañía comenzó obteniendo beneficios netos, pronto comenzó a ser deficitaria. Es notorio el período comprendido entre finales de los años 70 y principios de los años 80 del siglo XX, en los que el gasto de la red duplicaba a los beneficios (2-4 mil millones de beneficios frente a 4-8 mil millones de gasto). A principios de los años noventa, continuaba la balanza negativa de gastos, pero las cifras habían sufrido una considerable aproximación (17.000 millones de beneficio, frente a 19.000 millones de gasto). Durante estos años, en 1.993, se pergeñó un plan intermodal de transportes (cuadro 9.27 del volumen II de anexos) que

pretendía ampliar la red de metro existente en ese momento. Destacaba el gran gasto en infraestructura frente a las superestructuras y el material móvil (100.000 millones de pesetas dedicado a infraestructuras, de un total presupuestario de 150.000 millones) . Se pretendía realizar grandes ampliaciones de la red y resaltaba un proyecto sobre la L6 que habría convertido a esta línea en circular. Casi la mitad del presupuesto en infraestructuras se destinaba a este proyecto que nunca llegó a plasmarse en la realidad. Según los datos proporcionados por TRANSMET (cuadros 9.58, 9.59, 9.60, 9.61, 9.62, 9.63, 9.64, 9.65, 9.66, 9.67, 9.68, 9.69, 9.70, 9.71, 9.72, 9.73, 9.74, 9.75, 9.76, 9.77, 9.78, 9.79, 9.80, 9.81, 9.82, 9.83, 9.84 ,9.85, 9.86, 9.87, 9.88, 9.89, 9.90, 9.91, 9.92 y 9.93 del volumen II de anexos) , en el año 1.996 se recaudaron más de 31.000 millones de pesetas en todo el sistema de transporte ferro-viario de la ciudad. Hubo casi 400 millones de pasajeros, de los cuales, las dos terceras partes correspondían al metro. En 1.997, se incrementó un 5% el total recaudado, pero el número de pasajeros descendió levemente. Eso fue debido a una subida en el precio del billete. En 1.998, se alcanzaron los 35.000 millones de pesetas recaudados y los 420 millones de viajeros, de los cuales, la mitad correspondían al metro, habiendo un aumento de un 8% en recaudación y en pasajeros. Posteriormente, en 1.999, se alcanzaron los 37.000 millones de pesetas recaudados y los 433 millones de pasajeros, habiendo un aumento más modesto que el año anterior, de un 2 % aproximadamente. En el año 2.000 se recaudaron 40.000 millones de pesetas de presupuesto y se llegó a la cifra de 450 millones de pasajeros, mientras en el año 2.005 se recaudaron 330 millones de euros y se superaron los 555 millones de pasajeros, lo que indica un aumento de un 2.8% . En el año 2.009 se recaudaron 392 millones de euros y se transportó a 575 millones de pasajeros, lo que supone un descenso de un 3.3% respecto del período anterior. Que haya descendido el nº de pasajeros y haya aumentado la recaudación, indica un aumento del precio del billete. Ya en el año 2.012, se recaudaron 451 millones de euros y se superaron los 578 millones de pasajeros, habiendo un ligero descenso de un 3.6 por ciento respecto al año anterior. Se produjo un aumento paulatino de los pasajeros y del total recaudado. Pero si bien hay años en los que hubo un descenso de pasajeros, no fue así en la recaudación, ya que se fue aumentando el precio del billete, progresivamente. Al realizar una comparativa entre los diferentes medios de transporte ferro-viarios de Barcelona, se puede observar que se mantuvo casi constante la proporción de pasajeros en los diferentes medios de transporte, desde el año 1.996 hasta el año 2.010. Las dos terceras partes de los desplazamientos se producían en metro. Entre una cuarta y una

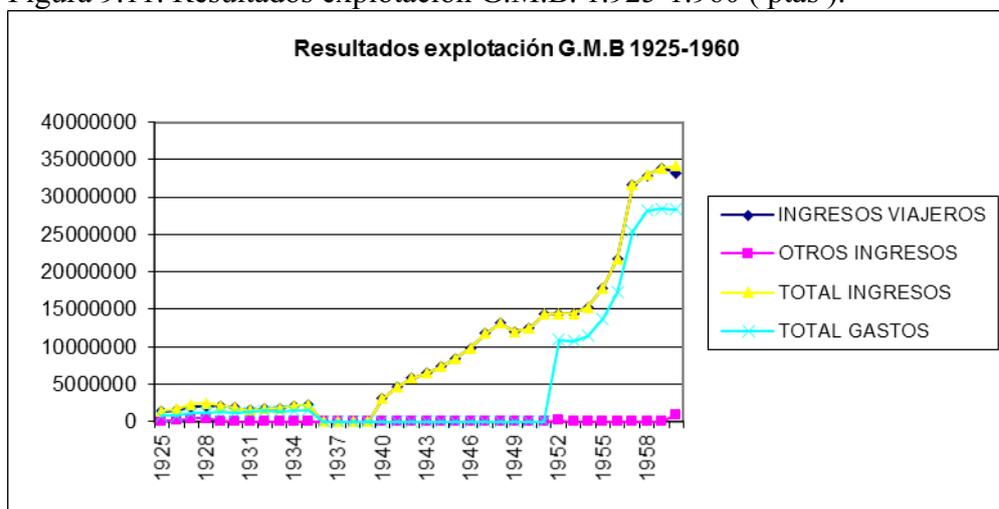
sexta parte de los desplazamientos se realizaron en Rodalies y entre una sexta y una octava parte de los viajes fueron en FGC. Sin embargo, en cuanto a recaudación, las cifras varían, ya que el metro recaudaba más de la mitad del total, Rodalies recaudaba una cuarta parte (en ocasiones una tercera parte) y FGC entre una sexta y una cuarta parte del total. El metro ligero poseía un peso muy menor en cuanto a número de desplazamientos y dinero recaudado. Poseía un 2.5 por ciento del total recaudado y un 4 por ciento de los desplazamientos. Por lo tanto, el número de viajes no guardaba proporción directa con el dinero recaudado. Este hecho es lógico, ya que los viajes realizados en Rodalies y en FGC solían ser de mayor duración y distancia, que los realizados en metro. Es importante señalar que de entre todas las líneas destacaban sobremanera las líneas 1, 3 y 5 de metro que rondaban los 100 millones de desplazamientos cada una.

En cualquier caso, el hecho de que en el momento de la municipalización de la red de metro comenzasen a ampliarse considerablemente los gastos, no respondía necesariamente a una deficiente gestión de la administración pública, sino a otro tipo de condicionantes. En el momento de heredar la red de metro, a principios de los años 60 del siglo XX, la administración pública se hizo cargo de una serie de líneas sin conexión entre ellas y con escaso desarrollo y longitud. La red de tranvías comenzaba su declive y era necesario una red de transporte sustitutoria. El autobús procuró sustituir al tranvía pero el metro se iba imponiendo y se reclamaba en toda el área barcelonesa. La unión de las líneas en diversas actuaciones y planes de enlaces fue costoso, pero aún más costosa fue la ampliación de las líneas y la creación de nuevas, a profundidades cada vez mayores. No es por tanto un caso de mala gestión, necesariamente, más bien, la balanza negativa de gasto se debe a la creación de una red madura y amplia, como es el caso de la red de metro de Barcelona.

Actualmente, el Pla Director d'Infraestructures 2.010-2.020 (cuadro 9.9 del volumen II de anexos) pretende acometer una serie de ampliaciones en la red ferro-viaria barcelonesa. Destacan las actuaciones proyectadas en la red de metro, que son muy copiosas, con un gasto estimado cercano a los 4.000 millones de euros. Destaca la inversión que se realizará en la L9 y L10, que tienen un gasto de inversión de 3.000 millones de euros. Esta es sin duda la infraestructura estrella, la línea que será, una vez completada, una de las más largas de Europa. A pesar de ello, posee una demanda

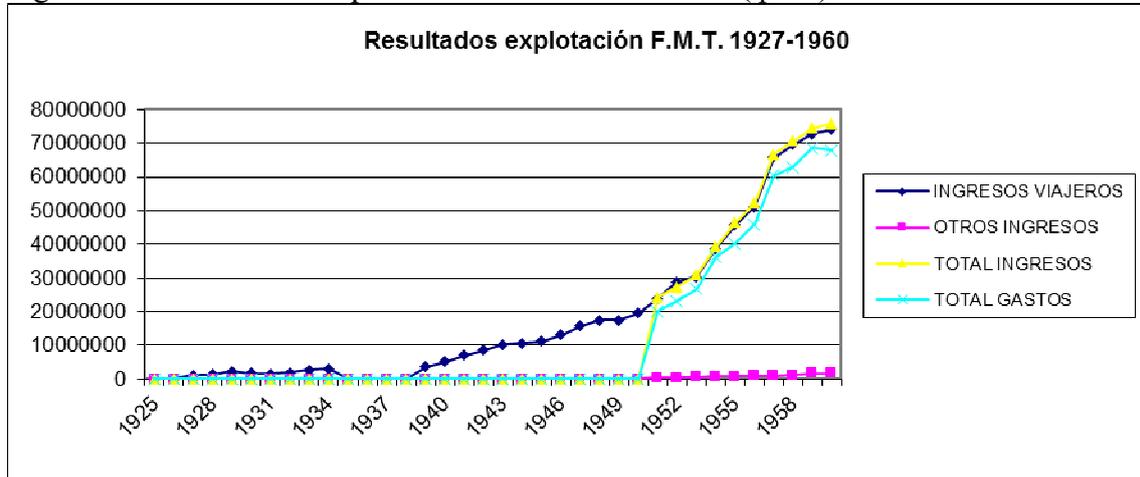
estimada similar a la existente en la actual red de metro ligero, la cual solo necesitará de menos de 200 millones de euros de inversión para sus ampliaciones, en el período 2.010-2.020. Una de las mayores actuaciones e inversiones se realizarán en la red ferroviaria estatal, con un presupuesto superior a los 4.000 millones de euros, más de la mitad de los cuales se concretarán en la construcción de la nueva línea entre Castelldefels y Cornellà-Zona Universitària. Hubo dudas iniciales sobre la inclusión de esta línea como parte de la red de metro o como parte de la red ferroviaria estatal. En cualquier caso, la importante suma destinada a su implantación atestigua la relevancia de dicha infraestructura. Por otra parte, es importante destacar el programa de actuación en los intercambiadores, que resulta vital para la pervivencia de una red ferro-viaria en plenas condiciones. Sin embargo, su costo no resulta excesivo, ya que ronda los 400 millones de euros. Por otra parte, la necesaria modernización de la red ferro-viaria, que pretende mejorar, tanto las instalaciones y estaciones como los convoyes y diversos sistemas, no resulta barata. En total, son más de 4.000 millones de euros los necesarios para renovar una red compleja como es la red ferro-viaria barcelonesa. Se puede concluir que, a pesar de que el plan pretende realizar una mejora y una ampliación global de la red, es evidente que existen dos infraestructuras principales que copan la atención: La línea de metro L9-L10 y la línea entre Castelldefels y Cornellà-Zona Universitària. Por otra parte, la suma destinada a la mejora de infraestructuras denota la intención de impulsar el uso de la infraestructura existente, haciéndola más cómoda, agradable y moderna a ojos del pasajero.

Figura 9.11. Resultados explotación G.M.B. 1.925-1.960 (ptas).



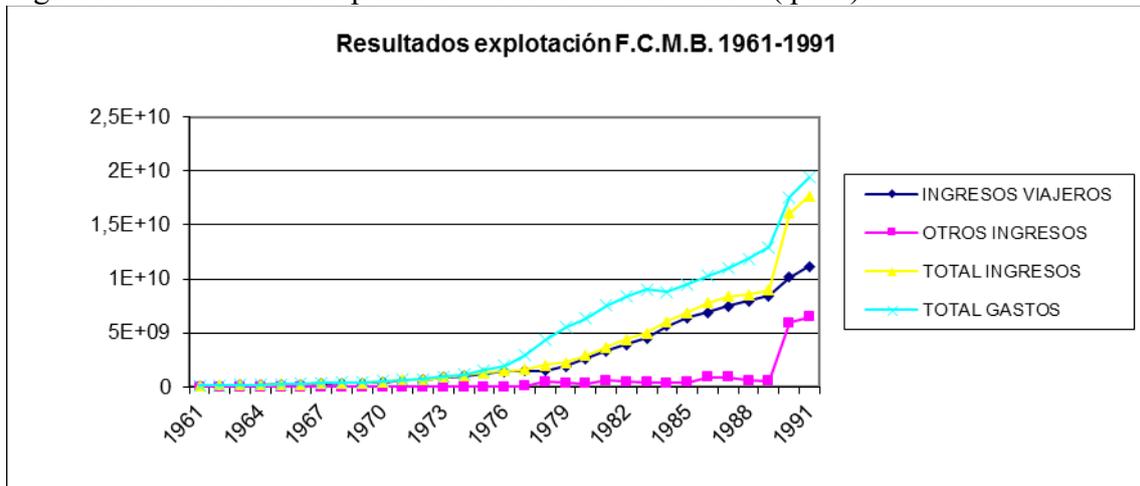
Fuente: Elaboración propia a partir de SALMERÓN I BOSCH, C. *El metro de Barcelona II: Història y tècnica*. Barcelona: l'autor. 1992. 223 pp. [ISBN: 846044886X].

Figura 9.12. Resultados explotación F.M.T. 1.927-1.960 (ptas).



Fuente: Elaboración propia a partir de SALMERÓN I BOSCH, C. *El metro de Barcelona II: Història y tècnica*. Barcelona: l'autor. 1992. 223 pp. [ISBN: 846044886X].

Figura 9.13. Resultados explotación F.C.M.B. 1.961-1.991 (ptas).



Fuente: Elaboración propia a partir de SALMERÓN I BOSCH, C. *El metro de Barcelona II: Història y tècnica*. Barcelona: l'autor. 1992. 223 pp. [ISBN: 846044886X].

9.2. MOVILIDAD POR ESTACIÓN: AFLUENCIA DE PASAJEROS Y HABILITACIÓN DE LA ESTACIÓN A PERSONAS CON MOVILIDAD REDUCIDA

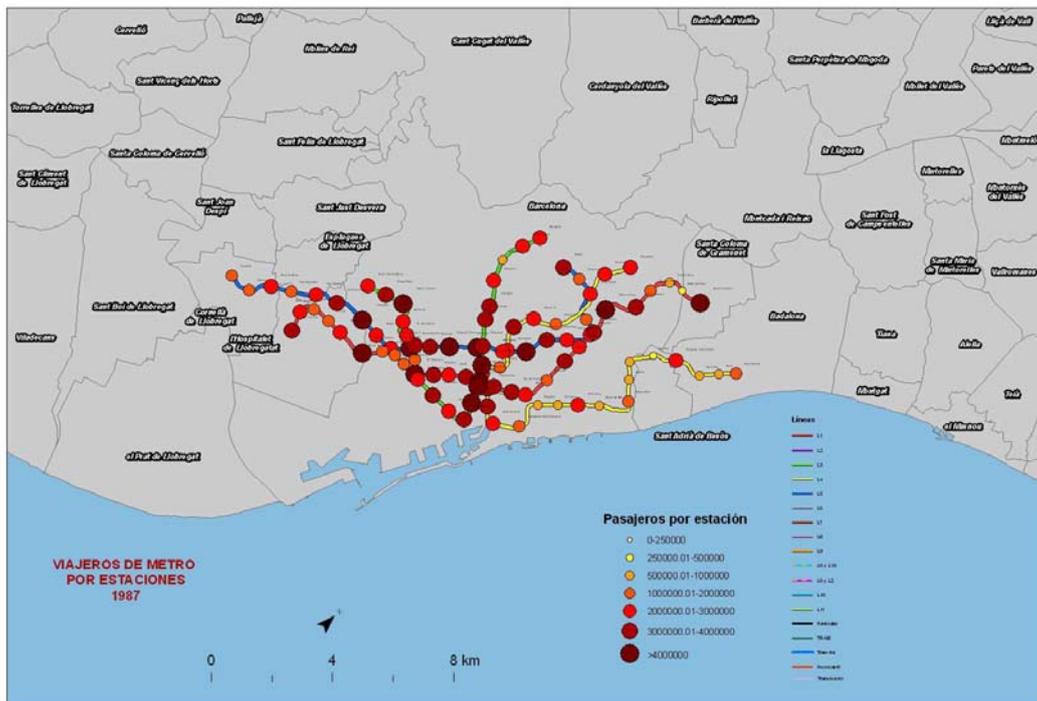
El análisis de la afluencia de pasajeros es importante enfocarlo hacia las estaciones con mayor número de pasajeros, para poder identificarlas como focos de aglomeración de pasajeros y puntos nodales de importancia dentro de la red. El número de pasajeros que transita por una estación resulta de vital importancia en los estudios de movilidad, así como importante es la habilitación de dichas estaciones para las personas con movilidad reducida. En otro orden de cosas, la profundidad de las estaciones es también crucial, debido a que puede ser un indicador sobre su nivel de accesibilidad, en especial para las personas con movilidad reducida.

9.2.1. Número de pasajeros por estaciones

En 1.987, el número de pasajeros por estación (figuras F24, F25, F26, F27, F29, F30 y F31 y cuadro 9.11 del volumen II de anexos y figura 9.14, 9.15, 9.16 y 9.17) presentaba una homogeneidad bastante acusada, aunque se apreciaba que las estaciones más utilizadas eran las conformadas por el eje Cataluña-Diagonal y el eje Sagrada Família –Sants Estación, en donde se acumulaban las estaciones que tenían más de 3 millones de pasajeros anuales. En esta área trapezoidal se producían la mayor parte de las interconexiones entre las líneas de metro y entre la red de metro y la red de ferrocarril. Destacaban la mayoría de las estaciones de la L4, por su escasa afluencia de pasajeros. En el año 1.997, esta situación permanecía igual y la aparición de la L2 no supuso grandes cambios significativos. Posteriormente, en el año 2.001, aunque se mantuvo a grandes rasgos esta situación, las estaciones más periféricas de la L1 comenzaron a aglutinar una mayor cantidad de pasajeros. Sin embargo, generalmente, a mayor perifericidad había menor afluencia de pasajeros, debido a que la mayoría de interconexiones y transbordos se producían en el trapecio central de la red ferro-viaria. En el año 2.005 no se apreciaban grandes diferencias respecto a los períodos anteriores. Sin embargo, en 2.007 y en 2.009 se percibió un cambio significativo de tendencia. Se ampliaron el número de estaciones con un ratio elevado de afluencia de pasajeros (de más de 3 millones de pasajeros). Esto se manifestaba con especial incidencia en las periferias de las líneas L1, L3 y L5. En el año 2020, se creará una red en la que la

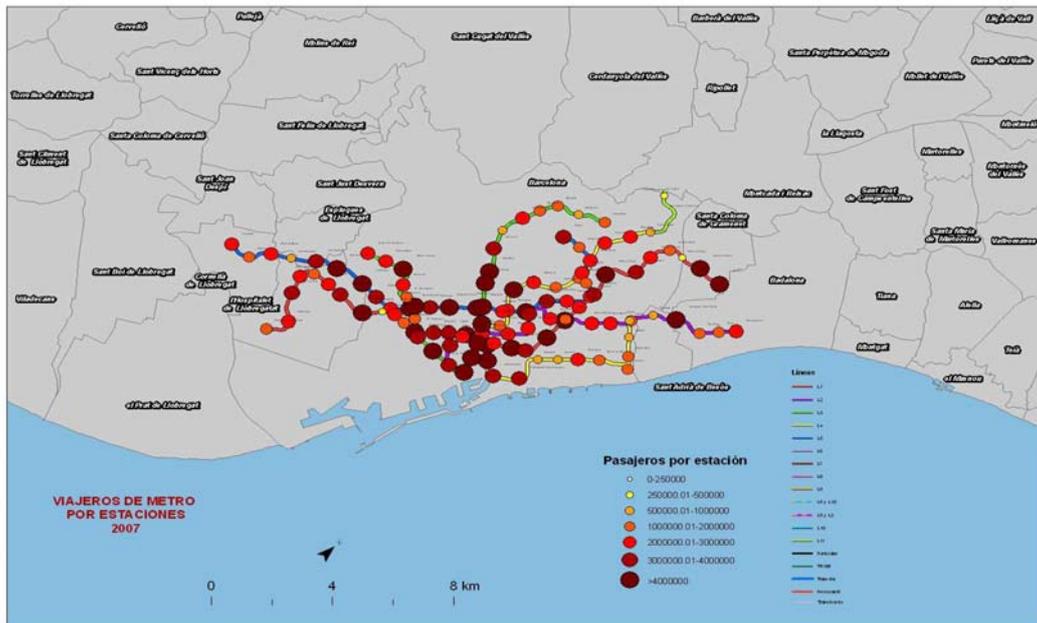
mayoría de las estaciones que conforman la semicircunferencia que dibujará la L9, poseerán una gran aglomeración de tráfico, debido, principalmente, a la enorme cantidad de interconexiones que se pretenden realizar con el resto de líneas. Este escenario configurará un enorme espacio céntrico, con gran afluencia e interconexión entre líneas, dejando como estaciones secundarias, en cuanto al número de pasajeros, a aquellas que se hallan en los extremos de la L8, L9, L10 y L11.

Figura 9.14. Viajeros de metro por estaciones 1.987.



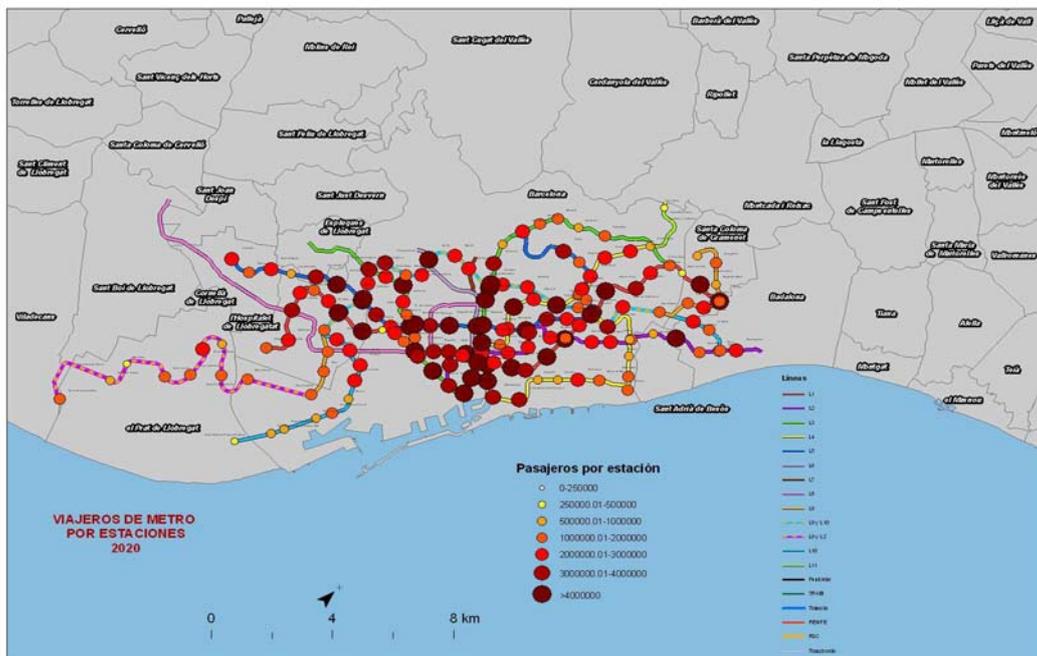
Fuente: elaboración propia a partir de datos de A.T.M, T.M.B y Generalitat de Catalunya. Corresponde con la figura F24 del volumen II de anexos.

Figura 9.15. Viajeros de metro por estaciones 2.007.



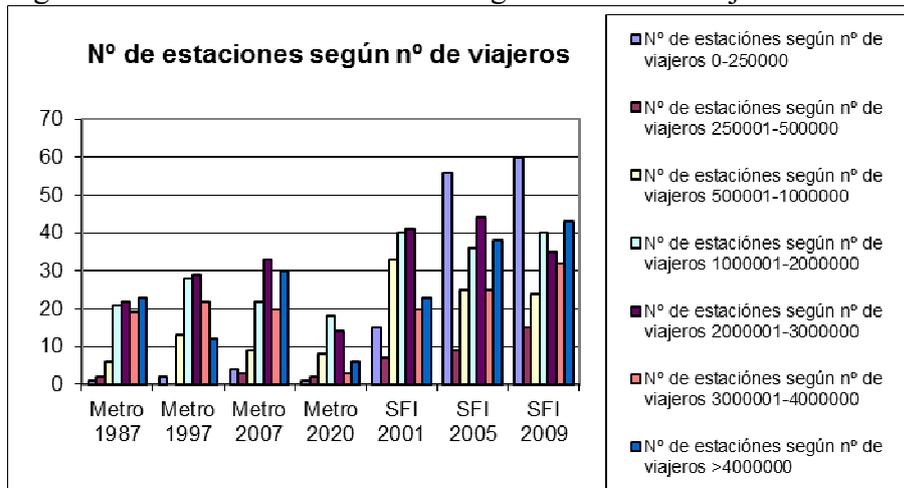
Fuente: elaboración propia a partir de datos de A.T.M, T.M.B y Generalitat de Catalunya. Corresponde con la figura F26 del volumen II de anexos.

Figura 9.16. Viajeros de metro por estaciones 2.020.



Fuente: elaboración propia a partir de datos de A.T.M, T.M.B y Generalitat de Catalunya. Corresponde con la figura F27 del volumen II de anexos.

Figura 9.17. Número de estaciones según número de viajeros.

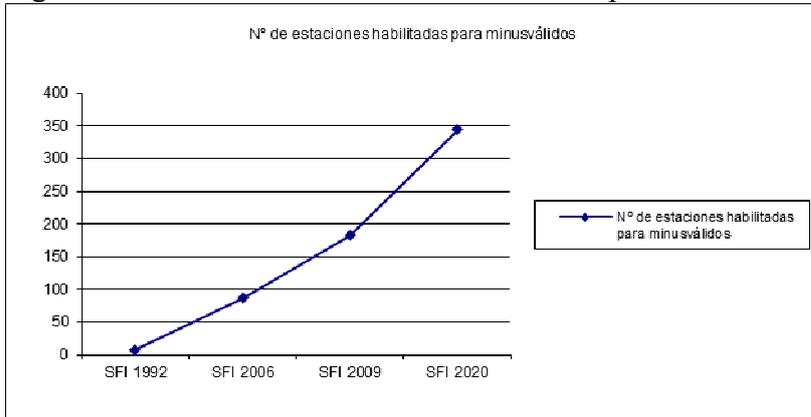


Fuente: elaboración propia a partir de datos de FGC, TMB, ATM y Renfe.

9.2.2. Estaciones habilitadas para minusválidos

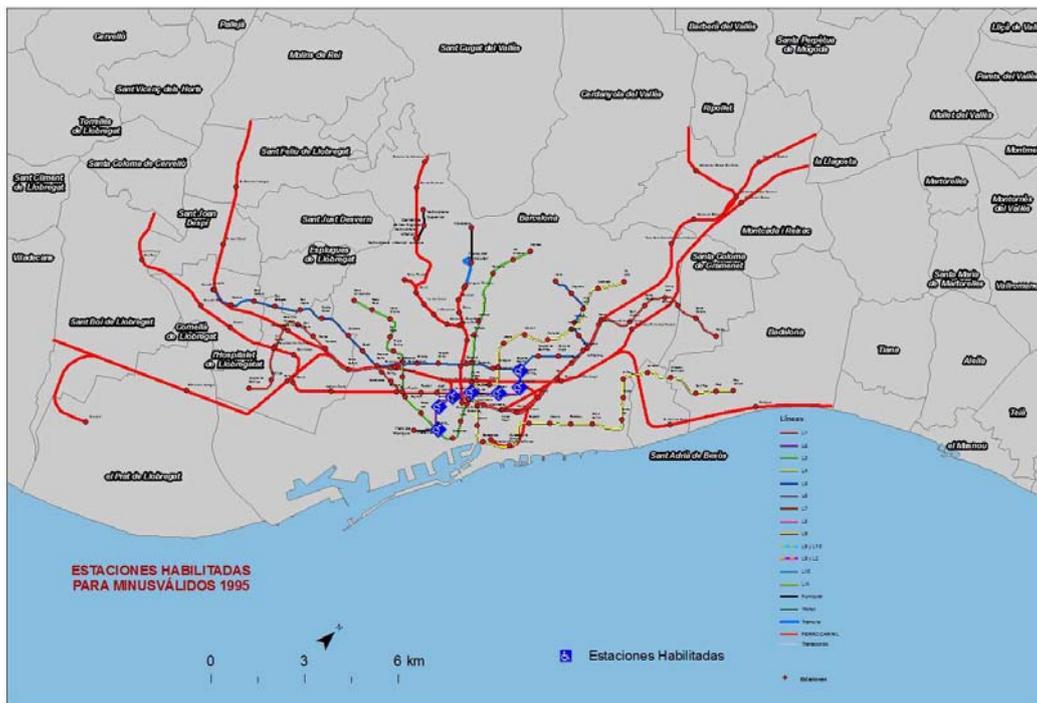
En 1.995, la única línea que disponía de estaciones habilitadas para personas con movilidad limitada, era la L2, una línea recién inaugurada. En el año 2.006, la tendencia estaba en alza y, gradualmente, se iban implantando mejoras en las estaciones de diversas líneas. Los nuevos trayectos y ampliaciones, incorporaron las medidas de mejora de las estaciones para lograr una accesibilidad universal (cuadro 9.10 del volumen II de anexos y figura 9.18, 9.19, 9.20 y 9.21). El metro ligero se inauguró en Barcelona incorporando estas medidas que se iban implantando rápidamente por el resto de la red, priorizando a las estaciones de interconexión de líneas e intercambio modal. En el año 2.009, la práctica totalidad de la red ya era accesible a todo el mundo y en el año 2.020 se pretende que la accesibilidad sea casi total. Si bien habrán algunas estaciones que no estarán habilitadas, sobretodo en la L4. Es evidente cómo, el interés hacia las personas con movilidad reducida, ha ido progresando paulatinamente. En apenas dos décadas, desde 1.995 hasta 2.009, se ha multiplicado por 25 el número de estaciones habilitadas para minusválidos (figuras F20, F21, F22 y F23 del volumen II de anexos). El PDI 2.010-2.020 pretende duplicar esa cifra en solo 10 años. La preocupación por una movilidad integral de la población, parece estar detrás de esta evolución. La red ferro-viaria ha de ser lo más accesible posible al total de la población, porque es un medio de transporte que pretende tener un alcance total del territorio y ofrecer una alternativa al vehículo individual.

Figura 9.18. Número de estaciones habilitadas para minusválidos.



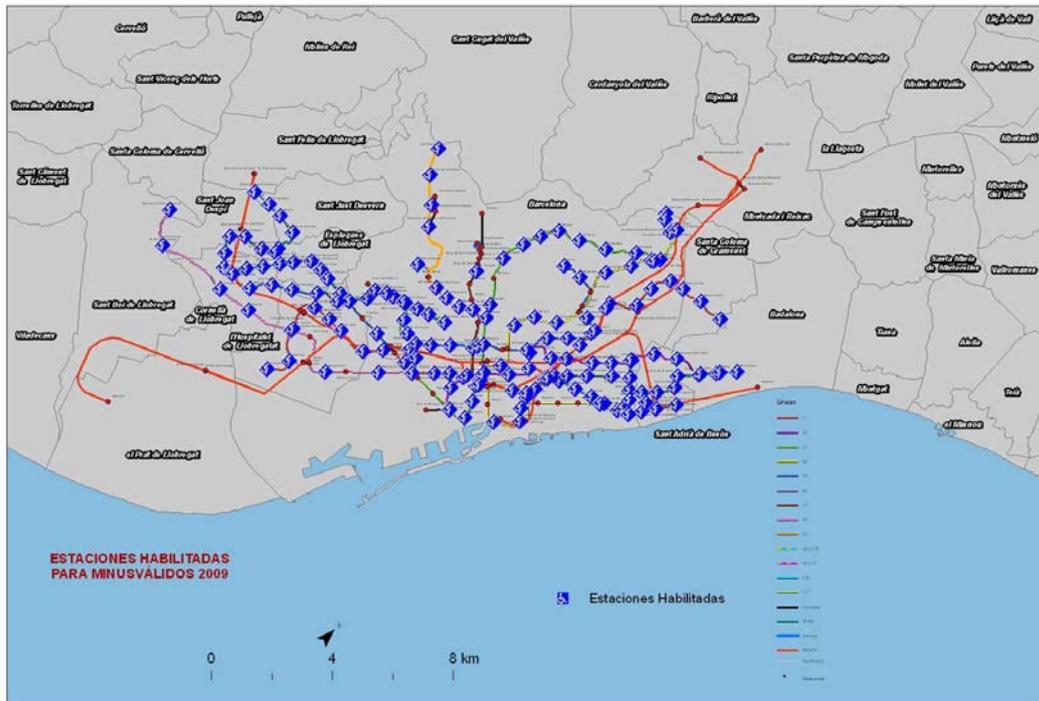
Fuente: elaboración propia a partir de datos de FGC, TMB, ATM y Renfe.

Figura 9.19. Estaciones habilitadas para minusválidos 1.995.



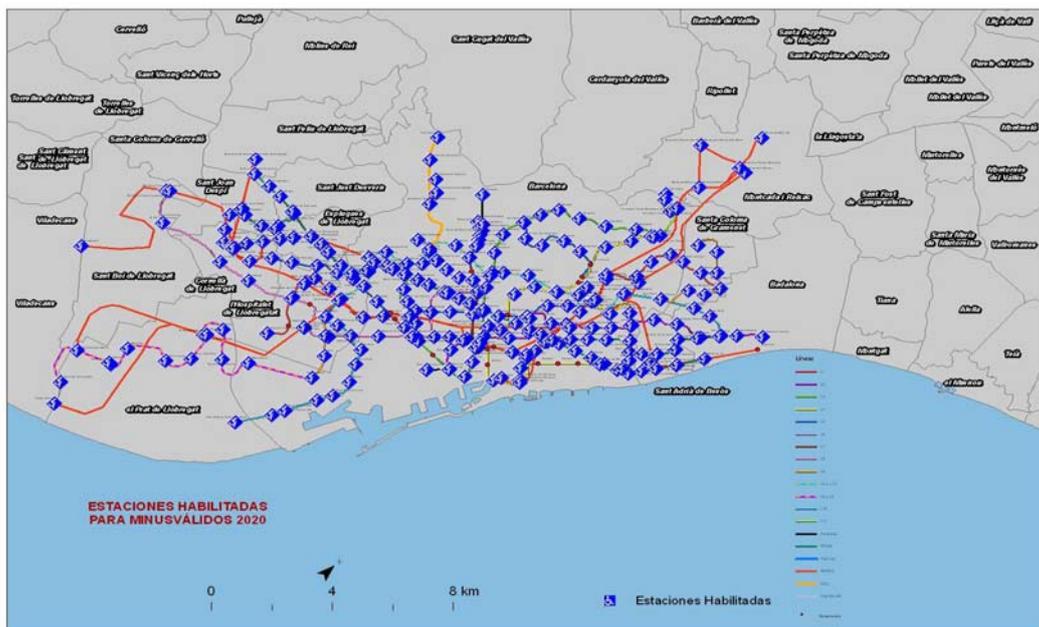
Fuente: elaboración propia a partir de datos de A.T.M, T.M.B y Generalitat de Catalunya. Corresponde con la figura F20 del volumen II de anexos.

Figura 9.20. Estaciones habilitadas para minusválidos 2.009.



Fuente: elaboración propia a partir de datos de A.T.M, T.M.B y Generalitat de Catalunya. Corresponde con la figura F22 del volumen II de anexos.

Figura 9.21. Estaciones habilitadas para minusválidos 2.020.

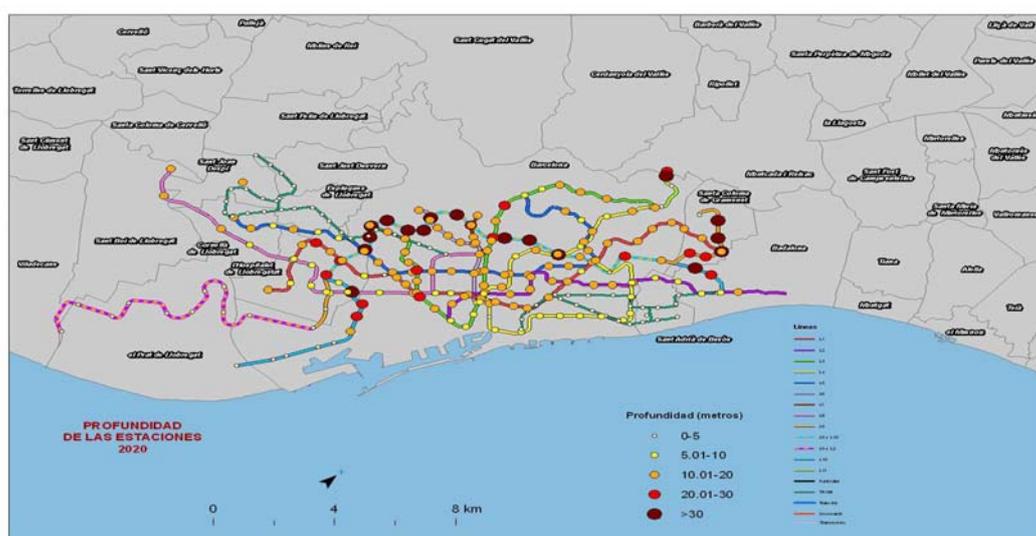


Fuente: elaboración propia a partir de datos de A.T.M, T.M.B y Generalitat de Catalunya. Corresponde con la figura F23 del volumen II de anexos.

9.2.3. Profundidad de las estaciones

La profundidad de las estaciones (cuadro F28 del volumen II de anexos y figura 9.22), puede determinar su grado de accesibilidad y, en consecuencia, el grado de aptitud para las personas con movilidad reducida. La profundidad de las estaciones del sistema ferroviario de Barcelona está fuertemente influenciado por su topografía. Cuanto más alejado de la costa, mayor es la profundidad que debe excavar, debido a la elevación del terreno. Las estaciones de una misma línea deben estar preferiblemente a una profundidad similar respecto el nivel del mar, debido a que el ferrocarril admite un grado de inclinación de la vía bastante concreto y limitado. La L4, la L8 y la franja central de la L3 poseen una baja profundidad, menor de 10 metros. El resto de la red oscila entre los 10 y los 20 metros de profundidad, con excepción de determinadas estaciones de la L1 y L11, que poseen una profundidad de hasta 30 metros. El metro ligero y los extremos de la futura L9 y L10 en el Prat de Llobregat, circulan superficialmente, mientras el área central de ambas líneas tendrán sus estaciones a gran profundidad. Esto es debido a la altitud del terreno y al hecho de que una línea perimetral suele construirse a gran profundidad, para que sus estaciones puedan interconectar con las estaciones del resto de las líneas.

Figura 9.22. Profundidad de las estaciones 2.020.



Fuente: elaboración propia a partir de datos de A.T.M, T.M.B y Generalitat de Catalunya. Corresponde con la figura F28 del volumen II de anexos.

9.3. ENCUESTAS DE MOVILIDAD OBLIGADA Y ENCUESTAS DE MOVILIDAD COTIDIANA

Las encuestas de movilidad son estudios realizados para conocer las pautas de movilidad en un ámbito espacial determinado. Al analizar dichas pautas de movimiento, se puede planificar de forma óptima las infraestructuras que se pretenden implantar o realizar mejoras en el servicio de las existentes. Son, por tanto, instrumentos necesarios para que el equilibrio entre la oferta y la demanda de los transportes se mantenga convenientemente. Tradicionalmente, se han tenido en cuenta dos variables a la hora de realizar encuestas de movilidad: la movilidad por motivos laborales y por motivos de estudio. Estas dos variables se englobaban dentro de lo que se denominaba como movilidad obligada. El término puede llevar a confusión, ya que la obligatoriedad de un desplazamiento puede estar motivado por diversas causas y no solo por el trabajo o el estudio. En cualquier caso, hasta fechas muy recientes, estas eran las dos variables analizadas para confeccionar las encuestas de movilidad y, en consecuencia, para planificar y mejorar las infraestructuras de transporte. Es a finales del siglo XX, cuando comenzaron a producirse encuestas de movilidad cotidiana en España, en las que se tenían en cuenta todos los motivos del desplazamiento, destacando los desplazamientos por ocio o por asuntos familiares. De esta manera, se sustituyó el modelo productivista anterior por uno más realista, que poseía un abanico más amplio de posibilidades de desplazamiento. El actual apartado repasa las encuestas de movilidad más significativas realizadas en la red ferro-viaria barcelonesa. Lamentablemente, ha habido una gran promiscuidad de metodologías de trabajo y multitud de instituciones y compañías se han encargado de la confección de las encuestas, por lo que resulta muy complicado homogeneizar los resultados y realizar comparativas entre las diferentes encuestas.

9.3.1. Encuestas de movilidad obligada

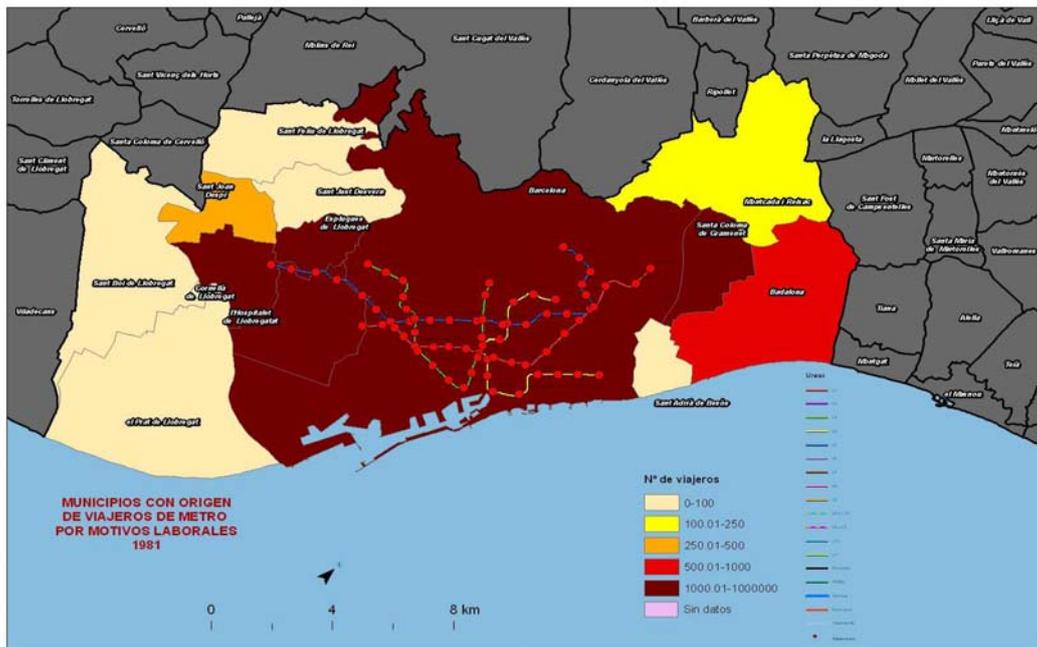
Una de las primeras encuestas de movilidad realizadas es la encuesta de la Corporació Metropolitana de Barcelona (C.M.B) de 1.975 (cuadros 9.12, 9.13, 9.14, 9.15, 9.16, 9.17, 9.18, 9.19 y 9.20 del volumen II de anexos) en la que la inmensa mayoría de los desplazamientos tenían como destino al propio municipio de origen o a Barcelona, el núcleo que aglutinaba el mayor número de puestos de trabajo y de centros de estudio.

L'Hospitalet de Llobregat era un segundo foco de atracción importante en la región analizada, aunque su peso era notoriamente inferior al de la capital catalana. Los desplazamientos de los residentes en Barcelona apenas traspasaban las fronteras del municipio, al contrario de lo que ocurría en el resto de los municipios de la aglomeración urbana. Sin embargo, a pesar de que la mayor parte de los trayectos por motivo de trabajo se focalizaban en Barcelona, existían importantes desplazamientos internos dentro de los municipios de Badalona, l'Hospitalet de Llobregat y Cornellà de Llobregat. Estos desplazamientos internos se producían porque estos municipios poseían una gran cantidad de población obrera pero también de puestos de trabajo. Una buena parte de la población obrera podía desplazarse a sus puestos de trabajo sin salir de su municipio. Por otra parte, los desplazamientos por motivo de estudio tenían como destino prioritario a Barcelona, pero Badalona, l'Hospitalet de Llobregat, Cornellà de Llobregat y Santa Coloma de Gramenet poseían importantes desplazamientos internos. En cuanto al modo de desplazamiento, si se efectuó en tren, la mayoría de los desplazamientos poseían destinación Barcelona, con algunas excepciones notables hacia l'Hospitalet de Llobregat. En los desplazamientos realizados en metro ocurría exactamente igual, sólo que en este caso la preponderancia de Barcelona era aún mayor. En ocasiones surgían datos singulares, como en la tabla origen-destino con motivo de trabajo y desplazamiento realizado en tren, en el que algún municipio como Sant Boi de Llobregat poseía bastantes desplazamientos con destino a Cornellà de Llobregat y a l'Hospitalet de Llobregat. Sin embargo la influencia de Barcelona seguía siendo capital a la hora de entender el funcionamiento de los desplazamientos en la totalidad de la aglomeración urbana. Los desplazamientos en metro tenían el condicionante de que no todos los municipios poseían conexión con dicha red, por ello, los desplazamientos se aglutinaban aún más en Barcelona. Sin embargo, existían las discretas excepciones de Cornellà de Llobregat, l'Hospitalet de Llobregat, Santa Coloma de Gramenet y Badalona que poseían cierta cantidad de desplazamiento interno en metro. Los desplazamientos en tren por motivo de estudio poseían una sola destinación, Barcelona, aunque existía alguna excepción, como los trayectos realizados desde Cornellà de Llobregat a l'Hospitalet de Llobregat. La tendencia se mantuvo en los desplazamientos en metro por motivo de estudio, con la sola excepción de los trayectos internos realizados en l'Hospitalet de Llobregat. Como ya se ha indicado anteriormente, la mayoría de trayectos poseían una destinación prioritaria, Barcelona, que aglutinaba casi 1 millón de desplazamientos diarios, aunque casi 800.000 de esos desplazamientos eran

internos. Le seguían en importancia l'Hospitalet de Llobregat con cerca de 150.000 desplazamientos diarios, siendo la mitad desplazamientos internos. Santa Coloma de Gramenet siguió una pauta similar a la de l'Hospitalet de Llobregat, aunque su número de desplazamientos no llegaban a los 70.000 diarios. Por último, merece la pena destacar a Badalona , ya que poseía un gran índice de autocontención en sus desplazamientos. De sus casi 100.000 desplazamientos diarios, las tres cuartas partes se realizaron dentro del propio municipio.

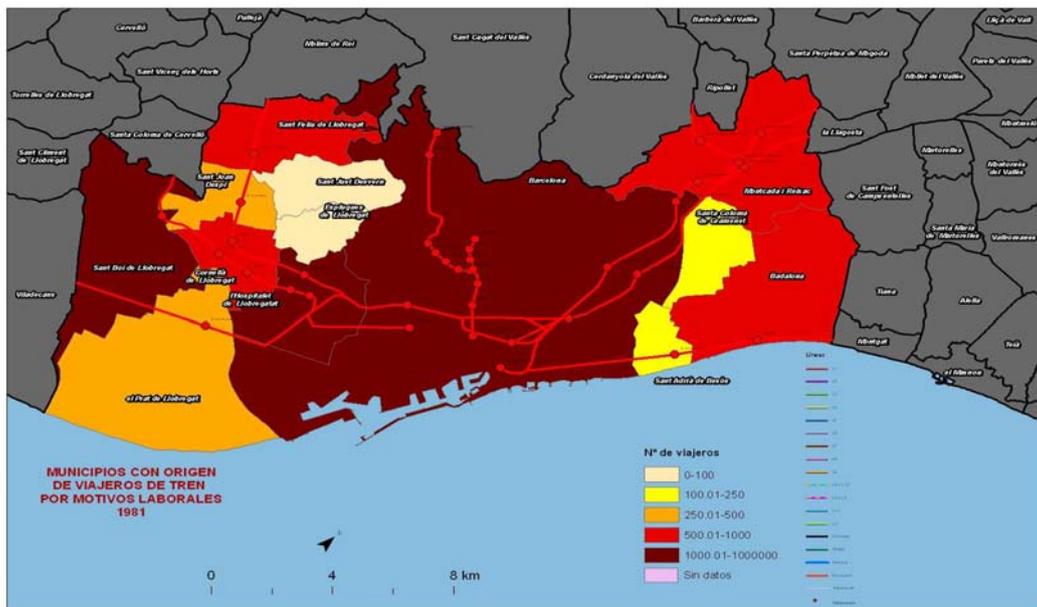
Posteriormente se realizó la encuesta de movilidad obligada de 1.981 (que tuvo a partir de ese momento una periodicidad quinquenal) y tanto si se trataba de viajes de origen o de destino, en tren o en metro, por motivos de estudio o de trabajo, el municipio de Barcelona poseyó una omnipresencia clara (figuras G1, G2, G3, G4, G5, G6, G7, G8, G9 y G10 del volumen II de anexos y figuras 9.23 y 9.24). Si se analizan los viajes realizados en metro se observa que los desplazamientos por motivo de estudio tenían a Barcelona y en menor medida a l'Hospitalet de Llobregat y a Esplugues de Llobregat como sus mayores destinos. El origen de dichos desplazamientos era similar, aunque Badalona y Cornellà de Llobregat realizaban importantes aportes en cuanto al número de desplazados. Los desplazamientos por motivo laboral realizados en metro poseían una cierta variación. El origen de los desplazamientos estaba más diversificado. Barcelona permanecía como el municipio que realizaba los mayores aportes de población desplazada, pero Badalona, Santa Coloma de Gramenet, Esplugues de Llobregat, Cornellà de Llobregat y l'Hospitalet de Llobregat poseían un fuerte peso en cuanto a número de desplazamientos. El destino de los viajes se distribuía por todo el continuo urbano, aunque con gran predominancia en Barcelona, l'Hospitalet de Llobregat , Esplugues de Llobregat y Cornellà de Llobregat. Por otra parte, el origen de los desplazamientos en tren por motivo de estudio, provino de prácticamente todo el continuo urbano, destacando a Barcelona. Se concentró la destinación de los desplazamientos en Barcelona y en l'Hospitalet de Llobregat. Sin embargo, los desplazamientos en tren por motivos laborales siguieron una pauta diferente. El origen se encontraba bastante uniformemente repartido por todo el continuo urbano y aunque la destinación se centraba primordialmente en Barcelona y l'Hospitalet de Llobregat, buena parte del continuo urbano se vio afectado.

Figura 9.23. Municipios con origen de viajeros de metro por motivos laborales 1.981.



Fuente: elaboración propia a partir de datos de A.T.M, T.M.B y Generalitat de Catalunya. Corresponde con la figura G6 del volumen II de anexos.

Figura 9.24. Municipios con origen de viajeros de tren por motivos laborales 1.981.

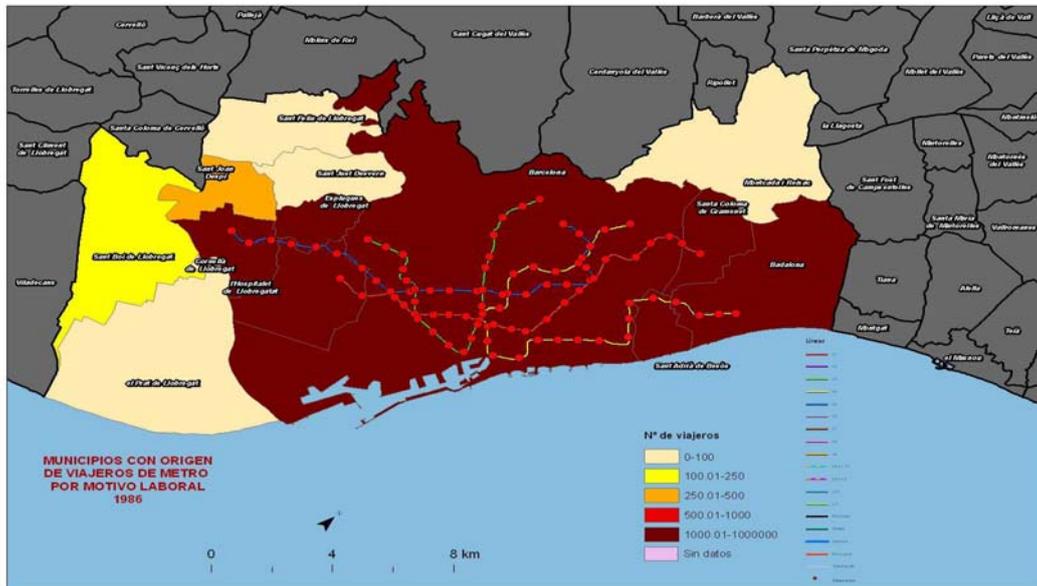


Fuente: elaboración propia a partir de datos de A.T.M, T.M.B y Generalitat de Catalunya. Corresponde con la figura G8 del volumen II de anexos.

La encuesta EMYT (encuesta de movilidad y transporte) de 1.984 (cuadros 9.21, 9.22, 9.23, 9.24, 9.25 y 9.26 del volumen II de anexos) añadió nuevas variables en el análisis, aparte del modo de transporte empleado o el origen y destino de los desplazamientos. Proporcionó información acerca de las opiniones de los usuarios y su condición social y género (este fue un paso previo a la confección de las encuestas de movilidad cotidiana, en donde también se indicaba el motivo del trayecto). En esta encuesta de 1984 la mayoría de los ciudadanos se desplazaba a pie, en coche, en metro o en bus. El resto de transportes resultaba minoritario. Las mujeres solían ser más proclives a los desplazamientos a pie y en bus en contraposición a los hombres que optaban más por el coche o el metro. Los viajes a pie, en taxi o en moto eran los más frecuentes entre las clases más pudientes, mientras que los transportes públicos como el bus o el metro eran los preferidos por las personas con menores rentas. Por edades, el metro, el coche y la moto eran los medios de transporte preferidos por los segmentos más jóvenes de la población, mientras que ir a pie o ir en bus eran medios de desplazamiento que no poseían un rango de edad específico. Un porcentaje significativo de ciudadanos opinaba que no usaba el metro o el bus por la carencia de dichos sistemas de transporte en su área de tránsito común. Los ciudadanos también señalaban la adaptabilidad y versatilidad que poseía el vehículo privado frente a la incomodidad y relativa lentitud del transporte público.

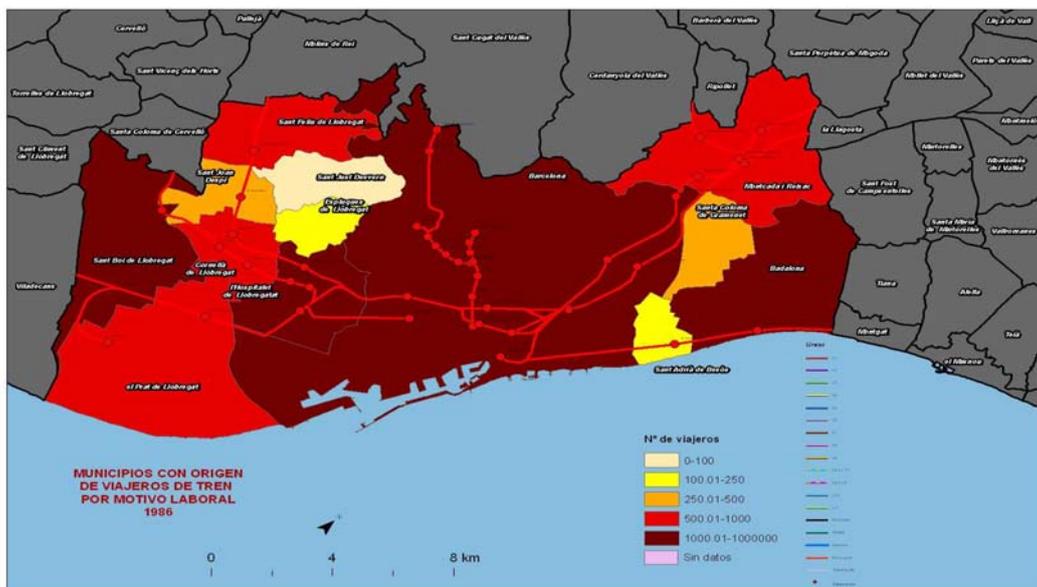
Más tarde se confeccionó la encuesta de movilidad obligada de 1.986 (figuras G11, G12, G13, G14, G15, G16, G17, G18, G19, G20, G21, G22, G23 y G24 del volumen II de anexos y figuras 9.25 y 9.26), en donde los desplazamientos realizados en tren por motivo de estudio, tenían su origen en Barcelona y en menor medida en el resto del continuo urbano. Su destinación era, básicamente, Barcelona y en menor medida Badalona y l'Hospitalet de Llobregat. Los desplazamientos realizados en tren por motivos laborales tuvieron una distribución más homogénea, siempre con la predominancia de Barcelona, tanto en origen como en destino. Los desplazamientos en metro por motivo de estudio aglutinaba en su origen a estudiantes provenientes de Badalona y Cornellà de Llobregat. Su destino común era, frecuentemente, Barcelona. Si se analizan los desplazamientos en metro por motivo laboral se advierte que el origen es similar a los desplazamientos motivados por el estudio, pero la destinación abarca la mayor parte del continuo urbano.

Figura 9.25. Municipios con origen de viajeros de metro por motivos laborales 1.986.



Fuente: elaboración propia a partir de datos de A.T.M, T.M.B y Generalitat de Catalunya. Corresponde con la figura G18 del volumen II de anexos.

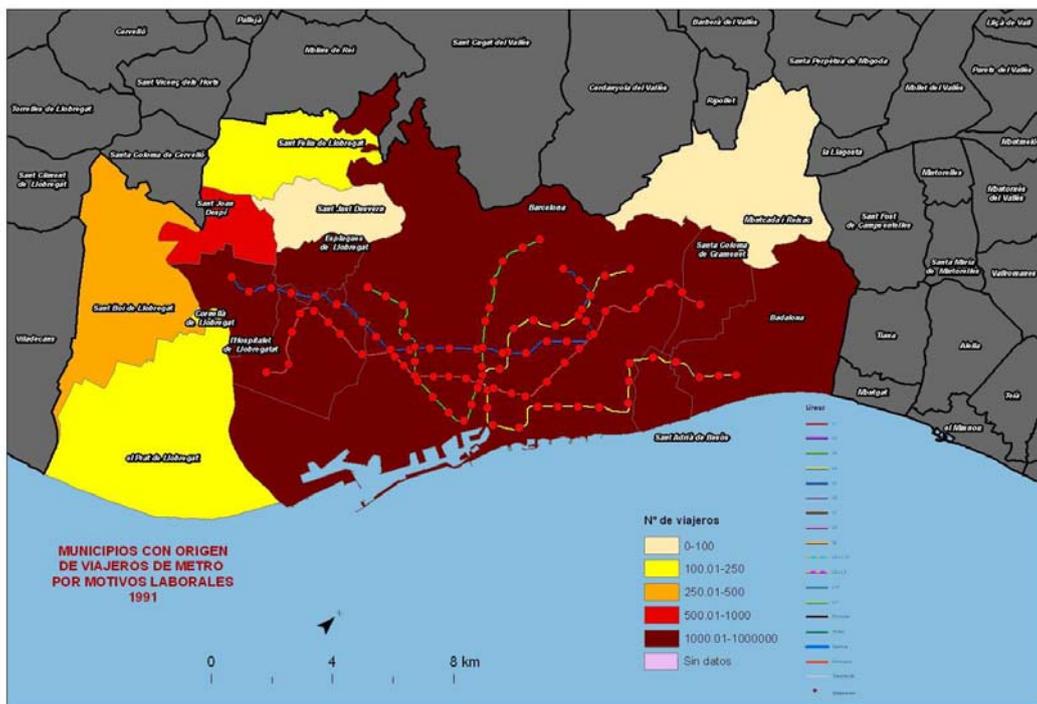
Figura 9.26. Municipios con origen de viajeros de tren por motivos laborales 1.986.



Fuente: elaboración propia a partir de datos de A.T.M, T.M.B y Generalitat de Catalunya. Corresponde con la figura G20 del volumen II de anexos.

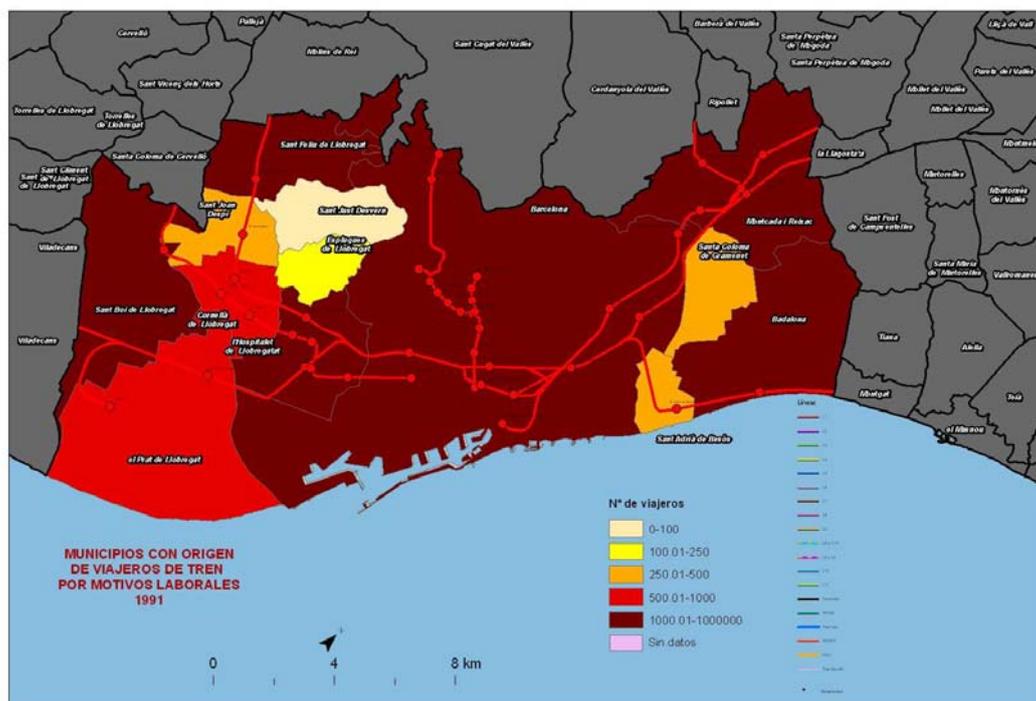
Unos años más tarde, en 1991 (figuras G25, G26, G27, G28, G29, G30, G31, G32, G33, G34, G35, G36, G37 y G38 del volumen II de anexos y figuras 9.27 y 9.28) , se realizó otra encuesta de movilidad obligada. Los desplazamientos en tren por motivo de estudio tenían su origen en casi todo el continuo urbano, aunque eran Barcelona y l’Hospitalet de Llobregat quienes aglutinaban las destinaciones. Como de costumbre, los desplazamientos por motivos laborales tenían un nivel de dispersión mayor, tanto en el origen como en el destino. En cuanto a los desplazamientos en metro, ocurría el mismo fenómeno, pero la limitada expansión de la red impedía que el fenómeno de dispersión a nivel laboral pudiese ser mayor, aunque la concentración de destinaciones a nivel de estudios permanecía igual.

Figura 9.27. Municipios con origen de viajeros de metro por motivos laborales 1.991.



Fuente: elaboración propia a partir de datos de A.T.M, T.M.B y Generalitat de Catalunya. Corresponde con la figura G32 del volumen II de anexos.

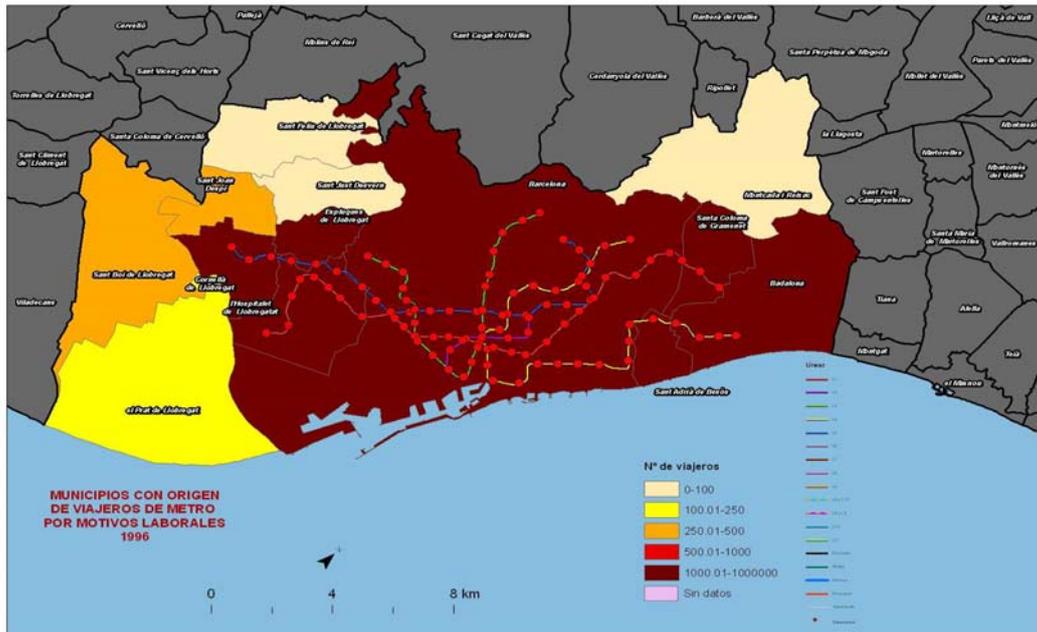
Figura 9.28. Municipios con origen de viajeros de tren por motivos laborales 1.991.



Fuente: elaboración propia a partir de datos de A.T.M, T.M.B y Generalitat de Catalunya. Corresponde con la figura G34 del volumen II de anexos.

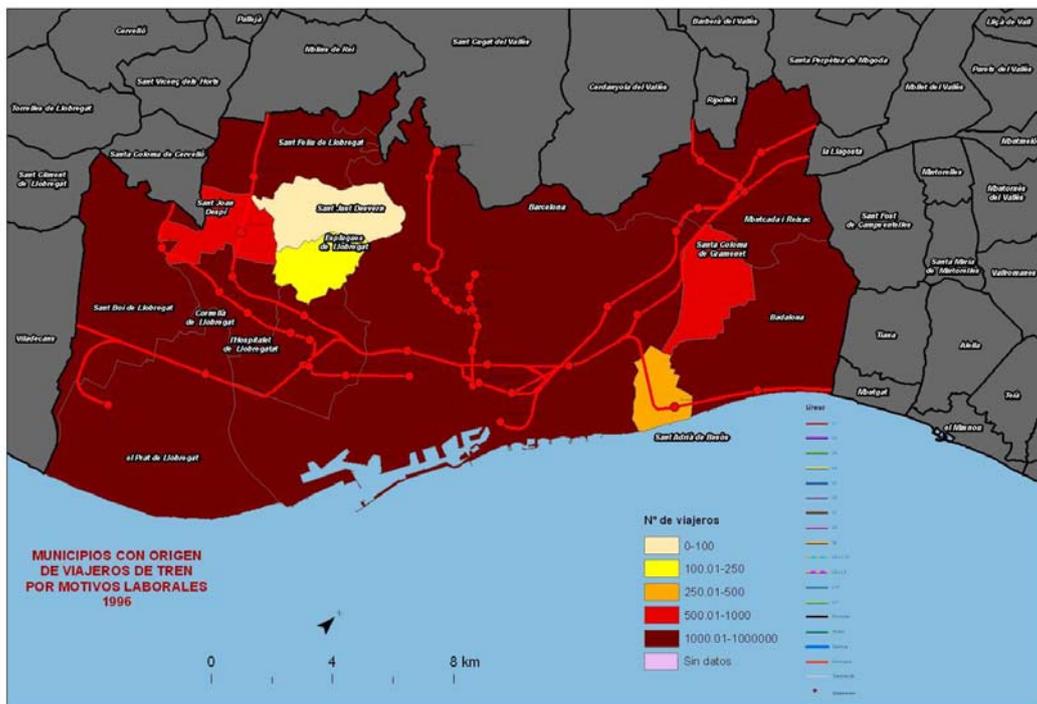
En la encuesta de movilidad obligada de 1996 (figuras G39, G40, G41, G42, G43, G44, G45, G46, G47, G48, G49 y G50 del volumen II de anexos y figuras 9.29 y 9.30) los desplazamientos en tren , tanto los motivados por estudio como por trabajo, tenían un ámbito de origen que abarcaba todo el continuo urbano. Esto ocurría especialmente en los desplazamientos laborales, aunque la destinación era mayoritariamente Barcelona y l’Hospitalet de Llobregat. En los desplazamientos en metro, el origen comprendía el área urbana existente entre Badalona y l’Hospitalet de Llobregat, mientras que el destino solía ser Barcelona y l’Hospitalet de Llobregat , relegando a Badalona a un segundo término.

Figura 9.29. Municipios con origen de viajeros de metro por motivos laborales 1.996.



Fuente: elaboración propia a partir de datos de A.T.M, T.M.B y Generalitat de Catalunya. Corresponde con la figura G42 del volumen II de anexos.

Figura 9.30. Municipios con origen de viajeros de tren por motivos laborales 1.996.

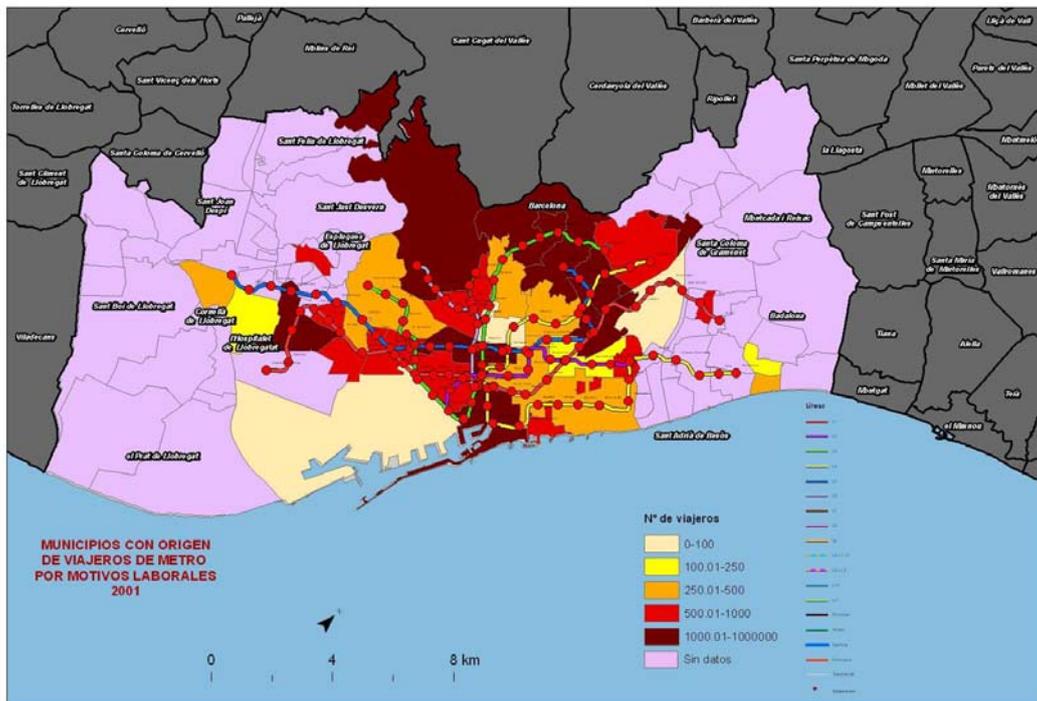


Fuente: elaboración propia a partir de datos de A.T.M, T.M.B y Generalitat de Catalunya. Corresponde con la figura G43 del volumen II de anexos.

Por último, en el año 2.001 se confeccionó una encuesta de movilidad obligada (figuras G51, G52, G53, G54, G55, G56, G57, G58, G59, G60, G61, G62, G63, G64, G65, G66, G67 y G68 del volumen II de anexos y figuras 9.31 y 9.32) que analizaba la movilidad a una escala superior a la de la sección censal pero menor que la del distrito. Esto permitía un análisis más pormenorizado, aunque la encuesta se centraba básicamente en Barcelona y apenas había representación del resto del área metropolitana, si exceptuamos a l'Hospitalet de Llobregat. Aparte de una mayor concreción territorial, la encuesta poseía un mayor grado de detalle en cuanto al segmento social analizado. Si se analizan los viajes totales en origen, por motivo de estudio, realizados por personas de menos de 16 años y por personas de más de 16 años, se observa que el segmento norte y central de Barcelona aglutinaba la mayor parte de dichos desplazamientos. El destino de los trayectos era diverso. En cuanto a los estudiantes de menos de 16 años, los destinos se localizaban fundamentalmente en el norte, noreste y sureste de Barcelona y en el centro de l'Hospitalet de Llobregat. En cuanto a los estudiantes de más de 16 años, el destino permanecía más o menos inalterable, aunque los valores medios y bajos variaban respecto a los estudiantes de menos de 16 años. No existía prácticamente ninguna sección censal de Barcelona que poseyese valores relativos a los desplazamientos en tren, por motivos de estudio, en las personas menores de 16 años. Únicamente en los desplazamientos de destinación que usaban el tren, realizados por motivos de estudio, por las personas mayores de 16 años, se podía apreciar la existencia de secciones en el centro-norte y sureste de Barcelona. Los menores de 16 años tenían acceso a centros de educación primaria y secundaria, que solían ubicarse cerca de su domicilio habitual, por lo que no precisaban del tren para llegar a su destino. Las personas mayores de 16 años solían tener acceso a la universidad y para ello podían coger el tren si era preciso, ya que los centros universitarios se ubicaban en emplazamientos muy determinados y bien interconectados con las redes de transporte público. El hecho de que, internamente, en Barcelona, no existiesen casos de encuestados que en origen cogiesen el tren para ir a la universidad, se explica por el hecho de que las universidades están plenamente conectadas con la red de metro. Sin embargo, la presencia de casos de estudiantes cuyo destino eran las universidades indica que dichos estudiantes provenían de fuera del municipio de Barcelona. La encuesta indica además que los menores de 16 años no precisaban del metro para llegar a sus centros de estudio, posiblemente por la cercanía a los hogares que poseían los centros de

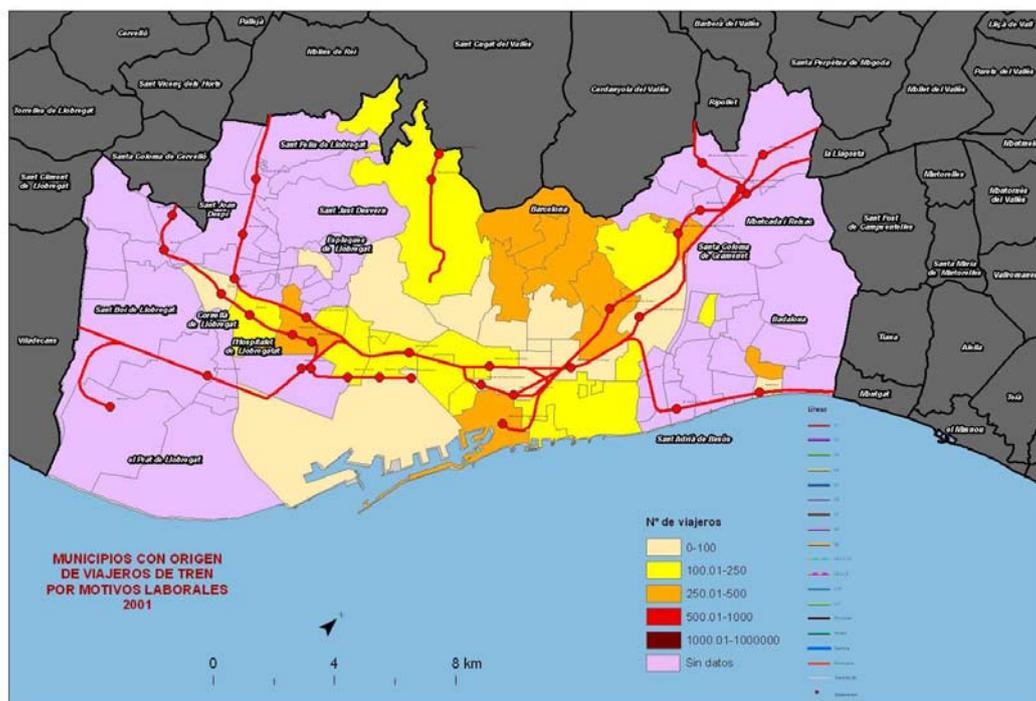
educación primaria y secundaria. Los mayores de 16 años se desplazaban homogéneamente en metro pero, según la encuesta, tenían como destino el sureste y norte de Barcelona y el centro de l'Hospitalet de Llobregat. Los desplazamientos por motivos laborales se distribuían homogéneamente por toda Barcelona, tanto en su origen como en su destinación. Las secciones barcelonesas con origen de desplazamientos en tren tenían valores bajos en general pero la destinación es intensa en la mitad derecha del ensanche, principalmente, y en la Zona Franca. Las secciones con mayor incidencia de trayectos con motivo laboral tenían su origen en el norte y el centro de Barcelona y su destinación en el centro y sur.

Figura 9.31. Municipios con origen de viajeros de metro por motivos laborales 2001.



Fuente: elaboración propia a partir de datos de A.T.M, T.M.B y Generalitat de Catalunya. Corresponde con la figura G54 del volumen II de anexos.

Figura 9.32. Municipios con origen de viajeros de tren por motivos laborales 2.001.



Fuente: elaboración propia a partir de datos de A.T.M, T.M.B y Generalitat de Catalunya. Corresponde con la figura G55 del volumen II de anexos.

En general, la mayoría de las encuestas de movilidad obligada indican que Barcelona es el gran motor que impulsa los trayectos tanto de origen como de destino, en toda el área metropolitana. Su gran peso demográfico y su centralidad explican este hecho, ya que grandes contingentes de población habitan en el municipio barcelonés y las empresas y servicios se han ubicado preferentemente en él. Si el motivo del desplazamiento es el estudio entonces la preponderancia de Barcelona es aún mayor, ya que los desplazamientos por motivo de trabajo están algo más distribuidos, debido a la implantación de industrias en el llamado cinturón rojo que rodea a Barcelona. Se trata de una orla de municipios con gran población obrera en donde la industria posee un fuerte peso en la productividad. Si el modo escogido de viaje es el metro, el espectro se reduce aún más puesto que la red de metro ha permanecido mayoritariamente dentro de los límites del municipio barcelonés hasta fechas recientes, en las que ha apostado claramente por su expansión por todo el continuo urbano.

9.3.2. Encuestas de movilidad cotidiana

Las encuestas de movilidad cotidiana nacen por la imperiosa necesidad de conocer las motivaciones que impulsaban la realización de determinados trayectos, según la tipología social del individuo en cuestión. Los viajes por motivo de estudio y de trabajo no podían explicar por sí mismos la multitud de desplazamientos que se realizaban a diario y por ello había que añadir nuevas variables que pudiesen clarificar cuáles debían ser los factores que debían tenerse en cuenta a la hora de planificar una infraestructura o ampliar una ya existente.

La primera encuesta de movilidad cotidiana que se realizó en Barcelona es la encuesta de movilitat quotidiana de 1.996. En esta encuesta se pudo observar cómo, entre el Barcelonès y el Baix Llobregat, había 2.2 millones de desplazamientos semanales, mientras que entre el Barcelonès y el Vallès Occidental había 1.2 millones de desplazamientos semanales. El transporte privado representaba un 35 por ciento, mientras que el transporte público representaba un 31 por ciento, y los desplazamientos a pie un 34 por ciento. El modo de transporte público más utilizado era el metro, con una cuota de casi el 15 por ciento. Del total de viajes, los realizados en RENFE suponían un 2,34 por ciento, en FGC un 1,65 por ciento, en metro un 14,29 por ciento y a pie más de un 30 por ciento. De los 41,5 millones de desplazamientos, el 51 por ciento eran realizados por hombres y el 49 % eran realizados por mujeres. La movilidad obligada estaba realizada por los hombres en un 60 por ciento y por mujeres en un 40 por ciento, mientras que la movilidad no obligada estaba realizada por hombres en un 41 por ciento y por mujeres en un 59 por ciento. Teniendo en cuenta la edad, la población con edad comprendida entre 20 y 29 años representaba un 23 por ciento del total de los viajes, la población con edad comprendida entre 30 y 44 años representaba un 28 por ciento y la población de 45 a 64 años representaba un 24 por ciento del total de los desplazamientos. Los principales lugares de transbordo eran el eje Plaza Cataluña-Plaza Universitat, la Plaza España, Sants Estació, el eje Provença-Balmes-Passeig de Gràcia, Vall d'Hebron, Passeig de Gràcia (entre Consell de Cent i Diputació), Sagrera, Fabra i Puig, Plaça Urquinaona y Sarrià. Las horas punta eran las siguientes. De 7 a 9 horas (lo cual está relacionado con la entrada de trabajo y estudios) se realizaban casi 6,5 millones de desplazamientos semanales (un 16 por ciento), mientras que de 13 a 15 horas había 6,8 millones de viajes (17 por ciento). La distancia de los

desplazamientos por motivos obligados (trabajo y estudio) era significativamente más elevada (7,3 km de media por desplazamiento) que la distancia en los desplazamientos por motivos no obligados (compras, ocio...). De hecho, casi el 80 por ciento de los desplazamientos de la movilidad obligada tenían una distancia inferior a los 10 km. Por otra parte, el 88 por ciento de los desplazamientos de la movilidad no obligada tenían una distancia inferior a 10 km. La media de tiempo invertido en el primer desplazamiento diario por movilidad obligada era de 24 minutos, mientras que la media de tiempo del primer desplazamiento diario por movilidad no obligada era de 30 minutos. Hay que decir al respecto de esta última cifra que también estaba considerada en el cálculo, la movilidad no obligada de los días festivos de la semana. Se puede concluir que existía un reparto bastante equilibrado entre movilidad obligada y movilidad por motivos cotidianos. En esta última movilidad se invertía un mayor número de tiempo en el desplazamiento y eran mayoritariamente las mujeres las que realizaban más viajes por dichos motivos. La edad no parece tener un sesgo de especial relevancia a la hora de realizar un trayecto, pero el área sobre el que se realizaban las travesías sí. Por otra parte, las estaciones principales se localizan en un área concreta de Barcelona, desde Cataluña a Diagonal y de Sants Estació a Sagrada Família. Estas estaciones articulaban buena parte de los movimientos de la población. Esta encuesta de movilidad proporcionó datos más concretos que los realizados por las encuestas de movilidad obligada, las cuales proporcionaban fundamentalmente un análisis espacial, en contraposición con las encuestas de movilidad cotidiana que proporcionaban, además, un análisis social pormenorizado.

Cinco años más tarde se confeccionó la Enquesta de Mobilitat Quotidiana de 2.001 (cuadros 9.36, 9.37, 9.38, 9.39, 9.40, 9.41 9.42, 9.43, 9.44, 9.45, 9.46 y 9.47 del volumen II de anexos), en la que la mayoría de los desplazamientos de conexión se realizaron en l'Hospitalet de Llobregat, el Baix Llobregat y el Vallés Occidental. La mayoría de los desplazamientos estuvieron motivados por la movilidad obligada, el trabajo y el retorno a casa. Sin embargo, los desplazamientos motivados por la movilidad no obligada, las visitas, las compras y los desplazamientos por motivos de diversión representaron un porcentaje considerable del total. La mitad de los encuestados utilizó el transporte público, siendo el metro y, en menor medida, el autobús, los medios de desplazamiento más populares. La otra mitad de los desplazamientos se realizaron a partes iguales entre el transporte privado y los desplazamientos a pie. Además, la mayoría de los transportes

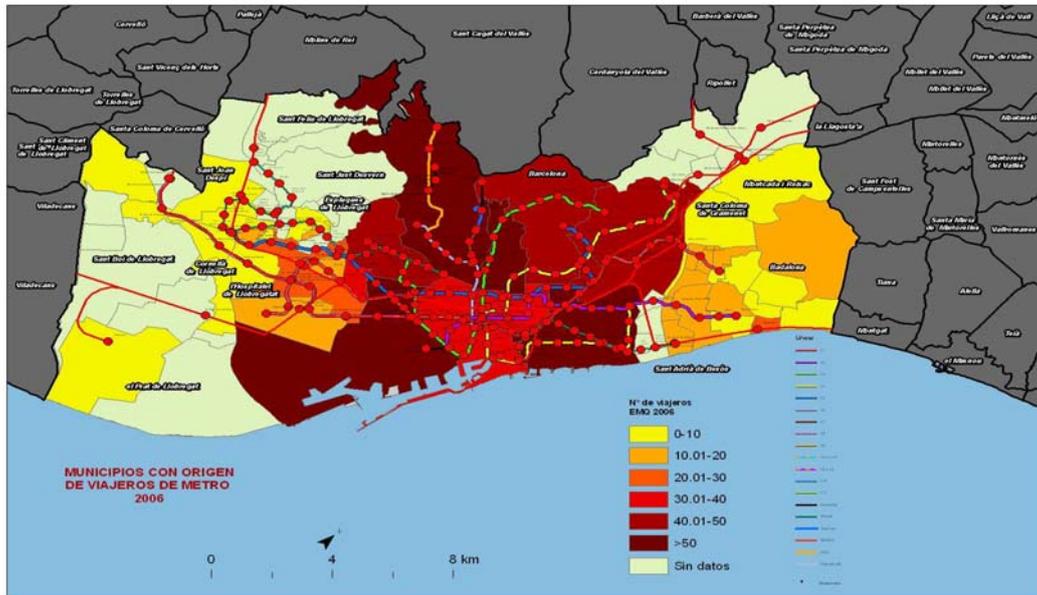
eran unimodales y el desplazamiento era interno. El Barcelonés, el Baix Llobregat y el Vallès Occidental eran los destinos más usuales. Las mujeres realizaban una mayor movilidad no obligada y los hombres usaban en mayor medida el vehículo privado. Los encuestados indicaron que iban en coche por su comodidad y por el fácil aparcamiento. Hasta los 65 años el motivo de desplazamiento más usual era el de la vuelta a casa, mientras que a partir de esa edad era más frecuente que los desplazamientos tuviesen como motivación la movilidad no obligatoria. Hasta los 15 años eran frecuentes los trayectos a pie y a partir de esa edad lo frecuente era desplazarse en transporte privado. Los estudiantes y ocupados solían desplazarse para volver a casa, mientras que los parados, los jubilados y las personas que se dedicaban a las tareas del hogar dividían sus desplazamientos entre volver a casa y la movilidad no obligatoria. Los estudiantes, los jubilados y las personas que se dedicaban a las tareas del hogar realizaban los desplazamientos a pie, mientras que los parados y los trabajadores solían utilizar el transporte público. En esta encuesta se produjeron cambios de gran calado. Primeramente, el factor espacial sufrió un cambio profundo, ya que se incorporaba al estudio, espacios de ámbito inframunicipal, lo que permitió analizar más al detalle las áreas de mayor movilidad interna de Barcelona. A este cambio espacial le siguió una mayor concreción en el análisis de las variables sociodemográficas de la población. Se revelaron hechos como que la población más joven transitaba principalmente en transporte público, la adulta en transporte privado y la vieja a pie. Se pudo comprobar cómo la motivación, la edad y el sexo jugaban un papel fundamental en los desplazamientos. Se pudieron identificar áreas de mayor y menor movilidad y asociarlas a un estrato social determinado. También se pudieron hacer previsiones sobre la movilidad en función de las previsiones sobre la evolución demográfica.

Posteriormente se confeccionó la encuesta de movilidad cotidiana de 2.006 (figuras G69, G70, G71, G72, G73, G74, G75 y G76 y cuadros 9.28, 9.29, 9.30, 9.31, 9.32, 9.33, 9.34 y 9.35 del volumen II de anexos y figuras 9.33 y 9.34) que reveló que existía una mayor proporción de desplazamientos por motivos personales que por motivos ocupacionales, a pesar de que la mayoría de los encuestados eran personas ocupadas(la mayoría estaba ocupada por cuenta ajena, en el sector servicios). A pesar de que había un porcentaje significativo de personas con estudios universitarios, la mayoría poseía estudios primarios o secundarios. El rango de edad predominante era el de adultos, entre 16 y 64 años y las mujeres tenían mayor presencia que los hombres, lo que indicaba una

mayor predisposición de éstas a la realización de las encuestas. La mayoría de los encuestados poseía un sueldo de entre 1.000 y 2.000 euros, es decir, pertenecían a la clase media, aunque también era significativo el número de personas que percibían menos de 1.000 euros mensuales, al igual que los que percibían de 2.000 a 3.000 euros. Más allá de 3.000 euros mensuales la cifra de encuestados descendía estrepitosamente. Los viajes con una duración máxima de media hora eran los más numerosos. A partir de una hora de duración, el número de desplazamientos caía en picado. Esta encuesta, al igual que la anterior, poseía la característica de tener una escala de análisis territorial cercana a la de la sección censal, aunque, en este caso, el análisis abarcó toda el área metropolitana. Los desplazamientos con origen y destino, efectuados en FGC y Renfe, poseían una distribución territorial homogénea a lo largo de toda el área metropolitana. Los desplazamientos en metro ligero tenían su origen en las secciones censales inmediatamente más próximas a la infraestructura, pero, sin embargo, su destinación era mucho más amplia, abarcando municipios y secciones censales por las que el metro ligero no transitaba. Esto significaba que había una parte de la población que no disponía en las inmediaciones de su domicilio de ningún medio de transporte de infraestructura fija y aun así estaba dispuesta a desplazarse en este medio, pese a que el desplazamiento hasta el mismo era, en sí mismo, un coste añadido. Esta encuesta posibilita que, en un futuro, puedan estudiarse las áreas no provistas de medios de transporte ferro-viarios pero que poseen una fuerte demanda de este tipo de transporte. Ello podría posibilitar la instalación de dichas redes de transporte en esas áreas. Por otra parte, el metro presentaba una mayor complejidad en sus desplazamientos que los analizados en el metro ligero. El origen de los desplazamientos se encontraba fundamentalmente en Barcelona, aunque en Ciutat Vella la asiduidad de los desplazamientos era menor. L'Hospitalet-Cornellà y Badalona-Santa Coloma, eran en menor medida, focos importantes del origen de los desplazamientos en metro. El destino de los desplazamientos en metro era más diverso. Barcelona seguía siendo el principal foco de los destinos, aunque se producía una relativa dispersión y cierta homogeneización en los desplazamientos. En esta encuesta se dio un paso más allá, en cuanto a la concreción del análisis. El análisis de la movilidad aún no se realizó a la escala de la sección censal, pero el grado de definición espacial era admirable. Aparte de realizar un exhaustivo análisis en el que se tenían en cuenta la edad, el sexo y el motivo de desplazamiento, en esta ocasión se añadió la situación salarial del individuo,

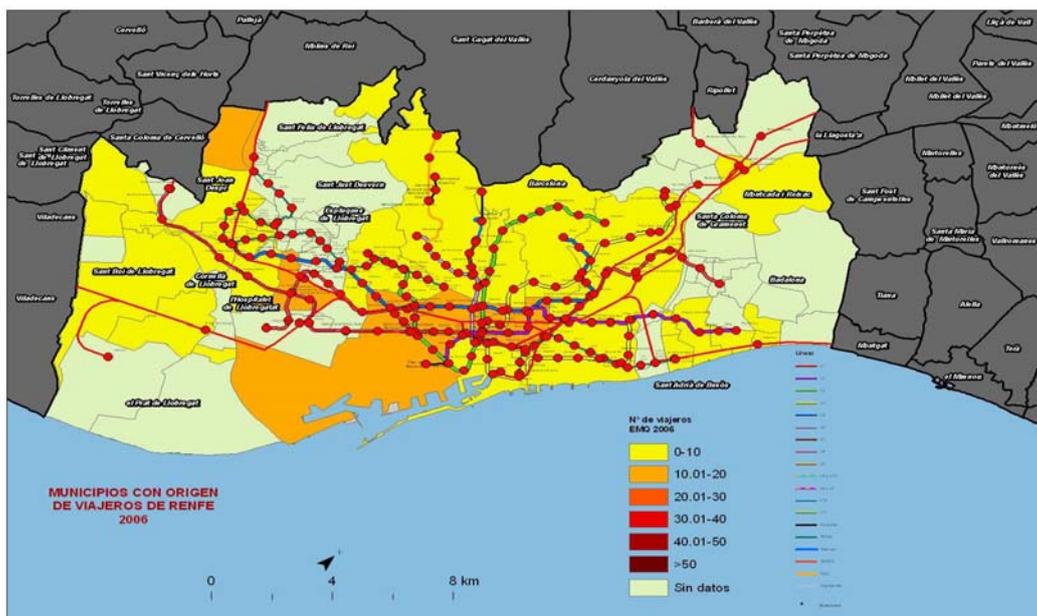
para, de esta forma, analizar de forma más precisa la composición de la movilidad en Barcelona.

Figura 9.33. Municipios con origen de viajeros de metro 2.006.



Fuente: elaboración propia a partir de datos de A.T.M, T.M.B y Generalitat de Catalunya. Corresponde con la figura G69 del volumen II de anexos.

Figura 9.34. Municipios con origen de viajeros de tren 2.006.



Fuente: elaboración propia a partir de datos de A.T.M, T.M.B y Generalitat de Catalunya. Corresponde con la figura G75 del volumen II de anexos.

Más tarde surgió otro estudio, la encuesta de mobilitat i transport de 2.007, que indicaba que los principales flujos de movilidad eran Barcelona-l'Hospitalet con 276.482 pasajeros, Barcelona-Badalona con 153.801 pasajeros, Barcelona-Santa Coloma con 97.637 pasajeros y Barcelona-Cornellà con 65.064 pasajeros. De 7,35 millones de desplazamientos totales, 6,03 eran desplazamientos internos, dentro del área de TMB. Los desplazamientos en el área de TMB según el motivo eran, de un total de 7,35 millones, los siguientes: 3,3 millones (45 por ciento) representaban la vuelta a casa, 1,88 millones (25,5 por ciento) representaban la movilidad obligada y 2,17 millones (29,5 por ciento) representaban la movilidad no obligada. En este caso, la movilidad no obligada representaba un porcentaje superior a la obligada. Al haber realizado la distinción entre la vuelta a casa y la movilidad obligada, se llegó a la conclusión de que, en dicho estudio, los motivos de los desplazamientos obedecían a variables más complejas que las relacionadas con el trabajo y el estudio. Pormenorizando el análisis , se observó cómo, de esos 7,35 millones de desplazamientos , un 38.2 por ciento eran desplazamientos no mecanizados (2,81 millones), un 34,2 por ciento se realizaban en transporte público y un 27,6 por ciento se realizaban en vehículo privado. El 55,4 por ciento de los desplazamientos mecanizados, con incidencia en el área de actuación de TMB, se realizaban en transporte público. La cuota de mercado del transporte público sobre los desplazamientos mecanizados, para los 11 municipios del área de actuación de TMB eran los siguientes: Barcelona (60,8 por ciento de cuota total), L'Hospitalet de Llobregat (56 por ciento de cuota total), Santa Coloma de Gramenet (51,4 por ciento de cuota total), Sant Adrià del Besòs (50 por ciento de cuota total), Esplugues de Llobregat (43,1 por ciento de cuota total), Cornellà de Llobregat (43 por ciento de cuota total), Badalona (42,5 por ciento de cuota total), Sant Joan Despí (30,1 por ciento de cuota total), Sant Just Desvern (29,4 por ciento de cuota total), Montcada i Reixac (28,4 por ciento de cuota total) y El Prat de Llobregat (27,4 por ciento de cuota total). Se puede ver claramente cómo los municipios mejor integrados en la red de metro disponían de una mayor cuota de uso del transporte público. Dentro de Barcelona, los mejores resultados se obtenían en el área central y los peores en el distrito de Sarrià , en el ámbito de la Zona Franca y en Bon Pastor.

Analizando la participación del metro en el total de los pasajeros transportados se obtuvieron los siguientes datos en esta encuesta de movilidad. Si se tenían en cuenta los

desplazamientos internos en el área de TMB y, dentro de esta categoría, a los desplazamientos internos en Barcelona, el 52 por ciento de los trayectos se realizaban en metro (690.534 pasajeros), mientras que los desplazamientos entre Barcelona y el resto de TMB era del 25,6 por ciento (320.226 pasajeros). Los desplazamientos realizados en el área de TMB, fuera de Barcelona, efectuados en metro, representaban un 4,1 por ciento del total. En total, los desplazamientos internos, en el área de TMB, realizaban el 85 por ciento de los desplazamientos en metro. Hay que tener en cuenta que los desplazamientos en metro fuera del área de TMB eran escasos, apenas un 15 por ciento del total. Está claro que el peso que tenía Barcelona en cuanto a los desplazamientos en metro resultaba avasallador, debido al alto porcentaje del total de la red de metro que se hallaba inserta dentro del municipio barcelonés. Si se analizaban los desplazamientos en metro, según el tipo de motivo, se obtuvieron los siguientes resultados. La movilidad obligada representaba un 36,7 por ciento, mientras que la movilidad no obligada representaba un 19,3 por ciento y la vuelta a casa un 43,9 por ciento del total. La valoración media que los usuarios daban al sistema metro era de 7,2 sobre 10. La distribución por edad de los usuarios de metro era la siguiente: de 16 a 24 años eran un 21,1 por ciento, de 25 a 34 años eran un 25,8 por ciento, de 35 a 44 años eran un 18,4 por ciento, de 45 a 54 años eran un 14,3 por ciento, de 55 a 64 años eran un 11,2 por ciento, de 65 a 74 años eran un 6,3 por ciento y de 75 y más años eran un 2,9 por ciento. La edad media era de 39 años. Por otra parte ,la distribución según la situación laboral de los clientes de metro era la siguiente: los estudiantes representaban el 15,3 por ciento, las personas dedicadas a las tareas del hogar, un 3,5 por ciento, los jubilados, un 12 por ciento, los activos ocupados, un 64,4 por ciento y en la categoría otros se englobaba al 4,7 por ciento del total. A mayor edad, menor era el uso del metro, ya sea porque se primaba el desplazamiento en vehículo privado para los activos ocupados o porque se primaban los desplazamientos a pie en las personas de edad más avanzada. Sin embargo, la mayoría de viajeros usaba el metro, un medio eficaz y rápido, para sus desplazamientos obligados, es decir, aquellos desplazamientos frecuentes que precisaban de puntualidad en el tiempo de llegada, así como un precio asequible. Al estar la mayoría de puestos de trabajo y centros de educación radicados en Barcelona es lógico que la mayoría de desplazamientos considerados obligatorios se centrasen más en dicho municipio. La red de metro, fundamentalmente barcelonesa, era un reflejo de ese hecho.

Posteriormente se confeccionaron las encuestas EMEF(Cuadros 9.48, 9.49, 9.50, 9.51, 9.52, 9.53, 9.54, 9.55, 9.56, 9.57, 9.58, 9.59, 9.60, 9.61, 9.62, 9.63, 9.64, 9.65, 9.66, 9.67, 9.68, 9.69, 9.70, 9.71, 9.72, 9.73, 9.74, 9.75, 9.76, 9.77, 9.78, 9.79, 9.80, 9.81, 9.82, 9.83, 9.84, 9.85, 9.86, 9.87, 9.88, 9.89, 9.90, 9.91, 9.92 y 9.93 del volumen II de anexos). Según la encuesta EMEF del año 2008, el total de desplazamientos no motorizados fue de más de 6 millones, mientras que los realizados en transporte público fueron de 3,5 millones y en transporte privado fueron de más de 5 millones. Según la encuesta de valoración, ir a pie, en moto o en coche se valoraba como lo más positivo e ir en bus o en RENFE como lo más negativo.

En la EMEF de 2.009 se mantenía la cuota de transporte público y privado, pero aumentó hasta más de 7 millones los desplazamientos no motorizados. La encuesta de valoración se mantuvo casi inalterable.

En la EMEF de 2.010 los medios no motorizados casi alcanzaron los 9 millones de desplazamientos y la encuesta de valoración se mantuvo igual.

En la EMEF de 2.011 los medios no motorizados superaron los 9 millones de desplazamientos y la encuesta de valoración siguió manteniéndose igual.

En la EMEF de 2.012, los indicadores se mantuvieron estables, lo que indica que la valoración de los ciudadanos y la utilización de los transportes públicos y privados se mantienen constantes en el tiempo.

Como conclusiones generales se puede afirmar que la mayoría de las encuestas de movilidad, tanto las de movilidad obligada como las de movilidad no obligada, indican que Barcelona es el gran centro impulsor de los trayectos, tanto de origen como de destino, en toda el área metropolitana. Posee un gran peso demográfico y una estratégica centralidad que explican este hecho, ya que grandes cantidades de población habitan en el municipio barcelonés y las empresas y servicios se han ubicado preponderantemente en él. Si el motivo del desplazamiento es el estudio, entonces la presencia de Barcelona es aún mayor, ya que los desplazamientos por motivo de trabajo están algo más distribuidos debido a la implantación de industrias en los municipios del, llamado, cinturón rojo que rodea a Barcelona. Si el modo escogido de viaje es el metro,

la distribución se reduce aún más puesto que la red de metro se circunscribe mayormente al municipio barcelonés, aunque actualmente se intenta impulsar su desarrollo por todo el continuo urbano.

CAPÍTULO 10. INTERACCION URBE-TRANSPORTE: TRANSFORMACIÓN URBANÍSTICA, IMPACTO AMBIENTAL Y PERCEPCIÓN SOCIAL DEL TRANSPORTE

Este capítulo versa sobre la interrelación entre la urbe y los transportes. La planificación urbana y los transportes poseen un desarrollo paralelo y su grado de interacción determina el nivel de coordinación y de desarrollo de un área.

El capítulo está dividido en tres apartados. El primer apartado hace referencia a la evolución e imbricación que han sufrido la ciudad y los sistemas de transporte instalados en ella, así como a las diferentes concepciones teóricas propuestas a lo largo del tiempo. El impacto ambiental producido por la utilización de determinados medios de transporte es otro de los temas analizados en este primer apartado. El segundo apartado trata específicamente de la relación entre ciudad y sistema ferro-viario y, al igual que en el apartado anterior, se analiza la dialéctica entre urbanismo y transporte ferro-viario. El tercer apartado versa sobre la percepción social del transporte, del entorno y de las distancias y se analizan los factores y los elementos que alteran dicha percepción.

10.1. PLANIFICACIÓN URBANA Y DE LOS TRANSPORTES.

El desarrollo urbano y los transportes han tenido evoluciones paralelas. Se han influido mutuamente, en ocasiones difuminándose totalmente la causa y el efecto. La planificación territorial actual tiene en cuenta el desarrollo conjunto de ambos sistemas, porque es consciente de la interrelación mutua que existe y de la importancia del correcto desarrollo de uno de los sistemas, para la expansión y fortalecimiento del otro. Diversos autores han

teorizado sobre la difícil y compleja relación entre la urbe y los sistemas de transporte, teniendo especial importancia en los análisis, el impacto medioambiental.

10.1.1. Historia de la planificación urbana y territorial y su relación con los transportes

Según indica C.Miralles Guasch, en el siglo XIX, se percibía al ferrocarril como causa del crecimiento urbanístico y económico de las ciudades y se impulsó la implantación de los subways y los ómnibus frente a los tranvías y trenes elevados (esto se debió a la percepción que existía de los tranvías de vapor como nocivos para la salud).

Algunos teóricos como Augusth Orth e Ildefonso Cerdà desarrollaron esquemas urbanos en los que el ferrocarril era un elemento de gran importancia. Inicialmente, tanto el tranvía como el ferrocarril poseían características interurbanas y periurbanas pero raramente urbanas, ya que no existía una integración funcional entre las áreas conectadas. Posteriormente eso fue cambiando. El ferrocarril y el tranvía normalmente unían los centros de producción con los mercados y con los puertos o servían para proveer a la clase burguesa de un medio de desplazamiento a áreas de ocio y consumo o a las áreas residenciales más periféricas. Fue en la segunda mitad del siglo XIX cuando se consiguió aumentar la velocidad media de los desplazamientos considerablemente, ampliando, a su vez, la capacidad de transporte. Debido a la creciente importancia de los transportes para el desarrollo urbano, se optó por su municipalización, ya que la circulación comenzaba a ser un elemento verdaderamente importante a la hora de planificar una ciudad y su sistema productivo.

Más tarde, a principios del siglo XX, se desarrollaron dos teorías urbanísticas: el city planning y el gross-stand. El city planning se desarrolló en EEUU y conceptualizó a la ciudad como una serie de elementos interrelacionados entre sí (zonas verdes, viario, áreas residenciales...), mientras que el gross-stand surgió en Berlín y concebía una ciudad metropolitana con una gran integración funcional. También en esta época, diversos teóricos como Le Corbusier, Buchanan o Moses teorizaron sobre la interrelación entre los transportes y el urbanismo. Le Corbusier expresó las bases de la planificación urbana y regional de la época en dos documentos: El Plan Voisin de 1.925 y la Carta de Atenas de

1.933 (publicada en 1.942). Las funciones de la ciudad las definió en cuatro: vivienda, ocio, trabajo y circulación. Se constató cómo la calle había perdido su función social y se usaba únicamente como espacio de tránsito¹. En la Carta de Atenas se propugnó la separación espacial de las diferentes actividades (residencial, industrial, comercio, ocio...), la creación de instrumentos normativos que promovían el zoning, el uso del bloque aislado para liberar espacio urbano y como elemento de salubridad y la importancia de las vías de comunicación como elemento aglutinante de las diferentes actividades productivas, siendo conveniente la jerarquización del viario según su función. Este último punto era esencial, puesto que las actividades productivas que se hallaban desabastecidas de conexión con las infraestructuras de transporte poseían un alcance económico limitado. Por lo tanto, se constató que las infraestructuras no eran elementos neutros del territorio y condicionaban enormemente a éste. Debido a ello, el estudio de las redes procuró adecuar una determinada infraestructura a un territorio concreto, teniendo en cuenta el coste de ejecución de ésta y su topología, ya que estos factores condicionarían en gran medida el desarrollo territorial posterior², según indican M. Herve Vallejo y J.Miró Farrerons.

Por otra parte, Robert Moses teorizó sobre la creación de grandes vías de comunicación a nivel metropolitano que conectaban todos los puntos de la metrópoli. Era muy útil a nivel técnico, pero a nivel social y económico suponía la desarticulación de los barrios centrales. Durante 40 años organizó la red viaria de Nueva York y su gran extensión de kilómetros provocó que se configurara una nueva estructura urbana: la metrópoli regional. En Los Ángeles, se creó una red de autopistas aún mayor. Era policéntrica, no radial como en Nueva York y se apostó por un tipo de ciudad horizontal que podía adaptarse mejor al coche. Esto provocó que la superficie de la ciudad se triplicase entre 1.930 y 1.940 y que hubiese un coche cada cinco habitantes, una cifra muy por encima de los estándares europeos de la época.

Otro gran teórico sobre la relación entre el automóvil y la ciudad fue Colin Buchanan que realizó grandes aportes sobre la relación entre urbanismo y transporte. En ocasiones eran demasiado entusiastas ya que se llegó a creer que las autopistas en sí mismas podían rehabilitar los barrios degradados que atravesaban. Sin embargo, es cierto que la ciudad necesitaba de medios de transporte eficaces y rápidos para transportar a una gran masa de viajeros y, en este sentido, el éxito del vehículo privado fue incontestable y fue ganando

terreno paulatinamente al transporte público. Poco a poco comenzó a declinar la oferta de transporte público al existir una serie de relaciones de interés entre las empresas de producción de automóviles y el sector público. De esta manera, comenzó un proceso de amplia suburbanización de la ciudad, que había sido iniciada por los sistemas ferroviarios, pero fue impulsada definitivamente por el automóvil. Esta suburbanización conllevó una serie de cambios en los hábitos de consumo motivados por la dispersión de las actividades hacia la periferia. Dicha dispersión se produjo con mayor intensidad en EEUU que en Europa, hasta los años 40. Posteriormente, entre los años 1.920 y 1.970 comenzó el periodo fordista o keynesiano que se caracterizó por la industrialización a gran escala, por tener una tasa de paro reducida y por la aplicación de estándares de bienestar generalizados. Es esta época en la cual se comenzó a producir y a consumir masivamente y se abarató el precio del vehículo privado, lo que permitió que pudiera ser adquirido por una gran parte de la población. La ciudad se convirtió en metrópoli y comenzó a realizar construcciones a una escala más grande. Se construyeron grandes centros de ocio y de consumo como grandes superficies comerciales, hipermercados... y proliferaron las redes de transporte y la construcción de viviendas. La generalización de las redes de comunicación y transporte, así como del automóvil, y unas altas tasas de natalidad, favorecieron este proceso.

Hasta la primera mitad del siglo XX existía un tipo de organización cuantitativa y concentrada, pero a partir de esta época comenzó a ser cualitativa y dispersa. La ciudad se volvió policéntrica y dispersa y comenzaron a vislumbrarse las carencias del automóvil, debido a los costes en infraestructuras, a la congestión y a la contaminación. La urbanización se hizo más difusa, más discontinua, más extensiva y progresivamente menos controlada y organizada lo cual derivó en la deseconomía del territorio. Los flujos pendulares de población se hicieron frecuentes y los recorridos comenzaron a medirse en tiempo y no en distancia física. El centro urbano expulsó actividades que ya no resultaban rentables, como la industria y el uso residencial, a la periferia, en donde comenzaron a localizarse también actividades terciarias que procuraron generalizar el modo de vida urbano al conjunto del territorio. Las redes viarias metropolitanas se estructuraron radial o concéntricamente y las residencias adoptaron tres modelos predominantes. La vivienda obrera que se articuló en polígonos, las viviendas de clase media que emulaban a la ciudad-jardín y las viviendas que configuraban un nuevo núcleo urbano a partir de un

núcleo rural preexistente gracias a la potenciación de su sistema infraestructural. Pero la población ha ido fluctuando en su asentamiento en el centro y en la periferia y de esos fenómenos han surgido conceptos como contraurbanización, rururbanización, reurbanización, desurbanización, paleourbanización, mesourbanización, neourbanización, periurbanización,,,

Posteriormente, durante la crisis de 1.973 que afectó al sector energético, se pudo comprobar la vulnerabilidad de depender masivamente del vehículo privado y comenzaron a incentivarse políticas orientadas a la implantación del transporte público en las ciudades y a la coordinación del transporte con la ordenación del territorio. Comenzó a popularizarse la pedestrianisation (restringir determinadas calles a la circulación del viandante) que ya había comenzado en Copenhague en 1.954 y se generalizó el “*traffic calm*”, la circulación tranquila que procura que viandantes, ciclistas y vehículos privados puedan coexistir mutuamente en el mismo espacio viario, limitando la velocidad a 30 km/h y creando espacios con baja contaminación acústica y ambiental. En la década de los años 80 del siglo XX se percibía a los desplazamientos como una parte característica de la vida metropolitana, aunque también existían ejemplos como el modelo de ciudad compacta y diversa que procuraba reducir en gran medida los viajes.

Resumiendo, puede decirse que hasta el siglo XIX las ciudades se estructuraban en función de las distancias que estaban dispuestos a recorrer a pie sus habitantes, pero con la incorporación de los medios de transporte mecánicos esa situación cambió. Hasta la segunda guerra mundial, predominaron los transportes públicos aunque, posteriormente, comenzó el auge del automóvil que intensificó la descentralización de las actividades, con especial incidencia en la residencial , lo que provocó la aparición de ciudades satélite o ciudades dormitorio y ciudades jardín (la diferencia entre ambas es que las ciudades satélites dependen de un núcleo central) así como una progresiva pérdida de la densidad urbana. Esta dispersión urbana provocó la aparición de las áreas metropolitanas que conformaban espacios que segregaban las áreas residenciales de las áreas de actividad secundaria y terciaria. Posteriormente, el transporte público recobró su antiguo auge, al percibirse a éste como más sostenible y económico.

Sin embargo, a pesar de que los sistemas de transporte dotaron de conexión al territorio, aún existen desigualdades territoriales provocadas por la implantación de determinadas

infraestructuras que favorecen a unas áreas frente a otras produciendo un desequilibrio en la accesibilidad, la centralidad y las rentas. La estructura radial de las redes ferro-viarias, por ejemplo, suele provocar el desabastecimiento de algunas zonas y la aglomeración de actividades en las áreas centrales³. Es de vital importancia la creación de una red de transportes compleja, ya que se ha podido constatar que cuanto más madura es una red de transporte, mayor es su diversificación y la homogeneización de la accesibilidad por todo el territorio es también mayor.

10.1.2. Estrategias de planificación urbana y territorial en la actualidad

Lewis Mumford indicaba que la morfología y estructura urbanas están directamente vinculadas a los sistemas de transporte. El desarrollo urbano ha sido paralelo al nivel de vertebración de la urbe con un sistema de comunicación determinado. Las vías fluviales fueron las arterias de comunicación primordiales y, posteriormente, se utilizó otros medios como los caballos, camellos, asnos o el vehículo con ruedas hasta llegar a los caminos pavimentados. Esto propició que las urbes pudiesen controlar los recursos naturales y demográficos de amplias áreas y los mercados pudieron regularse haciendo uso de los excedentes que antes no podían tener salida⁴.

Pero el transporte no únicamente ha influido el mercado de los centros urbanos. El transporte incentiva el desarrollo urbano en áreas poco urbanizadas, crea nuevos polos de actividad alrededor de las infraestructuras y las estaciones y favorece la segregación espacial de los usos del suelo. Las ciudades han ido segregando y concentrando los usos del suelo, provocando con ello una mayor necesidad de transporte que normalmente se aglutina en el centro (este centro solo se crea con la concentración de equipamientos de gran calado y no solo con la concentración de actividades del sector terciario⁵), el cual suele albergar el núcleo económico, político y administrativo (Central Bussiness District). Por lo tanto, la utilización de un medio de transporte u otro depende, en buena medida, del tamaño y la forma de la ciudad y del grado de concentración urbana.

Es un hecho constatado que las ciudades se construyen alargando sus redes de infraestructura y también que, paulatinamente, se ha ido perdiendo la idea de construcción global de la ciudad para primar la construcción sectorial de la misma. En este conjunto

de elementos sectoriales, el transporte y las infraestructuras representan el capital fijo de la urbe y se va acumulando gradualmente. Es el capital fijo debido a que las infraestructuras sufren pocas transformaciones y se interrelacionan con el resto de elementos de la ciudad dando forma a la parcelación urbana, que suele mantenerse constante a lo largo del tiempo. Además, las infraestructuras y especialmente la calle (entre un 20 y un 40 por ciento del espacio urbano) son espacios públicos donde se producen relaciones sociales y donde se ubican monumentos y símbolos de cohesión social⁶. De hecho, el grado de relacionamiento social de una ciudad aumenta en los nodos intermodales de transporte. Para conocer la verdadera repercusión de los transportes en la estructuración urbana y social de una ciudad hay que comprender el concepto de intermodalidad. La intermodalidad es un concepto relacionado con la oferta de transporte que comprende una serie de medios técnicos, humanos y organizativos que favorecen la cohesión en sistemas de transporte multimodales. La sostenibilidad, la distribución modal , la reestructuración de la oferta , la eficiencia y la calidad son los objetivos perseguidos por la intermodalidad, siendo los intercambiadores de transporte el mejor exponente de ésta. El intercambiador de transporte crea centralidad alrededor de él y articula los diferentes medios de transporte. Se precisan de al menos 10 años para comprobar los efectos de estas instalaciones en la accesibilidad y en el valor del suelo y sus usos, aunque en determinadas infraestructuras como el AVE se precisa de al menos 15 años para comprobar los efectos producidos.

El papel de dichos intercambiadores de transporte ha resultado vital para conocer la evolución urbana de las ciudades y para analizar detalladamente su impacto en diferentes escalas. A escala intraurbana se analizan los cambios producidos en el área urbana coalescente al intercambiador , mientras que a escala urbana se analizan los cambios estructurales que se ha producido en la urbe en su totalidad. En función de los resultados, se pueden clasificar diferentes tipos de ciudades en relación a su red de transportes. Existen las ciudades jerárquicas, que dominan a las ciudades de menor gradación, las ciudades multipolares o policéntricas que promueven la complementariedad y las sinergias y, por último, las ciudades equipotenciales, que poseen relaciones simétricas en donde las funciones urbanas son variables. A nivel intraurbano, se puede clasificar la estructura interna de las ciudades en varias categorías. Las estructuras mononucleares y lineales, que están orientadas hacia un centro o infraestructura de transporte y en las que la proximidad o lejanía del intercambiador a ese centro determina su capacidad de

interconexión. Por otra parte, las estructuras de área son aquellas en las que no existe una jerarquía clara y poseen una densidad poblacional baja. Si la situación del intercambiador se ubica entre varios núcleos urbanos puede proveer de accesibilidad a todos ellos, pero si se haya en una situación periférica, no. Los intercambiadores pueden ser un obstáculo para el desarrollo urbano o pueden incentivar dicho desarrollo. Todo depende del grado de articulación del intercambiador con el entorno urbano al que da servicio. En ocasiones incluso hay un cambio hacia actividades de menor calidad lo que produce una pérdida en el valor del suelo y, dependiendo del grado de saturación del tejido urbano, se podrá crecer en la urbanización del área o no⁷ (según indican J.M. Ureña Frances y S.F. Díaz Márquez). Los intercambiadores de transporte han influenciado notablemente en la conformación de las diferentes formas y estructuras urbanas, pero de entre todos los modelos urbanos expuestos los más convenientes son los sistemas policéntricos, que permiten reducir la contaminación, equilibran la intensidad de actividades, disminuyen la cantidad e intensidad de los viajes y mejoran la calidad de vida de la población incrementando la calidad de los servicios⁸.

Según S. Nogués Linares y H. Salas Olmedo indican que, aunque determinados elementos como los intercambiadores de transporte sean piezas importantes que condicionan el desarrollo y estructura urbanas e interurbanas, por lo general la configuración de la estructura de una urbe depende en buena parte de su desarrollo histórico. En Europa prima la ciudad compacta alrededor de un núcleo medieval, mientras que en América la ciudad está estrechamente relacionada con los transportes. Hay varios factores que influyen en la diferenciación estructural entre ciudades, como pueden ser la historia de las ciudades, la densidad de población, la disponibilidad de suelo y el control del gobierno sobre los procesos de urbanización del territorio. En Europa, la muralla medieval contenía el crecimiento urbano pero con la implantación de los ensanches en el siglo XIX se pudo albergar a cantidades de población mucho mayores. Al principio las ciudades se ubicaban cerca de los puertos, ríos y canales que suponían las mayores vías de tránsito, aunque existían otros motivos para la ubicación de una urbe por motivos religiosos, comerciales o estratégicos. Los nuevos sistemas de transporte, como el ferrocarril, se ubicaron cerca del puerto para atraer actividades industriales y, de esa manera, reconfiguraron la estructura urbana. Gracias al tranvía se fomentaron las periferias urbanas residenciales en Norteamérica, aunque en Europa las ciudades siguieron concentrándose en el centro. Otro

ejemplo de divergencia histórica entre Europa y EEUU es el zoning, que apareció con la intención de evitar la mezcla de usos del suelo e incrementar la calidad de vida de las áreas residenciales y los centros de trabajo. Mientras en EEUU la segregación de actividades era exclusiva, en Europa existía cierta mezcla de usos. También la dispersión urbana posee connotaciones diferentes en ambos lados del Atlántico. El sprawl se produjo con mayor frecuencia en EEUU que en Europa, debido a la gran cantidad de suelo disponible por éste y se asoció a la industrialización y al uso del vehículo privado, mientras que en Europa esta dispersión urbana se produjo en la etapa postindustrial acentuada por el proceso de crisis del año 1.973. Este hecho propició, entre otras cosas, la creación de nodos de importancia en áreas relativamente periféricas denominados “edge cities”, lo cual produce la desconcentración de actividades productivas del centro. Este modelo urbano ha recibido críticas y alabanzas. Entre las críticas destacan las que hacen hincapié en la gran dependencia del vehículo privado que impacta gravemente en el paisaje y en la contaminación atmosférica. Tampoco permite una correcta accesibilidad a todo el territorio de forma homogénea, la gestión de los usos residenciales se dificultan, la sociabilización pública se merma y las rentas de menores ingresos se ven obligadas a ubicarse en el centro. Por el contrario, este tipo de urbanización mezcla las cualidades inherentes al campo y a la ciudad.

Por otra parte, en 1.990, ocurrió un hecho significativo. La Comisión para las Comunidades Europeas publicó el Libro Verde sobre Medio Ambiente Urbano, en el que impelía al fomento de la ciudad compacta centralizando las actividades y controlando el crecimiento urbano dentro de la ciudad, para fomentar así los trayectos a pie o en bicicleta, la conservación del paisaje, la reducción de la polución y una más adecuada utilización de las infraestructuras y servicios. Los sistemas policéntricos son también una buena alternativa a la ciudad dispersa ya que poseen un equilibrio territorial mayor. Se han estado incentivando desde la década de los 90 del siglo XX, descentralizando actividades de la ciudad central a las áreas periféricas reduciendo así el uso del vehículo privado. De esta manera se palía el efecto de emigración masiva que se viene produciendo al centro de las ciudades centrales desde ciudades medias, denominadas shirinking cities⁹. La implantación de infraestructuras de transporte es algo capital para el desarrollo de este tipo de sistemas policéntricos, al tiempo que desarrolla áreas aisladas y reactiva zonas económicamente deprimidas, aunque también puede ocurrir al contrario, al favorecer unas áreas frente a otras. Este desequilibrio territorial es especialmente preocupante, ya

que el objetivo prioritario de las políticas de transporte es el de dotar a la población de accesibilidad universal, procurando construir una red de transporte urbano óptimo e intentando no crear duplicidades en los recorridos, para evitar el consumo innecesario. Aunque a veces no se consigue el efecto deseado, a pesar de que la estructura de la infraestructura sea la adecuada, ya que a pesar de las ventajas que ofrece el transporte público, se suele tener la percepción de que el vehículo privado no es tan caro, debido a que en transporte público el coste ha de pagarse en cada trayecto. Esto tiene como consecuencia que al aumentar el tráfico del vehículo privado, aumente el consumo total empleado.

En cualquier caso, lo cierto es que a medida que aumenta la accesibilidad, también aumenta la movilidad y con el incremento de ésta, aumentan las posibilidades de trabajo, el acceso a los centros de ocio, el tiempo disponible, la productividad y el uso de mayores reservas de suelo. Por ello se hace patente la necesidad de coordinar dichos cambios con políticas territoriales.

Aunque en ocasiones se suele considerar al transporte como un elemento territorial aislado, en la mayoría de las ocasiones se analiza como un elemento que interactúa con su entorno y que influye notablemente en la asignación de los usos del suelo¹⁰ (como indica J.Jane Solá). Por esta razón, para calibrar y medir correctamente la implicación que una infraestructura de transporte tendrá en el territorio o para corregir desequilibrios territoriales causados por una infraestructura ya existente se comenzaron a aplicar políticas de desarrollo territorial y de ordenación de los transportes. Estas políticas tienen un doble objetivo, ya que por una parte se minimiza el costo con la mayor satisfacción de la demanda posible y, por otra parte, se procura trazar una red sobre el territorio que posea un consumo de energía equilibrado. Estas políticas de desarrollo territorial suelen recomendar la localización de las zonas residenciales a construir, en emplazamientos cercanos a las que están ya consolidadas y, de esta manera, poder tener acceso, con mayor facilidad, a los equipamientos y servicios. Se intenta evitar así la creación de urbanizaciones en áreas donde no se va a poder proveer de una correcta conexión con la red de transportes y se incentivan las residencias de alta densidad, en donde haya centros nodales de transporte. También se procura localizar las actividades económicas en las áreas más accesibles. Las infraestructuras de transporte, como dice J.M. Subero Munilla,

modelan el territorio, dan cobertura social a la población, cohesionan el territorio y dan valor al territorio y a sus actividades¹¹. A pesar de esto las plusvalías en el precio del suelo provocadas por la implantación de una infraestructura de transporte pueden limitarse con una serie de políticas territoriales, como las políticas fiscales que crean impuestos sobre el capital e impuestos sobre las plusvalías.

M. Solá-Morales Rubió indica que otro tipo de instrumentos que son utilizados por las políticas territoriales son los planes de ordenación, que reducen la incertidumbre, se anticipan al esquema global de la ciudad, son un garante de la inversión y realizan nuevas propuestas ideológicas. También están los planes de regulación que son correctores de los conflictos de crecimiento y localizan sobre el suelo las funciones urbanas. Sin embargo, los planes de zonificación tienden a legalizar las plusvalías del suelo afectando al mercado del suelo, reforzando la especulación y provocando el incumplimiento por edificación de las áreas exteriores al plan y por cambios de uso en las áreas interiores. Por último, los planes de programación ejecutiva actúan como instrumentos técnicos de implementación, como trámite, como solución de diseño y como organización de la construcción¹².

Queda suficientemente clara la interrelación entre urbe y transporte y la necesidad de crear figuras de planificación que orienten dichos efectos.

Algunos autores han definido de forma precisa la relación entre urbanismo y transporte. Horacio Capel define esta relación de la siguiente manera: “Las redes configuran la geografía de los territorios y de la ciudad. El abastecimiento de gas y luego de electricidad, los servicios de agua y desagüe, los sistemas de comunicación como los telégrafos y los teléfonos, las redes que facilitan el transporte público (tranvías, metro, autobuses) y privado (automóvil) son algunas de esas redes técnicas esenciales de las que es preciso partir para entender la organización y el funcionamiento de las ciudades. Su trascendencia es tan grande que el urbanismo de las redes, supone una nueva perspectiva para considerar la ordenación y la planificación de las ciudades¹³”.

Los transportes definen en buena medida la configuración de la estructura de una ciudad. Modifican su forma, crean polos de atracción alrededor de sus estaciones o vías, cambian los usos del suelo y el valor de éste. Todo ello comporta graves transformaciones que deben ser analizadas y ponderadas con políticas territoriales que gestionen correctamente las repercusiones creadas y también han de programarse conjuntamente el desarrollo

urbano, junto con el desarrollo de la red de transportes, para crear un esquema realmente viable y sostenible en el futuro.

10.1.3. Modelos gravitacionales y teorías de desarrollo urbano y territorial

Existen modelos gravitacionales basados en la teoría de Newton que tienen su aplicación en la demografía y la transportística. Estos modelos pretenden concretar en una fórmula cual es el desarrollo urbano previsible de un núcleo, en función de diversos condicionantes. Ravenstein desarrolló la siguiente formulación:

$$K * P_i * P_j / D_{ij}$$

P_i y P_j son la población de los núcleos i y j y D_{ij} es la distancia entre esos núcleos. La K es una constante.

Otro modelo, es el modelo gravitacional de Ullman, que se caracteriza por la jerarquización y ramificación de la red y la relación entre el tamaño del núcleo y la frecuencia de tránsito. Se basa en tres criterios: la complementariedad regional, la oportunidad de intervención y la transferibilidad espacial. Las relaciones entre dos espacios se acrecientan cuanto más accesibles son éstos, y la distribución de los usos residenciales y los puestos de trabajo están en función directa a ese hecho. Por último, los modelos tipo Lowry adaptan las teorías newtonianas de atracción de las masas al campo social. La formulación es la siguiente:

$$A = \frac{K L_i L_j}{F(t)}$$

En donde:

A = nivel de interacción entre las dos zonas.

K = constante a emplear en función de las variables usadas.

L_i =intensidad del uso del suelo en el punto origen.

L_j = intensidad del uso del suelo en el punto de destino.

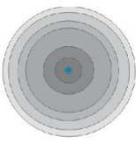
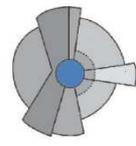
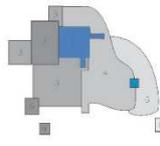
$F(t)$ = la dificultad para viajar entre las dos zonas¹⁴

La formulación de modelos es importante para cuantificar el desarrollo urbano de un núcleo determinado pero en ocasiones se hallan carentes de una consistente teorización sobre las variables físicas, estructurales y antrópicas que condicionan el desarrollo urbano o el desarrollo de la infraestructura de transporte. Desde el siglo XIX diversos autores han creado unas bases teóricas para explicar el crecimiento urbano o para racionalizarlo y planificarlo convenientemente. Algunas de las teorías más destacadas son las siguientes: La teoría de Von Thünen relaciona la producción agrícola de un área rural y su comercialización en los mercados urbanos más próximos, con la renta del suelo. La accesibilidad está directamente relacionada con la renta del suelo mientras que la renta de la tierra la define como la ganancia que se espera obtener de una porción de terreno, en función de su más óptima localización sobre el resto del terreno. Por otra parte, Weber teorizó un modelo con el que se obtiene, mediante cálculos matemáticos, la localización ideal de una industria en función de los costos derivados del transporte, tanto de la materia prima como de la ulterior distribución del producto a los mercados. Posteriormente, se añade el costo de mano de obra y se tienen en cuenta a las economías de aglomeración como elementos de importancia en la configuración espacial. Otra propuesta, es la teoría de Palander que usa la geometría para jerarquizar en el territorio los centros de consumo y define las isolíneas, las isodistancias, las isocronas, los isovectores, los isostantes y las isodapanas. Esta teoría concreta la concurrencia espacial e impulsa la definición de la geografía del espacio industrial¹⁵ (como indica F. Ramírez Carrasco). Burgess también teorizó en su teoría de los círculos concéntricos, sobre el centro como aglutinador del poder político económico y cultural, en donde hay una gran densidad de actividades¹⁶. Según indica J.M. Serrano Martínez, uno de los mayores teóricos del desarrollo espacial y urbano fue Christaller. En su teoría, Christaller consideraba a los centros urbanos como los nodos que deben de proveer de bienes y servicios al espacio rural que lo circunda. Diseñó un modelo territorial de hasta siete jerarquizaciones, en las que se dibujaban sistemas urbanos de diferentes tamaños y funciones, dispuestos en una malla hexagonal que ocupaban todo el territorio. El modelo se justificaba por el desarrollo del comercio al por menor, de esta manera podían distribuirse homogéneamente por el espacio, diversos núcleos de escaso tamaño.

Otro gran teórico, Lösch, realizó grandes aportes en la ciencia de la localización espacial, al desarrollar los conceptos de interdependencia espacial de funciones y al realizar una explicación económica de la constitución de las regiones urbanas. El espacio lo dividió hexagonalmente, pero en sistemas urbanos de gran tamaño la teoría de Lösch no es

aplicable, debido a la complejidad de las variables. Otro modelo es el de Isard, que al igual que el de Weber, pretendía concretar la localización de una industria en base al costo en transporte. Sin embargo, lo calculó en base a las acometidas de transporte, las cuales son el esfuerzo realizado para vencer una distancia¹⁷. Hoyt, por su parte, hablaba de un crecimiento sectorial de la ciudad, en donde el CBD tenía grandes funciones comerciales, la accesibilidad estaba directamente ligada al valor del suelo y las infraestructuras eran el medio por el que la ciudad podía crecer¹⁸. Otro autor, Reilly, diseñó un modelo que indica que el peso de una ciudad respecto a las demás decrece con la distancia y crece en base al tamaño demográfico de la urbe y a su concentración terciaria. Se usa para realizar probabilidades sobre planificación prospectiva de ciudades. Otro autor, Wingo, desarrolló un modelo similar, en el que se indica que los terrenos se valoran en función de su tamaño y su accesibilidad. A menor distancia al centro, mayor será su valor. Se aplica básicamente al ámbito urbano¹⁹. También Ullman teorizó sobre los espacios urbanos policéntricos que descentralizan las actividades por toda la ciudad, mientras que Mumford remarcaba el gran valor que posee la ciudad en cuanto a las relaciones sociales se refiere²⁰. Otro teórico, Haig, postuló un modelo en el que los transportes minimizan las distancias entre dos puntos e indica que la eliminación de esa fricción es positiva económicamente. Indica también que habría que hablar de distancia-coste en vez de distancia-tiempo. Este postulado es también aceptado por Alonso, que señala que a mayor distancia del centro mayor es el costo en transporte y menor en adquisición de terreno. Otros modelos tienen en cuenta otra serie de parámetros, como el modelo ecológico que estudia los núcleos poblacionales y la movilidad en función del medio ambiente natural, cultural, productivo y social o los modelos de gravedad que describen determinadas interacciones espaciales, pero no pueden explicar el porqué se producen dichas interacciones, lo cual hace que estos modelos sean cuestionables²¹.

Figura 10.1. Modelos de crecimiento urbano.

AÑO	1826	1885,1909	1925	1933	1939	1945	1950's
GRÁFICO							
AUTOR(ES)	VON THÜNEN	LAUNHARDT WEBER	BURGESS	CHRISTALLER	HOYT	HARRIS ULLMAN	MUMFORD CIAM 8
TÍTULO	<i>Teoría de la Localización</i>	<i>Teoría del Coste Mínimo</i>	<i>Teoría de los Círculos Concéntricos</i>	<i>Teoría de los Lugares Centrales</i>	<i>Teoría del Crecimiento Sectorial</i>	<i>Teoría Núcleos Múltiples</i>	<i>El Corazón de la ciudad</i>
CARACTERÍSTICAS	Comercialización y consumo	Comercialización y consumo	Intensidad de uso, densidad y alta accesibilidad. Centro político, económico y cultural	Actividades de intercambio y distribución de las funciones terciarias (poli-centrismo; orden jerárquico)	Infraestructuras, rutas de transporte como condicionantes de crecimiento. Altos niveles de accesibilidad, altos valores de suelo CBD: funciones comerciales	Poli-centrismo nuevos núcleos de actividad en la estructura urbana	Factores sociales: Lugar de intercambio y discusión de ideas. La dimensión humana de la ciudad. Riqueza social y cultural
ESCENARIO	Agrícola	Industrial	Intraurbano	Regional	Intraurbano	Intraurbano	Intraurbano

SALDARRIAGA OSPINA, C.A. *Los valores urbanos de las nuevas centralidades*. Director: Malcolm C. Burns. Universitat Politècnica de Catalunya. CPSV. 2010. < http://www-cpsv.upc.es/tesis/TM10presentacio_saldarriaga.pdf >.

Desde el siglo XIX, la creciente expansión de las urbes y la planificación de los transportes llevó a diseñar los modelos más eficaces que pudiesen dar una solución óptima a las necesidades sociales y de desarrollo económico que se precisaban en cada momento. Dichas necesidades socioeconómicas han ido evolucionando conforme pasaba el tiempo y los planes y modelos de desarrollo territorial se han ido adaptando a las circunstancias. En ocasiones el modelo o el plan de desarrollo configuraba y desarrollaba de forma óptima un espacio concreto; Otras veces se descubrían interacciones entre elementos territoriales y comportamientos sociales que no se habían tenido en cuenta a la hora de realizar la planificación territorial. Actualmente la planificación territorial tiene en cuenta la gran variedad de elementos territoriales y sociales que conforman un espacio y, al ampliar el número de variables analizadas, pretende configurar un modelo de desarrollo lo más apto posible para las capacidades y necesidades de dicho espacio. Pero a medida que el análisis se va haciendo más complejo, las posibles sinergias que pueden producirse son capaces de desbalancear el análisis inicial y repercutir de forma insospechada en la configuración territorial. La planificación territorial pretende racionalizar el territorio maximizando sus capacidades y minimizando la repercusión de la intervención pero a medida que se van solventando problemas, surgen nuevas incógnitas en áreas cada vez más urbanizadas, con periferias más complejas y difusas y con nuevas formas de producir, de comunicarse y de convivir.

10.1.4. Impacto ambiental y territorial de los medios de transporte

Los medios de transporte impactan en el medio ambiente de un área y modelan su estructura territorial. Los transportes también poseen un impacto económico directo notable y su impacto económico indirecto es también reseñable si se tienen en cuenta aquellas actividades relacionadas con el combustible, los vehículos, la construcción, las infraestructuras... Se considera como cierto que sin infraestructuras de transporte no puede existir un crecimiento de las actividades económicas, aunque tampoco es una relación directa ya que a más infraestructuras no existe necesariamente un mayor crecimiento económico²². Sin embargo, uno de los impactos más significativos y cuyas consecuencias son más preocupantes, son los impactos ambientales²³.

Para paliar dichos impactos se suelen aplicar medidas de desarrollo sostenible, entendido este como un “proceso de cambio en el que la explotación de los recursos, la dirección de las inversiones, la orientación del desarrollo tecnológico y los cambios institucionales son consecuentes con las necesidades, tanto presentes como futuras²⁴”.

Dicho desarrollo sostenible “debe entenderse como un proceso evolutivo que se alimenta del aprendizaje colectivo, de la capacidad de resolución de conflictos y de la capacidad de diseño estratégico. Se trata de considerar en conjunto los diversos sistemas que componen la ciudad (el sistema económico, el sistema social, el sistema físico y el sistema medioambiental). La ciudad sostenible no es una ciudad sin conflictos, sino más bien una ciudad que sabe solucionar los conflictos, o que aspira a conseguir una igualdad ambiental, que trata de incorporar valores ambientales y de garantizar la accesibilidad y el disfrute de éstos a todos los ciudadanos, presentes y futuros²⁵”.

Es de máxima importancia la atención al desarrollo sostenible de un área y a su capacidad ambiental. En 1.963, Buchanan, definió la capacidad ambiental de un área como el nivel máximo de tráfico que ésta podía soportar en función de su calidad ambiental estándar. Buchanan argumentaba que la creación de más infraestructuras provocaría más demanda de viajes que incentivarían la creación de nuevas infraestructuras de forma ilimitada. La solución a la que llegó fue optar por el transporte público y limitar el transporte privado²⁶.

Pero, independientemente del tipo de transporte implantado, siempre se producirán impactos de relevancia. Los efectos más importantes de la implantación de una infraestructura de transporte en un área es una serie de cambios en las actividades

económicas y productivas, en el desarrollo de la región, en el uso del suelo y en la localización de las actividades, en el tipo de relaciones espaciales de un ámbito, en el desarrollo urbano, en los costes sociales, en la mejora de la accesibilidad, en la localización de equipamientos y servicios, en el planeamiento urbanístico (debido a factores como el efecto barrera producido por un tipo de estructura lineal que disminuye la permeabilidad de paso entre las zonas intersecadas), en los itinerarios, en las relaciones intermodales y en el nuevo tráfico generado. Al implantarse un medio de transporte se produce una mejora de la comunicación y hay cambios en los flujos de personas y bienes, así como cambios medioambientales. También hay una ocupación de suelo por la nueva infraestructura que suele consumir suelo agrícola y se reordenan las actividades socioeconómicas de un área. Otros efectos producidos son las externalidades negativas, como ruido e impacto paisajístico (especialmente en las áreas urbanas), contaminación, congestión...²⁷

Pero es especialmente en las áreas urbanas donde deben minimizarse los efectos adversos de la implantación de un medio de transporte como es el ferrocarril. La obsolescencia y degradación de las instalaciones ferroviarias son percibidas por la población como impedimentos para la expansión urbana. Este hecho se agrava aún más al existir una legislación en la que se impone un área de servidumbre alrededor de las instalaciones ferroviarias.

Pese a todo, el ferrocarril supone un medio de transporte esencial para aplicar una política territorial sostenible, ya que es un medio de transporte barato, aunque se precisa de accesos cómodos para peatones y ciclistas, aparcamientos disuasorios para realizar la interconexión tren-automóvil e infraestructuras de intercambio modal que conecten con otros medios de transporte público. A pesar de que la instalación del ferrocarril viene acompañada de una serie de impactos a nivel social y territorial, dicho impacto suele ser menor que el producido por la instalación de una carretera. Tiene una menor contaminación acústica (el automóvil suele sobrepasar los 65 decibelios marcados como máximo por la OMS²⁸) y atmosférica (el automóvil genera gran parte de las emisiones de monóxido de carbono y plomo, el 60 por ciento de los óxidos de nitrógeno ,que provoca la lluvia ácida, y un 50 por ciento de las partículas²⁹) , una menor ocupación del espacio (el automóvil ocupa el 80 por ciento de la superficie viaria, a pesar de que apenas un 20 por ciento de la población se desplaza en este medio³⁰) , un menor índice de

mortalidad animal por arrollamiento y un menor grado de modificación de la red de drenaje por la implantación de la infraestructura. Aunque si se analizan otros parámetros, la carretera posee un impacto menor que el ferrocarril. En cuanto al impacto paisajístico, la carretera posee un impacto mayor, en cuanto a la ocupación del espacio, mientras que el ferrocarril posee un impacto mayor en cuanto a la geometría del trazado y a la disposición de los elementos verticales. En cuanto al trazado, la carretera se adapta más a las pendientes y radios de curva y evita los movimientos de tierras debido a su trazado, aunque el ferrocarril, al poseer una sección menor que la carretera, también evita los movimientos de tierras. Sin embargo en cuanto al nivel de vibraciones la carretera produce un impacto menor³¹.

Se advierte claramente como el impacto ferroviario resulta menor que el producido por el vehículo privado, a nivel global y por ello, actualmente, el ferrocarril está recuperando su papel como medio fundamental de transporte masivo de viajeros.

10.2. PLANIFICACIÓN TERRITORIAL Y URBANA Y SU RELACIÓN CON EL FERRO-CARRIL

El ferrocarril ha tenido siempre un gran impacto sobre el territorio sobre el que se ha asentado. Ha propiciado la creación de polos de desarrollo y ha dinamizado las actividades productivas y el desarrollo urbanístico, acortando las distancias e impulsando la movilidad. Pero la potenciación de la accesibilidad en determinados espacios se produce, generalmente, en detrimento de otros, por lo que aparte de dinamizador del espacio, el ferrocarril es también un jerarquizador. El ferrocarril en la ciudad afecta a la variación en el precio del suelo y también produce un efecto barrera de considerable importancia.

10.2.1. Interacción entre ferrocarril y ciudad.

Según Capel, el ferrocarril ha sido un elemento de vertebración del territorio y propició el desarrollo económico de las ciudades por las que transitaba, así como relegaba a un menor desarrollo a aquellos núcleos que carecían de esta infraestructura, aunque es cierto que no todas las ciudades que poseían ferrocarril tuvieron un auge económico. El

ferrocarril también proveyó de accesibilidad a áreas que antes no disponían de ella y se constató la importancia territorial que tuvieron los puntos de intersección donde convergían la carretera, el ferrocarril, el barco y los puntos de ruptura de transporte, que hacían que las mercancías tuvieran que ser almacenadas temporalmente. La importancia del ferrocarril en la configuración del territorio y de la ciudad era fundamental, hasta el punto que las primeras carreteras surgieron como complemento al ferrocarril y no como competencia³².

Es importante indicar que la construcción del ferrocarril se realizó por fases. En una primera fase enlazaba núcleos centrales con núcleos periféricos, formándose una serie de haces radiales que, posteriormente, se fueron haciendo más densos y complejos. Sin embargo, para que la accesibilidad intraurbana sea eficaz, es necesario construir una retícula ferroviaria. En una fase posterior se tuvo en cuenta el despegue del servicio, en la que se mejoraron las frecuencias de paso y el material ferroviario y de las estaciones. Posteriormente, se produjo un mayor desarrollo técnico de la explotación con mejoras en la señalización, el control y el seguimiento del ferrocarril y se desarrollaron consorcios de transporte regional. Por último, se produjo un crecimiento autónomo del ferrocarril.

A medida que la red ferroviaria se expandía se iban unificando los diferentes sistemas urbanos de cada país y región y, progresivamente, se fue aumentando la accesibilidad del territorio, hasta llegar a la actual implantación de la alta velocidad³³.

La mejora de la accesibilidad con la instalación del ferrocarril produjo efectos notables en el territorio. El tren estimuló una urbanización polinuclear destinada a rentas elevadas, mientras que el tranvía, de tarifas más populares, produjo una urbanización a lo largo de la vía destinada a la clase obrera. Capel lo expresó así: “Parece claro que los efectos del ferrocarril se dejaron sentir a mayor distancia, y puede formularse la hipótesis de que generó crecimientos en núcleos ya existentes, que se conectaron de forma rápida con la ciudad principal a través del tren. Estimularía, pues, una urbanización polinuclear, o al servicio de grupos de rentas más elevadas. En cambio, el tranvía representaría una mayor posibilidad de generar una urbanización lineal a lo largo de la vía. Debido a sus tarifas más bajas (aunque, como hemos visto, al principio poco accesibles para los grupos populares), permitieron a las clases medias adquirir terrenos para una vivienda unifamiliar en espacios relativamente alejados pero servidos por este medio de transporte. Eventualmente, permitieron también a los obreros de la ciudad dirigirse a empleos industriales situados en la periferia. Pero, naturalmente, tanto en el caso de los ferrocarriles como de los tranvías las estrategias de las empresas propietarias y promotoras de las líneas fueron fundamentales. Y conviene tener en cuenta que, en los dos medios de transporte, antes de la

construcción de las líneas las compañías habían podido adquirir importantes paquetes de suelo, que iban a ser urbanizados precisamente con el nuevo medio de transporte. La cronología y las modalidades precisas de todo ello en diferentes áreas metropolitanas han de recibir mayor atención³⁴”.

El ferrocarril también ha sido un elemento fundamental para explicar las variaciones en el precio del suelo. Se revalorizaban los terrenos cercanos a las estaciones ferroviarias pero bajaban los precios del suelo en los terrenos aledaños a las estaciones ferroviarias, ubicadas en instalaciones fabriles. Pese a esto, los valores del precio del suelo aumentaban a escasa distancia de estas estaciones. Esto es debido a que la población deseaba vivir cerca de los lugares de trabajo, pero no inmediatamente al lado, por motivos de salubridad como explica Capel en el siguiente texto: “Desde los años 1930 se estudió el impacto del ferrocarril sobre los valores del suelo en torno a las grandes ciudades, especialmente en Chicago, tanto por sociólogos y economistas como por geógrafos. Esos estudios mostraron la fuerte influencia del ferrocarril sobre dichos valores, lo que fue confirmado por otros trabajos posteriores. En una de las investigaciones se comprobó que desde el centro de la ciudad los valores del suelo eran más elevados a lo largo de las líneas radiales del ferrocarril, y que , además , existían picos que correspondían a cada estación, junto a las cuales se localizaban normalmente áreas comerciales. También se observó que justo al lado del ferrocarril el valor residencial era menor, y que se elevaba rápidamente en las áreas situadas entre media y una milla de distancia, para descender luego abruptamente; como si los residentes desearan vivir cerca del tren pero sin sufrir las molestias de su paso y de las vías. De manera similar, también se deprimían los precios de las viviendas en las áreas industriales situadas junto al ferrocarril, aunque aumentaban a una milla de distancia de ellas; como si la gente quisiera vivir cerca del trabajo pero no inmediatamente ni junto a él. De manera general, los estudios existentes han mostrado que a lo largo del siglo XX el valor de la propiedad urbana está cada vez más en estrecha correlación con la cantidad de líneas de tranvías y autobuses (y más tarde metro) que sirven a cada barrio. Así en Barcelona, por ejemplo, fuentes relacionadas con la Cámara de la Propiedad Urbana lo pusieron de manifiesto a fines de los años 1920 con referencia a los distintos barrios de la ciudad³⁵”.

Por otra parte, el nivel de centralidad y accesibilidad que adquirieron las estaciones ferroviarias, propició la creación en su interior de tiendas, restaurantes, exposiciones, farmacias, hoteles, salas de espera ... Este nivel de centralidad y accesibilidad se ve reflejado en el espacio urbano más próximo a las estaciones, en donde se suelen instalar hoteles, supermercados o cines³⁶. Se puede decir que el ferrocarril ha impulsado el crecimiento urbano, la interrelación entre ciudades y la cohesión del territorio. Pero también ha favorecido una serie de corredores de tránsito frente a otros y ha jerarquizado el territorio. La radialidad de una red ferroviaria puede llevar a la dependencia de todo el

territorio hacia unos pocos núcleos centrales. Por ello, el desarrollo ferroviario ha de procurar ser reticular, y abarcar la máxima superficie posible de terreno, de forma homogénea y favoreciendo el policentrismo tanto urbano como intraurbano para que las actividades se localicen uniformemente por el espacio y no propicie las dependencias territoriales que generan vulnerabilidad.

10.2.2. Integración del ferro-carril en el medio urbano

La implantación del ferro-carril en el medio urbano suele conllevar cambios urbanísticos de gran importancia, tanto en el entorno directamente afectado por la estación, como en el esquema estructural de la ciudad. Hay que tener en cuenta que, por lo general, el ferro-carril se ha implantado en las periferias urbanas, debido a la dificultad de acceder al centro sin provocar perturbaciones graves en la estructura urbana atravesada. En un primer momento, se configuraban dos áreas céntricas en la ciudad, alrededor del centro histórico y alrededor de la estación del ferro-carril. Se producía un efecto de renovación urbana al existir un crecimiento urbano entre ambos centros. El posterior crecimiento urbano de los ensanches convirtió en localizaciones céntricas las, anteriormente periféricas, estaciones ferro-viarias. El ferro-carril condicionaba así el crecimiento de la ciudad y se dotaba de equipamientos y servicios en los alrededores de sus estaciones, favoreciendo, de este modo, unas determinadas áreas de la ciudad frente a otras. De hecho, se suele recomendar proyectar en los entornos afectados por una estación ferro-viaria, urbanizaciones de media y alta densidad de uso residencial o terciario, siempre y cuando no se vea afectado el suelo protegido. También los grandes equipamientos atractores de demanda de transporte, como las universidades, los hospitales o los centros comerciales deben tener siempre asegurada su conexión con la red de transporte de alta capacidad.

La repercusión de la implantación del ferro-carril es tan grande, que es posible aprovechar la ubicación de la estación para realizar actuaciones desde la administración, gracias a la reclasificación de suelo urbano, con el fin de destinarlo a fines sociales o a la construcción de vivienda protegida. Pero no todas las repercusiones que genera el ferro-carril en su tránsito por el medio urbano son positivas. Uno de los efectos más notorios de la implantación del ferro-carril en un medio urbano es el efecto barrera producido por las vías, que normalmente condiciona el crecimiento de los ensanches. Por ello, la planificación urbana debe tener en cuenta el desarrollo conjunto de las infraestructuras de transporte, con el crecimiento urbanístico de la ciudad y ello no siempre es fácil, ya que

las líneas ferro-viarias tienen limitaciones topográficas que impiden su desarrollo de forma homogénea por todo el territorio.

Las diferentes administraciones públicas se han ocupado de resolver los problemas derivados de la construcción de un sistema ferro-viario en un espacio urbano concreto y actualmente una de las problemáticas más acusadas es la reconversión de espacios ferro-viarios que sufren obsolescencia localizados en áreas estratégicas de la ciudad y que ofrecen grandes posibilidades urbanísticas.

Actualmente los procesos urbanizadores son cada vez más intensos y es cada vez más necesaria la comunicación entre los diferentes núcleos urbanos así como la comunicación intraurbana. En un área urbana se distinguen dos zonas con diferentes grados de transición entre ellas. La zona interior posee una urbanización intensiva y corrientes densas de tráfico mientras que la zona exterior genera tráfico pero posee débiles flujos. Lo más recomendable es que las terminales ferro-viarias se ubiquen dentro de la zona interior, procurando que los transbordos a otros medios de transporte sean lo más rápidos y fáciles posibles, las frecuencias sean las adecuadas a la cantidad de usuarios y se minimice el impacto ambiental y las interferencias con el espacio urbano circundante. Para que esto sea posible se ha de planificar correctamente la capacidad de las líneas terminales así como su señalización y trazado, y se ha de procurar separar el tráfico ferro-viario de distinta naturaleza, distinguiendo entre los recorridos de cercanías, los de largo recorrido y los de mercancías. También es importante que haya instalaciones auxiliares en las terminales (información, expedición de billetes, facturación de equipajes, medios mecánicos de transporte vertical...) y que éstas estén coordinadas con los modos de transporte contiguos para facilitar el intercambio modal. En cuanto a los servicios de mercancías se refiere, es recomendable que las terminales se instalen en las periferias de las áreas interiores, porque normalmente suelen estar destinadas a uso industrial (normalmente se accede mediante apartaderos directos a dichas zonas). En estas terminales se ha de procurar crear centros de convergencia de cargas haciendo que la transferencia a otros modos sea sencilla y lo más económicamente posible, intentando evitar las rupturas de carga en el transporte.

Si la integración del ferro-carril en el medio urbano es la adecuada, existirá un bajo impacto ambiental, un mayor rendimiento energético por unidad transportada, una menor ocupación del espacio y una adecuada descongestión de la red viaria urbana. Para que la integración sea total se ha de procurar ubicar las estaciones de pasajeros en las áreas más céntricas y las estaciones de mercancías en las más periféricas. Se ha de intentar eliminar los tráficós pesados que congestionan las estaciones de mercancías y hacer de las estaciones lugares más accesibles. Los intercambiadores a su vez han de planificarse conjuntamente con la red viaria para ubicar estratégicamente los aparcamientos disuasorios y procurar que el área circundante tenga una buena oferta de equipamientos y servicios. Según indica M. Benabent Fernández de Córdoba, la integración del ferro-carril y la ciudad debe poner fin a las discontinuidades urbanas que provoca el efecto barrera del ferro-carril, con planes territoriales que sean viables económicamente y en los que la inversión pública esté presente (las compañías ferro-viarias suelen disponer de recursos limitados)³⁷.

Las propuestas existentes para la integración del ferrocarril en la ciudad son el paso a nivel, el paso a distinto nivel, la cobertura del ferrocarril, el cambio de la cota de vía, el cambio de cota de la urbanización y el soterramiento de la vía. El paso a nivel establece el borde del ferrocarril como un elemento lineal que usualmente está vallado si el ferrocarril está al nivel del suelo o amurallado si está elevado sobre el nivel del suelo. Esto produce un efecto barrera en la ciudad. Otra solución existente a la inserción del ferrocarril en la ciudad es el paso a distinto nivel, superior o inferior respecto al nivel del suelo, que no suele afectar en demasía a la explotación ferroviaria aunque reduce el nivel de posibilidades de circulación del transeúnte. La cobertura del ferrocarril es ampliamente más costosa y requiere de actuaciones de mayor envergadura. Se suele realizar dicha actuación si la cota de las vías está por debajo del nivel del suelo. En caso contrario se multiplicaría el efecto barrera del ferrocarril. Otras medidas a adoptar son el cambio de cota de la vía o de la urbanización adyacente. El cambio de cota de vía resulta compleja debido a determinados condicionantes técnicos que tiene el ferrocarril (el ferrocarril posee una pendiente máxima de entre 20 y 40 milésimas de metro) que limitan la posibilidad de realizar dicha actuación. Por otra parte el cambio de cota de la urbanización se suele presentar como un paso de vías a distinto nivel y no posee el nivel de complejidad que supone cambiar el nivel de la vía. Por último, el soterramiento es percibido como la solución óptima a todos los niveles ya que elimina el efecto barrera y libera espacio que

puede ser reutilizado aunque es sin duda la solución más costosa³⁸ (como indican M. Melis Maynar y F.J. González Fernández).

El ferro-carril y la ciudad han tenido una larga trayectoria de encuentros y desencuentros. El ferro-carril condiciona el desarrollo urbano, lo coarta con su efecto barrera y lo impulsa con el efecto atractor de sus estaciones que al mismo tiempo dividen a la ciudad en áreas de mayor o menor centralidad. La planificación urbana debe contemplar el desarrollo ferro-viario y el desarrollo urbano como las dos caras de una misma moneda puesto que los procesos sinérgicos que se producen entre los dos son constatables y evidentes. En las áreas urbanas donde no se planificó convenientemente las repercusiones que supondría la instalación ferro-viaria se han de acometer costosas operaciones de integración del ferro-carril en el medio urbano o de renovación urbana por la desmantelación de líneas obsoletas. Las dificultades técnicas de la intervención sobre trazados consolidados y las oportunidades de rentabilidad inmobiliaria son algunas de las consecuencias de la imbricación entre ciudad y ferrocarril.

10.3. PERCEPCIÓN SOCIAL DEL TRANSPORTE Y DE LA CIUDAD

El transporte posee una dimensión social de gran importancia. En especial el transporte público que permite la interacción de amplios y dispares grupos sociales y conforma una red de estaciones con especial importancia en la trayectoria vital del individuo o en su memoria histórica colectiva. La percepción de las diferentes realidades sociales de la urbe permite configurar nuestro propio mapa mental de la ciudad. Pero dicho mapa está influenciado por diversos condicionantes físicos y sociales que pueden desfigurar nuestra imagen de la realidad y alterar los comportamiento, las pautas de movilidad y los hábitos de consumo. Por ello, los estudios de la percepción deben ser una herramienta de análisis valorada dentro de los estudios de transporte, por cuanto analizan comportamientos sociales que no podrían ser explicados de otro modo.

10.3.1. La dimensión social del transporte

El uso de un medio u otro de transporte está motivado en buena medida por la percepción que se tiene de dicho medio. Concretamente, en el caso del transporte público , el usuario

tiene en cuenta la calidad de las instalaciones de transporte en función de su disponibilidad, fiabilidad, seguridad, imagen y coste. Los parámetros que más se suelen valorar son el cumplimiento de la programación del servicio y la cobertura de los intervalos de forma regular (teniendo en cuenta las horas punta y horas valle a lo largo del día y adecuando la velocidad comercial en base a eso). Otros parámetros valorados suelen ser la disposición de trenes e instalaciones (escaleras mecánicas...), la fiabilidad de los trenes e instalaciones, la calidad de la vía , el grado de limpieza y la atención prestada a las reclamaciones de los usuarios así como a la inseguridad ciudadana , el vandalismo y el fraude³⁹. Si el transporte cumple satisfactoriamente estos parámetros, el usuario se verá atraído hacia la utilización del transporte público. La percepción que tiene el usuario del transporte público lo motivará a utilizarlo, pero al hacerlo, su percepción del entorno comenzará a ser influida. En un transporte de uso colectivo como puede ser el metro , el contacto social favorece el reconocimiento de la alteridad y de la diversidad cultural y acerca al usuario a realidades sociales de las que no tendría conocimiento si no viajase en ese medio. El uso del transporte público puede tejer la historia de los espacios vitales de una persona. Los recorridos que se realizan suelen ser cotidianos y están impregnados de forma indeleble en la memoria del individuo. Unas determinadas estaciones pueden retrotraer a momentos felices o desgraciados en la historia vital de un ser humano mientras que otras hacen referencia a sucesos históricos de gran trascendencia social como algunas efemérides que han calado profundamente en el imaginario colectivo. Un ejemplo sería la estación Waterloo de Londres, situada en un área céntrica de la ciudad. A medida que el pasajero se aleja del centro, las estaciones suelen adoptar nombres relacionados con la topografía del terreno, perdiendo así su impronta histórica. Marc Augé lo describía de la siguiente forma: “La frecuentación del metro nos enfrenta ciertamente con nuestra historia, y esto en más de un sentido. Nuestros itinerarios de hoy se cruzan con los de ayer, trozos de vida de los que el plano del metro, en la agenda que llevamos en nuestro corazón, sólo deja ver su canto, el aspecto a la vez más espacial y más regular , pero de los que nosotros sabemos bien que todo se cifraba allí o que (no existiendo ningún tabique de separación, a veces para nuestro mayor malestar) todo se esforzaba por distinguir al individuo de quienes lo rodean, nuestra vida privada de nuestra vida pública, nuestra historia de la de los demás. Pues nuestra propia historia es plural: los itinerarios del trabajo cotidiano no son los únicos que conservamos en la memoria, y un determinado nombre de estación que durante mucho tiempo no fue para nosotros más que otro nombre cualquiera (punto de referencia convenido en una serie invariable), revistió de pronto una significación sin precedentes , símbolo de amor o de desgracia. Cerca de los hospitales se encuentra siempre el puesto de un florista, una empresa de pompas fúnebres y una estación de metro. A toda estación se une también una pluralidad de recuerdos irreductibles entre sí, recuerdos de esos raros instantes, como decía Stendhal, “por los cuales vale la pena vivir”. La carga

de cada uno de ellos, semejante a la de los otros aunque difiera de ellas, es llevada únicamente y durante un tiempo por una o dos conciencias singulares cuya secreta pasión, hace poco o hace mucho, debe de haber seguido los caminos subterráneos del metropolitano. Los caminos del metro, como los del Señor, son impenetrables: uno no cesa de recorrerlos, pero toda esta agitación sólo cobra sentido a su término, en la sabiduría transitoriamente desencantada de una mirada retrospectiva. Hablar de metro es pues hablar ante todo de lectura y de cartografía⁴⁰.”

Por tanto, el transporte, y especialmente, el transporte público, permite trazar los hilos de la madeja de nuestra historia y unir a la sociedad confrontando y compartiendo realidades diversas y transitando por espacios que evocan una historia común compartida que cohesionan el conjunto social. Este fenómeno solo es posible comprenderlo si se tienen en cuenta los estudios realizados acerca de la percepción.

10.3.2. La dimensión perceptual de la ciudad

El interés por los análisis de la percepción comenzó a finales de los años 50 del siglo XX en Europa (Hagerstrand ya creó en 1.957 los primeros mapas mentales) y en los años 60 del siglo XX en EEUU (Lowenthal , Lynch y Gould fueron algunos autores que se interesaron por los estudios de la percepción. Gould usaba mapas mentales para definir el grado de atracción de un área. Este autor llamaba isoperceptas a aquellas isolineas que trazaban puntos o lugares percibidos de forma semejante, ya sea bueno-malo-regular...) a raíz de la preocupación por la ocupación humana de determinados lugares susceptibles de desastre ecológico. Las medidas de protección de determinadas áreas acercaban a los habitantes aún más a sus proximidades debido a la errónea percepción de que el peligro se había eliminado. Posteriores estudios sobre sequía, contaminación, nevadas... afirmaron el hecho de que la población no distinguía claramente los años más secos o con mayores nevadas, sino que su percepción estaba influenciada por cómo se había vivido ese fenómeno concreto en un momento dado. Por ello se crearon los estudios de la percepción, porque son importantes para saber el grado de distorsión de la población sobre un fenómeno concreto de la realidad.

Se crearon diversos modelos, como el modelo de Brookfield, que dice que un individuo o un grupo de individuos, al llegar a un medio con una determinada información, pueden evaluar el medio real y recrear una imagen formando un medio perceptivo. La toma de

decisiones que modifican el medio real van modificándolo y acercándolo cada vez más al medio percibido. Las acciones se realizan en base al modelo percibido, pero las repercusiones recaen sobre el medio real. Otro modelo, el modelo de Downs, es similar al de Brookfield, pero enfatiza la fase de creación de la imagen del medio perceptivo, indicando que la información obtenida por los receptores perceptuales que pasan por el tamiz de los valores individuales y colectivos, conforman una imagen del medio que da lugar a una toma de decisiones y comportamientos sobre el medio real, generando a su vez nueva información que será de nuevo analizada. También el autor Joseph Sonnenfeld habló del medio geográfico como el medio externo al individuo, el medio operacional como aquel donde realiza sus actividades y el medio perceptivo como una parte de ese medio operacional (ya que no todo es perfectamente percibido por el individuo). El medio del comportamiento sería un fragmento del medio perceptivo que impulsa o provoca una determinada acción o comportamiento. En general, cuanto más alejado está del individuo, menos percibido es un espacio, según este autor⁴¹. El autor J. Estébanez Álvarez indicaba que la percepción del medio varía según el observador. En la definición de la percepción, el grupo social, la edad, así como la perturbación o disminución de las habilidades perceptuales de un individuo, pueden alterar la imagen de su entorno. En las percepciones individuales la imagen del mundo exterior es más limitada que la formada por el conjunto de su sociedad o grupo, pero la percepción de su espacio personal es más compleja, ya que está influenciada por sentimientos, experiencias, creencias y sensaciones personales, a su vez influenciadas por la propia cultura que conforma una imagen mental única del espacio. El espacio, a su vez, puede clasificarse en tres tipos: el personal (el cotidiano y el que se siente como propio), el espacio ocasional (que puede ser sectores de nuestra ciudad que apenas visitamos), y el espacio percibido como alejado⁴². En cuanto al espacio percibido se refiere, resulta vital la comparación entre las imágenes mentales (Los métodos de obtención de imágenes mentales pueden ser directas por medio de entrevistas, o indirectas por medio de la literatura o el material gráfico) y las imágenes reales para determinar la desviación de dichas imágenes mentales del mundo real y poder confeccionar hipótesis.

En los mapas mentales se tiende a acrecentar aquello más cercano y conocido mientras que la carencia de accesibilidad a un lugar se percibe como negativo. Las distancias aumentan si aumentan los estímulos que puedan encontrarse en el trayecto y, de hecho, los lugares que son percibidos como más agradables se perciben más cercanos de lo que

son en realidad (espacio hodológico). El entorno directo de una vivienda constituye el espacio más frecuentado y conocido por sus habitantes y la disposición y tipología de sus calles son uno de los factores principales que definen el sentimiento de unión a un área. El tráfico, la contaminación y las condiciones de habitabilidad del viario condicionan fuertemente la percepción de ese espacio como positivo o negativo y , de hecho, la ciudad tiende a simplificarse y rectangulizarse y se suelen dividir las vías en principales y secundarias. Según Kevin Lynch la imagen mental del espacio es individual pero parecen existir coincidencias entre individuos de un mismo grupo⁴³. Kevin Lynch divide la ciudad en cinco elementos: las sendas, los bordes, los mojones, los nodos y los barrios. Las sendas son las calles, callejones, avenidas y lugares de tránsito. Los bordes son las referencias laterales y los límites de la ciudad. Los nodos son los lugares estratégicos o de encuentro y confluencia. Los mojones son espacios de referencia donde el transeúnte no puede transitar como en los nodos, es decir, son monumentos, elementos físicos de referencia, como montañas o árboles o elementos visuales distintivos como señales etc. Los barrios son secciones de la ciudad que constituyen el espacio vital del transeúnte y usualmente se le describe desde dentro, a menos que sea visible desde fuera. El subterráneo, por regla general, permanece desconectado del resto de la ciudad, excepto en lugares de acceso.

La interacción entre los elementos es importante, ya que la alteración de un solo elemento provoca la distorsión en la percepción del conjunto, aunque depende de la importancia del elemento. La imagen de la ciudad resulta muchas veces confusa e inconexa y más que una única imagen existen varias superpuestas que conforman diversas realidades de un mismo espacio⁴⁴. Y además puede llegar a haber grandes distorsiones entre la imagen real y la imagen percibida en función de varios factores. Según algunos estudios, estar expuesto a demasiados estímulos perceptivos o a demasiados pocos produce el efecto de no analizar bien el fenómeno. En una ciudad se tiende a recordar los aspectos estructurales (edificios, calles, nodos...) en contraposición de los naturales, mientras que los aspectos sociales de la ciudad se perciben en función del entorno afectivo y del nivel de densidad de población de la zona. Se suele identificar el centro de la ciudad con la ciudad monumental y no con los grandes centros comerciales, especialmente en personas cultas o con gran peso en las actividades económicas de la ciudad. Esto ocurre porque se identifica el centro con el pasado ya inexistente y no con los auténticos polos de concentración urbana. También otros estudios han revelado que la percepción de la ciudad

cambia en base al estatus socio-económico. Los habitantes de los guettos tienen una visión limitada del espacio urbano, al contrario que los habitantes de las zonas con mayores ingresos que poseen una visión espacial más amplia. Hay que tener en cuenta que cuanto más grande es la aglomeración mayor parece su centro para los habitantes de la periferia. El centro constituye un elemento fundamental en el imaginario colectivo pero existen diferencias dependiendo del estatus social del individuo o de las diferencias entre hombres y mujeres. De hecho las mujeres destacan los centros comerciales mientras que los hombres destacan las oficinas o los aparcamientos⁴⁵. Según A. López Gay y J. Recaño Valverde, la atracción por el centro es tan grande que se suelen localizar en la ciudad central los segmentos de la población con mayor nivel de instrucción y de mayor nivel socioeconómico, mientras que los segmentos sociales y económicamente más deprimidos tienden a abandonar las áreas centrales. Las parejas suelen abandonar estas áreas con mayor asiduidad para poder poseer una vivienda en propiedad de dimensiones superiores a los 80 m², mientras que las personas solteras pueden permanecer en las áreas céntricas gracias al alquiler o a la compra de viviendas de dimensiones reducidas. Aunque ocurre en ocasiones que algunos centros urbanos son complejos, como el de Barcelona, que al mismo tiempo alberga a profesionales de alta cualificación y a inmigrantes de muy baja cualificación. Ambos grupos sociales tienen estrategias residenciales opuestas, ya que los segundos rara vez pueden acceder a la compra de una vivienda⁴⁶. Este hecho constata cómo la imagen que se tiene de un espacio puede producir procesos que acaben alterando el espacio en sí mismo. Aunque también ocurre que la imagen de la ciudad puede cambiar sin hacerse cambios morfológicos en ella, aunque sí ideológicos. En la Revolución francesa, los espacios y edificios ligados a la monarquía se percibieron como espacios negativos, en cambio los ligados a los revolucionarios como El Campo de Marte se revalorizaron. En la Cuba revolucionaria, los edificios y barrios exclusivos y de alto standing de la Habana fueron abiertos a toda la población, contribuyendo a ampliar la imagen de la ciudad de gran parte de la población⁴⁷. La actual creación de espacios cada vez más homogéneos dificulta la creación de una imagen del espacio urbano y hace cada vez más difusa la identificación del individuo con dicho espacio⁴⁸.

En definitiva, la percepción del espacio depende de condicionantes de carácter personal, vivencial, social, económicos y territoriales que dibujan el mapa en el que vive cada una de las personas. Dicha percepción del espacio puede alterar el propio esquema del

territorio ya que el comportamiento de los grupos sociales se ve determinado por la forma en la que perciben su entorno y no tanto en la realidad intrínseca de dicho entorno.

10.3.3. Estudio de caso: mapas mentales de Barcelona

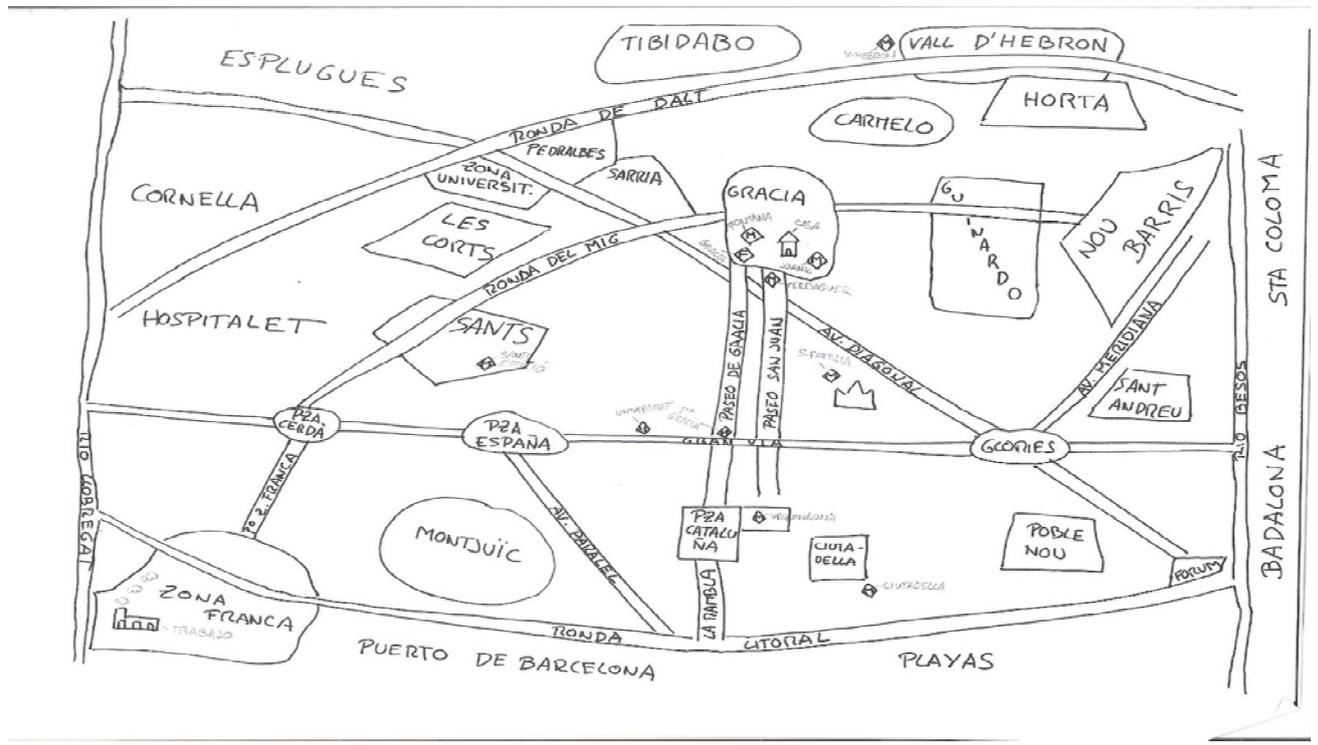
Un mapa mental es una herramienta que permite conocer la percepción que se tiene de un espacio. Kevin Lynch describía la forma en la que se debía confeccionar un mapa perceptual o mental. Se suele partir de líneas familiares y luego se bifurcan en líneas de menor grado. Posteriormente se dibuja el contorno definitorio y se reproduce la red básica del viario. Por último se segmenta el espacio en núcleos y se señalan las relaciones entre ellos. Es importante realizar este proceso partiendo del núcleo familiar que es el espacio más conocido⁴⁹.

Para el presente capítulo, se han confeccionado diversos mapas mentales sobre la ciudad de Barcelona (figuras 10.4, 10.5, 10.6, 10.7, 10.8, 10.9, 10.10 y 10.11 del volumen II de anexos y figuras 10.2 y 10.3) para poder llegar a conclusiones de relevancia sobre la percepción de la ciudad. Lamentablemente solo se han podido confeccionar ocho mapas, por lo que los datos recabados no pueden ser considerados como datos de relevancia, aunque si merece la pena describir someramente las principales conclusiones a las que se ha llegado al respecto. La identificación del barrio como un elemento singular de un espacio concreto de la ciudad no es claramente percibido por la mayoría de las personas que han confeccionado los mapas, aunque la distinción del barrio donde suele residir cada uno de los autores suele remarcar. Las sendas más habituales en estos mapas son las principales arterias de la ciudad. Ni siquiera se cartografían las calles más próximas a la vivienda. Destacan la Gran Vía, las Ramblas, la Diagonal y la Avenida Meridiana. Son pocos los nodos dibujados, pero destacan Plaza Cataluña, Plaza de las Glorias, Urquinaona y Plaza España. Tampoco se cartografían los nodos de importancia más cercanos al domicilio de los encuestados. En cuanto a los mojones, destacan la Sagrada Familia, la Catedral y el Tibidabo como máximos exponentes. Por último, los bordes de la ciudad son más confusos. Si bien hay mapas donde se reflejan claramente los ríos Besòs y Llobregat, la sierra de Collserola, y los municipios de Badalona, l'Hospitalet de Llobregat, Esplugues o Cornellà, estos mismos lindes no son siquiera tenidos en cuenta en otros mapas y en algunos, incluso, forman parte misma de la ciudad de Barcelona.

Se puede decir, a nivel general, que no existen grandes diferencias en la percepción de la ciudad por parte de los encuestados. Todos tienen una idea global y general de la ciudad en la que viven, de sus sendas principales, sus nodos más transitados y sus referentes monumentales. Sin embargo, la inclusión de Barcelona en un área metropolitana más extensa diluye los límites de la urbe y en función de si el encuestado vive dentro o fuera de Barcelona, dichos límites suelen concretarse más o menos. En general si el encuestado vive en la periferia de Barcelona o fuera de ella tiende a remarcar más los límites con la ciudad.

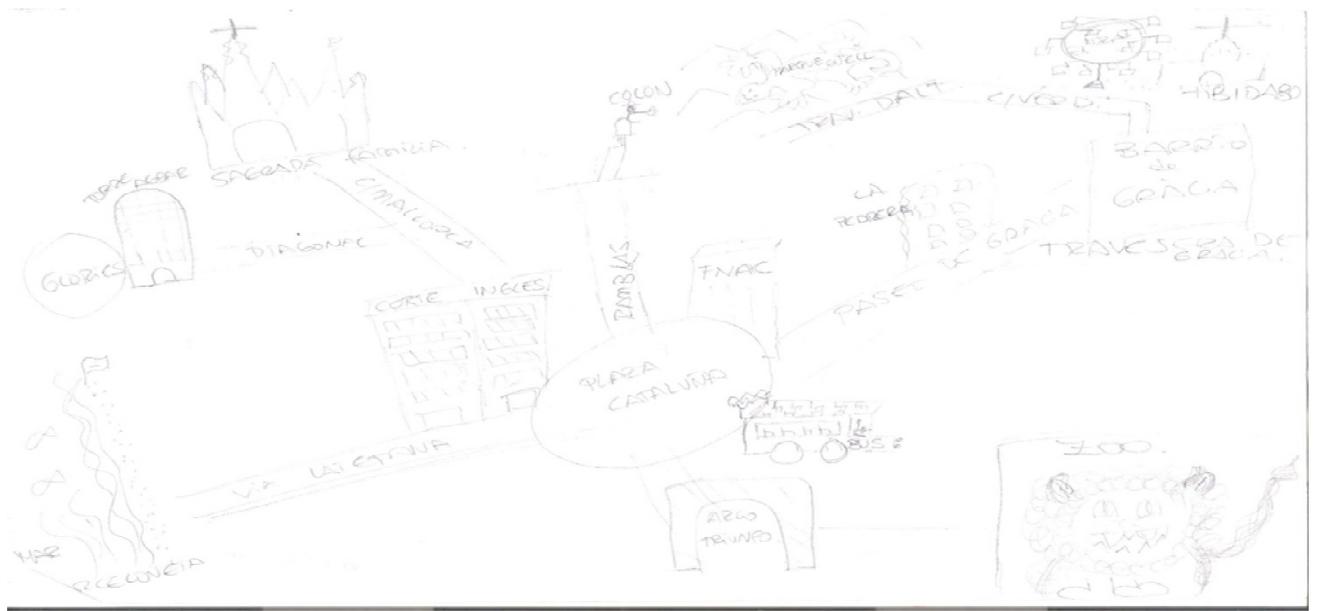
Como conclusión se puede afirmar que el transporte, y especialmente, el transporte público, permite trazar los hilos de la madeja de nuestra historia y unir a la sociedad confrontando y compartiendo realidades diversas y transitando por espacios que evocan una historia común compartida que cohesionan el conjunto social. Este fenómeno solo es posible comprenderlo si se tienen en cuenta los estudios realizados acerca de la percepción.

Figura 10.2. Mapa mental de Barcelona.



Fuente: elaborado por Miguel Ángel Campos Aquino. Corresponde con la figura 10.8 del volumen II de anexos.

Figura 10.3. Mapa mental de Barcelona.



Fuente: elaborado por Nuria Conejo Martelo. Corresponde con la figura 10.9 del volumen II de anexos.

Notas del capítulo 10

¹MIRALLES GUASCH, C. *Transport i ciutat. Una reflexió sobre la Barcelona contemporània*. Director: Antoni Tulla Pujol. Universitat Autònoma de Barcelona. Departament de Geografia. 1996. < <http://www.tesisenred.net/handle/10803/4986> > [ISBN: 9788469202661].

²HERCE VALLEJO, M. y MIRÓ FARRERONS, J. *El soporte infraestructural de la ciudad*. Barcelona : UPC. 2002. 175 pp. [ISBN: 8483016338].

³MIRALLES GUASCH, C. *Transport i ciutat. Una reflexió sobre la Barcelona contemporània*. Director: Antoni Tulla Pujol. Universitat Autònoma de Barcelona. Departament de Geografia. 1996. < <http://www.tesisenred.net/handle/10803/4986> > [ISBN:9788469202661].

⁴MUMFORD, L. *La ciudad en la historia: sus orígenes, transformaciones y perspectivas*. Buenos Aires: Infinito. 1966.

⁵BORJA, J. Y CASTELLS, M. *Local y global: la gestión de las ciudades en la era de la información*. Madrid: Taurus. 1997. 418 pp. [ISBN: 8430602690].

⁶HERCE VALLEJO, M. y MIRÓ FARRERONS, J. *El soporte infraestructural de la ciudad*. Barcelona : UPC. 2002. 175 pp. [ISBN: 8483016338].

⁷UREÑA FRANCES, J.M. y DÍAZ MÁRQUEZ, S.E.. “El estudio del papel de los intercambiadores de transporte: revisión y propuesta metodológica”. Madrid: *Boletín de la A.G.E.*, 2006, núm. 54. pp. 29-56. < <http://www.boletinage.com/54/02%20AGE%2054.pdf> > [ISSN: 0212-9426].

⁸ORTIZ CHAO, C. y GARNICA MONROY, R. “La accesibilidad espacial en la definición de los espacios inteligentes”. Barcelona: *ACE*. UPC, 15 de febrero de 2008, año II, núm. 6. < http://upcommons.upc.edu/revistes/bitstream/2099/4497/1/10_CLAUDIA.ORTIZ.pdf > [ISSN: 1886-4805].

⁹NOGUÉS LINARES, S., SALAS OLMEDO, H. “Modelos de crecimiento urbano. Estrategias de planificación y sostenibilidad en Cantabria”. Barcelona: *ACE*. UPC, febrero de 2010, año 4, núm. 12, pp. 43-58. < <http://upcommons.upc.edu/revistes/handle/2099/8552?locale=es> > [ISSN: 1886-4805].

¹⁰JANÉ SOLÁ, J. (edit). *El transporte colectivo urbano en España*. Barcelona: Ariel. 1972. 342pp.

¹¹SUBERO MUNILLA, J.M. *Métodos de análisis de la eficacia espacial de las redes de transporte colectivo de infraestructura fija, ensayo de indicadores de oferta*. Director: Manuel Herce Vallejo. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d'Infraestructura del Transport i del Territori. 2009. < <http://www.tesisenred.net/handle/10803/6630> > [ISBN: 9788469312483].

¹²SOLÁ-MORALES RUBIÓ, M. *Las formas de crecimiento urbano*. Barcelona: UPC. 1997. 196 pp. [ISBN: 8483011972].

¹³CAPEL, H. *Los ferro-carriles en la ciudad. Redes técnicas y configuración del espacio urbano*. 1º edición. Madrid: Fundación de los Ferrocarriles Españoles. 2011. 224 pp. Pag.8. [ISBN: 9788489649675].

¹⁴VALENZUELA MONTES, L.M. “El marco territorial de las infraestructuras de transporte: accesibilidad, planificación y efectos”. Granada: Centro de Estudios Municipales y de Cooperación Interprovincial, 1998. 167 pp. [ISBN: 848828232X].

¹⁵RAMÍREZ CARRASCO, F. *Valoración de la congruencia espacial entre la actividad residencial y terciaria en el centro urbano de Barcelona*. Director: Josep Roca Cladera. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament de Construccions Arquitectòniques. 2003. < <http://www.tesisenred.net/handle/10803/6109> > [ISBN: 8468819433].

¹⁶SALDARRIAGA OSPINA, C.A. *Los valores urbanos de las nuevas centralidades*. Director: Malcolm C. Burns. Universitat Politècnica de Catalunya. CPSV. 2010. < http://www.cpsv.upc.es/tesis/TM10presentacio_saldarriaga.pdf >.

¹⁷RAMÍREZ CARRASCO, F. *Valoración de la congruencia espacial entre la actividad residencial y terciaria en el centro urbano de Barcelona*. Director: Josep Roca Cladera. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament de Construccions Arquitectòniques. 2003. < <http://www.tesisenred.net/handle/10803/6109> > [ISBN: 8468819433].

¹⁸SALDARRIAGA OSPINA, C.A. *Los valores urbanos de las nuevas centralidades*. Director: Malcolm C. Burns. Universitat Politècnica de Catalunya. CPSV. 2010. < http://www.cpsv.upc.es/tesis/TM10presentacio_saldarriaga.pdf >.

¹⁹RAMÍREZ CARRASCO, F. *Valoración de la congruencia espacial entre la actividad residencial y terciaria en el centro urbano de Barcelona*. Director: Josep Roca Cladera. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament de Construccions Arquitectòniques. 2003. < <http://www.tesisenred.net/handle/10803/6109> > [ISBN: 8468819433].

²⁰SALDARRIAGA OSPINA, C.A. *Los valores urbanos de las nuevas centralidades*. Director: Malcolm C. Burns. Universitat Politècnica de Catalunya. CPSV. 2010. < http://www.cpsv.upc.es/tesis/TM10presentacio_saldarriaga.pdf >.

Capítulo 10. Interacción urbe-transporte: transformación urbanística, impacto ambiental y percepción social del transporte

²¹RAMÍREZ CARRASCO, F. *Valoración de la congruencia espacial entre la actividad residencial y terciaria en el centro urbano de Barcelona*. Director: Josep Roca Cladera. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament de Construccions Arquitectòniques. 2003. < <http://www.tesisenred.net/handle/10803/6109> > [ISBN: 8468819433].

²²SERRANO MARTÍNEZ, J.M. “Hacia una red mallada de vías rápidas de gran capacidad. El nuevo plan estratégico de infraestructuras y transporte”. Madrid: *Boletín de la A.G.E.*, 2007. núm.43 . pp. 173-196. < http://www.boletinage.com/43/09_SERRANO.pdf > [ISSN 0212-9426].

²³HERCE VALLEJO, M. y MIRÓ FARRERONS, J. *El soporte infraestructural de la ciudad*. Barcelona : UPC. 2002. 175 pp. [ISBN: 8483016338].

²⁴Informe Bruntland de 1987, citado por Sorribes en 2001 cit. en QUERALTÓ ROS, P. *Aportación metodológica de la tecnología SIG en el cálculo de indicadores a escala urbana*. Director: Pilar García Almirall. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament de Construccions Arquitectòniques I. 2008. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/11747> >.

²⁵Camagni, 1999 cit.en QUERALTÓ ROS, P. *Aportación metodológica de la tecnología SIG en el cálculo de indicadores a escala urbana*. Director: Pilar García Almirall. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament.

²⁶HERCE VALLEJO, M. y MIRÓ FARRERONS, J. *El soporte infraestructural de la ciudad*. Barcelona : UPC. 2002. 175 pp. [ISBN: 8483016338].

²⁷VALENZUELA MONTES, L.M. “El marco territorial de las infraestructuras de transporte: accesibilidad, planificación y efectos”. Granada: Centro de Estudios Municipales y de Cooperación Interprovincial, 1998. 167 pp. [ISBN: 848828232X].

²⁸NOGUÉS LINARES , S., SALAS OLMEDO, H. “Modelos de crecimiento urbano. Estrategias de planificación y sostenibilidad en Cantabria”. Barcelona: *ACE*. UPC, febrero de 2010, año 4, núm. 12, pp. 43-58. < <http://upcommons.upc.edu/revistes/handle/2099/8552?locale=es> > [ISSN: 1886-4805].

²⁹NOGUÉS LINARES , S., SALAS OLMEDO, H. “Modelos de crecimiento urbano. Estrategias de planificación y sostenibilidad en Cantabria”. Barcelona: *ACE*. UPC, febrero de 2010, año 4, núm. 12, pp. 43-58. < <http://upcommons.upc.edu/revistes/handle/2099/8552?locale=es> > [ISSN: 1886-4805].

³⁰NOGUÉS LINARES , S., SALAS OLMEDO, H. “Modelos de crecimiento urbano. Estrategias de planificación y sostenibilidad en Cantabria”. Barcelona: *ACE*. UPC, febrero de 2010, año 4, núm. 12, pp. 43-58. < <http://upcommons.upc.edu/revistes/handle/2099/8552?locale=es> > [ISSN: 1886-4805].

³¹Diferencias entre ferrocarril y carretera según clasificación de Santiago Hernández Fernández en 1990. Cit. en VALENZUELA MONTES, L.M. “El marco territorial de las infraestructuras de transporte: accesibilidad, planificación y efectos”. Granada: Centro de Estudios Municipales y de Cooperación Interprovincial, 1998. 167 pp. [ISBN: 848828232X].

³²CAPEL, H. “El ferrocarril, el territorio y las redes de ciudades”.*Biblio 3W Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, Vol.XII, nº 717, 15 de abril de 2007. < <http://www.ub.es/geocrit/b3w-717.htm> >. [ISSN 1138-9796].

³³CAPEL, H. *Los ferro-carriles en la ciudad. Redes técnicas y configuración del espacio urbano*. 1º edición. Madrid: Fundación de los Ferrocarriles Españoles. 2011. 224 pp. [ISBN: 9788489649675].

³⁴CAPEL, H. *Los ferro-carriles en la ciudad. Redes técnicas y configuración del espacio urbano*. 1º edición. Madrid: Fundación de los Ferrocarriles Españoles. 2011. 224 pp. Pag.93. [ISBN: 9788489649675].

³⁵CAPEL, H. *Los ferro-carriles en la ciudad. Redes técnicas y configuración del espacio urbano*. 1º edición. Madrid: Fundación de los Ferrocarriles Españoles. 2011. 224 pp. Pag.94. [ISBN: 9788489649675].

³⁶CAPEL, H. *Los ferro-carriles en la ciudad. Redes técnicas y configuración del espacio urbano*. 1º edición. Madrid: Fundación de los Ferrocarriles Españoles. 2011. 224 pp. [ISBN: 9788489649675].

³⁷BENABENT FERNÁNDEZ DE CÓRDOBA, M. *La ordenación del territorio en España: evolución del concepto y de su práctica en el siglo XX*. Sevilla: Universidad de Sevilla. 2006. 455 pp. [ISBN: 8447208699].

³⁸Jiménez Aguilar, J.M. Director de Estudios y Programas (Fundación de los Ferrocarriles Españoles). I . Actuaciones urbanístico – Ferroviarias : referencias para una integración.

³⁹MELIS MAYNAR, M. y GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, F.J. *Ferrocarriles metropolitanos: tranvías, metros ligeros y metros convencionales*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, D.L: Madrid. 2002. 458 pp. [ISBN: 8438002153].

⁴⁰AUGÉ, M. *El viajero subterráneo: un etnólogo en el metro*. 2º edición. Barcelona: Gedisa. 1998. 117 pp. Pag. 20-21. [ISBN: 8474326737].

⁴¹CAPEL, H. "Percepción del medio y comportamiento geográfico". *Revista de geografía*.1973,núm7,pp.58-150.<<http://www.raco.cat/index.php/RevistaGeografia/article/viewFile/45873/56665>> [ISSN: 0048-7708].

⁴²ESTÉBANEZ ÁLVAREZ, J. "Consideraciones sobre la geografía de la percepción". Madrid: *Paralelo 37*. 1977, núm. 1, pp. 5-22. < <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1381057> > [ISSN: 0210-3796].

⁴³CAPEL, H. "Percepción del medio y comportamiento geográfico". *Revista de geografía*.1973,núm7,pp.58-150.<<http://www.raco.cat/index.php/RevistaGeografia/article/viewFile/45873/56665>> [ISSN: 0048-7708].

⁴⁴LYNCH, K. *La imagen de la ciudad*. Infinito: Buenos Aires. 1960. 208 pp.

⁴⁵CAPEL, H. "Percepción del medio y comportamiento geográfico". *Revista de geografía*.1973,núm7,pp.58-150.<<http://www.raco.cat/index.php/RevistaGeografia/article/viewFile/45873/56665>> [ISSN: 0048-7708].

⁴⁶LÓPEZ GAY, A. y RECAÑO VALVERDE, J. "La renovación sociodemográfica de un centro urbano maduro: perfiles migratorios y filtros residenciales en la ciudad de Barcelona". *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2008, vol. XII, núm. 270 (130). < <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-270/sn-270-130.htm> > [ISSN: 1138-9788].

⁴⁷CAPEL, H. "Percepción del medio y comportamiento geográfico". *Revista de geografía*.1973,núm7,pp.58-150.<<http://www.raco.cat/index.php/RevistaGeografia/article/viewFile/45873/56665>> [ISSN: 0048-7708].

⁴⁸ESTÉBANEZ ÁLVAREZ, J. "Consideraciones sobre la geografía de la percepción". Madrid: *Paralelo 37*. 1977, núm. 1, pp. 5-22. < <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1381057> > [ISSN: 0210-3796].

⁴⁹LYNCH, K. *La imagen de la ciudad*. Infinito: Buenos Aires. 1960. 208 pp.

CAPÍTULO 11. FERRO-CARRIL Y CIUDAD: EVOLUCIÓN E INTERRELACIÓN HISTÓRICA

Este capítulo está estructurado en dos apartados. El primer apartado versará sobre la evolución de las redes ferro-viarias y la evolución urbana en Barcelona, así como sobre los planes territoriales que se han llevado a cabo en el área metropolitana de Barcelona y sus repercusiones urbanas, sociales y económicas más importantes. El segundo capítulo analizará pormenorizadamente la vinculación entre las redes ferro-viarias y el desarrollo urbano. Se analizará la relación entre los equipamientos de Barcelona y la configuración de las redes ferro-viarias. También se realizará una comparativa entre el crecimiento urbano de Barcelona y su área metropolitana y el crecimiento de las redes ferro-viarias, valorando también la variación del valor de la vivienda en Barcelona entre 1.950 y 1.980.

11.1. EVOLUCIÓN FERRO-VIARIA, EVOLUCIÓN URBANA Y PLANIFICACIÓN TERRITORIAL

Este apartado está estructurado en dos partes. La primera parte versará sobre la evolución de las redes ferro-viarias y la evolución urbana en Barcelona. La interrelación de ambos elementos es fundamental para entender la dinámica de toda la ciudad.

La segunda parte versará sobre los planes territoriales que se han llevado a cabo en el área metropolitana de Barcelona y sus repercusiones urbanas, sociales y económicas más notorias.

11.1.1. Evolución ferro-viaria y evolución urbana de Barcelona

Como indica R. Alcaide González, en el año 1.848 se inauguró la segunda línea de ferrocarril española (después de la línea La Habana-Güines) y la primera de la España peninsular ,que realizaba un trayecto entre Barcelona y Mataró. En ese momento, la ciudad de Barcelona se hallaba amurallada y existía un enorme hacinamiento de la población en el interior de la muralla. Debido a esto, las primeras estaciones del ferrocarril se situaron extramuros debido a la existencia de esta barrera y al hecho de no existir dentro de la ciudad amurallada espacio suficiente para albergar este tipo de instalaciones. Otro elemento de gran influencia en la disposición de estas primeras líneas, estaciones e instalaciones de ferrocarril fue la Ciudadela. Es conveniente indicar que las infraestructuras en Barcelona transcurren por un espacio muy concreto, debido a las limitaciones y condicionantes del terreno. El llano litoral, la depresión prelitoral y los vallés de los ríos Besòs y Llobregat determinan, en buena medida, el desarrollo infraestructural. Estas infraestructuras se disponían de forma radial en torno a Barcelona y la implantación del ferrocarril ayudó a fortalecer dicha radialidad. Las líneas más importantes tenían como origen a Barcelona y como destinación a Mataró (con dirección hacia Francia), a Martorell (con dirección hacia Tarragona y Valencia), a Granollers (con dirección hacia Girona y Francia) y a Terrassa (con dirección hacia Lleida). Las líneas de Granollers y de Martorell, concretamente, atravesaron el llano barcelonés, por entonces sin urbanizar, de la manera más satisfactoria para las empresas ferroviarias. Ya en 1.854 se derribaron las murallas de Barcelona y en 1.858 se eliminó la consideración de la ciudad como plaza fuerte militar. A partir de ese momento, el llano barcelonés comenzó a urbanizarse. A pesar de que el terreno del llano era ampliamente superior a la ciudad ya constituida, el hecho de que dicho llano estuviese atravesado por multitud de líneas férreas condicionaba el desarrollo urbano de la ciudad. Debido a este hecho¹, los proyectos de ensanche de Barcelona debían incluir dichas líneas ferroviarias en sus diseños². Fue en 1.859, cuando Ildefonso Cerdá diseñó el Plan de Ensanche de 1.859 ,en el cual, las vías ferroviarias estaban integradas en el conjunto del entramado viario. Sin embargo, la construcción del Ensanche no se realizó tal y como Cerdá lo diseñó ya que las empresas privadas modificaron dicho proyecto en base a sus intereses especulativos.

En el proyecto de Docks de 1.863, Cerdá consiguió eliminar aquellas dificultades que el ferrocarril infligía a la circulación viaria. Este proyecto proyectaba una red ferroviaria soterrada que atravesaba la ciudad en diversas direcciones e incluía una ronda ferroviaria que servía de interconector con todas las estaciones de ferrocarril. Al mismo tiempo, se propuso ampliar los muelles de la ciudad y vincularlos con la red ferroviaria para crear una red ferroviaria interna que diese servicio al puerto, al tiempo que lo conectaba con las estaciones de ferrocarril más próximas³. A pesar del correcto diseño del Plan de Docks, éste nunca se llevó a cabo. Debido a ello, las vías férreas presentes en el llano barcelonés continuaron siendo un obstáculo para la urbanización del mismo. La construcción de las líneas ferroviarias estuvo marcada por las fluctuaciones derivadas de las diversas fusiones empresariales que fueron sucediendo y por las trabas administrativas (en todo caso, el derribo de las murallas, de la Ciudadela y la construcción de las líneas ferroviarias motivó la creación de puestos de trabajo). Las compañías ferroviarias actuaban en base a sus intereses particulares, sin tener en cuenta la repercusión negativa que pudiesen ocasionar a la ciudad y a sus habitantes. No les interesaba en absoluto el ordenamiento urbano de la ciudad, su configuración, su expansión urbana y su demografía futura. Una correcta planificación urbana hubiese supuesto un gran desembolso para las compañías y ello no era conveniente para los intereses privados. Por ello, durante el siglo XIX no fue posible coordinar los poderes políticos, económicos y sociales⁴. En cualquier caso, como indica R.Salas, se produjeron avances importantes en la segunda mitad del siglo XIX. El llano barcelonés se urbanizó y los diversos pueblos del llano acabaron fusionándose con el área urbana de Barcelona. Durante esta época se produjo la finalización de la red básica ferroviaria de Barcelona y se procedió a completar el ocho ferroviario. La red básica ferroviaria produjo una concentración industrial en los alrededores de las estaciones (Poble Nou y Clot) y en corredores como el Llobregat y el Besòs. El ferrocarril ayudó a la especialización industrial en ciudades como Martorell, Sabadell, Terrassa, Granollers o Mataró, consolidó los ejes radiales tradicionales y ayudó a la creación de asentamientos cerca de las fábricas. En esta época también se construyó la línea Barcelona-Sarriá. En el Ensanche, el ferrocarril de la calle Balmes dividía la Derecha y la Izquierda (la Derecha del Ensanche era el lugar donde se ubicaba la burguesía, las oficinas y los negocios, mientras que a la Izquierda del Ensanche se ubicaban los trabajadores y las actividades más residuales). Más adelante, en 1.872, el tranvía se implantó en Barcelona. En sus inicios era una red radial e interurbana, gestionada por una gran cantidad de compañías. No era aún un transporte colectivo

masificado ya que el precio del billete era prohibitivo para la clase trabajadora. Sin embargo, el tranvía motivó el desplazamiento y las relaciones de la ciudad en el área del Ensanche al norte de las Ramblas, aunque no supuso, en este período, un impacto decisivo en la construcción del Ensanche⁵. Lo cierto es que la mala gestión de las administraciones a la hora de planificar el encaje de las redes ferro-viarias con el entramado urbano ha creado errores en la planificación urbana, especialmente en la segunda mitad del siglo XIX y su influencia se ha dejado notar en barrios como Sants, el Bon Pastor, la Vía Trajana o las ciudades de Sant Adrià del Besòs y Montcada i Rexach.

Sin embargo, en las dos primeras décadas del siglo XX se produjeron cambios notables en la configuración del ferrocarril y de la ciudad. Se crearon diversos proyectos para insertar las redes ferro-viarias en el conjunto de la ciudad (algunos de los autores que más influencia tuvieron en este período fueron Eduardo Maristany, León Jaussely y Fernando Reyes⁶). Durante esta época se efectuó la construcción ferro-viaria de segundo orden y los tranvías se extendieron. El Ensanche creció notablemente y se consolidó el espacio entre Barcelona y los pueblos del Llano (la anexión municipal se produjo en 1.897). Esta red era de vía estrecha, sus trazos eran más simples que los de la red básica y circulaba a menor velocidad. Solía ser una red de una sola vía y solía estar electrificada. Se prolongó la línea de Sarrià hacia Sant Cugat , Sabadell y Terrassa y se construyó la línea Barcelona-Martorell que transcurría por Sant Boi. En esta época, el ferrocarril influyó en la construcción de ensanches de pequeño tamaño y en la construcción de nuevas urbanizaciones. Se prolongó la línea de ferrocarril de Sarrià (la Floresta, les Planes, Vallvidrera) y ello propició la proliferación de las segundas residencias. Por otra parte, en la línea Barcelona-Martorell se construyeron asentamientos urbanos cercanos a las fábricas instaladas, con el propósito de acoger a los obreros que en ellas trabajaban. Al mismo tiempo, en el interior de Barcelona, los enlaces entre líneas provocaron un efecto barrera que impidió el crecimiento urbano, sobretudo en el este del ensanche (Clot, Poble Nou).

Por otra parte, el uso del tranvía se generalizó, los precios se estancaron y su velocidad aumentó. La estructura se mantuvo prácticamente igual (el centro y el noroeste de la ciudad continuaron siendo las zonas mejor servidas) y ayudó a consolidar el noroeste de la ciudad (Sarrià-San Gervasi), aunque la red de tranvía se estructuró fundamentalmente en el centro de la ciudad (alrededor de Plaza Cataluña)⁷.

Entre 1.920 y la Guerra Civil de 1.936 se produjeron diversos avances significativos en la construcción de la red ferro-viaria. Las primeras redes de metro y bus se crearon en esta época⁸. En los años 20 aumentó el crecimiento urbano de Barcelona, debido a la inmigración y se precisó de alojamientos asequibles. Debido a ello, se construyeron barracas en Montjuïc, Can Tunis u Hostafrancs y se crearon parcelaciones de autoconstrucción que propiciaron nuevas barriadas periféricas como las existentes en Borrás, Roquetes, Trinitat, Baró de Viver o el Monte Carmel⁹. Sin embargo, es probable que la relación que tuvo el ferrocarril en la aparición del fenómeno del barraquismo sea mas bien circunstancial y que se produjese debido a la marginalidad de las áreas afectadas¹⁰. La red ferro-viaria se permeabilizó y se soterró la línea de Balmes, aunque el resto de líneas tardaron en soterrarse. Estas líneas ferroviarias siguieron siendo una frontera para el crecimiento urbano y una delimitación de los espacios industriales. Por otra parte, el tranvía se estancó en su crecimiento y con la aparición del metro (1.924) y el bus, este estancamiento se acrecentó. Sin embargo, el tranvía siguió influyendo en el desarrollo de la ciudad, sobre todo al noroeste de la misma (se consolidaron barriadas en Pedralbes, Vallvidrera y Penitents). Aunque, no obstante, el tranvía consolidó áreas urbanas cuyos habitantes podían costear el trayecto. Por ello, en las barriadas del este de la ciudad, el tranvía dio un servicio insuficientemente al área¹¹. En esta época se crearon diversos planes como el Plan Macià y el Plan de Enlaces Ferroviarios de 1.933. Estos planes pretendían integrar el ferrocarril y la urbe y proponían trazados alternativos, usualmente periféricos, en contraposición con la radialidad y centralidad de la red existente¹².

Más tarde, desde el inicio de la Guerra Civil hasta finales de los años cincuenta del siglo XX, se produjo un período de posguerra previo a la municipalización de los transportes colectivos de Barcelona. En los años cincuenta del siglo XX, la ciudad inició un proceso de extensión urbana. Aumentó el crecimiento del suelo ocupado en barriadas como San Andreu, Torre Baró, Vall d'Hebron y en municipios como Esplugues, Cornellà, Hospitalet, Santa Coloma o Sant Adrià. Las redes de transporte Barcelona se reconstruyeron durante este período, por lo que no hubo un avance significativo en las redes. En este período hubo una desconexión entre el crecimiento urbano y el crecimiento de las redes ferro-viarias. La urbe creció más rápidamente que las redes ferro-viarias, que además estaban estancadas y no proveían de comunicación a amplias áreas de las

barriadas. En 1.941 se creó RENFE que aglomeró la mayoría de las líneas ferroviarias. Se electrificaron algunas líneas y se soterró el ferrocarril que transcurría por la avenida Meridiana. El ferrocarril reforzó la estructura radial del área de influencia de Barcelona. Se crearon urbanizaciones de segunda residencia como Ciutat Florida y Santa María de Montcada que fueron construídas al tiempo que se implantaban las estaciones. También se crearon algunas urbanizaciones de primera residencia, como en Castelldefels, localidad asociada al ocio y al esparcimiento. Se construyeron primeras residencias en los pueblos del Llano y el Baix Llobregat, así como en las bolsas marginales de Barcelona y en determinadas ciudades de la comarca que poseían estación.

Entre finales de los años cincuenta hasta los inicios de los años setenta del siglo XX, la urbe se expandió de forma fuerte pero poco controlada. La política urbana optó por las grandes transformaciones, mediante la construcción de polígonos (en Barcelona en Montbau, La Prosperitat, La Guineueta, San Martí, La Verneda.. y también en la primera corona como en La Mina en San Adrià, el Pomar en Badalona, San Cosme en el Prat, Cinco Rosas en San Boi...). En 1.957, por primera vez, fue mayor la población laboral de Barcelona que la residente. Se produjo la municipalización de los transportes colectivos de la ciudad en 1.957 y el ayuntamiento apostó por la ampliación del metro, promoviendo la eliminación del tranvía y el trolebús. Sin embargo, en este período, el metro no acabó de despegar y, en general, los transportes colectivos urbanos no desempeñaron un papel fundamental en el crecimiento urbano de esta época. A partir de 1965, el uso del vehículo privado empezó a masificarse y comenzó un nuevo hábito en las comunicaciones urbanas. Aumentó el transporte público por carretera y la red ferroviaria se racionalizó. Las líneas se gestionaron como líneas regionales que daban servicio a áreas urbanas con gran índice de expansión. También se planificó una amplia red viaria para el vehículo privado. La ciudad se difundió a través de nuevos corredores y crecieron aceleradamente los núcleos más alejados al área metropolitana, en las salidas de las autopistas (Mataró). Se produjo una ruptura entre la dependencia del ferrocarril y los procesos de urbanización metropolitanos, debido al uso generalizado del vehículo privado. La suburbanización implicó que el uso del vehículo privado se intensificase.

Desde los principios de los años setenta hasta mediados de los años ochenta del siglo XX, se produjeron cambios significativos en los transportes de Barcelona. Desapareció el tranvía y el trolebús de la ciudad, dejando como medios de transporte públicos al

autobús, al metro y al ferrocarril. Hubo un cambio de tendencia respecto al crecimiento urbano. El espacio urbano creció de forma dispersa en torno a los ejes de las autopistas (A-7 por el corredor el Vallès, A-2 por el valle del Llobregat y la A-9 por el Maresme). Hubo un crecimiento tanto del suelo residencial como del industrial que ampliaron la región metropolitana de Barcelona. Esto quedó reflejado en las encuestas de movilidad que indicaban que la movilidad obligada experimentó una difusión hacia las coronas metropolitanas. Era un hecho que los viajes intermunicipales por motivo de trabajo se hacían cada vez más frecuentes. Era necesaria una mayor coordinación en los medios de transporte ferro-viarios y, por ello, con la creación de TMB (Transportes Municipales de Barcelona) se estructuraron las redes de autobús y metro para complementarlas. En este período, el metro duplicó su número de kilómetros, aunque mantuvo su estructura fundamental. El metro, desde 1.963, cuando se redactó el primer Plan de Urgencia, hasta 1.985, tuvo cuatro proyectos de ampliación y reforma pero, sin embargo, no fueron suficientes para abarcar toda el área metropolitana. Este hecho fue debido también a la mala gestión administrativa. La política de integración y modernización de la red llegó tarde respecto del crecimiento urbano. El metro llegó a Hospitalet, Cornellà, San Adrià, Santa Coloma y Badalona, donde residían una buena parte de los trabajadores que trabajan en Barcelona. La red ferroviaria se modernizó y RENFE reestructuró las estaciones centrales. Las redes se reestructuraron (desapareció la estación del Norte), se mejoraron las frecuencias de paso y servicio y apenas se crearon líneas, excepto Barcelona Sants-Aeropuerto del Prat, la ronda exterior para mercancías y algunos ramales.

Desde mediados de los ochenta hasta finales de la década de los años noventa del siglo XX, se produjo un período diferente. Las pautas de localización territorial implicaron una mayor difusión y consumo de suelo. Este tipo de urbanización es muy dependiente del vehículo privado ya que es muy difícil que el transporte colectivo de pasajeros pueda llegar a áreas tan dispersas. La movilidad extramunicipal estaba en aumento. Cada vez había más personas que transitaban en vehículo privado y los viajes se distribuían de forma cada vez más dispersa. El autobús se supeditó al metro, el cual se amplió. La calidad de sus estaciones mejoró y se produjo una integración tarifaria parcial. El metro se consolidó como el transporte público más usado en Barcelona y en su área metropolitana. RENFE modernizó el ferrocarril en las Cercanías y la red ferroviaria se intensificó aumentando las frecuencias de paso y llegando al límite máximo de capacidad

de viajeros. El ferrocarril experimentó un aumento de usuarios debido al encarecimiento de los carburantes, a la insuficiencia de la red viaria y a la modernización de los ferrocarriles¹³. Sin embargo, pese a estos buenos resultados, no se maximizaron determinadas oportunidades como la cita olímpica de 1.992, para poder realizar obras de gran calado en la ciudad. Se eliminaron las líneas de la costa y sus estaciones y se reorganizaron las líneas ferroviarias de cercanías. Sin embargo, no se construyó una obra tan necesaria como la de un túnel ferroviario paralelo a la Ronda del Litoral y situado entre las desembocaduras de los ríos Besòs y Llobregat, que habría resuelto muchos de los problemas de movilidad en Barcelona¹⁴. Sin embargo, la red viaria también creció (A-7 y rondas), reduciendo así el tiempo de viaje en el área metropolitana y entre áreas periféricas. Se consiguió que la mayoría de los núcleos urbanos del área metropolitana fuesen accesibles en 40-50 minutos en transporte colectivo. Fuera de estos recorridos, el tiempo de viaje aumentó muy considerablemente, mientras que en vehículo privado se pudo llegar a la mayoría de las poblaciones de la segunda corona en menos de media hora¹⁵.

Más tarde, como indica M. Taravilla Rodríguez, ocurrieron una serie de hechos significativos. En 1.992 la estación de Francia se remodeló. En 1.993 entró en funcionamiento el metro regional, una denominación para los trenes de cercanías que modificaban sus servicios y frecuencias. En 1.995 se inauguró el tramo entre Cerdanyola del Vallès y la Universitat Autònoma. En 1.997 se inauguró el Euromed, que era un servicio de alta velocidad entre Barcelona y Alicante, que pasaba por Valencia. En el año 2.005, una ley permitió la separación de las infraestructuras y de los servicios ferroviarios, y se crearon las empresas adscritas al Ministerio de Fomento: ADIF y RENFE-Operadora. ADIF se encarga de administrar y construir infraestructuras ferroviarias y se encarga de la construcción de RFIG (Red Ferroviaria de Interés General) así como de las nuevas líneas. RENFE-operadora presta servicios públicos ferroviarios de viajeros (el Estado le compensa económicamente) y de mercancías y realiza mantenimientos de material móvil (por otra parte, es importante indicar que desde la llegada de la democracia, los tramos ferroviarios reformados fueron :el tramo entre estación de Francia-y la zona Glorias-Meridiana-Gran Vía y el tramo entre Clot y el triángulo ferroviario de Sant Andreu y su continuación hasta Sant Adrià del Besòs. En este tramo se urbanizaron los terrenos ocupados por el barrio de chabolas de la Perona y la creación del Parc de Sant Martí).

Durante la primera década del siglo XXI, se implantaron en Barcelona, el metro ligero y la alta velocidad. La implantación del Trambesòs y el Trambaix ha demostrado el grado de aceptación popular del medio. La unión de ambas redes por la Diagonal tendría un impacto positivo sobre el paisaje urbano, el medio socioeconómico y el conjunto de la sociedad. Esta implantación por la Diagonal repercutirá en la circulación por la trama ortogonal y agilizará la sustitución progresiva del vehículo privado¹⁶. Por otra parte, la alta velocidad entre Madrid y Barcelona llegó a Lleida en 2.003, a Tarragona en 2.006, a Barcelona en 2.008 y a la frontera francesa en 2.013. Los diferentes itinerarios propuestos para el paso del TAV en Barcelona (al aeropuerto, cruzar por el Vallès, estación intermodal entre Paseo de Gracia y Balmes, cruzar por el litoral de Barcelona...) ha supuesto retrasar la implantación de la alta velocidad. El TAV en Barcelona llegó en tres fases. Una entre el Prat de Llobregat y Sants, otra entre Sants y Sagrera y otra entre Sagrera y la reordenación urbana del sector Sagrera-Sant Andreu. En el período señalado, se han realizado diversos planes de actuación. El Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte 2.005-2.020 propone coordinar las administraciones competentes y adaptar las infraestructuras a la accesibilidad real del territorio. Por ello que deben mejorarse los servicios públicos efectivos de acceso hasta los nodos de las redes de altas prestaciones. También se realizó el Pla de transports de viatgers de Catalunya 2.008-2.012. Estos planes indican que hay aspectos importantes que hay que mejorar en la articulación del transporte colectivo de la ciudad. Estos aspectos son la mejora global de los accesos a la red de transporte público para personas con problemas de movilidad o deficiencia sensorial; la necesaria desaparición de los intersticios espaciales de la ciudad generados por los trazados ferroviarios; la conclusión de la línea 9 de metro y, por último, la necesidad de normalizar el transporte de mercancías por ferrocarril. A este respecto hay que indicar que, en 2008, entró en funcionamiento el ramal de mercancías construido entre Can Tunis y Castellbisbal. Este trazado conecta las instalaciones portuarias y las terminales de mercancías del Morrot y Can Tunis, en el puerto de Barcelona, con el corredor ferroviario del Vallès (Castellbisbal-Mollet) y la línea de Vilafranca. Se pretendía eliminar la saturación de las líneas 2 y 4 y mejorar sus frecuencias. Se pretendía mejorar las comunicaciones con Castellbisbal y se pretendía mejorar las conexiones y la explotación a los operadores de mercancías. Estas actuaciones son importantes, ya que el transporte de mercancías ferroviario ha pasado de 13,73 millones de toneladas en 2.004 a 8,95 millones de toneladas en 2.007 y ello es realmente preocupante. Se pretendió impulsar el transporte ferroviario de mercancías para que, además, disminuyese la contaminación. En

2.009 se implantó un nuevo servicio de transporte ferroviario de contenedores denominado “Barcelyon Express” entre el puerto de Barcelona y la ciudad francesa de Lyon, que une las terminales de contenedores del puerto barcelonés (TBC, TerCat) con la Terminal de Vénissieux (Naviland Cargo) situada en Lyon. Este servicio puede transportar contenedores marítimos y cisternas. Resulta un servicio de transporte altamente competitivo, que puede captar el transporte ferroviario de mercancías de amplias zonas de España y Francia.

Como conclusión a este apartado, es importante indicar algunos fallos que existieron en la construcción de la red ferro-viaria barcelonesa. Hay que indicar que la red ferroviaria barcelonesa desde los inicios de su implantación, creó una serie de intersticios cercanos a las instalaciones ferroviarias. La población y la inmigración aumentaron así como el precio de la vivienda y se construyeron infraviviendas en esos sectores marginales. Esto demuestra que la mejora de las comunicaciones no implica necesariamente una mejora y reforma social. La administración pública y su desidia tuvo mucho que ver en este proceso. Las discontinuidades espaciales no solo se formaron en las periferias de Barcelona sino también en el centro, como en la estación del NORTE y actualmente en la plaza de las Glorias. Hubo seis rupturas principales en el tejido urbano derivadas de los trazados ferroviarios: La primera de estas rupturas comprende las discontinuidades urbanísticas generadas tanto por las instalaciones del complejo ferroviario de la estación de NORTE, como por el cruce, en la plaza de las Glorias, de las vías férreas de Girona, Tarragona y Vic, con respecto al Ensanche barcelonés. La segunda está conformada por la trinchera abierta en el barrio de Poblenou, entre las calles de Zamora y Juan de Austria, para permitir el paso al ferrocarril desde la estación de Francia hasta la plaza de las Glorias , al igual que la existencia del complejo ferroviario costero, formado por las estaciones del Bogatell y Poblenou. La tercera resulta de la indefinición del trazado urbano en los alrededores de las estaciones de Sants, el Clot, Sagrera, Sant Andreu Arenal y Sant Andreu Costal. La cuarta engloba las barreras arquitectónicas establecidas por los trazados ferroviarios, a nivel de la calle, entre las estaciones de Sants y Hospitalet de Llobregat, y entre las del Clot y Sant Andreu Comtal. La quinta, hace referencia a la progresiva ocupación y reserva de espacios urbanos anexos a las vías del ferrocarril, en las zonas de Can Tunis, la Sagrera, la avenida Meridiana, Sant Andreu y las zonas del Bogatell y Poblenou colindantes con la línea de costa. Y, por último, la sexta ruptura del entramado de la ciudad está relacionada con la presencia del trazado del ramal entre las

estaciones de Sant Andreu Comtal y Sant Adrià del Besòs, que divide los barrios barceloneses de la Verneda (Via Trajana) y Bon Pastor y el municipio de Sant Adrià del Besòs (desde la década de 1.970). Estas rupturas urbanísticas se han ido solventando especialmente durante la democracia gracias a la creación de algunas actuaciones urbanísticas, con especial relevancia de los nuevos parques y zonas de equipamientos¹⁷.

11.1.2. Planificación territorial en Barcelona

En 1.854, Cerdà comenzó a realizar el “Plano Topográfico de Barcelona y sus alrededores” que pretendía urbanizar el Llano barcelonés, un territorio definido por la sierra de Collserola, el mar y los ríos Besòs y Llobregat. Ésta era un área agrícola ocupada por los pueblos del Llano y por la Barcelona amurallada. Cerdà realizó un Anteproyecto de Ensanche para el concurso de Proyecto de Ensanche que convocó el Ayuntamiento de Barcelona en 1.859. Se concibió una nueva ciudad que abarcaba la antigua Barcelona y los pueblos del Llano¹⁸. Se definió una malla reticular uniforme de diez veces el tamaño de la ciudad original, donde destacaban dos vías a 45° y una diagonal que atravesaba la ciudad, así como la actual Plaza de las Glorias, que poseía una importancia muy relevante. Estas vías servían para poner en contacto a Barcelona con Madrid y Francia (las vías de la malla eran de 20 m de ancho y las intervías eran de 113 m de lado). Esta malla permitió articular el territorio y solucionar los problemas de higiene que adolecía Barcelona. Cerdà creó, además, una ronda interior entre la ciudad antigua y la nueva. La integración de la ciudad antigua con la nueva se producía con la creación de tres nuevas vías, aunque solo se completaron totalmente la vía Layetana y, parcialmente, las calles Ferrán y Jaume I¹⁹. Entre 1.896 y 1.921 se anexionaron los municipios vecinos a Barcelona, configurando de esta manera, los actuales límites.

A principios del XX se quiso comunicar e interrelacionar los municipios anexionados, a la vez que se quería introducir nuevas formas de urbanización. Todo esto fue lo que propugnó el “Concurso Internacional sobre anteproyecto de enlace de la zona del Ensanche de Barcelona y los pueblos agregados entre sí y con el resto del término municipal de Sarrià y Horta”. Lo convocó el Ayuntamiento de Barcelona en 1.903 y el anteproyecto lo ganó León Jaussely. Lo ratificó el Ayuntamiento en 1.905 y se aprobó de forma definitiva en 1.907. Jaussely basaba su esquema en una vía de circunvalación que circulaba por la costa, el Paralelo, una Travesía y el Parque del Besòs. Un esquema radial

se superponía a esta ronda, habiendo en esta radialidad la presencia de líneas de comunicación exterior de la ciudad. La circunvalación era viaria y ferroviaria. La red ferroviaria recogía las líneas radiales y creó centros de recalificación en los puntos de contacto. El Plan Cerdà se expandió de forma homogénea, mientras que el Plan Jaussely pretendió cerrar y consolidar la ciudad central.

Posteriormente, como indica A.Pascual Peaguda, el Plan de Enlaces de 1.917 confirmó los principales ejes viarios propuestos por Jaussely. Se incluyeron grandes vías de enlace y espacios verdes y se establecieron tres categorías de vías, dependiendo del criterio de su gestión: vías construídas, aprobadas no construídas y aquellas que estaban en vías de estudio. En esa época era importante definir el entorno metropolitano de Barcelona y averiguar formas de gestionar dicho territorio.

Más tarde, el Plan Macià fue redactado por el GATCPAC y por Le Corbusier en los años treinta del siglo XX. Se pretendió planificar la extensión de los ámbitos del municipio de Barcelona y se pretendió integrar los crecimientos autónomos en contraposición a la lógica de ciudad compacta. Entre 1.930 y 1.950 se urbanizó y prolongó la Gran Vía, el aeropuerto y la zona de playas. Se crearon núcleos residenciales en las periferia de Barcelona, como Badalona, Hospitalet o el Prat²⁰.

Como indica L.Alcalá, entre 1.950 y 1.970 se comenzó a expandir la ciudad de Barcelona y se configuró un espacio metropolitano. Se consolidó Barcelona como centro industrial. El crecimiento de población y la Guerra Civil hacían que fuese urgente la necesidad de vivienda. Por ello se construyeron polígonos de viviendas masivos y económicos que estaban alejados del centro de la ciudad, en lugares donde el precio del suelo resultaba más barato. También se crearon asentamientos marginales de autoconstrucción²¹. En este período se crearon diversos planes territoriales. En 1.953 se creó el “Plan General de Ordenación de la Comarca de Barcelona y su Área de Influencia” que abarcaba 27 municipios. Se excedieron los límites naturales y se tuvo en cuenta las relaciones funcionales en base a las vías de comunicación. El plan incluía una serie de “Comunicaciones Urbanas” en donde las vías se jerarquizaron y las rondas fueron consideradas como cinturones. Estas vías no tenían como finalidad enlazar, sino rodear el centro urbano para poder limitar así la extensión del área urbana central. En los años 60 se comenzaron a concretar las redes arteriales básicas. En 1.963 se concretó una red

arterial para Barcelona y su área que definió el trazado de las autopistas, los túneles y los cinturones de ronda e introdujo la especialización de las vías básicas. En estos años se concretaron los ejes del Vallés Llobregat y del Maresme, que conectaban con grandes vías de la ciudad como la Diagonal, la Gran Vía y la Meridiana. En 1.968, el avance del Plan Director revisó el Plan Comarcal y se revisó la relación y estado de la urbanización de los núcleos urbanos. Se pretendía descongestionar Barcelona, relocalizar la industria, y localizar dos centros direccionales de crecimiento. El desarrollismo de los años 60 y 70 del siglo XX creó tramos del Segundo Cinturón sin llegar a finalizarse toda la obra en su conjunto. Estos tramos se concretaron en las áreas más desfavorecidas que urgían de infraestructuras pero que tampoco iban a poder reclamar en caso de tomar decisiones técnicas negativas²². Los movimientos sociales de estas áreas pudieron frenar algunas iniciativas que afectaban negativamente a los barrios²³.

En los años 70 del siglo XX se hizo hincapié en los cinturones. La ciudad creó el primer y segundo cinturón y el Túnel de la Rovira que permitió la unión de ambos en el área urbana. La urgencia de dichas infraestructuras no permitió un encaje correcto con el ámbito urbano. En 1.974 se creó la Corporación Metropolitana de Barcelona que realizó el Plan General Metropolitano que se aprobó en 1.976. El plan organizó el territorio en zonas (suelo de interés privado) y sistemas (zonas de interés colectivo de propiedad pública o privada). Los sistemas constituyen el armazón del plan que se dividía en sistema de comunicaciones o de espacios verdes... Este plan impidió la especulación y era un soporte legal. Se pretendía mantener y garantizar la comunicación básica entre los distintos núcleos que formaban el área metropolitana, realizando un refuerzo de los ejes perpendiculares al mar, que pretendían superar los impedimentos físicos del territorio. Otros ejes como el segundo y tercer cinturón y el cinturón litoral se crearon para evitar la obligación de transitar por la ciudad para acceder a determinadas infraestructuras como el puerto.

En los años 80 del siglo XX se reivindicó la escala intermedia de actuación. Esto se hizo con la intención de ajustarse a cada lugar, sin perder la visión global del conjunto. Había tres tipos de escalas. De rehabilitación urbana, de reestructuración urbana y otras claves estructurales de la forma urbana. Hubo en los años 80 y 90 del siglo XX tres planes de actuación muy importantes, el plan de las áreas de nueva centralidad, el plan de vías y el plan de costas. El plan de vías fue decisivo en lo referente al Segundo Cinturón y Cinturón

Litoral, como ejes ineludibles desde el punto de vista funcional, pero potencialmente útiles para estructurar los barrios periféricos. En términos de actuación, el Plan se conforma del programa de “conectividad viaria” presentado por Joan Busquets (obras de apertura y /o urbanización de vías urbanas específicas que permitirían coser y completar la red viaria urbana existente), del Anteproyecto del Segundo Cinturón presentado por Manuel Ribas Piera, del proyecto del Frente Litoral entre el puerto y el Besòs presentado por Lluís Cantallops y del proyecto de las vías litorales y del frente portuario presentado por Manuel de Solà Morales²⁴.

Desde los años 80 del siglo XX se han ido configurando una serie de áreas de nueva centralidad económica. Son trece áreas que pretenden constituir centros económicos que desarrollen diferentes actividades relacionadas con el comercio, las finanzas o el ocio. Se pretende conseguir un reparto más homogéneo de las actividades por todo el territorio, restándole importancia al centro. Este proyecto tiene la particularidad de que, en ocasiones, se regeneran áreas urbanas degradadas o marginales. El área más significativa de las trece es la de Sagrera-Meridiana, en la que el ferrocarril y sus instalaciones han producido una barrera al desarrollo urbano, aunque actualmente se está regenerando todo el área con la instalación de una estación intermodal de pasajeros, la construcción de un parque urbano y nuevas residencias²⁵. La conformación de éstas nuevas áreas de centralidad guardan relación con la consolidación del llamado “modelo Barcelona”²⁶.

11.2. VINCULACIÓN ENTRE REDES FERRO-VIARIAS Y URBE

En este apartado se procede a analizar pormenorizadamente la vinculación entre las redes ferro-viarias y el desarrollo urbano. En un primer apartado se analiza la relación entre los equipamientos de Barcelona y la configuración de las redes ferro-viarias. Se procura aislar las pautas de distribución de dichos equipamientos y de la configuración ferro-viaria para poder conocer el grado de conexión existente entre ellos. En un segundo apartado se realiza una comparativa entre el crecimiento urbano de Barcelona y su área metropolitana y el crecimiento de las redes ferro-viarias. Se realiza una comparativa entre el área urbana y el área de cobertura de las estaciones de la red ferro-viaria. El análisis histórico comprende diferentes fechas, desde 1.925 hasta la actualidad. En un tercer apartado se realiza un análisis de la variación del valor de la vivienda en Barcelona entre 1.950 y

1.980. Ese análisis tiene en cuenta la importancia de las infraestructuras ferro-viarias en dicha variación.

11.2.1. Distribución de los equipamientos de Barcelona

El número de equipamientos de Barcelona se distribuyen de la siguiente manera (cuadros 11.1 y 11.2 y figuras 11.1, 11.2, 11.3, 11.4 y 11.5 y figuras H1, H2, H3, H4, H5, H6, H7, H8, H9, H10, H11, H12, H13, H14, H15, H16, H17, H18, H19, H20, H21, H22, H23, H24, H25, H26, H27, H28, H29, H30, H31, H32, H33, H34, H35 y H36 del volumen II de anexos). Los equipamientos educativos y los centros oficiales constituyen la mitad del total. Los equipamientos culturales y de ocio, los sanitarios y los deportivos suman un 30 por ciento más. El 20 por ciento restante se distribuye entre los cementerios y servicios funerarios, los tratamientos de residuos y depuradoras, los mercados y centros comerciales, las oficinas de correos, los equipamientos de seguridad y los equipamientos de transporte. Las estaciones de ITV y otro tipo de equipamientos representan un porcentaje muy marginal. Por subcategorías, el análisis es el siguiente. Hay casi 500 centros oficiales. Los juzgados, los casales de barrio y centros cívicos, los consulados y la categoría Otros representan más de la mitad del total. A otro nivel se encuentran los centros de servicios sociales, los consejos municipales de distrito, las oficinas de trabajo y de turismo y los departamentos de la Generalitat de Cataluña. Estos últimos equipamientos representan casi una cuarta parte del total de los equipamientos. En cuanto a los equipamientos de cultura y ocio, sobresalen los museos y salas de exposición, las bibliotecas, los archivos, los cines y los teatros y auditorios. La proporción de los equipamientos educativos es la siguiente: las guarderías representan la séptima parte del total, los equipamientos de educación primaria representaban casi la mitad del total, la educación secundaria representa una cuarta parte del total mientras que la enseñanza universitaria apenas representa la décima parte. Es evidente cómo la cantidad de población que decide continuar con los estudios disminuye a medida que avanza la pirámide educativa. En cuanto a los equipamientos deportivos, hay que resaltar aquellos que están en la categoría otros , que representan el 40 por ciento del total, seguida de los campos de fútbol y las zonas deportivas. Conjuntamente, representan más de 80 por ciento del total de los equipamientos deportivos. En cuanto a los equipamientos sanitarios, existe

una gran paridad entre los equipamientos de atención primaria y los hospitales. En cuanto a los equipamientos de seguridad, la categoría Otros constituye la mitad de los equipamientos, seguidos de las comisarías de los Mossos d'Esquadra y de la Guardia Urbana. Por último, en cuanto a los equipamientos de transportes, los aparcamientos representaban más de la mitad del total, seguido por los transportes públicos y las estaciones marítimas.

Cuadro 11.1. Número de equipamientos en Barcelona, 2.007.

Categoría	Nº de equipamientos	Porcentaje %
Otros	1	0,04168404
Cementerios y servicios funerarios	39	1,62567737
Centros Oficiales	484	20,1750729
Cultura y ocio	316	13,1721551
Tratamientos de residuos y depuradoras	35	1,45894123
Depósito de vehículos	3	0,12505211
Educación	718	29,9291371
Deportes	246	10,2542726
Estaciones de ITV	1	0,04168404
Mercados y centros comerciales	99	4,12671947
Oficinas de correos	63	2,62609421
Sanidad	207	8,62859525
Seguridad	74	3,08461859
Transportes	113	4,71029596
Total	2399	100

Fuente: elaboración propia a partir de datos de AMB.

Cuadro 11.2. Número de equipamientos de Barcelona por categorías, 2.007.

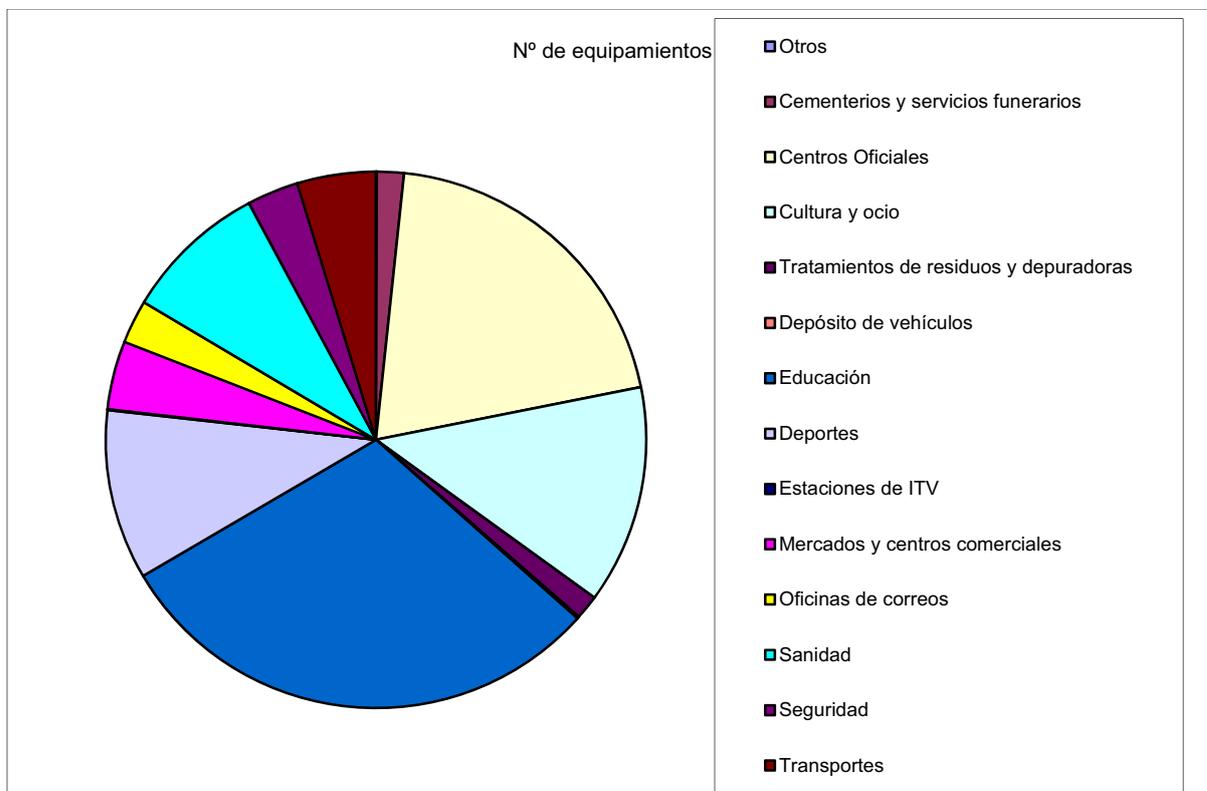
Categoría	Nº de equipamientos	Subcategoría	Nº de equipamientos
Otros	1		
Cementerios y servicios funerarios	39		
		Otros	19
		Cementerios y servicios funerarios y salas de velar	20
Centros Oficiales	484		
		Otros	74
		Administración del estado	1
		Ayuntamiento	11
		Casales de barrio y centros cívicos	83
		Centros de servicios sociales	19
		Consejos municipales de distrito	26
		Consulados	96
		Departamentos de la Generalitat de Catalunya	15
		Diputación	1
		Generalitat de Catalunya	1
		Haciendo	10
		Instituto Nacional de la Seguridad Social	11
		Juzgados	73
		Oficinas de Trabajo (OTG)	18
		Oficinas de Turismo	18
		Registro Civil	1
		Registro de la propiedad	2

		Sanidad y seguridad social	10
		Tesorería general de la seguridad social	11
		Área Metropolitana de Barcelona	3
Cultura y ocio	316		
		Otros	25
		Archivos	43
		Bibliotecas	56
		Centros culturales	11
		Centros de arte y sales de exposiciones	5
		Cines	45
		Museos y salas de exposición	74
		Parques de atracciones y ocio	3
		Planetarios	4
		Recintos feriales	2
		Teatros y auditorios	48
Tratamientos de residuos y depuradoras	35		
Depósito de vehículos	3		
Educación	718		
		Otros	77
		Centros públicos de educación especial	12
		Centros públicos de educación infantil	322
		Centros públicos de educación secundaria	141
		Enseñanza superior y universitaria	69

		Guarderías públicas	97
Deportes	246		
		Otros	98
		Campos de fútbol	68
		Complejos deportivos	3
		Piscinas	22
		Pistas deportivas	5
		Polideportivos	5
		Zonas deportivas	45
Estaciones de ITV	1		
Mercados y centros comerciales	99		
Oficinas de correos	63		
Sanidad	207		
		Otros	9
		Ambulancias	19
		Atención primaria	106
		Hospitales y clínicas	73
Seguridad	74		
		Otros	37
		Comisarías mossos d'esquadra	16
		Guardia urbana	10
		Parques de bomberos	7
		Cuarteles de la guardia civil	4
Transportes	113		
		Otros	1
		Aparcamientos	69
		Depósito de vehículos	5
		Estaciones marítimas	10
		Estaciones de autobuses	3
		Estaciones de ITV	8
		Transportes públicos	17

Fuente: elaboración propia a partir de datos de AMB.

Figura 11.1. Número de equipamientos en Barcelona 2.007.



Fuente: elaboración propia a partir de datos de AMB.

Los mapas que representan la densidad de equipamientos de Barcelona y su área metropolitana se pueden dividir en tres subgrupos. Un primer subgrupo representa a los equipamientos que presentan un escaso número y densidad. Un segundo subgrupo representa a los equipamientos que presentan un número y densidad intermedia. Por último, un tercer grupo representa a los equipamientos que presentan un número y densidad elevados. Dentro del grupo de los equipamientos de escasa cantidad y densidad se hallan los cementerios y servicios funerarios, los mercados y centros comerciales, los depósitos de vehículos, las oficinas de correos, los equipamientos de seguridad y los equipamientos de tratamientos de residuos y depuradoras. Los cementerios y servicios funerarios se hallan distribuidos de forma homogénea por toda el área metropolitana. Cada municipio posee al menos un cementerio propio. Suelen estar localizados en la periferia de cada municipio, formando una aureola por toda el área metropolitana. Son

escasos los cementerios que se sitúan en el interior de la ciudad condal. Si se analiza la relación de dichos cementerios con la red ferro-viaria se observa cómo, en el año 2.007, la mayoría de estos equipamientos poseían una buena conexión con la red. Este hecho se mantiene de la misma manera si se analiza el panorama de la red ferro-viaria del año superior a 2.020. En cuanto a los mercados y centros comerciales del área metropolitana de Barcelona, se constata cómo existe una distribución homogénea de los equipamientos. En los municipios periféricos del área metropolitana, los mercados y centros comerciales tienden a aglomerarse en el centro. La mayoría de estos equipamientos se hallan muy cercanos a las estaciones de la red ferro-viaria, lo que indica la existencia de una planificación previa a la hora de ubicar dichos equipamientos. Dicha planificación puede implicar que un equipamiento haya tenido en cuenta la existencia de una infraestructura cercana para ubicarse en sus inmediaciones. También puede implicar el caso contrario, que una infraestructura se planifique para dar conexión a un centro comercial de grandes dimensiones, aunque, por lo general, si se da este caso, la planificación ha sido realizada de forma conjunta, previendo la construcción de ambas instalaciones: la infraestructura y el centro comercial. En el año 2.007 la red ferro-viaria proporcionaba conexión a la mayoría de estos equipamientos y este panorama no se verá muy afectado en el período más allá de 2.020.

Otros equipamientos, como son los depósitos de vehículos, son instalaciones muy puntuales y apenas tienen representación en toda el área metropolitana de Barcelona. Sin embargo, los equipamientos como las oficinas de correos se hallan muy bien distribuidas por toda el área metropolitana de Barcelona. En los municipios periféricos suelen situarse en las áreas urbanas céntricas, mientras que en Barcelona se hallan ampliamente distribuidas, especialmente en el Ensanche, destacando el área central del mismo, desde la estación de Catalunya a la de Diagonal. También hay una importante presencia de oficinas de correos en los límites del ensanche, tanto en su mitad derecha como en su mitad izquierda. La red ferro-viaria del año 2.007 permite el acceso a la casi totalidad de las oficinas de correos, pero la red planificada en el año más allá de 2.020 permitirá el total acceso a estas oficinas.

En cuanto a los equipamientos de seguridad de Barcelona, se observan varias cuestiones. La distribución es verdaderamente homogénea por toda el área metropolitana de Barcelona , sin apreciarse una aglomeración en la ciudad de Barcelona como suele ser común. Sin embargo, la forma en la que se han distribuido indica que este tipo de equipamientos tiende a agruparse en pequeños grupos cercanos entre sí. En el año 2.007, la red ferro-viaria ya ofrecía una cobertura casi total a este tipo de equipamientos, y en el año más allá de 2.020, la cobertura será total.

Otro tipo de equipamientos son los equipamientos de tratamiento de residuos y las depuradoras. Los equipamientos de este tipo presentes en el área metropolitana de Barcelona son muy escasos y apenas tienen representación en la ciudad de Barcelona. Suelen estar ubicados en los municipios periféricos y, dentro de estos, suelen estar ubicados en las áreas más apartadas de los centros urbanos. Es obvio que se trata de un tipo de actividad que produce rechazo y por ello se ubican en lugares apartados de las áreas más pobladas. La actual red ferro-viaria no proporciona total acceso a este tipo de equipamientos, pero la red prevista en el año más allá de 2.020 solventará este hecho en gran medida.

Dentro del grupo de equipamientos de densidad y cantidad media se hallan las instalaciones deportivas, los equipamientos de transporte, los equipamientos sanitarios, los centros oficiales y los equipamientos de cultura y ocio.

Por otra parte, las instalaciones deportivas de Barcelona poseen una distribución muy singular. Dentro de la ciudad condal, su presencia es poco frecuente en el centro y suelen ubicarse en las áreas más periféricas de este municipio y en los municipios periféricos adyacentes. Sin duda , esto es debido a la gran cantidad de espacio que suelen ocupar estas instalaciones. Estos equipamientos tienden a formar agrupaciones formando una especie de nebulosas segregadas unas de otras. Especialmente importante es la concentración de equipamientos deportivos localizados entre Barcelona y Esplugues de Llobregat paralelo al eje de la Diagonal. En el año 2.007, estos equipamientos poseían una buena conexión con la red ferro-viaria de Barcelona pero sin duda , la ampliación de

la red del año más allá de 2.020 tiene en cuenta a estos equipamientos para ofrecer una conectividad total.

Por otra parte, los equipamientos de transporte de Barcelona tienen una distribución desigual. Principalmente se hallan presentes en el municipio de Barcelona aunque existen importantes excepciones. Dentro del municipio suelen hallarse distribuidos de forma más o menos homogénea por todo el Ensanche. Son cuatro las agrupaciones de equipamientos de transporte más importantes y se hallan en torno a la estación de Sants, a la estación de Catalunya, en la Zona Franca y en Badalona. La red ferro-viaria del año 2.007 proporciona una buena cobertura de acceso a estos equipamientos, básicamente por el hecho de hallarse mayormente dentro del municipio barcelonés. Sin embargo, los importantes equipamientos presentes en la Zona Franca y en Badalona no disponían de una buena conexión ferro-viaria. En el año más allá del 2.020 se solventará esta cuestión al proporcionar acceso global a todos los equipamientos.

Otros equipamientos como los equipamientos sanitarios de Barcelona poseen una distribución poco homogénea. Los equipamientos sanitarios de atención primaria se hallan uniformemente distribuidos pero no así los hospitales que se aglomeran muy claramente en las áreas central y norte de la ciudad de Barcelona. Esto se constata al realizar un análisis ponderado. Se le otorga un peso específico a cada equipamiento, siendo los hospitales los de mayor rango y los de mayor presencia visual. Debido a la importancia de estos equipamientos, las instalaciones ferro-viarias han tendido a acercarse a ellos y por lo tanto, estas instalaciones disponen de una muy buena conectividad, excepto en las áreas urbanas más periféricas como en Badalona. En el año más allá de 2.020, la red ferro-viaria que se tiene prevista dará una conectividad total a estos equipamientos.

Otros equipamientos como los centros oficiales y los equipamientos de cultura y ocio poseen una pauta de distribución muy similar entre sí. Existe una enorme macrocefalia de dichos equipamientos en la ciudad de Barcelona y muy concretamente en su área más céntrica, en torno a Ciutat Vella y ,prosiguiendo por el Ensanche, hasta la estación de

Lesseps. En cada municipio se halla una concentración de estos equipamientos en sus áreas urbanas más céntricas. Por supuesto, la cantidad y densidad de dichas agrupaciones es notoriamente inferior de la gran cantidad de equipamientos presentes en la ciudad de Barcelona. La conexión con dichos equipamientos es prácticamente total ya que tanto los equipamientos como las redes ferro-viarias tienden a agruparse en las áreas urbanas más céntricas, puesto que son las áreas que son más accesibles al conjunto de la población.

Por otra parte, dentro del grupo de equipamientos que poseen una cantidad y densidad elevada se encuentran los equipamientos educativos. Los equipamientos educativos de Barcelona poseen una distribución muy homogénea en toda el área metropolitana, aunque hay importantes intersticios en la ciudad de Barcelona, especialmente en determinadas áreas relativamente céntricas del Ensanche. En los municipios más periféricos del área metropolitana de Barcelona los equipamientos educativos tienden a aglomerarse en el centro urbano, aunque su distribución es verdaderamente amplia. Al realizar una ponderación de estos equipamientos, jerarquizando su valor en función del rango de cada equipamiento (Universidades, centros de educación secundaria, centros de educación primaria, guarderías) se observa cómo no hay una gran diferenciación en la distribución de dichos equipamientos. Es decir, son equipamientos que se hallan bien distribuidos y de forma homogénea. La excepción la puede constituir los centros de educación superior, las Universidades. Éstas se hallan presentes en torno a la Diagonal, a Ciutat Vella y al norte del municipio de Barcelona. La red ferro-viaria de 2.007 proporciona cobertura a buena parte de este tipo de equipamientos, pero en las áreas urbanas más periféricas existe un amplio desabastecimiento de conexión. En el año más allá de 2.020 esta situación se verá totalmente corregida.

Para concluir el análisis de la distribución de los equipamientos, hay que tener en cuenta otros factores, como la densidad de población por entramado urbano (siendo predominante el intervalo de 25.000-50.000 habitantes por km²) o por tipo de edificación (siendo predominante el intervalo de 30.000-35.000 habitantes por km²). Se puede observar cómo los equipamientos según la densidad de población de la sección censal se hallan presentes abrumadoramente en las áreas de densidad de población correspondientes a los intervalos 0-20.000 y 20.000,01-40000 habitantes por km². Esta es

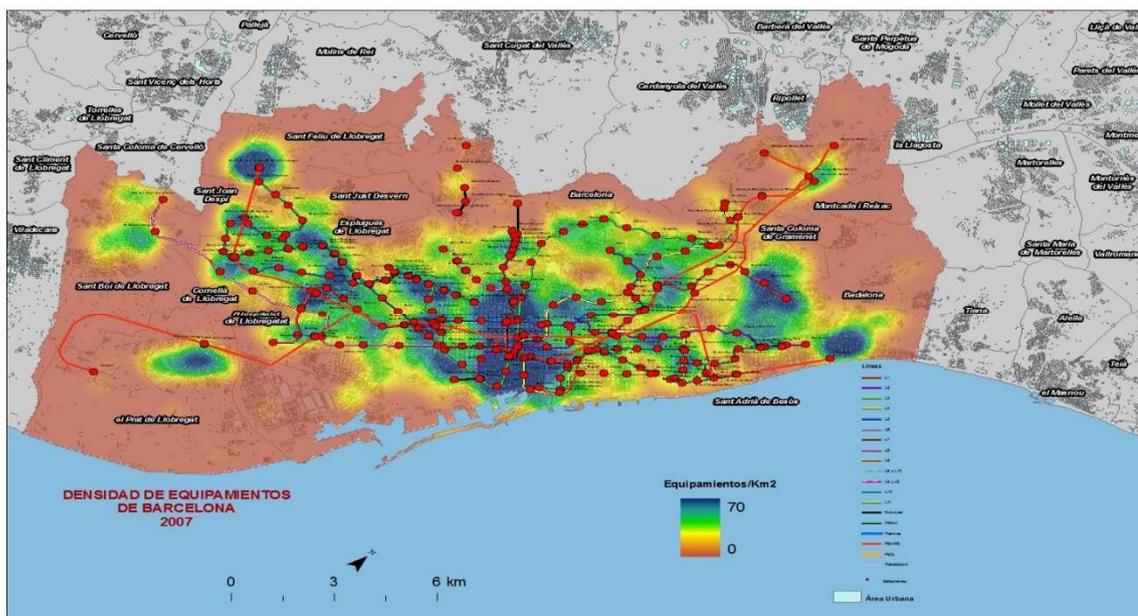
una cifra de densidad relativamente baja, por lo que se puede afirmar que los equipamientos dan servicio a la población en áreas uniformemente pobladas y con densidades de población razonables. Esto significa que la saturación de dichos equipamientos también es moderada. También se observa que la mayoría de los equipamientos se sitúan en edificaciones urbanas, siendo infrecuente la implantación de equipamientos en zonas de edificación aislada o residencial. De esta manera, se comprueba cómo los equipamientos se sitúan donde hay una mayor densidad de población.

Al analizar la densidad de los equipamientos en función del área de cobertura estimada de cada estación de la red ferro-viaria, se comprueba cómo en el año 2.009 las estaciones más céntricas aglomeraban una gran cantidad de equipamientos desde la estación Diagonal hasta el Puerto (de 40 a más de 50 equipamientos por km^2). Le sigue un área de densidad intermedia (10-20 equipamientos por km^2) y, posteriormente, una serie de áreas de alta densidad (30-40 equipamientos por km^2) en los extremos de las líneas correspondientes con las áreas urbanas centrales de los municipios periféricos del área metropolitana de Barcelona. Esta estructura se modificará sustancialmente en el año más allá de 2.020, ya que la red ferro-viaria se ampliará enormemente y se convertirá en una red densa y compleja. De esta manera, al haber más estaciones ferro-viarias en el mismo espacio, se distribuirán de forma más homogénea los equipamientos. Los intervalos de 0-10 y 10-20 equipamientos por km^2 serán los predominantes.

Se puede concluir que la totalidad de equipamientos de Barcelona presenta un aspecto muy característico. Existe una gran aglomeración de equipamientos en el área central de la ciudad de Barcelona, en Ciutat Vella y en el centro del Ensanche, alrededor de la cual hay diversas aureolas de equipamientos de diversa densidad. En las áreas urbanas de los municipios más periféricos del área metropolitana de Barcelona, los equipamientos tienden a aglomerarse en el centro, formando una serie de constelaciones y nebulosas que salpican el continuo urbano. Las redes ferro-viarias poseen la misma estrategia. Suelen conectar las áreas urbanas más céntricas y por ello suelen implantarse en los centros de las urbes. Es por tanto, una cuestión de localización coincidente. La red ferro-viaria prevista en 2.020 aumentará la conexión general a estos equipamientos.

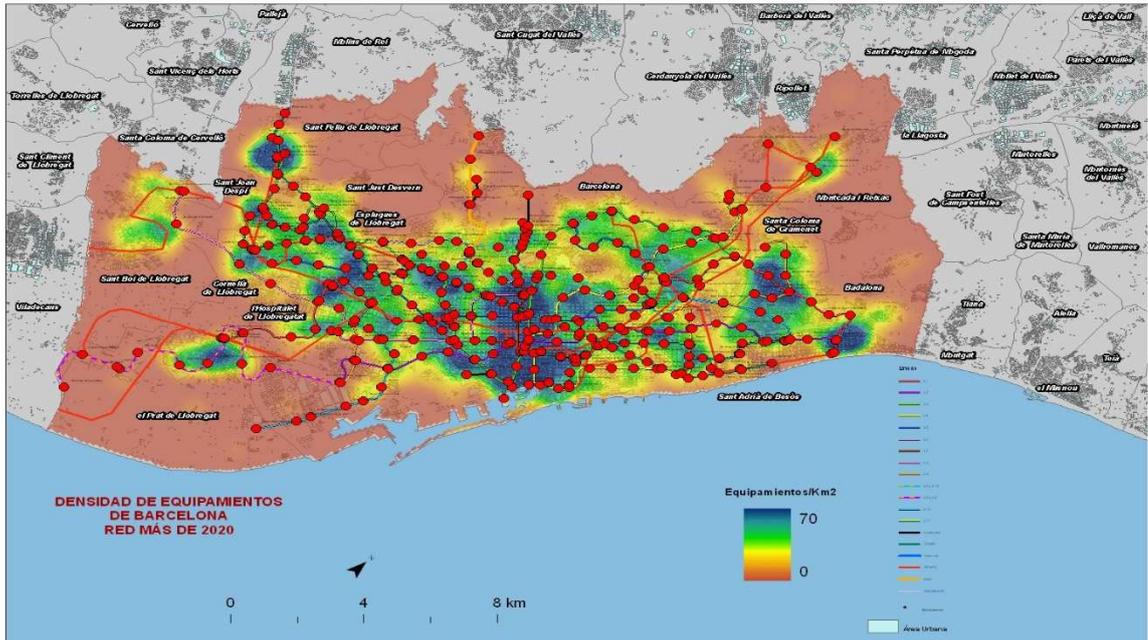
La red ferro-viaria y la distribución de los equipamientos poseen una indudable relación²⁷. Los equipamientos tienden a aglomerarse en la ciudad de Barcelona, especialmente en su área central, y también en las áreas urbanas centrales de los municipios más periféricos del área metropolitana de Barcelona. Las redes ferro-viarias tienden al mismo fenómeno. La población tiene un mayor acceso a las áreas más céntricas y por ello los centros urbanos suelen estar muy bien conectados con las redes ferro-viarias. Como ya se ha dicho, es una cuestión de localización coincidente, lo cual corrobora la teoría de que las infraestructuras ferro-viarias y el crecimiento y desarrollo urbano están imbricados. En la ampliación de las redes ferro-viarias previstas en el año más allá del 2.020, se tiene en cuenta de forma muy notoria la localización de los equipamientos, especialmente aquellos que se hallan en la periferia del área metropolitana de Barcelona. En este caso, son las infraestructuras de transporte las que han planificado su estructura en función de los equipamientos, aunque también se puede dar el hecho contrario, que un equipamiento decida localizarse cerca de una infraestructura de transporte ya implantada.

Figura 11.2. Densidad de equipamientos de Barcelona. 2.007.



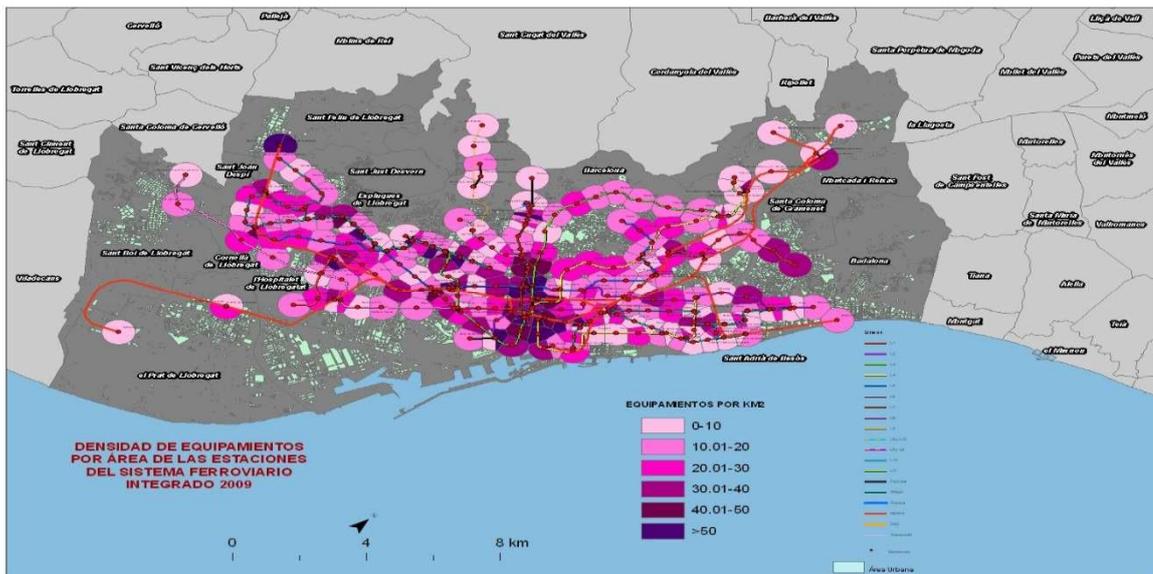
Fuente: elaboración propia a partir de datos de A.M.B. Corresponde con la figura H1 del volumen II de anexos.

Figura 11.3. Densidad de equipamientos de Barcelona. 2.020.



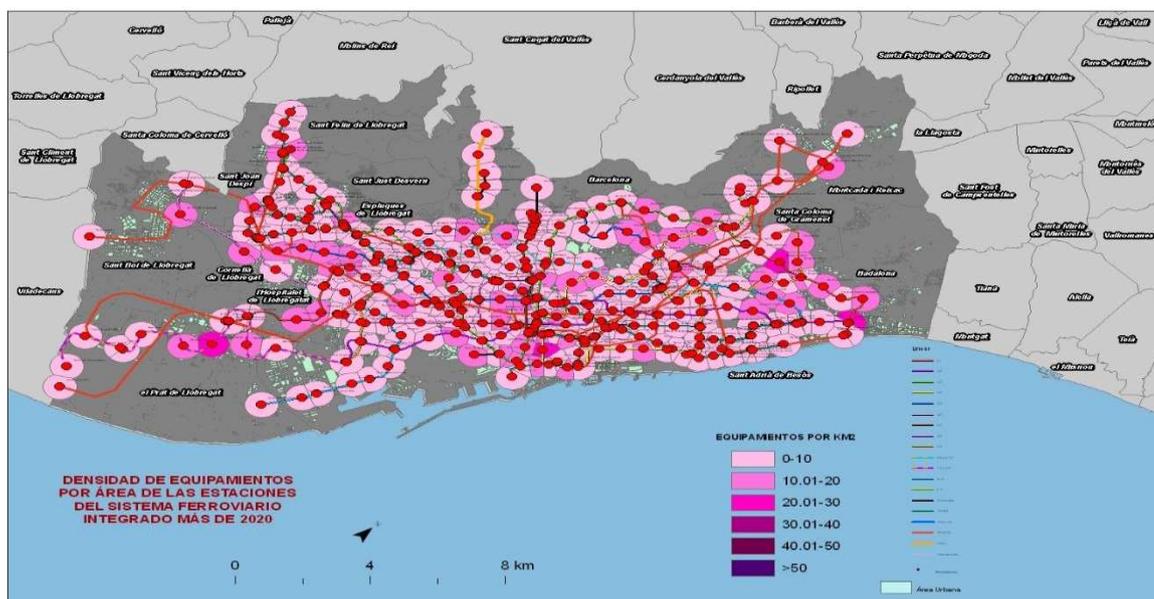
Fuente: elaboración propia a partir de datos de A.M.B. Corresponde con la figura H16 del volumen II de anexos.

Figura 11.4. Densidad de equipamientos por área de las estaciones del sistema ferroviario integrado de Barcelona 2.009.



Fuente: elaboración propia a partir de datos de A.M.B. Corresponde con la figura H35 del volumen II de anexos.

Figura 11.5. Densidad de equipamientos por área de las estaciones del sistema ferroviario integrado de Barcelona más de 2.020.



Fuente: elaboración propia a partir de datos de A.M.B. Corresponde con la figura H35 del volumen II de anexos.

11.2.2. Los centroides de la red ferro-viaria y del área urbana de Barcelona

Los centroides de la red de metro de Barcelona proporcionan datos de gran relevancia para entender cuáles han sido las pautas de desarrollo, tanto de la red de metro como de la expansión urbana barcelonesa (cuadro 11.3 y figuras 11.6, 11.7, 11.8, 11.9, 11.10, 11.11 y 11.12 y figuras I5, I6, I7, I8, I9, I10, I11, I12, I13, I14, I15 e I16 del volumen II de anexos).

En el año 1.926, la ciudad de Barcelona abarcaba poco más de 30 km² de área urbana, mientras que el área que ocupaban las estaciones de metro (teniendo en cuenta un área por estación que abarque 500 metros alrededor de cada una de ellas) era de 8,43 km². La distancia entre el centroide del área urbana y del área conjunta del total de las estaciones de la red era de 1.243 metros.

En 1.950 se produjo una gran disparidad entre el área urbanizada y el área que abarcan las estaciones. La Guerra Civil y la posguerra paralizaron la ampliación de la red de metro. El área urbana suponía casi 50 km², mientras el área que abarcaban las estaciones era de sólo 10 km². La distancia entre centroides aumentó hasta los más de 2.000 metros.

La red propuesta para el año 1.966 habría sido realmente eficaz ya que abarcaría la práctica totalidad del área urbana barcelonesa y la distancia entre centroides se reduciría a solo 776 metros. Es realmente una lástima que la estructura de esta red nunca se pusiese en servicio.

En 1.980 , la desproporción entre el área urbana consolidada y el área de la red de metro seguía siendo muy pronunciada. Había más de 85 km² de área urbana frente a 35 km² del área que abarcaba la red de metro con una separación entre centroides de casi 1.200 metros.

Es, finalmente, en el año 2.000, cuando el crecimiento del área urbana alcanzó su estabilidad, con 150 km² urbanizados. Se produjo una colmatación del territorio. Esta cifra se mantuvo casi constante en años posteriores, pero no así el área que ocupaban las estaciones de metro. En el año 2.000, las estaciones de metro ocupaban 67 km² y los centroides estaban a 1.363 km de distancia. En el año 2.009, la superficie relativa a las estaciones se mantuvo casi intacta , con 67 km² pero la distancia entre centroides se redujo a 864 km.

En la red originalmente planificada para el año 2.018 , el área de las estaciones (100 km²) supone las dos terceras partes del total del área urbana y los centroides se hallarán a 1.143 km. Sin embargo, la red que se prevé que exista para el año 2.020 llegará a poco más de 90 km² del área que abarcan las estaciones , con más de 1.200 metros de separación entre los centroides.

La red prevista para el año más allá de 2.020 poseerá una estructura y resultados muy similares que los que originalmente se aplicaron al año 2.018.

Si el análisis se realiza teniendo en cuenta el sistema ferro-viario integrado, los resultados que se obtienen son que en el año 2.009 la superficie de las estaciones representaba las dos terceras partes de la superficie urbana y sólo existía una distancia entre centroides de 604 metros. El mínimo que se ha podido analizar.

En el año 2.020, el área urbana será de 156 km², mientras el área de cobertura de las estaciones será de 114 km² y la distancia entre centroides medirá 868 metros. En el período más allá de 2.020, el área urbana será de 164 km², el área de cobertura de las estaciones será de 126 km² y la distancia entre centroides medirá apenas 1.147 metros.

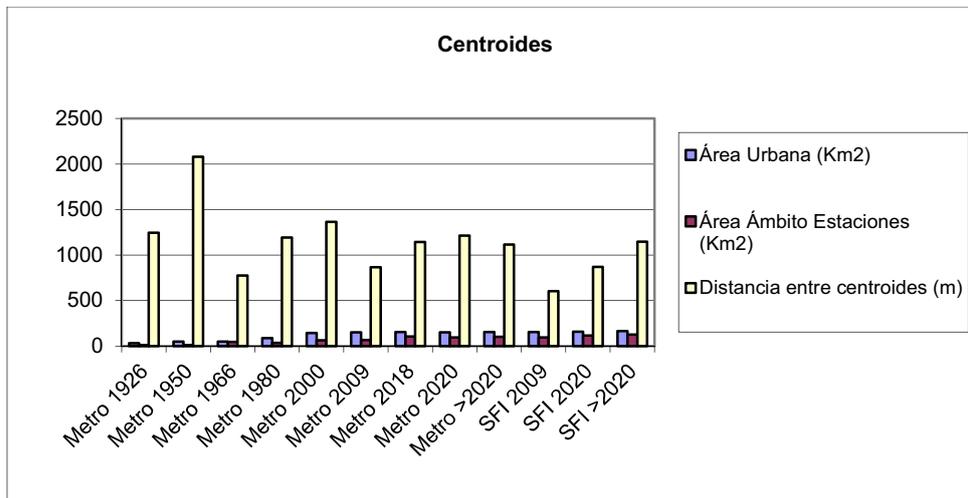
Por lo tanto, se puede resumir que ha habido un paulatino acercamiento y correlación entre la red ferro-viaria barcelonesa y el área urbana de esta ciudad. Si bien, la red de metro ha ido siempre a la zaga respecto de la ciudad condal, ha procurado seguir sus pautas de crecimiento, con la excepción, muy notoria, del amplio período correspondiente a la Guerra Civil y a la correspondiente posguerra que cercenaron el crecimiento de la red. Los actuales planes de ampliación tienen en cuenta la estructura urbana existente cuya expansión se estabilizó en torno a los 150 km², debido a los condicionantes topográficos y naturales. La red, sin embargo, continúa su ampliación sin detenerse y pretende abarcar la totalidad del continuo urbano. La distancia entre los centroides se suele mantener de forma casi constante entre los 700 y los 1200 metros de distancia de media. Ello significa, que el avance del área urbana y de las estaciones suele ir pareja. Aunque la evolución de la red y de la expansión urbana ha sido compleja. Uno de los grandes avances de los planes de ampliación de la red de metro y la red ferro-viaria es la incorporación de amplias áreas de la Zona Franca y del Prat de Llobregat a la red de transportes ferro-viarios de Barcelona, durante largo tiempo incomunicada por este medio de transporte.

Cuadro 11.3. Centroides en Barcelona.

Fecha	Área Urbana (Km2)	Área Ámbito Estaciones (Km2)	Distancia entre centroides (m)
Metro 1926	30,27	8,43	1243
Metro 1950	49,26	10,11	2080
Metro 1966	49,26	43,46	776
Metro 1980	86,56	34,32	1192
Metro 2000	143,7	63,01	1363
Metro 2009	148,47	67,33	864
Metro 2018	154,96	102,83	1143
Metro 2020	148,47	92,6	1213
Metro >2020	154,93	101,42	1116
SFI 2009	154,96	92,43	604
SFI 2020	156,35	114,12	868
SFI >2020	164,59	126,85	1147

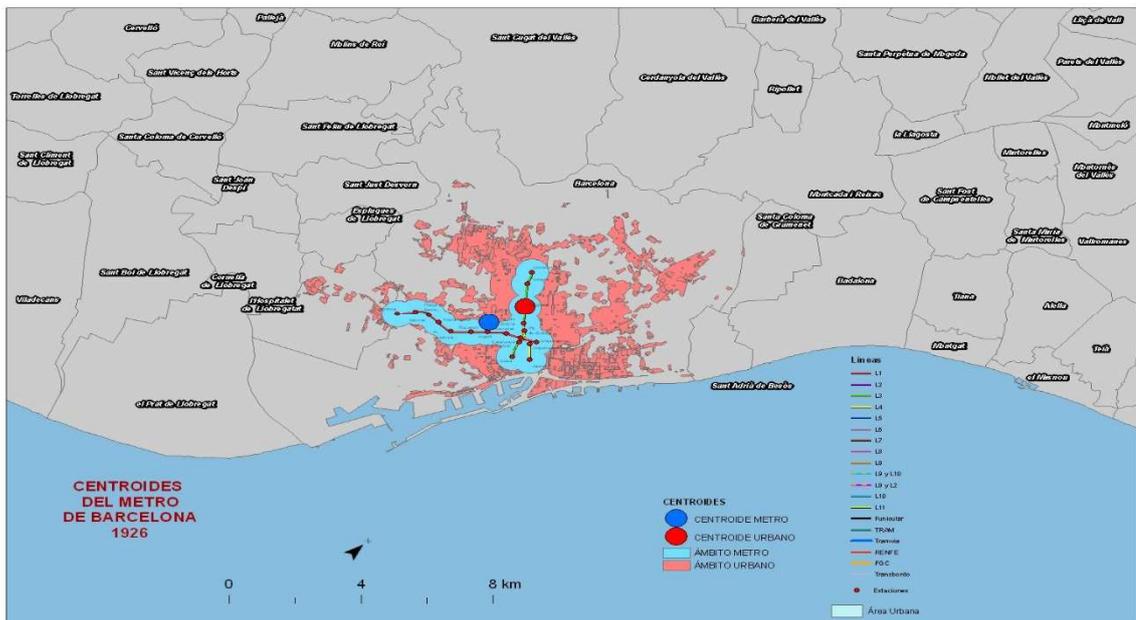
Fuente: elaboración propia a partir de datos de AMB y ATM.

Figura 11.6. Centroides en Barcelona.



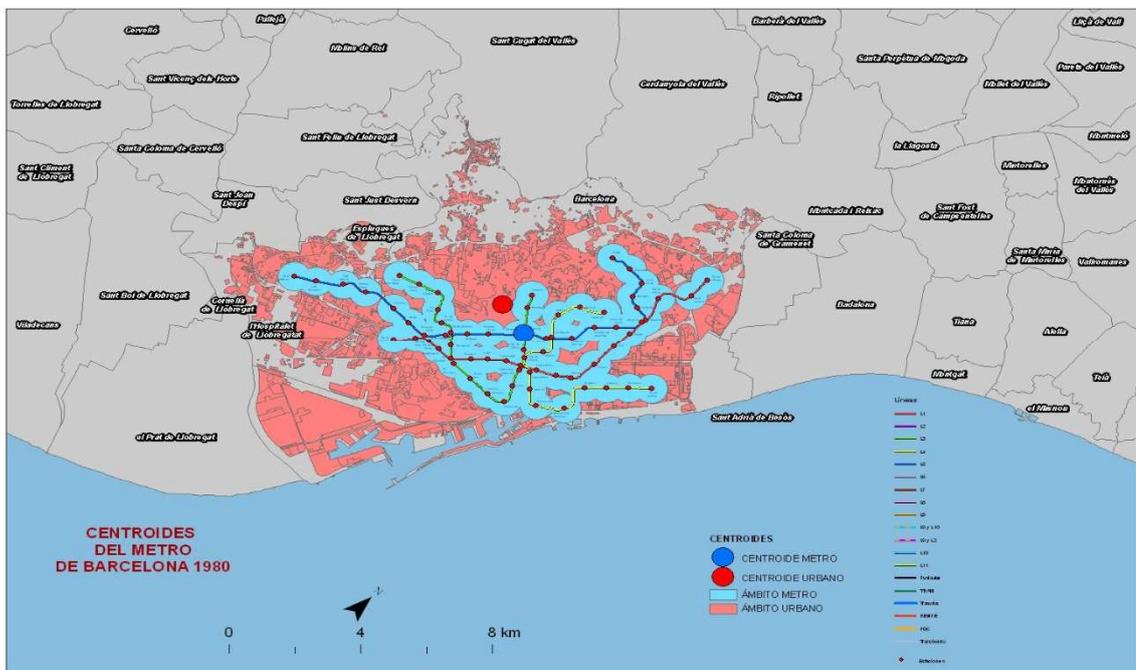
Fuente: elaboración propia a partir de datos de AMB y ATM.

Figura 11.7. Centroides del metro de Barcelona 1.926.



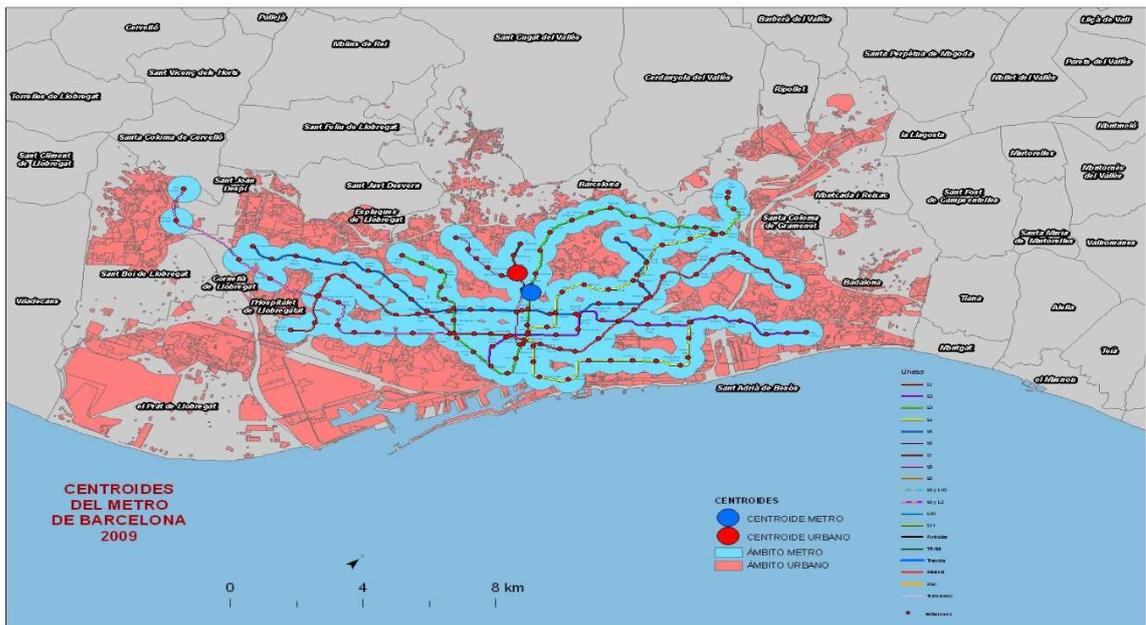
Fuente: elaboración propia a partir de datos de A.M.B., T.M.B., A.T.M, F.G.C y R.E.N.F.E. Corresponde con la figura I5 del volumen II de anexos.

Figura 11.8. Centroides del metro de Barcelona 1.980.



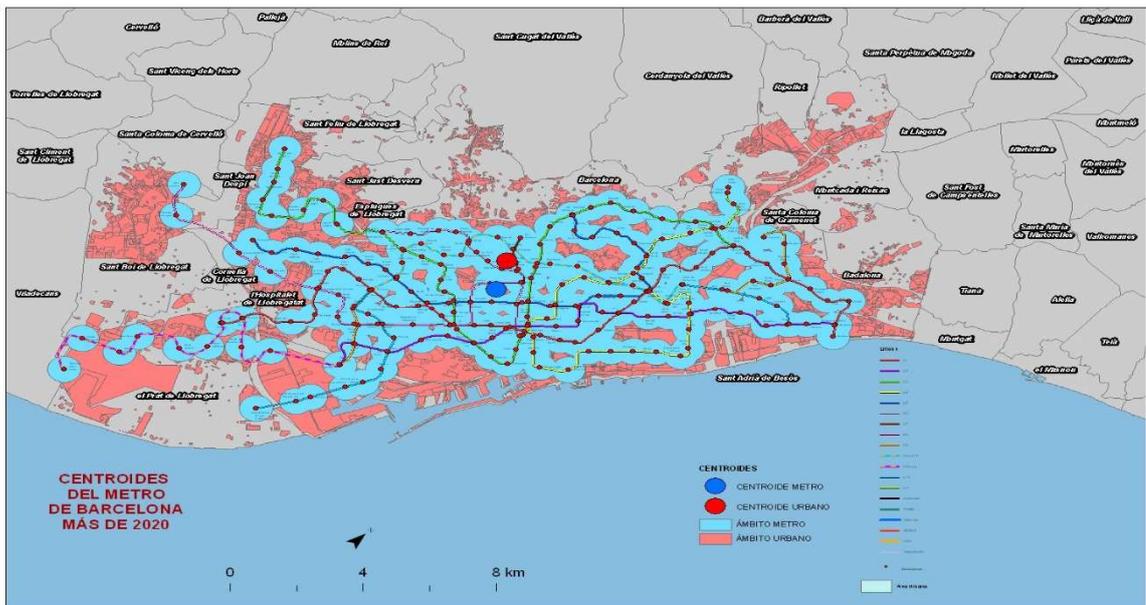
Fuente: elaboración propia a partir de datos de A.M.B., T.M.B., A.T.M, F.G.C y R.E.N.F.E. Corresponde con la figura I8 del volumen II de anexos.

Figura 11.9. Centroides del metro de Barcelona 2.009.



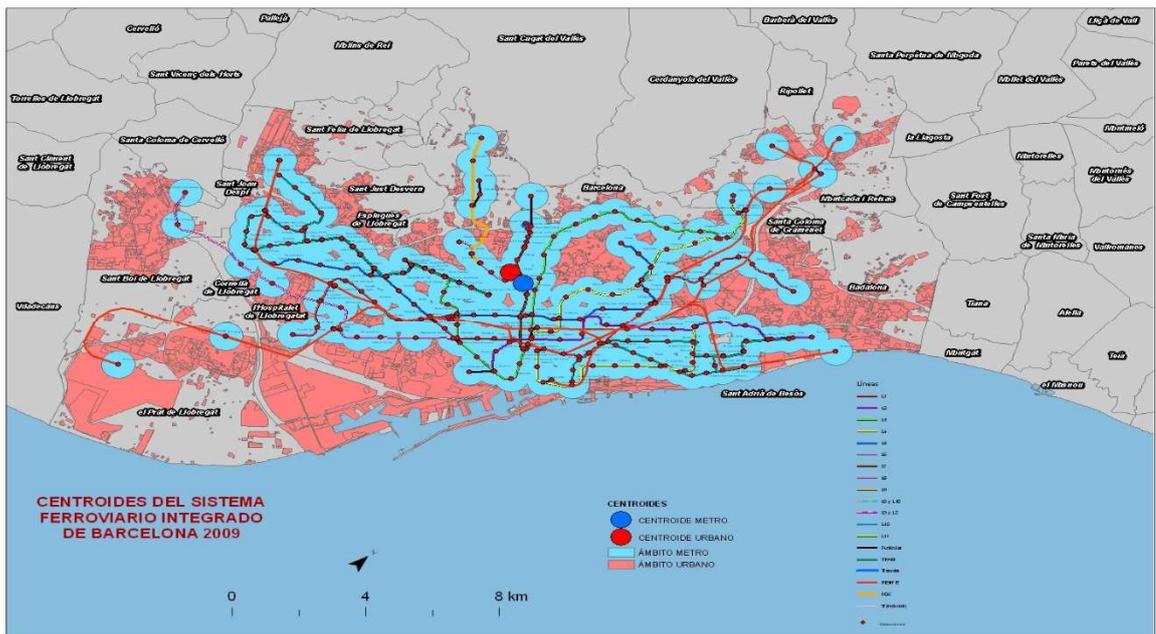
Fuente: elaboración propia a partir de datos de A.M.B., T.M.B., A.T.M, F.G.C y R.E.N.F.E. Corresponde con la figura I10 del volumen II de anexos.

Figura 11.10. Centroides del metro de Barcelona más de 2.020.



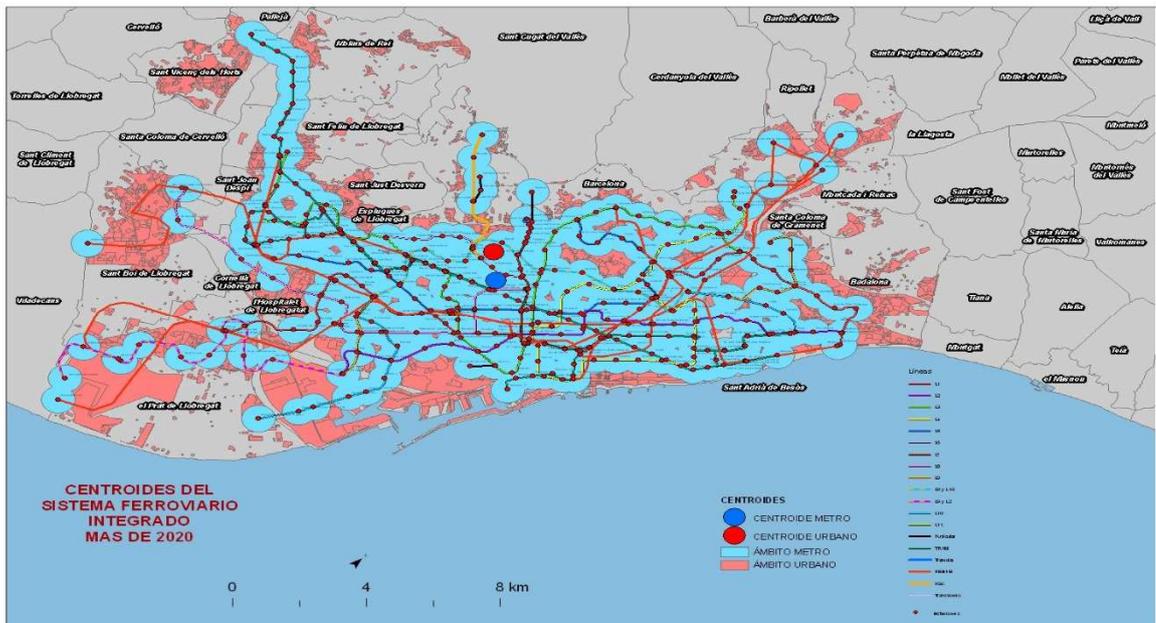
Fuente: elaboración propia a partir de datos de A.M.B., T.M.B., A.T.M, F.G.C y R.E.N.F.E. Corresponde con la figura I13 del volumen II de anexos.

Figura 11.11. Centroides del sistema ferroviario integrado de Barcelona 2.009.



Fuente: elaboración propia a partir de datos de A.M.B., T.M.B., A.T.M, F.G.C y R.E.N.F.E. Corresponde con la figura I14 del volumen II de anexos.

Figura 11.12. Centroides del sistema ferroviario integrado de Barcelona más de 2.020.



Fuente: elaboración propia a partir de datos de A.M.B., T.M.B., A.T.M, F.G.C y R.E.N.F.E. Corresponde con la figura I16 del volumen II de anexos.

11.2.3. Evolución del precio de la vivienda y estructura ferro-viaria de Barcelona

La evolución del precio del suelo en Barcelona ha sido significativa²⁸, como indica J.Roca i Cladera. La base de datos existente ha permitido analizar el precio del suelo en el municipio de Barcelona en los años 1.951, 1.960, 1.972 y 1.978 (figuras 11.13, 11.14, 11.15 y 11.16 y figuras I1, I2, I3 e I4 del volumen II de anexos). Son notorias dos cuestiones: la evolución del precio de la vivienda y la evolución en la distribución de los precios de la vivienda.

Entre 1.951 y 1.978, el precio de la vivienda creció considerablemente por culpa de la inflación. De un máximo de 1.500 pesetas por m² en 1.951 se pasó a 50.000 pesetas por m² en 1.978, siendo el salto cuantitativo total más notorio entre 1.972 y 1.978 (15.000 pesetas por m² frente a 50.000 pesetas por m²). Sin embargo, a nivel porcentual, el salto cuantitativo más prominente fue el existente entre 1.960 y 1.972, ya que se pasó de 2.000 pesetas por m² a 15.000 pesetas por m², es decir, se multiplicó por 7 el precio máximo de la vivienda.

El precio mínimo de la vivienda siguió un proceso similar. De un mínimo de 50 pesetas por m² que existía en 1.951, se pasó a un mínimo de 6.500 pesetas en 1.978, siendo también el salto cuantitativo total más brusco, el realizado entre 1.972 y 1.978 (2.000 pesetas por m², frente a 6.500 pesetas por m²). Sin embargo, a nivel porcentual, el salto cuantitativo más prominente fue el existente entre 1.960 y 1.972, ya que se pasó de 100 pesetas por m² a 2.000 pesetas por m², es decir, se multiplicó por 20 el precio mínimo de la vivienda. A este prolongado boom del precio de la vivienda se sumó el hecho de que las pautas de distribución del precio de la vivienda también variaron. En cada año se percibe una situación diferenciada. Se aprecian tres áreas diferenciadas en cada época, en función del precio de la vivienda. Existe una única área central con elevados precios de la vivienda. Esta área central está rodeada de un área de precio intermedia y a su vez ésta está rodeada de un área de precio mínimo de la vivienda. El área de gran valor de la vivienda y el área de valor intermedio de la vivienda suelen ocupar una séptima parte del territorio municipal de Barcelona cada uno, constituyendo aproximadamente un tercio del

total de la superficie. Las otras dos terceras partes corresponden a las áreas de bajo precio de la vivienda. Esta proporción se mantiene de forma constante en los cuatro períodos temporales analizados.

Por lo tanto, según esta estructura, es la evolución del área de mayor valor de la vivienda la que modifica el conjunto. Al variar de estructura las áreas de mayor valor, el resto de áreas se ajustaron a ella.

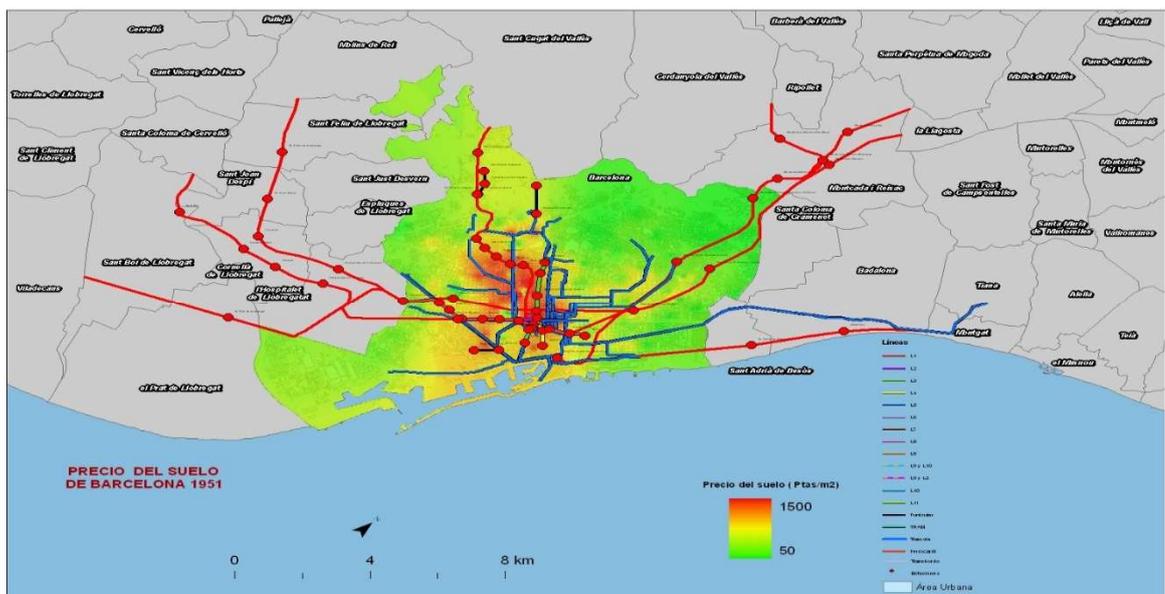
En 1.951, el área central de mayor valor se ubicaba claramente desde las estaciones de Plaza Catalunya a Lesseps y a través de toda la izquierda del Ensanche. Esta área estaba perfectamente delimitada por una línea de tranvía que circundaba y delimitaba la zona señalada. Esta área estaba totalmente integrada en las redes de metro y tranvía, lo que evidencia una relación directa entre infraestructura de transporte y precio de la vivienda. El resto de áreas servidas por las infraestructuras ferroviarias poseían un valor intermedio y las áreas desprovistas de infraestructuras ferroviarias poseían un bajo precio de la vivienda.

En 1.960 y 1.972 la situación mantuvo su esquema fundamental, aunque el área de elevado valor de la vivienda se amplió hacia el oeste, norte y sur del Ensanche.

Sin embargo, en 1.978 la situación varió. Entre 1.960 y 1.972 se procedió a la desmantelación súbita del tranvía en Barcelona. Debido a la rapidez de dicha operación, los precios de la vivienda entre 1.960 y 1.972 se mantuvieron estables. Sin embargo en 1.978 ya se dejó notar las consecuencias de esta operación. Los precios de la vivienda se adaptaron al área central circunscrita por las líneas de metro. Se repartió homogéneamente el precio de la vivienda a ambos lados del Ensanche entre la estación de Sants y la de Sagrada Família y entre la estación de Catalunya y todo el norte del área urbana barcelonesa. El resto de áreas urbanas conectadas con las líneas ferro-viarias poseían un precio intermedio y las que no estaban conectadas poseían un precio bajo de vivienda.

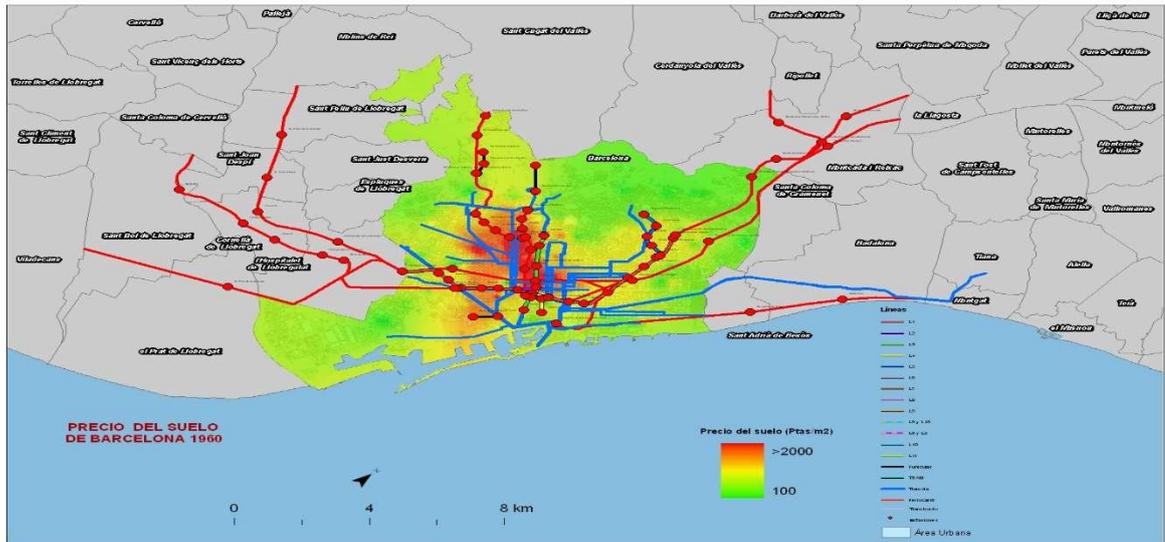
Se evidencia de esta manera que una variación en las infraestructuras de transporte comporta así mismo una variación en el precio de la vivienda. Por lo tanto, se concluye que precio de la vivienda y accesibilidad son dos factores que se interrelacionan mutuamente.

Figura 11.13. Precio del suelo de Barcelona 1.951.



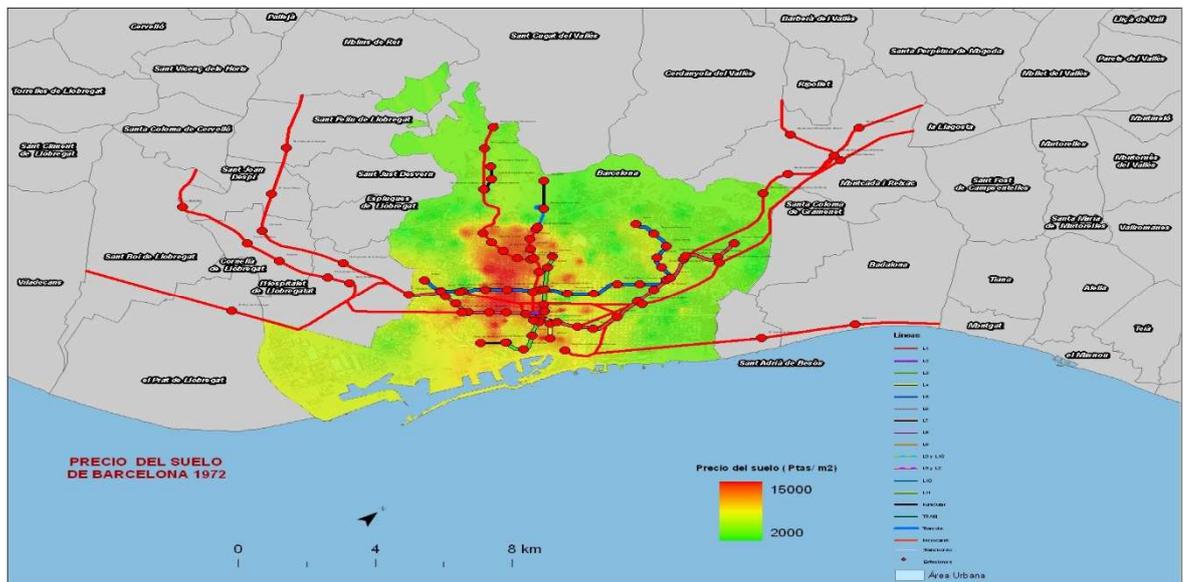
Fuente: elaboración propia a partir de MARAGALL, P. *Els preus del sòl*. Director: Josep M. Vegara Carrió. Universitat Autònoma de Barcelona. Departament d'Economia de l'Empresa. 1979. < <http://www.tesisenred.net/handle/10803/3977> > [ISBN: 978814449]. Corresponde con la figura II del volumen II de anexos.

Figura 11.14. Precio del suelo de Barcelona 1.960.



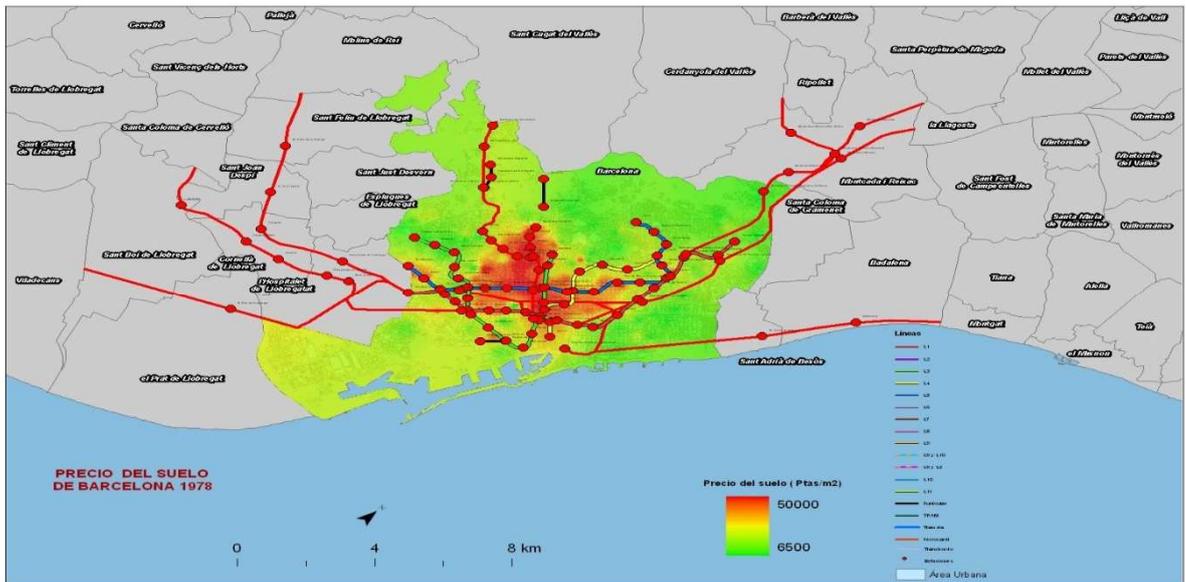
Fuente: elaboración propia a partir de MARAGALL, P. *Els preus del sòl*. Director: Josep M. Vegara Carrió. Universitat Autònoma de Barcelona. Departament d'Economia de l'Empresa. 1979. <<http://www.tesisenred.net/handle/10803/3977>> [ISBN: 978814449]. Corresponde con la figura I2 del volumen II de anexos.

Figura 11.15. Precio del suelo de Barcelona 1.972.



Fuente: elaboración propia a partir de MARAGALL, P. *Els preus del sòl*. Director: Josep M. Vegara Carrió. Universitat Autònoma de Barcelona. Departament d'Economia de l'Empresa. 1979. <<http://www.tesisenred.net/handle/10803/3977>> [ISBN:978814449]. Corresponde con la figura I3 del volumen II de anexos.

Figura 11.16. Precio del suelo de Barcelona 1.978.



Fuente: elaboración propia a partir de MARAGALL, P. *Els preus del sòl*. Director: Josep M. Vegara Carrió. Universitat Autònoma de Barcelona. Departament d'Economia de l'Empresa. 1979. < <http://www.tesisenred.net/handle/10803/3977> > [ISBN: 978814449]. Corresponde con la figura I4 del volumen II de anexos.

Notas del capítulo 11

¹SALAS, R. "Evolución de la red ferroviaria e influencia de ésta sobre el crecimiento urbano en Barcelona y su área metropolitana". *Congreso de Historia Ferroviaria*. Aranjuez, febrero de 2001, pp. 157-176 < <http://www.docutren.com/archivos/aranjuez/pdf/08.pdf> > [ISBN: 84-498-0647-X].

²ALCAIDE GONZÁLEZ, R. *El ferrocarril en Barcelona 1848-2010. Desarrollo, implicaciones urbanas y perspectivas para el siglo XXI*. Director: Horacio Capel. Barcelona: Universitat de Barcelona. Facultat de Geografia i Historia. Departament de Geografia Humana. 2010.

³ El puerto ha tenido una capital importancia en la estructuración de las ciudades, integrándose en ellas y afectándola profundamente. Las estaciones ferroviarias supusieron el nuevo acceso de las ciudades que se expandió en los lugares aledaños a las instalaciones ferroviarias. El efecto barrera que producía el tendido ferroviario segregaba una parte de la ciudad y al mismo tiempo impedía la expansión de la misma. Las actividades productivas vinculadas con las infraestructuras como la industria o los almacenes se ubicaron en estas, cada vez más, degradadas áreas. Si las redes ferroviarias se conectaban al puerto, su incidencia sobre el trazado urbano era mayor que si estuviesen ubicadas en la periferia ya que debían atravesar el área urbana consolidada. Si el ferrocarril y el puerto estaban muy separados, al final la urbe crecía por ambas partes hasta soldarse ambas áreas. Lo ideal para evitar las distorsiones urbanas que producía el ferrocarril era unir todas las líneas en una sola estación de término.

DELGADO VIÑAS, C. "Entre el puerto y la estación. La influencia de las infraestructuras de transporte en la morfología de las ciudades portuarias españolas (1848-1936)". *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. [En línea]. Barcelona: Universidad de Barcelona, 20 de julio de 2010, vol. XIV, n° 330. < <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-330.htm> >. [ISSN: 1138-9788].

⁴ALCAIDE GONZÁLEZ, R. *El ferrocarril en Barcelona 1848-2010. Desarrollo, implicaciones urbanas y perspectivas para el siglo XXI*. Director: Horacio Capel. Barcelona: Universitat de Barcelona. Facultat de Geografia i Historia. Departament de Geografia Humana. 2010.

⁵SALAS, R. "Evolución de la red ferroviaria e influencia de ésta sobre el crecimiento urbano en Barcelona y su área metropolitana". *Congreso de Historia Ferroviaria*. Aranjuez, febrero de 2001, pp. 157-176 < <http://www.docutren.com/archivos/aranjuez/pdf/08.pdf> > [ISBN: 84-498-0647-X].

Capítulo 11. Ferro-carril y ciudad: Evolución e interrelación histórica

⁶ALCAIDE GONZÁLEZ, R. *El ferrocarril en Barcelona 1848-2010. Desarrollo, implicaciones urbanas y perspectivas para el siglo XXI*. Director: Horacio Capel. Barcelona: Universitat de Barcelona. Facultat de Geografia i Historia. Departament de Geografia Humana. 2010.

⁷SALAS, R. “Evolución de la red ferroviaria e influencia de ésta sobre el crecimiento urbano en Barcelona y su área metropolitana”. *Congreso de Historia Ferroviaria*. Aranjuez, febrero de 2001, pp. 157-176 < <http://www.docutren.com/archivos/aranjuez/pdf/08.pdf> > [ISBN: 84-498-0647-X].

⁸El trazado ferroviario de ancho español que hoy constituye una buena parte del recorrido de la línea 1 del Metro de Barcelona, no fue proyectado, inicialmente, para su servicio actual sino como un enlace ferroviario, en buena parte subterráneo, que debía servir para suprimir la caótica presencia en superficie de las vías férreas y estaciones que conformaban la red de transporte ferroviario de Barcelona.

ALCAIDE GONZÁLEZ, R. *El ferrocarril en Barcelona 1848-2010. Desarrollo, implicaciones urbanas y perspectivas para el siglo XXI*. Director: Horacio Capel. Barcelona: Universitat de Barcelona. Facultat de Geografia i Historia. Departament de Geografia Humana. 2010.

⁹SALAS, R. “Evolución de la red ferroviaria e influencia de ésta sobre el crecimiento urbano en Barcelona y su área metropolitana”. *Congreso de Historia Ferroviaria*. Aranjuez, febrero de 2001, pp. 157-176 < <http://www.docutren.com/archivos/aranjuez/pdf/08.pdf> > [ISBN: 84-498-0647-X].

¹⁰ALCAIDE GONZÁLEZ, R. *El ferrocarril en Barcelona 1848-2010. Desarrollo, implicaciones urbanas y perspectivas para el siglo XXI*. Director: Horacio Capel. Barcelona: Universitat de Barcelona. Facultat de Geografia i Historia. Departament de Geografia Humana. 2010.

¹¹SALAS, R. “Evolución de la red ferroviaria e influencia de ésta sobre el crecimiento urbano en Barcelona y su área metropolitana”. *Congreso de Historia Ferroviaria*. Aranjuez, febrero de 2001, pp. 157-176 < <http://www.docutren.com/archivos/aranjuez/pdf/08.pdf> > [ISBN: 84-498-0647-X].

¹²ALCAIDE GONZÁLEZ, R. *El ferrocarril en Barcelona 1848-2010. Desarrollo, implicaciones urbanas y perspectivas para el siglo XXI*. Director: Horacio Capel. Barcelona: Universitat de Barcelona. Facultat de Geografia i Historia. Departament de Geografia Humana. 2010.

¹³SALAS, R. “Evolución de la red ferroviaria e influencia de ésta sobre el crecimiento urbano en Barcelona y su área metropolitana”. *Congreso de Historia Ferroviaria*. Aranjuez, febrero de 2001, pp. 157-176 < <http://www.docutren.com/archivos/aranjuez/pdf/08.pdf> > [ISBN: 84-498-0647-X].

¹⁴ALCAIDE GONZÁLEZ, R. *El ferrocarril en Barcelona 1848-2010. Desarrollo, implicaciones urbanas y perspectivas para el siglo XXI*. Director: Horacio Capel. Barcelona: Universitat de Barcelona. Facultat de Geografia i Historia. Departament de Geografia Humana. 2010.

¹⁵SALAS, R. “Evolución de la red ferroviaria e influencia de ésta sobre el crecimiento urbano en Barcelona y su área metropolitana”. *Congreso de Historia Ferroviaria*. Aranjuez, febrero de 2001, pp. 157-176 < <http://www.docutren.com/archivos/aranjuez/pdf/08.pdf> > [ISBN: 84-498-0647-X].

¹⁶TARAVILLA RODRÍGUEZ, M. *Prognosis dels impactes socials i urbanístics de la “unió del trambesòs amb el trambaix”*. Director: Míriam Villares Junyent y Rosa Junyent Comas. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d’Infraestructura del Transport i del Territori. 2010. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/12590> >.

¹⁷ALCAIDE GONZÁLEZ, R. *El ferrocarril en Barcelona 1848-2010. Desarrollo, implicaciones urbanas y perspectivas para el siglo XXI*. Director: Horacio Capel. Barcelona: Universitat de Barcelona. Facultat de Geografia i Historia. Departament de Geografia Humana. 2010.

¹⁸A principios del siglo XX había 3 tipos de modelos urbanos: el gross stadt alemán, el city planning norteamericano y la ciudad-jardín anglosajona. Barcelona se decantó por el modelo alemán.

MIRALLES GUASCH, C. *Transport i ciutat. Una reflexió sobre la Barcelona contemporània*. Director: Antoni Tulla Pujol. Universitat Autònoma de Barcelona. Departament de Geografia. 1996. < <http://www.tesisenred.net/handle/10803/4986> > [ISBN: 9788469202661].

¹⁹Capel se refiere a Cerdá como el creador del urbanismo de las redes. Cerdá connotó a la movilidad de gran importancia y creó un diseño urbano que contemplaba a la circulación en su entramado y desarrollo.

Cerdá trató el tema ferroviario en su Teoría General de la Urbanización y aplicó sus principios y doctrinas a la reforma y ensanche de Barcelona de 1867. Consideraba al ferrocarril como un medio de locomoción perfeccionado. También analizó la relación del desarrollo urbano con los diferentes medios de locomoción existentes hasta entonces: la locomoción pedestre, la ecuestre, la rastrera (aquella que hace uso del arrastre efectuado por animales) y la locomoción rodada.

A pesar de que el desarrollo ferroviario era incipiente, Cerdá apostó por él como el nuevo y revolucionario medio de transporte.

CAPEL, H. *Los ferro-carriles en la ciudad. Redes técnicas y configuración del espacio urbano*. 1ª edición. Madrid: Fundación de los Ferrocarriles Españoles. 2011. 224 pp. [ISBN: 9788489649675].

²⁰PASCUAL PEAGUDA, A. *Análisis y evolución histórica de los nudos viarios en Barcelona*. Director: Francesc Magrinyà Torner. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d’Infraestructura del Transport i del Territori. 2009. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/10118> >.

²¹ALCALÁ, L. "Reflexiones sobre algunas estrategias urbanísticas en la ciudad de Barcelona durante el último cuarto del siglo XX". Argentina: *Cuaderno Urbano*. Resistencia. Junio de 2006, núm. 5, pp. 75-104. < http://arq.unne.edu.ar/publicaciones/cuaderno_urbano/cu_5/archivos/pdf/alcala.pdf > [ISSN: 1666-6186].

²²PASCUAL PEAGUDA, A. *Análisis y evolución histórica de los nudos viarios en Barcelona*. Director: Francesc Magrinyà Torner. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d'Infraestructura del Transport i del Territori. 2009. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/10118> >.

²³Entre 1960 y 1970 se produjeron intervenciones urbanas que derivaron en medidas excesivas contra este tipo de construcciones. Durante el primer período democrático, Oriol Bohigas (arquitecto) se dio especial atención al espacio público de la ciudad. Se pretende introducir una urbanidad en el conjunto de la ciudad, tanto en áreas centrales como en áreas periféricas. Se perseguía monumentalizar la periferia, dotar al espacio público de una identidad específica o reforzar la existente. ALCALÁ, L. "Reflexiones sobre algunas estrategias urbanísticas en la ciudad de Barcelona durante el último cuarto del siglo XX". Argentina: *Cuaderno Urbano*. Resistencia. Junio de 2006, núm. 5, pp. 75-104. < http://arq.unne.edu.ar/publicaciones/cuaderno_urbano/cu_5/archivos/pdf/alcala.pdf > [ISSN: 1666-6186].

²⁴PASCUAL PEAGUDA, A. *Análisis y evolución histórica de los nudos viarios en Barcelona*. Director: Francesc Magrinyà Torner. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d'Infraestructura del Transport i del Territori. 2009. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/10118> >.

²⁵ALCALÁ, L. "Reflexiones sobre algunas estrategias urbanísticas en la ciudad de Barcelona durante el último cuarto del siglo XX". Argentina: *Cuaderno Urbano*. Resistencia. Junio de 2006, núm. 5, pp. 75-104. < http://arq.unne.edu.ar/publicaciones/cuaderno_urbano/cu_5/archivos/pdf/alcala.pdf > [ISSN: 1666-6186].

²⁶ El modelo Barcelona es reconocido como una forma particular de hacer ciudad que se fundamenta en un crecimiento y en un desarrollo sostenible. Se basa en un modelo compacto de ciudad, que considera que el equilibrio en el territorio puede alcanzarse por medio de la conformación de centralidades distribuidas de forma equitativa en la ciudad. REYES SCHADE, E. *El espacio público en la inserción del tranvía*. Director: Antoni Remesar Betloch. Universitat de Barcelona. 2011. < http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:-283LGL4uqJQ:diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/21002/1/01_reyes_schade.pdf+EL+ESPACIO+PUBLICO+EN+LA+INSERCI+ON+DEL+TRANVIA&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=es >.

²⁷ La avenida de la luz, era una galería comercial situada en el actual centro comercial Triangle, en Plaza Cataluña. Era un espacio vivo, lleno de gente, con gran mezcla social, con cines, espectáculos, joyerías restaurantes... Esta iniciativa fue tan exitosa que París imitó esta construcción e instaló comercios y servicios en su estación de metro Ópera 3. El recinto se creó debido a las obras de ampliación del tren de Sarriá, entre 1926 y 1929 pero se inauguró en 1940 y se cerró en 1990. La ciudad subterránea, entre Plaza Cataluña, Universitat y Urquinaona pretendía interconectar las recientes redes ferroviarias subterráneas. Sabaté quería unir todas las vestíbulos subterráneos de las compañías ferroviarias (Gran metro transversal, Ferrocarril del Norte, Tren de Sarriá y Ferrocarriles Catalanes) dándole unicidad a todo ese espacio. Sin embargo, este proyecto no prosperó debido a su obsolescencia y a la falta de transparencia en cuanto a las competencias que existían en el subsuelo en materia de seguridad, limpieza... lo que derivó en un espacio cada vez más marginal. XALABARDER AULET, M. "La avenida de la luz, una calle subterránea en Barcelona". *Estudios geográficos*. Julio-Septiembre de 1999. vol.60. n°236. p.487. < <http://www.ub.edu/geocrit/sv-129.pdf> >

²⁸ El prestigio social del entorno urbano es el factor más determinante a la hora de fijar el precio de un inmueble. El tamaño de la vivienda y el nivel de motorización también influyen poderosamente. El segundo factor determinante en el precio del suelo es la diversificación física de la estructura urbana. La calidad y cantidad de dotaciones y otros servicios públicos jerarquizan el mercado inmobiliario. Las zonas verdes prestigian el entorno. La accesibilidad tiene un papel secundario. La accesibilidad al transporte público y el privado muestran una correlación reducida con los precios del suelo. ROCA I CLADERA, J. *Los precios del suelo en el ámbito metropolitano*. Barcelona: Corporació Metropolitana, Assessoria de Comunicació i Relacions, D.L. 1986. 264 pp.

CONCLUSIONES FINALES

La presente Tesis Doctoral ha indagado sobre los aspectos que más gravemente se ven afectados por la implantación de un sistema ferro-viario. Estos aspectos son la accesibilidad, la movilidad y las transformaciones sociales y espaciales de un área.

El primer factor tratado es la accesibilidad. La accesibilidad es un factor que depende en buena medida de la distancia (en la transportística actual, se tiene en cuenta la distancia temporal, no la distancia física). Existe una relación muy estrecha entre accesibilidad y distancia y dicha relación suele determinar el nivel de movilidad de un área. Existen diferentes tipos de accesibilidad, según han definido diversos autores. Entre ellas, está la accesibilidad relacional, que es aquella que interconecta las diferentes áreas entre sí, formando una malla. Otro tipo existente es la accesibilidad por proximidad que, según parámetros topológicos, mide la distancia menor entre un punto y el resto de puntos de un sistema. También existe la accesibilidad por intermediación, que es el valor del nodo o punto que posee una distancia media menor entre éste y el resto de puntos de una red. Se le suele llamar isoaccesibilidad (de esta manera se obtiene un valor para medir la centralidad de cada punto dentro de un sistema nodal). Por último, existe la accesibilidad visual, que incorpora el concepto de isovistas o espacios que poseen igual o semejante percepción de centralidad basándose en su accesibilidad visual. Las diferentes tipologías de accesibilidad ayudan a ponderar las propuestas de trazado de nuevas líneas de transporte y posibilitan la ampliación de las existentes. Las formulaciones que se realizan para medir la accesibilidad son verdaderamente importantes porque permiten analizar, evaluar, valorar y comparar diferentes redes de transporte entre sí y permiten valorar su

repercusión en la población residente. De hecho, a lo largo del tiempo se han ido creando diferentes indicadores para medir la accesibilidad. Estos indicadores se pueden dividir en aquellos que miden las características físicas del espacio, y en aquellos que tienen en cuenta las variables socioeconómicas del espacio. Entre los indicadores de la accesibilidad que miden las características físicas del espacio, se hallan algunos elaborados por Kanski, como su índice Beta y su índice Gamma. El índice Beta de Kanski pone en relación los arcos y nodos que posee un sistema, mientras que el índice Gamma de Kanski pone en relación el número de arcos de una red y el número máximo de arcos que es posible que pueda tener dicha red. Koning y Shimbel también analizaron las características físicas de los diferentes nodos de un sistema y su diferente grado de accesibilidad e isoaccesibilidad. El autor Subero Munilla (2.009) indica que hay autores, como De Oña, Osorio y Monzón, que le otorgaban una gran importancia al factor tiempo en sus cálculos de accesibilidad, llegando a compartimentar el cálculo, teniendo en cuenta los diferentes tiempos de cada una de las acciones que comporta un desplazamiento. También indica que algunos autores como Turro y Ulied, crearon indicadores como el ICON, en el que uno de los factores más importantes a la hora de definir la accesibilidad es la conectividad, que se define como el tiempo o coste más reducido que se precisa para acceder a una red o infraestructura de transporte desde un punto del espacio. Otro factor importante, que suele analizarse en los indicadores de accesibilidad, es la cobertura que proporciona una determinada parada o un determinado sistema de transporte. La cobertura se define como la capacidad de una red o de un sistema para atraer a individuos, para su conversión en usuarios de la red. Autores como Wooton y Subero Munilla (2.009) teorizaron sobre este concepto. También se suele tener en cuenta a la densidad en los cálculos de accesibilidad. Para hallar dicha densidad se suele contraponer la cantidad de área cubierta por cada nodo de la red y el área urbana total. Por otra parte, según Subero Munilla (2.009) diversos autores como Von Koch, Mandelbrot y Dupuy teorizaron sobre la fractalidad en los análisis de accesibilidad de una red o sistema (la fractalidad es una rama del conocimiento que analiza la forma de las redes y las clasifica. También permite ampliar una red conservando las proporciones de cada una de sus partes). Los indicadores de accesibilidad, basados en las propiedades físicas de la red o del espacio al que dan cobertura, son esenciales en la transportística, pero existen otros indicadores que cuantifican las variables de carácter socioeconómico del espacio. Se suele calcular el tiempo en términos monetarios y también se suele calcular el costo del desplazamiento de una persona en función de su productividad. Por

último, según Subero Munilla (2.009) , algunos autores como Echevarría, Hansen o Koenig teorizaron sobre este tipo de indicadores. Es reseñable apuntar que algunos indicadores tienen en cuenta multitud de criterios para obtener un resultado más próximo a la realidad. Sin embargo, la mezcla de factores espaciales y factores económicos puede llegar a concretarse en resultados que no satisfagan a ninguna de las partes involucradas, ni solucione ninguna de las problemáticas presentadas.

Esta Tesis analiza, además de la accesibilidad, otras cuestiones relacionadas directamente con las redes de transporte, entre ellas, la movilidad. Es importante tener en cuenta que la movilidad es movimiento, la movilidad es la superación de las distancias. La distancia, el espacio y el transporte son elementos asociados al concepto de movilidad. A lo largo de la historia, la movilidad evolucionó, especialmente durante los últimos 150 años. En este período de tiempo, los medios de transporte se diversificaron e incrementaron su eficacia, al mismo tiempo que se aminoraban los tiempos de desplazamiento. Muchos autores han teorizado sobre la transportística, la movilidad, los análisis de flujos y la cronogeografía. Existía el propósito de explicar la relación existente entre los transportes y el territorio y se prestaba una especial atención a los efectos producidos en el ámbito urbano. Se llegó a la conclusión de que la movilidad varía dependiendo de las variables sociodemográficas empleadas en el análisis. Las mujeres, los ancianos, los jóvenes y los estratos sociales más deprimidos económicamente arrojan resultados muy definidos y diferenciados en sus pautas de movilidad. Para conocer qué tipo de movilidad presenta un área se usan diversas técnicas y métodos. Se suelen utilizar parámetros históricos, de uso del suelo, económicos y sociales. Por otra parte, también se estudiaron los efectos que la movilidad ha producido en el medio ambiente. Esta cuestión es de capital importancia ya que los problemas de contaminación acústica y ambiental son cada vez mayores, debido a la creciente movilidad a nivel global.

Las transformaciones sociales y espaciales son otros de los factores tratados en esta Tesis y, para poder hablar de ellas con rigor, hay que tener en cuenta en qué consisten. Hay que tener en cuenta que el desarrollo urbano y los transportes han tenido evoluciones paralelas. Se han influenciado mutuamente, en ocasiones difuminándose totalmente la causa y el efecto. La planificación territorial actual tiene en cuenta el desarrollo conjunto de ambos sistemas, porque es consciente de la interrelación mutua que existe y de la importancia del correcto desarrollo de uno de los sistemas, para la expansión y

fortalecimiento del otro. Pero esta percepción es un fenómeno actual. Hay que tener en cuenta que, hasta el siglo XIX, las ciudades poseían una determinada estructura en función de las distancias que estaban dispuestos a recorrer a pie sus habitantes. Posteriormente, con la incorporación de los medios de transporte mecánicos, esa situación se modificó. Hasta la segunda guerra mundial, fueron predominantes los medios de transporte colectivos, pero, más tarde, comenzó el auge del automóvil que intensificó la descentralización de las actividades, especialmente la residencial, lo que provocó la aparición de las ciudades satélites y las ciudades jardín. Este hecho ocasionó una progresiva pérdida de la densidad urbana. Esta dispersión urbana provocó la aparición de las áreas metropolitanas, que conformaban espacios, que segregaban las áreas residenciales de las áreas de actividad secundaria y terciaria (fordismo). Pero esta situación se revirtió, ya que, posteriormente, el transporte colectivo recobró su antiguo auge al percibirse a éste como más sostenible y económico (postfordismo). Actualmente, se conocen la cantidad de efectos inducidos por un medio de transporte en un área urbana. Los efectos que producen los transportes en la ciudad son varios y son responsables, en buena medida, de la configuración urbana de una ciudad. Los transportes modifican la forma de la ciudad, creando polos de atracción alrededor de las estaciones y vías que generan cambios en los usos y el valor del suelo. El transporte reduce las distancias e impulsa la movilidad, dinamizando así las actividades productivas. Sin embargo, el aumento de accesibilidad de unas áreas provoca el detrimento en otras, jerarquizando el territorio y provocando un efecto barrera.

Pero no se ha de analizar la importancia de un medio de transporte únicamente desde un punto de vista técnico o medioambiental. Es necesario tener en cuenta la repercusión social que tiene un determinado medio de transporte. En especial, el transporte colectivo, que es el que permite la interacción de amplios y dispares grupos sociales. El transporte colectivo conforma una red de estaciones que tiene una especial importancia en la trayectoria vital del individuo o en su memoria histórica colectiva. La percepción de las diferentes realidades sociales de la urbe, permite configurar nuestro propio mapa mental de la ciudad. Pero dicho mapa está influenciado por diversos condicionantes físicos y sociales que pueden desfigurar la imagen de la realidad y alterar el comportamiento del individuo, sus pautas de movilidad y sus hábitos de consumo. Por ello, los estudios de la percepción deben ser una herramienta de análisis valorada dentro de los estudios de

transporte, por cuanto analizan comportamientos sociales que no podrían ser explicados de otro modo.

Debido a todo lo dicho anteriormente, la configuración de las redes y líneas de transporte resultan vitales para entender el desarrollo urbano y la sociedad en su conjunto. Y sin duda, algunas de las redes de transporte más importantes, son las redes ferro-viarias. El ferrocarril creó las primeras redes ferro-viarias y vertebró y jerarquizó el territorio (el sustituto moderno del ferrocarril es el AVE). El tranvía y el metro proveyeron de accesibilidad a amplias áreas urbanas e impulsaron su expansión (el metro ligero supone una variante ferro-viaria con características propias del metro convencional y del tranvía). Las características técnicas de estos sistemas ferro-viarios varían considerablemente. El ferrocarril posee diversas ventajas respecto a otros medios de transporte en aspectos como la velocidad, el número de plazas y la seguridad del trayecto, aunque también suele ser un medio de transporte más caro que los demás. Además, la ingeniería tuvo que desarrollarse ampliamente para minimizar las dificultades que el terreno suponía para el ferrocarril. Por el contrario, el tranvía y el metro ligero son relativamente fáciles de implantar de forma económica pero su velocidad es baja y su capacidad de pasajeros reducida. Pero sin duda, de entre todos los medios de transporte ferro-viarios, el metro, es el sistema urbano de transporte masivo de pasajeros por antonomasia. De hecho, es la infraestructura urbana de mayor coste y de mayor repercusión sobre el área bajo la cual se ubica. Puede transformar el tejido urbano a medio y largo plazo y configura y refleja la historia, el crecimiento, la evolución y los avatares del sistema urbano bajo el que se asienta; En el mundo, hay cerca de 150 ciudades con sistema metro y cerca de 450 con tranvías y metros ligeros. La mayoría se ubican en Europa y Norteamérica. Esto es debido a que los transportes ferro-viarios de masas requieren de grandes inversiones que no son asequibles para todos los gobiernos y, por ello, solo los países más desarrollados económicamente disponen de estos sistemas de desplazamiento.

En general, el impacto de los sistemas ferro-viarios es muy positivo, en cuanto a la mejora de la accesibilidad de un área, a la renovación urbanística y a la conectividad del conjunto del sistema. Normalmente se procura la interconexión de las infraestructuras ferro-viarias para provocar sinergias entre ellas y maximizar su uso. Intermodalidad y multimodalidad son elementos claves de la pervivencia e impulso de los sistemas ferro-viarios al

interconectar con las autopistas, los puertos y los aeropuertos de las áreas urbanas. Pero las redes ferro-viarias no solamente conectan el territorio y lo dotan de accesibilidad, sino que también lo jerarquizan. Las redes ferro-viarias crean radialidad en el territorio, alrededor de unos pocos núcleos centrales. Por ello, es importante, que el desarrollo ferro-viario sea reticular y que abarque la máxima superficie del terreno, de una forma homogénea, y procurando favorecer el policentrismo, tanto el urbano como el intraurbano, para que las diferentes actividades se localicen de forma uniforme en el espacio, evitando así las dependencias territoriales que provocan vulnerabilidad. Es importante, por tanto, contar con políticas territoriales que gestionen las repercusiones creadas y que coordinen el desarrollo urbano con el de la red de transportes, para crear un modelo de desarrollo viable y sostenible. Si no se planifica convenientemente la interacción entre urbe y transporte, las repercusiones que pueden producirse son numerosas. Una de las más importantes es la acometida de costosas operaciones de integración del ferro-carril en el medio urbano. Otra actuación de gran calado es la renovación urbana derivada de la desmantelación de líneas obsoletas, lo cual supone una dificultad técnica considerable. En todo caso, dichas operaciones también suponen una oportunidad de rentabilidad inmobiliaria. A pesar de sus inconvenientes, el ferro-carril es un medio de transporte esencial para conseguir un territorio sostenible.

Si el análisis del ferro-carril en la accesibilidad, la movilidad y las transformaciones sociales y espaciales de un área urbana se focalizan en un estudio de caso concreto, como es la ciudad de Barcelona, se puede concluir lo siguiente. Primeramente, es necesario realizar una revisión de la historia ferro-viaria de Barcelona. Hay que tener en cuenta que los diferentes sistemas de transporte ferro-viario han tenido una importancia capital en la estructuración urbana y social de la aglomeración barcelonesa. El ferrocarril ha conectado y vertebrado grandes áreas territoriales y ha diseñado los ejes de desarrollo primordiales a nivel intraurbano, definiendo un centro neurálgico en torno a Plaza Cataluña y al Paseo de Gràcia (la alta velocidad implantada recientemente, mantiene este esquema y agranda el área de influencia de Barcelona a toda Catalunya). El tranvía, por su parte, comenzó su andadura siendo un medio de transporte interurbano y periurbano para, posteriormente, convertirse en un medio de transporte eminentemente urbano. Su red alcanzó cotas de densidad nunca antes ni después alcanzadas por ninguna red ferro-viaria en la ciudad. Su desmantelación a mediados de los 60 del siglo XX fue abrupta y quizá poco planificada. A día de hoy, muchas áreas anteriormente servidas por este medio de transporte siguen

hoy en día desabastecidas de un medio de transporte de infraestructura fija. El metro, su más inmediato sucesor (junto con el autobús), tuvo unos inicios irregulares. El costo de la infraestructura y la guerra civil provocaron que se tardase décadas en impulsar este medio de transporte, que actualmente resulta indispensable en la movilidad cotidiana de los habitantes de Barcelona. Tanto es así, que los planes de actuación territorial han promovido y planificado la expansión de dicho medio de forma espectacular. A principios del siglo XXI se implantó la red de metro ligero, un sistema híbrido entre el tranvía y el metro convencional, que posee una mayor versatilidad en su instalación y unos costos de implantación menores que el metro convencional. Esta red de metro ligero, permite proveer de conectividad a áreas que no poseen la suficiente densidad poblacional para la implantación de un sistema de metro convencional y también se suele usar para enlazar áreas urbanas escasamente vertebradas entre sí. Estos medios de transporte ferro-viarios tuvieron una fuerte incidencia en la accesibilidad, la movilidad y las transformaciones socioespaciales de Barcelona.

En cuanto al estudio de la accesibilidad de la red ferro-viaria de Barcelona, los resultados son los siguientes. La isoaccesibilidad, en el período comprendido entre 1.926 y el período más allá de 2.020, presenta una evolución muy significativa. En 1.926, la red de metro de Barcelona era embrionaria. Hacía 2 años que se había inaugurado y no conformaba una extensa red. Esta situación se mantuvo alrededor de 30 años, de manera casi inamovible. A medida que la red se fue haciendo más compleja y las líneas se iban interrelacionando entre ellas, la isoaccesibilidad presentaba valores elevados en una mayor porción de la red, pero, al mismo tiempo, al ser la red cada vez más amplia, los recorridos que se tardaban en recorrerla eran mayores y por lo tanto los tiempos mínimos de recorrido se ampliaban. De una red primigenia en forma de cruz (la consabida cruz fundacional N-S, O-E que suele conformarse en los inicios de una red de metro), el sistema derivó en una malla arborescente, con un amplio centro situado entre Sants-Estació y Sagrada Família y entre Diagonal y Paral·lel, cuyo núcleo estaba entre Catalunya y Paseo de Gracia. El resto de la red formaba una amplia periferia ramificada alrededor de este centro. Con ciertas variaciones, continuó este esquema hasta prácticamente nuestros días. Actualmente se han creado diversos proyectos de ampliación de las líneas, que modificarán sustancialmente la red. La L9 y L10 conformarán una línea perimetral alrededor de la red, atravesándola y conectándola profusamente, creando un sistema complejo, donde se podrá acceder a diferentes puntos del territorio por diferentes

trayectos. Una mayor interconexión y transversalidad harán que, prácticamente toda Barcelona, posea los mismos valores de isoaccesibilidad. Los valores de isoaccesibilidad menores se localizarán en los municipios aledaños a esta ciudad. Si el análisis se realiza sobre todo el sistema ferro-viario conjuntamente, los resultados indican que la red ferro-viaria es mucho más tupida que la red de metro y los valores de isoaccesibilidad son más homogéneos. Sin embargo, al realizar el análisis según franjas temporales concretas (horario laboral, nocturno, festivo y medio) y, teniendo en cuenta aspectos físicos de las estaciones ferro-viarias (profundidad y ámbito de superficie que abarcan las estaciones), se advierten grandes diferencias entre los diferentes medios de transporte, sobre todo entre el metro convencional y el ligero, que divergen ampliamente en las frecuencias de paso. Se constata el hecho de que un sistema integrado e interconectado es más eficiente que un sistema radioconcéntrico o arborescente. El estudio demuestra que cuanto mayor, más compleja e interrelacionada está la red, mayor es la convergencia de los centroides (el centroide de la red y el del ámbito urbano). Esto implica un grado de cobertura altamente eficaz a partir de 2.020 cuando el PDI 2.010-2.020 prevé que se introduzcan una serie de ampliaciones en la red. También se constata que cuanto mayor y más densa es la red ferro-viaria, menor es el área urbana proporcional que le corresponde a cada estación (calculada en 500 metros alrededor de cada estación, pero atendiendo al límite existente por la cercanía del resto de estaciones). Esto provoca que la población tenga un acceso a las estaciones más homogéneo. Una tupida red ferro-viaria tenderá a poseer valores homogéneos de usuarios potenciales, siempre y cuando la población también se distribuya por el territorio con cierta homogeneidad. Otro estudio realizado en esta Tesis es el de la accesibilidad a un solo punto. En este caso, el punto es el centro del sistema ferro-viario barcelonés, que es Plaza Catalunya. A medida que la red es más compleja, crecen ampliamente los valores medios. No son los valores más bajos (que se muestran estacionarios) ni los valores más altos de accesibilidad (que resultan marginales) los más afectados. Son los valores temporales medios los predominantes.

Otro estudio realizado en esta Tesis demuestra también la conveniencia de la apertura de las líneas de Gaudí y Travessera porque darían cobertura a una población urbana que actualmente está desabastecida de transportes de infraestructura fija.

Otro factor de importancia estudiado en esta Tesis es la movilidad ferro-viaria existente en el área urbana de Barcelona. El análisis hace un especial hincapié en la red de metro.

El metro tuvo una baja aceptación inicialmente y tuvo poca cantidad de pasajeros pero, sin embargo, con la unificación de las líneas en una sola red y con la construcción de transbordos, la afluencia de pasajeros fue mayor y más homogénea por toda la red. La unificación de la red de metro fue costosa aunque aún lo fue más la ampliación de las líneas y la creación de nuevas a profundidades cada vez mayores. Por ello, a principio de los años 60, cuando la administración se hizo cargo de la red de metro, ésta tuvo que soportar los gastos derivados de este proceso de integración funcional de las líneas. La gestión pública, además, invirtió en mejorar las estaciones para habilitarlas a las personas con movilidad reducida (de hecho, entre 1.995 y 2.009, se multiplicó por 25 el número de estaciones habilitadas para minusválidos y, en el año 2.020, esa cifra se duplicará). Sin embargo, era necesario primar la inversión y las actuaciones en las estaciones más estratégicas, las más transitadas. Según los datos extraídos, desde los años 80, las estaciones ferroviarias más transitadas se insertan en el eje Cataluña-Diagonal y en el eje Sagrada Família-Sants Estación, en donde más de 3 millones de pasajeros transitan anualmente, por cada una de las estaciones de dicho ámbito (es en esta área trapezoidal, donde se producen la mayoría de las interconexiones entre el metro y el ferrocarril). Este panorama cambiará en el año 2.020 ya que la mayoría de las estaciones de la L9 poseerán gran afluencia de pasajeros debido a la enorme cantidad de interconexiones que se pretenden realizar con el resto de líneas. La previsión de dichos datos viene dada gracias a las encuestas de movilidad realizadas. Las encuestas de movilidad son estudios realizados para conocer las pautas de movilidad de un ámbito espacial determinado y permiten planificar de forma óptima las infraestructuras que se pretenden implantar, así como realizar mejoras en el servicio de las infraestructuras existentes. Son, por tanto, instrumentos necesarios para que el equilibrio entre la oferta y la demanda de transportes se mantenga convenientemente. De forma tradicional, se han tenido en cuenta dos variables a la hora de realizar encuestas de movilidad: la movilidad por motivos de trabajo y por motivos de estudio, ambas consideradas por los estudios, como movilidad obligada. A finales del siglo XX, se comenzaron a realizar encuestas de movilidad cotidiana en España y se tuvieron en cuenta otra serie de factores que motivaron los desplazamientos, como el ocio o los asuntos familiares. En general, la mayoría de las encuestas de movilidad obligada indican que Barcelona es el gran centro impulsor de los trayectos ferro-viarios, tanto de origen como de destino, en toda el área metropolitana. Barcelona posee un gran peso demográfico y una estratégica centralidad y, por ello, las empresas y servicios se han ubicado preponderantemente en ella. Si el motivo del desplazamiento

es el estudio, entonces la presencia de Barcelona es aún mayor, ya que los desplazamientos por motivo de trabajo están más homogéneamente distribuidos por el área metropolitana de Barcelona, debido a la implantación de industrias en los municipios del llamado cinturón rojo, que rodea a Barcelona. Las encuestas de movilidad cotidiana muestran cómo los desplazamientos motivados por actividades consideradas como no obligatorias van ganando terreno, especialmente en el municipio barcelonés, donde se concentran la mayor parte de los centros de ocio y consumo. Barcelona permanece como el centro principal de estudio, trabajo, ocio y compras. Es frecuente, según estas encuestas, que los jóvenes elijan desplazarse en transporte público mientras los adultos prefieren el transporte privado y los viejos se decantan por desplazarse a pie. Las mujeres suelen desplazarse por motivos no obligatorios, en una medida superior a los hombres. También se constata cómo la cantidad de desplazamientos realizados está en función del poder adquisitivo del individuo. Las encuestas de movilidad obligada y no obligada, por lo tanto, son herramientas de vital importancia para conocer la manera en que se articula e interrelacionan entre sí los centros urbanos y los territorios. Profundizar en las variables y procedimientos empleados permitirá conocer de forma más exhaustiva las relaciones entre urbanismo y transporte.

Para finalizar, esta Tesis, indaga la relación existente entre la red ferro-viaria y la conformación urbana de Barcelona. Existe una clara relación entre la distribución de los equipamientos y la red ferro-viaria. En el área central de Barcelona es donde se suelen aglomerar los equipamientos. También las áreas centrales de los municipios periféricos del área metropolitana de Barcelona albergan una buena cantidad de equipamientos. Esta pauta de localización en las áreas centrales de los espacios urbanos es compartida por las infraestructuras de transporte. Las áreas centrales de las principales áreas urbanas son aquellas que son más accesibles a la mayoría de la población, debido a su alto grado de centralidad. Tanto las infraestructuras ferro-viarias, como los equipamientos, tienden a situarse en estas áreas. Se trata, por tanto, de una cuestión relacionada con la localización coincidente. Este hecho a su vez corrobora la teoría que afirma que el desarrollo urbano y el crecimiento de las infraestructuras de transporte están imbricados. De hecho, la ampliación de las redes ferro-viarias previstas en el año más allá del 2.020, se ha planificado teniendo en cuenta la ubicación de los equipamientos, especialmente aquellos presentes en la periferia del área metropolitana barcelonesa. En este caso, son las

infraestructuras de transporte las que han planificado su estructura en función de los equipamientos. Por otra parte, el análisis de los centroides correspondientes al área urbana de Barcelona y al área de cobertura de las estaciones de la red ferro-viaria existente en cada momento histórico, constata que se ha producido un proceso paralelo entre la expansión urbana y la expansión de las redes ferro-viarias. La época de mayor disparidad entre el área urbana barcelonesa y la red ferro-viaria es la correspondiente a la Guerra Civil y a la posguerra. Este hecho es debido a que, en esa época, la falta de presupuesto disponible impidió la inversión en materia de infraestructuras. Sin embargo, actualmente, los planes de ampliación de la red tienen en consideración la estructura urbana de Barcelona. Actualmente, se ha proyectado una ampliación de la red ferro-viaria, muy ambiciosa, en la que se prolongan la práctica totalidad de las líneas, por todo el continuo urbano de Barcelona. Esto es posible debido a que la expansión urbana está bastante estabilizada en torno a los 150 km². Se ha completado la colmatación del llano barcelonés y los condicionantes topográficos impiden en gran medida la ampliación urbana. Por ello, al existir un área urbana muy bien definida y delimitada, las infraestructuras pueden conformar un auténtico esqueleto que cruce toda el área de forma eficiente. Se ha constatado cómo históricamente, los centroides de las áreas urbanas y las áreas de cobertura de las estaciones analizadas se han mantenido a una distancia de entre 700 a 1.200 metros. Al realizar un análisis técnico del conjunto de la red, se advierte el creciente aumento de las líneas y redes de transporte, su interrelación, cada vez más acusada, y una mayor densificación y conectividad del sistema ferro-viario. Los índices de fractalidad, de densidad de redes y el índice beta de kanski atestiguan este hecho. Estos datos corroboran la evolución conjunta de la red ferro-viaria y el espacio urbano de Barcelona.

Por último, es importante constatar que existe una clara vinculación entre precio de la vivienda y red ferro-viaria. Se han analizado diferentes períodos, entre 1.950 y 1.980, en los que han existido unas importantes variaciones en el precio de la vivienda. Variaciones cuantitativas y cualitativas. Las variaciones cuantitativas se produjeron porque el precio de la vivienda se multiplicó por 7 en apenas una década (entre 1.960 y 1.972). Las variaciones cualitativas se produjeron al modificarse los valores del precio de la vivienda, en función de las variaciones de la red ferro-viaria. En concreto, la supresión del tranvía y la ampliación del metro (1.960-1.978) produjo una serie de variaciones espaciales que indicaban que la estructura ferro-viaria delimitaba las áreas de mayor valor residencial de

Barcelona. Se constata, por tanto, la relación entre valor de la vivienda y estructura ferroviaria.

La definitiva expansión de los sistemas ferroviarios en Barcelona es signo de la madurez de la ciudad que, después de un período de expansión, ha iniciado un periodo de consolidación y de recuperación de algunas de sus áreas urbanas más degradadas, usualmente ubicadas en los municipios aledaños a Barcelona. La apuesta por los servicios de transporte colectivo en detrimento del transporte individual se enmarca en este contexto con fuerza, ya que las ampliaciones ferroviarias que se pretenden acometer, son las mayores nunca antes planificadas en Barcelona y eso únicamente puede deberse a una voluntad integral de fomentar unos medios de desplazamiento que reduzcan el consumo desaforado que el transporte individual ostenta.

BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES CONSULTADAS

LIBROS, ARTÍCULOS, TESIS ,TESINAS Y ACTAS DE CONGRESOS

ABADÍA PÉREZ, J. *El fenómeno periurbano: Caracterización y propuesta de regulación en el marco del Área Metropolitana de Barcelona*. Director: Francesc Magrinyà Torner. Barcelona: Universitat Politècnica de Barcelona. Departament d'Infraestructura del Transport i del Territori. 2002. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/4940> >.

AGUILAR CIVERA, I. *La estación de ferrocarril, puerta de la ciudad*. Valencia: Generalitat Valenciana. 1988. 2 vl. [ISBN: 84-7579-630-3].

AGUIRRE NÚÑEZ, C., MARMOLEJO DUARTE, C. “Hacia un método integrado de identificación de subcentros a escala municipal: un análisis para la región metropolitana de Barcelona”. *ACE*. Barcelona: UPC. junio de 2010, año 5, núm. 14, pp. 99-122. < <http://upcommons.upc.edu/handle/2099/9347> > [ISSN: 1886-4805].

AJENJO, M. y SABATER, A. “El impacto de los movimientos migratorios sobre la movilidad habitual por trabajo en Cataluña”. *Geo Crítica / Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona. 1 de febrero de 2004, vol. VIII, núm. 158. < <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-158.htm> > [ISSN: 1138-9788]

ALBERT, I., ALBERT, R., CHRISTENSEN, C., GRENFELL, B. “Disease dynamics in a dynamic social network”. *Physica A: Statistical mechanics and its applications*. Amsterdam: Elsevier. Julio 2010, vol.389, núm. 13, pp. 2663-2674. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378437110001615> > [ISSN: 0378-4371].

ALBERTOS PUEBLA, J.M. (editor). *Transporte, movilidad y sostenibilidad*. Cuadernos de Geografía. Valencia: Universidad de Valencia. Facultad de Geografía e Historia. 2007. 186 pp. [ISSN: 0210086X].

ALCAIDE GONZÁLEZ, R. “El ferrocarril como elemento estructurador de la morfología urbana: el caso de Barcelona 1848-1900”. *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2005, vol. IX, núm. 194 (65). < <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-194-65.htm> > [ISSN: 1138-9788]

ALCAIDE GONZÁLEZ, R. *El ferrocarril en Barcelona 1848-2010. Desarrollo, implicaciones urbanas y perspectivas para el siglo XXI*. Director: Horacio Capel. Barcelona: Universitat de Barcelona. Facultat de Geografia i Historia. Departament de Geografia Humana. 2010.

ALCAIDE GONZÁLEZ, R. “La cobertura de las vías de entrada a la estación de Sants. Elementos para el análisis de un proyecto mejorable”. *Biblio 3W, Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona. 5 de noviembre de 2005. Vol. X, nº 612. < <http://www.ub.es/geocrit/b3w-612.htm> >. [ISSN 1138-9796].

ALCAIDE GONZÁLEZ, R. “International Rail Forum, 2005. Proyectos e innovaciones para el ferrocarril del futuro”. *Biblio 3W Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona. 10 de diciembre de 2005. Vol. X, nº 619. < <http://www.ub.es/geocrit/b3w-619.htm> >. [ISSN 1138-9796].

ALCALÁ, L. “Reflexiones sobre algunas estrategias urbanísticas en la ciudad de Barcelona durante el último cuarto del siglo XX”. Argentina: *Cuaderno Urbano*. Resistencia. Junio de 2006, núm. 5, pp. 75-104. < http://arq.unne.edu.ar/publicaciones/cuaderno_urbano/cu_5/archivos/pdf/alcala.pdf > [ISSN: 1666-6186].

ALEGRET BURGUÉS, A., CABRÉ I PUIG, E. “Valorar el suelo de forma sostenible”. Barcelona: *ACE*. UPC. febrero de 2008, año II, núm. 6, pp. 651-672. < http://www.cpsv.upc.es/ace/Articles-n6/numero6_pdf/2_ALEGRET-CABRE_castellano.pdf > [ISSN: 1886-4805].

ALEMANY, J. y MESTRE, J. “Els transports a l'àrea de Barcelona. Diligències, tramvies, autobusos, metro”. Barcelona: T.M.B. 1986. 285 pp.

ALESSANDRI, A. “La utopía de la gestión democrática de la ciudad”. *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2005, vol. IX, núm. 194 (01). < <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-194-01.htm> > [ISSN: 1138-9788].

ALGABA, A. “El mercado de la vivienda en l'Hospitalet, un municipio del área metropolitana de Barcelona”. *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de enero de 2012, vol. VI, núm. 105. <<http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-105.htm>> [ISSN: 1138-9788].

ALGABA, A. “La discriminación en el acceso al mercado de la vivienda: las desventajas de la inmigración. Novedades y permanencias”. *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2003, vol. VII, núm. 146(060). < [http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-146\(060\).htm](http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-146(060).htm) > [ISSN: 1138-9788].

ALONSO LÓPEZ, F. “Justificación de la necesidad de accesibilidad universal en los bienes de interés cultural: de derecho a valor”. Barcelona: ACE. UPC. junio de 2010, año 5, núm. 13, pp. 13-40. < <http://www.raco.cat/index.php/ACE/article/view/218549> > [ISSN: 1886-4805].

ALONSO MARTÍN, F.J. *Implantación de nuevos ferrocarriles urbanos en el area de Barcelona: Trambaix y línea 9*. Barcelona: Universitat de Barcelona. Departament de Geografia I Historia. 2001. 22 pp. < <http://www.tramvia.org/documentos/treball-alonso.pdf> >.

ALONSO, M. P. y BELLET, C. “El tren de alta velocidad y el proyecto urbano. Un nuevo ferrocarril para la Zaragoza del tercer milenio”. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de enero de 2009, vol. XIII, núm. 281 <<http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-281.htm>>. [ISSN: 1138-9788].

ALONSO, W. *Location and land use: toward a general theory of land rent*. Cambridge, Massachussets: Harvard University Press. 1970. ISBN: 0-674-53700-9.

ALSINA CATALÀ, A. *Mapas del metro y redes neuronales*. Barcelona:RBA. 2010. 143 pp. [ISBN: 9788447369607].

ÁLVAREZ TEJERINA, A. “Transporte urbano. Diferencias entre tranvía, metro ligero y metro convencional”. *Cimbra: Revista del Colegio de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas*. 2004, núm. 356, pp. 32-39. < http://www.citop.es/publicaciones/documentos/Cimbra356_08.pdf > [ISSN: 0210-0479].

ANDERSSON, D., SHYR, O., FU, J. “Does high-speed rail accessibility influence residential property prices? Hedonic estimates from southern Taiwan”. *Journal of Transport Geography*. Amsterdam: Elsevier. Enero de 2010. vol. 18, núm. 1, pp. 166-174. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692308001257> > [ISSN: 0966-6923].

ANDRÉ,I. y REGO,P. “Redes y desarrollo local: la importancia del capital social y de la innovación”. Madrid: *Boletín de la A.G.E.* 2003. núm.36. pp. 117-127. < <http://www.boletinage.com/36/3608.pdf> > [ISSN 0212-9426].

ANDRÉS HILARIÓN, H. *Criterios de trazado para la inserción urbana del tranvía*. Director: Andrés López Pita. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d'Infraestructura del Transport i del Territori. 2010. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/9699> >.

ANDREU ACEBAL, M. “Moviments socials i crítica al ‘model Barcelona’. De l’esperança democràtica de 1979 al miratge olímpic de 1992 i la impostura cultural del 2004”. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2008, vol. XII, núm. 270 (119). < <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-270/sn-270-119.htm> > [ISSN: 1138-9788].

ANDREU, M., HUERTAS, G., HUERTAS, J.M., FABRE, J. *La ciutat transportada: dos segles de transport col·lectiu al Server de Barcelona*. Barcelona: Transports Metropolitans de Barcelona , DL. 1997. 353 pp. [ISBN: 8460568342].

ANGELOUDIS, P., FISK, D. "Large subway systems as complex networks". *Physica A: Statistical mechanics and its applications*. Amsterdam: Elsevier. 15 de julio de 2006. vol. 367, pp.553-558. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378437105011994> > [ISSN: 0378-4371].

APARICI, I. "Todos los colores en el gris. Inmigrados en el espacio público del Raval barcelonés". *Scripta Nova, Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2001, núm. 94 (44). < <http://www.ub.edu/geocrit/sn-94-44.htm> > [ISSN 1138-9788].

ARAMBURU, M. "El mito de la 'huida' autóctona. El caso de ciutat vella, Barcelona". *Scripta Nova, Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2001, nº 94 (63), < <http://www.ub.edu/geocrit/sn-94-63.htm> > [ISSN 1138-9788].

ARAMBURU, M. "Usos y significado del espacio público". Barcelona: *ACE*. UPC. octubre de 2008, año III, núm. 8, pp. 143-151. < <http://www.buenastareas.com/ensayos/Usos-y-Significado-Del-Espacio-Publico/5932972.html> > [ISSN: 1886-4805].

ARELLANO RAMOS, B., ROCA CLADERA, J. "El urban sprawl ¿ un fenómeno de alcance planetario ?. Los ejemplos de México y España". Barcelona: *ACE*. UPC. febrero de 2010, año 4, núm. 12, pp. 115-147. < <http://upcommons.upc.edu/revistes/handle/2099/8556> > [ISSN: 1886-4805].

ARISTI BIURRUN, J., MALDONADO INOCENCIO, J.L. "Financiación de infraestructuras y servicios de transporte urbano". Madrid: *Revista de obras públicas*. Colegio de Ingenieros de Caminos. Abril de 1994, núm. 3331, año 141. < http://ropdigital.ciccp.es/pdf/publico/1994/1994_abril_3331_07.pdf > [ISSN: 1695-4408].

ARMSTRONG, J., PRESTON, J. "Alternative railway futures: growth and/or specialisation?". *Journal of Transport Geography*. Amsterdam: Elsevier. Noviembre de 2011. vol. 19, núm. 6, pp. 1570-1579. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692311001281> > [ISSN: 0966-6923].

ARRANZ, M. (coord.). *De la tartana al metro: història del transport públic al Poble Nou*. Barcelona: Arxiu Històric del Poble Nou, DL. 1989. 43 pp.

ARROYO, M. "El mercado de trabajo y la reestructuración de las áreas metropolitanas". *Scripta Nova, Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, Barcelona: Universidad de Barcelona. 2002. vol. VI, nº 119 (60). < <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn119-60.htm> > [ISSN: 1138-9788].

ARROYO, M. "Ildefonso Cerdà y el desarrollo del gas en Barcelona". *Scripta Nova, Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de abril de 1997, nº2. < <http://www.ub.edu/geocrit/sn-2.htm> > [ISSN 1138-9788].

ARTIGAS BONET, T.A. "Una aproximación sistémica al estudio del transporte". Madrid: *Estudios geográficos*, CSIC. 1990, vol. 51, núm. 198, pp. 139-147. [ISSN: 0014-1496].

ASENSIO RUIZ DE ALDA, F.J. *Cambios en la forma urbana y demanda de transporte*. Barcelona: Publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona. 2000. [ISBN: 8449018374].

AUGÉ, M. *El viajero subterráneo: un etnólogo en el metro*. 2º edición. Barcelona: Gedisa. 1998. 117 pp.[ISBN: 8474326737].

BALTÀ ROSAURA, C. *Intercanviadors per a passatgers a Plaça Catalunya*. Director: Luís Jubert Rosich. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya. Departament de Projectes Arquitectònics. 2010. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/8828> >.

BALL, R. "Local sensitivities and the representation of peripherality". *Journal of Transport Geography*. Ámsterdam: Elsevier. Marzo de 1996. vol. 4, núm. 1, pp. 27-36. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0966692395000364> > [ISSN: 0966-6923].

BANISTER, D. "The trilogy of distance, speed and time". *Journal of Transport Geography*. Ámsterdam: Elsevier. Julio de 2011. vol. 19, núm. 4, pp. 950-959. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692310001973> > [ISSN: 0966-6923].

BARBERO, I. "Las ciudades como espacios de interlegalidad en el fenómeno de la inmigración". *ACE*. UPC. Barcelona, octubre de 2008, año III, núm. 8, pp. 151-162. < <http://www.raco.cat/index.php/ACE/article/view/185894> > [ISSN: 1886-4805].

BARBERILLO NUALART, J. *Estudi de la mobilitat en diferents xarxes de transport públic*. Director: Joan Saldaña Meca. Girona: Universitat de Girona. Escola Politècnica Superior. Departament de Informàtica i Matemàtica Aplicada. 2008. < <http://dugi-doc.udg.edu/handle/10256/962> >.

BARBERILLO, J., SALDAÑA, J. "Navigation in large subway networks: an informational approach". *Physica A. Statistical mechanics and its applications*. Ámsterdam: Elsevier. Enero 2011. vol. 390, núm. 2, pp. 374-386. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378437110007971> >. [ISSN: 0378-4371].

BARBERIS, W. "Ciudad urbótica contemporánea: urbanística y nuevas tecnologías en el espacio y los servicios urbanos". Barcelona: *ACE*. UPC. 17 de octubre de 2011, año 6, núm. 17, pp. 95-108. < <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4013503> > [ISSN: 1886-4805].

BAYONA, J. "El impacto de la inmigración extranjera en la estructura demográfica de las ciudades. El caso de la ciudad de Barcelona y su región metropolitana". Barcelona: *ACE*. UPC. Octubre de 2008, año III, núm. 8, pp. 114-142. < <http://upcommons.upc.edu/handle/2099/6583> > [ISSN: 1886-4805].

BAYONA I CARRASCO, J. y GIL ALONSO, F. "El papel de la inmigración extranjera en la expansión de las áreas urbanas. El caso de Barcelona (1998-2007)". *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2008, vol. XII, núm. 270 (161). < <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-270-161.htm> > [ISSN: 1138-9788].

BAYONA, J. “La segregación residencial de la población extranjera en Barcelona: ¿una segregación fragmentada?.” *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 15 de marzo de 2007, vol. XI, núm. 235. <<http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-235.htm>>. [ISSN: 1138-9788].

BAZZANI, A., GIORGINI, B., SERVIZI, G., TURCHETTI, G. “A chronotopic model of mobility in urban spaces.” *Physica A: Statistical mechanics and its applications*. Ámsterdam: Elsevier. Julio de 2003. vol. 325, núm. 3-4, pp. 517-530. <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378437103002504>>. [ISSN: 0378-4371].

BELT I QUIRALT, G. *La demanda de transporte en España: competencia intermodal sobre el ferrocarril interurbano*. Madrid: Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente, D.L. 1994. [ISBN: 84-498-0007-2]

BELLETT, C., ALONSO, P., CASELLAS, A. “Infraestructuras de transporte y territorio. Los efectos estructurantes de la llegada del tren de alta velocidad en España.” Madrid: *Boletín de la A.G.E.* 2010, núm. 52, pp. 143-163. <<http://age.ieg.csic.es/boletin/52/08-BELLETT.pdf>> [ISSN: 0212-9426].

BELLETT SANFELIU, C. “Nuevas tecnologías de transporte y metropolización discontinua del territorio. El tren de alta velocidad en Segovia.”. Barcelona: *ACE*. UPC. febrero de 2010, año 4, núm. 12, pp. 27-41. <<http://upcommons.upc.edu/handle/2099/8551>> [ISSN: 1886-4805].

BELLETT SANFELIU, C., GUTIÉRREZ PALOMERO, A.. “Ciudad y ferrocarril en la España del siglo XXI. La integración de la alta velocidad ferroviaria en el medio urbano”. Madrid: *Boletín de la A.G.E.* 2011, núm. 55, pp. 251-279. <<http://age.ieg.csic.es/boletin/55/12%20AGE%2055.pdf>> [ISSN: 0212-9426].

BELLSOLÀ OLBA, X. *Control de l'aparellat d'autobusos davant d'incidències en l'explotació de línies per interval*. Director: Miguel Ángel Estrada Romeo. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d'Infraestructura del Transport i del Territori. 2011. <<http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/13388>>.

BENACH, N. *Ciutat i producció d'imatge*. Director: Carles Carreres i Verdaguer. Universitat de Barcelona. Departament de Geografia Humana. 1992.

BENABENT FERNÁNDEZ DE CÓRDOBA, M. *La ordenación del territorio en España: evolución del concepto y de su práctica en el siglo XX*. Sevilla: Universidad de Sevilla. 2006. 455 pp. [ISBN: 8447208699].

BENÉVOLO, L. *Los orígenes del urbanismo moderno*. Madrid: Blume. 1979. 208 p. ISBN: 84-7214-158-6.

BERMUDO, J.M. Ciudadanía e inmigración. *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2001, núm. 94 (32). <<http://www.ub.edu/geocrit/sn-94-32.htm>> [ISSN 1138-9788].

BERNAT FALOMIR, J. “Los cambios en la estructura de valores en el territorio. El ejemplo de Barcelona”. Madrid: *CT: Catastro*. 2004, núm. 51, pp. 41-58. <<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=974445>> [ISSN: 1138-3488].

BOIRA MAIQUES, J.V. “Participar para conocer. Argumentos para la innovación en la participación ciudadana y la construcción de la ciudad”. *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2000, núm. 69 (77). < <http://www.ub.edu/geocrit/sn-69-77.htm> > [ISSN 1138-9788].

BOIXADER, J. “La acción colectiva de los agentes urbanos en la transformación de Barcelona”. *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2005, vol. IX, núm. 194 (80). < <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-194-80.htm> > [ISSN: 1138-9788].

BOIXADER SOLÉ, J.”Nuevas tecnologías y renovación urbana: luces y sombras del distrito 22@Barcelona”. *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2004, vol. VIII, núm. 170 (34). < <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-170-34.htm> > [ISSN: 1138-9788].

BORJA, J. Y CASTELLS, M. *Local y global: la gestión de las ciudades en la era de la información*. Madrid: Taurus. 1997. 418 pp. [ISBN: 8430602690].

BOSCH MEDA, J. “El problema de la vivienda en la vejez en Catalunya”. Barcelona: ACE. UPC.2006, vol. 1, núm. 1, pp. 80-101. < <http://www-cpsv.upc.es/ace/Articles-n1/5-JORDI%20BOSCH-ART5.pdf> > [ISSN: 1886-4805].

BOSCH, J. i CAPEL TATJER, L. “El districte industrial de Technologies de la Informació i la Comunicació (TIC) a Barcelona. Comparació amb altres ciutats europees”. *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2004, vol. VIII, núm. 170 (19). < <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-170-19.htm> > [ISSN: 1138-9788].

BRAINARD ,J., LOVETT, A., BATEMAN, I. “Using isochrone surfaces in travel-cost models”. *Journal of Transport Geography*. Ámsterdam: Elsevier. Junio de 1997. Vol. 5, núm. 2, pp. 117-126. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692396000749> > [ISSN: 0966-6923].

BUCHANAN, C. *El tráfico en las ciudades*. Madrid: Tecnos, D.L. 1973. 254 p. ISBN: 84-309-0386-0.

BURGUEÑO RIVERO, J. “Geografía y administración. Proyectar territorios en el siglo XXI”. Madrid: *Boletín de la A.G.E.* 2001. núm.32. pp. 191-207. < <http://www.boletinage.com/32/3210.pdf> > [ISSN 0212-9426].

BURRIEL, E.L. “La ‘década prodigiosa’ del urbanismo español (1997-2006)”. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2008, vol. XII, núm. 270 (64). < <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-270/sn-270/sn-270-64.htm> > [ISSN: 1138-9788].

BUSQUETS GRAU, J. *Barcelona: evolución urbanística de una ciudad compacta*. Madrid: MAPFRE, D.L. 1992. ISBN: 84-7100-536-0.

CABALLÉ, F. "Arquitectura y documentación: arqueología de la vivienda en el casco antiguo de Barcelona". *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2003, vol. VII, núm. 146(003). <[http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-146\(003\).htm](http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-146(003).htm)> [ISSN: 1138-9788].

CABRÉ LLISTOSELLA, M. *El transporte colectivo urbano en España*. Esplugues de Llobregat: Ariel. 1972. 342 pp.

CAJUEIRO, D. "Optimal navigation for characterizing the role of the nodes in complex networks". *Physica A: Statistical mechanics and its applications*. Amsterdam: Elsevier. Mayo de 2010. vol. 389, núm. 9, pp. 1945-1954. <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378437109010619>> [ISSN: 0378-4371].

CANDEL, F., CASAMINAS, M. *Barcelona i el ferrocarril*. RENFE: 1994. 185 pp. [ISBN: 8488839014].

CAPEL, H. "Ciencia, innovación tecnológica y desarrollo económico en la ciudad contemporánea". *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 15 de junio de 1998, núm. 23 <<http://www.ub.edu/geocrit/sn-23.htm>> [ISSN 1138-9788].

CAPEL, H. y GARNIER, J. "Derecho a la ciudad y derecho para la ciudad. Un debate entre Jean-Pierre Garnier y Horacio Capel". *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 15 de febrero de 2011, vol. XV, núm. 353. <<http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-353/sn-353.htm>> [ISSN: 1138-9788].

CAPEL, H. "El camino de Borges a la cosmópolis: lo local y lo universal". *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, vol. VI, núm. 129, 15 de noviembre de 2002. <<http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-129.htm>> [ISSN: 1138-9788].

CAPEL, H. El debate sobre la construcción de la ciudad y el llamado "Modelo Barcelona". *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 15 de febrero de 2007, vol. XI, núm. 233. <<http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-233.htm>>. [ISSN: 1138-9788].

CAPEL, H. "El ferrocarril, el territorio y las redes de ciudades". *Biblio 3W Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, Vol. XII, nº 717, 15 de abril de 2007. <<http://www.ub.es/geocrit/b3w-717.htm>>. [ISSN 1138-9796].

CAPEL, H. *Estudios sobre el sistema urbano*. Barcelona: Ediciones de la Universidad de Barcelona, D.L. 1974. 201p. ISBN: 84-600-6342-9.

CAPEL, H. "Globalización y modernización urbana: Lisboa-Barcelona. Algunos puntos para el debate". *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, de junio de 2009, vol. XIII, núm. 296 (1) <<http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-296-1.htm>>. [ISSN: 1138-9788].

CAPEL, H. “Inmigrantes extranjeros en España. El derecho a la movilidad y los conflictos de la adaptación: grandes expectativas y duras realidades”. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de febrero de 2001, núm.81. < <http://www.ub.edu/geocrit/sn-81.htm> > [ISSN 1138-9788].

CAPEL, H. “La historia, la ciudad y el futuro”. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. [En línea]. Barcelona: Universidad de Barcelona, 10 de diciembre de 2009, vol. XIII, nº 307. < <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-307.htm> >. [ISSN: 1138-9788].

CAPEL, H. *La morfología de las ciudades*. Barcelona: Ediciones del Serbal. 2002. 544 pp. [ISBN: 8476283911].

CAPEL, H. *Los ferro-carriles en la ciudad. Redes técnicas y configuración del espacio urbano*. 1º edición. Madrid: Fundación de los Ferrocarriles Españoles. 2011. 224 pp. [ISBN: 9788489649675].

CAPEL, H. “Los inmigrantes en la ciudad. Crecimiento económico, innovación y conflicto social”. *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de mayo de 1997, núm.3. <<http://www.ub.edu/geocrit/sn-3.htm>> [ISSN 1138-9788].

CAPEL, H. “Percepción del medio y comportamiento geográfico”. *Revista de geografía*. 1973, núm.7, pp.58-150. <<http://www.raco.cat/index.php/RevistaGeografia/article/viewFile/45873/56665>> [ISSN: 0048-7708].

CARRASCO, R. “La ciudad, su espacio y sus políticas”. *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2005, vol. IX, núm. 194 (9). <<http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-194-101.htm>> [ISSN: 1138-9788].

CARRERAS I VERDAGUER, C. *Geografía urbana de Barcelona: espai mediterrani, temps europeu*. Barcelona: Oikos-tau. 1993. 198 p. ISBN: 84-281-0802-1.

CARRERAS I VERDAGUER, C. *La ciudad, enseñanzas del fenómeno urbano*. Madrid: Anaya, D.L. 1983. ISBN: 84-207-2418-1.

CARVAJAL SÁNCHEZ, D. *Urban transportation projects evaluation*. Director: Mario Aymerich y Francesc Robusté Antón. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d'Infraestructura del Transport i del Territori. 2004. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/3410> >.

CASCAJO JIMÉNEZ, R. “Efectos sobre la movilidad de metros y tranvías”. Barcelona: *Ingeniería y Territorio*. 2006, núm. 76, pp. 40-46. < <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2194325> > [ISSN: 1695-9647].

CASELLAS, A. “Gobernabilidad, participación ciudadana y desarrollo económico: adaptaciones locales a estrategias globales”. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 10 de julio de 2007, vol. XI, núm. 243 <<http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-243.htm>>. [ISSN: 1138-9788].

CASTELLS, M. *La ciudad y las masas: sociología de los movimientos sociales urbanos*. Tr. Rosendo Gallego. Madrid: Alianza, DL. 1986. 567 pp. [ISBN: 8420680982].

CASTELLS, M. *Movimientos sociales urbanos*. Tr. Ignacio Romero de Solís. México: Siglo XXI de España: Siglo XXI. 1985. 131 pp. [ISBN: 9682304075].

CEBOLLADA, À. y AVELLANEDA, P. G. "Equidad social en movilidad: reflexiones en torno a los casos de Barcelona y Lima". *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2008, vol. XII, núm. 270 (47). < <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-270/sn-270-47.htm> > [ISSN: 1138-9788].

CERASOLI, M. "Efectos territoriales de los procesos de liberación de las infraestructuras. El caso de los ferrocarriles del estado y el proyecto ferroviario de alta velocidad en Italia". Barcelona: *ACE*. UPC, junio de 2011, año 6, núm. 6, pp. 69-90. < <http://www.raco.cat/index.php/ACE/article/view/244123> > [ISSN: 1886-4805].

CERASOLI, M. "Periferias urbanas degradadas. Transformación de los asentamientos y evolución del habitar. ¿Cómo intervenir?". Barcelona: *ACE*. UPC. junio de 2010, año 5, núm. 14, pp. 45-66. < <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3440950> > [ISSN: 1886-4805].

CERDÁ, I. *Teoría General de la Urbanización, y aplicación de sus principios y doctrinas a la reforma y ensanche de Barcelona*. Madrid: Fundación Histórica Tavera. 1867. Tratados de arquitectura, urbanismo e ingeniería: 84-89763-79-8.

CERDA TRONCOSO, J. *La expansión urbana discontinua analizada desde el enfoque de accesibilidad territorial : aplicación a Santiago de Chile*. Director: Carlos Marmolejo Duarte. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya. Departament de Construccions Arquitectòniques I. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/11616> >.

CHEN, C., CHEN, J., BARRY, J. "Diurnal pattern of transit ridership: a case study of the New York City subway system". *Journal of Transport Geography*. Amsterdam: Elsevier. Mayo de 2009. vol. 17, núm. 3, pp. 176-186. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692308000896> > [ISSN: 0966-6923].

CHEN, M., WEI, Y. "Exploring time variants for short-term passenger flow". *Journal of Transport Geography*. Julio de 2011. vol. 19, núm.4, pp. 488-498. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692310000578> > [ISSN: 0966-6923].

CHICA MEJÍA, E., MARMOLEJO DUARTE, C. "Los sectores económicos intensivos en conocimiento y sus formas de localización en el territorio metropolitano: un estudio para la región metropolitana de Barcelona". Barcelona: *ACE*. UPC. junio de 2011, año 6, núm. 16, pp. 253-256. < <http://www.raco.cat/index.php/ACE/article/view/244131> > [ISSN: 1886-4805].

CHORLEY, R., HAGGETT, P. *La geografía y los modelos socio-económicos*. Madrid: Instituto de Estudios de Administración Local. 1971. 437 p. ISBN: 978-84-7351-280-0.

CHOWDHURY, D., STAUFFER, D. “Evolving eco-system: a network of networks”. *Physica A: Statistical mechanics and its applications*. Amsterdam: Elsevier. Febrero de 2005. vol. 346, núm. 1-2, pp. 68-74. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S037843710401163X> > [ISSN: 0378-4371].

CHUECA GOITIA, F. *Breve historia del urbanismo*. 2º edición. Madrid: Alianza. 1970. 243 p. ISBN: 84-206-1136-0.

COLANINNO, N., ROCA CLADERA, J. “Modelli di urbanizzazione costiera: morfología e complessità strutturale , a scala urbana e territoriale, nella regione metropolitana di Barcellona”. Barcelona: ACE. UPC.junio de 2008, año III, núm. 7, pp. 273-294. < <http://upcommons.upc.edu/handle/2099/5658> > [ISSN: 1886-4805].

CONEJERO CÁRCELES, A. *Captació i modelització de viatges a estacions de metro a l'àrea de Barcelona*. Director: Ole Thorson Jorgensen. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d'Infraestructura del Transport i del Territori. 2003. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/6364> >.

COSSIO, B.; TOURN, G. “Viviendas y territorio. el rol del estado en la organización territorial urbana”. *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2005, vol. IX, núm. 194 (82). < <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-194-82.htm> > [ISSN: 1138-9788].

COSTA MAS, J. “Medios de transporte, movilidad y cambio urbano (1850-1939) Reflexiones desde la pintura”. *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2006, vol. X, núm. 218 (87). < <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-218-87.htm> > [ISSN: 1138-9788].

COSTA, J. “Visiones de la ciudad funcional europea y la ciudad blindada norteamericana en el imaginario del celuloide”. *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2003, vol. VII, núm. 146(037). < [http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-146\(037\).htm](http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-146(037).htm) > [ISSN: 1138-9788].

CURRIE, G. “Quantifying spatial gaps in public transport supply based on social needs”. *Journal of Transport Geography*. Amsterdam: Elsevier. Enero de 2010. vol. 18, núm.1, pp. 31-41. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692308001518> > [ISSN: 0966-6923].

DEBRIE, J. Y GUERRERO, D. “Introducción a la lectura geográfica de un *hinterland* portuario: el ejemplo de Barcelona”. Madrid: *Boletín de la A.G.E.* 2006, nº42. pp. 271-283. < <http://www.boletinage.com/42/13-INTRODUCCION.pdf> > [ISSN 0212-9426].

DE CASTRO AGUIRRE, C. “Acerca de los “SIG” , los modelos geométricos y la Geografía humana”. *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de junio de 1998, núm. 22. < <http://www.ub.edu/geocrit/sn-22.htm> > [ISSN 1138-9788].

DE CASTRO AGUIRRE, C. “Mapas cognitivos, qué son y cómo explorarlos”. *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de febrero de 1999, núm.33. < <http://www.ub.edu/geocrit/sn-33.htm> > [ISSN 1138-9788].

DE COS, O., REQUES VELASCO, P., DE MEER LECHA-MARZO, A. “Movilidad obligada de la población ocupada en España. La configuración de espacios de vida discontinuos”. Barcelona: *Población y espacios urbanos: XII Congreso de Población Española*. Coord. por Isabel Pujadas Rúbies, Jordi Bayona i Carrasco, Arlinda García Coll, Fernando Gil Alonso, Cristina López Villanueva, Dolores Sánchez Aguilera y Tomás Vidal i Benito. Barcelona 8, 9 y 10 de julio de 2010. Pp 95-108. < <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4049968> > [ISBN: 9788469426661].

DE GRANGE, L. *El gran impacto del metro*. Chile: EURE. Pontificia Universidad Católica de Chile. Chile. Abril de 2010, vol. 36, núm. 107, pp. 125-131. < <http://www.eure.cl/numero/el-gran-impacto-del-metro/> > [ISSN: 0717-6236].

DE MIGUEL GONZÁLEZ, R. “Planificación territorial , gobierno y gobernanza metropolitana en las grandes ciudades españolas”. Madrid: *Boletín de la AGE*. 2008, núm. 48, pp. 355-374. < <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3093765> > [ISSN: 0212-9426].

DE VOS, J., DERUDDER, B., VAN ACKER, V., WITLOX, F. “Reducing car use: changing attitudes or relocating? The influence of residential dissonance on travel behavior”. *Journal of Transport Geography*. Ámsterdam: Elsevier. Mayo de 2012. vol. 22, pp. 1-9. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692311002043> > [ISSN: 0966-6923].

DEL CASTILLO, A., RIU, M. *Historia del transporte colectivo en Barcelona: 1872-1959*. Barcelona: I.G. Seix y Barral Hnos, S.A. 1960. 251 pp.

DEL MORAL ÁVILA, C., DELGADO MÉNDEZ, L. “Evaluación de los niveles de accesibilidad en los entornos patrimoniales”. Barcelona: *ACE*. UPC. junio de 2005, año 5, núm. 13, pp. 41-60. < <http://upcommons.upc.edu/handle/2099/9198> > [ISSN: 1886-4805].

DEL ROMERO RENAU, L. “Dos décadas de urbanismo-espectáculo en España: Los grandes eventos como motor de cambio urbano”. Madrid: *Boletín de la A.G.E*. 2010, núm. 53, pp. 309-327. < <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3321295> > [ISSN: 0212-9426].

DEIROS QUINTANILLA, I. *El finançament de les grans obres d'infraestructures ferroviàries: El cas de la Línia 9*. Director: Àlvar Garola Crespo. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d'Infraestructura del Transport i del Territori. 2012. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/14553> >.

DELGADO VIÑAS, C. “Entre el puerto y la estación. La influencia de las infraestructuras de transporte en la morfología de las ciudades portuarias españolas (1848-1936)”. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. [En línea]. Barcelona: Universidad de Barcelona, 20 de julio de 2010, vol. XIV, nº 330. < <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-330.htm> >. [ISSN: 1138-9788].

DERRIBLE, S., KENNEDY, C. The complexity and robustness of metro networks. *Physica A: Statistical mechanics and its applications*. 1 de septiembre de 2010. vol. 389, núm. 17, pp. 3678-3691. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378437110003262> > [ISSN: 0378-4371].

DÍAZ, L.; PLAT, D.; POCHET, P. “Caminar y nada más. Movilidad diaria y pobreza en las ciudades subsaharianas”. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 15 de marzo de 2008, vol. XII, núm. 261 <<http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-261.htm>>. [ISSN: 1138-9788].

DÍAZ HERNÁNDEZ, R. y PARREÑO CASTELLANO, J.M. “La política económica, la construcción de vivienda y la producción de la ciudad en España (1939-75)”. *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2006, vol. X, núm. 218 (48). < <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-218-48.htm> > [ISSN: 1138-9788].

DÍAZ MUÑOZ, M.A. y JIMÉNEZ GIGANTE, F.J. “Transporte y movilidad. ¿Necesidades diferenciales según género?”. Madrid: Universidad de Alcalá. Departamento de Geografía. *Segundo Seminario Internacional sobre Género y Urbanismo Infraestructuras para la Vida Cotidiana ETSAM, UPM 27 y 28 de mayo de 2002*. < <http://www.generourban.org/seminario%202002PDF/Diaz%20Munoz%20Ponencia%20Generourban.pdf> >.

DÍAZ RODRÍGUEZ, D. *Estudi dels condicionants associats a la gestió de viatgers a gran profunditat en sistemes de transport: El cas de les infraestructures ferroviàries*. Director: Carles Casas Espulgues. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d'Infraestructura del Transport i del Territori. 2009. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/8427> >.

DOMBRIZ, M.A. “El sistema de transport públic i el pla intermodal del transport a la regió metropolitana de Barcelona”. Barcelona: *Papers. Regió Metropolitana de Barcelona*. Institut d'Estudis Regionals i Metropolitans de Barcelona. abril de 1995, núm. 24, pp. 113-127. < https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:Oh2bzZ3UpXUJ:www.raco.cat/index.php/PapersIERMB/article/download/101590/143064+el+sistema+de+transport+public+i+el+pla+intermodal+del+transport+a+la+regio+metropolitana+de+barcelona&hl=es&gl=es&pid=bl&srcid=ADGEESHFF3OD5GQ_rl7dYMCAME6sPCIUb-Drmj7xqIJ-rrlTQwoFFYBgbGA5Wm3FKz9CG705sSUIiSIJBjhwtpLGF7YX5IE37Gk3yjOOZ6iHtZ-ncijMzP_f9c-sja7HjnKMNrbktVvF&sig=AHIEtbRyx4axsNAUs9X3ISCy_y0HF72ZgQ > [ISSN: 2013-7959].

DOMÉNECH, A. “A topological phase transition between small-worlds and fractal scaling in urban railway transportation networks?”. *Physica A: Statistical mechanics and its applications*. Ámsterdam: Elsevier. Noviembre de 2009. Vol. 388, núm. 21, pp. 4658-4668. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378437109005974> >. [ISSN: 0378-4371].

DOMÍNGUEZ VARELA, A. *Análisis de la congestión en Áreas Metropolitanas: Aplicación al caso de Barcelona*. Director: Jose Magín Campos Casheda. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d'Infraestructura del Transport i del Territori. 2007. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/4947> >.

DORSEY, B. “Mass transit trends and the role of unlimited access in transportation demand management”. *Journal of Transport Geography*. Ámsterdam: Elsevier. Septiembre de 2005. vol. 13, núm. 2, pp. 235-246. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692304000493> > [ISSN: 0966-6923].

DU JUAN, W., JIANG-XIA, T., RU, W., XIN, W., XU, C. "Geographic coarse graining analysis of the railway network of China". *Physica A. Statistical mechanics and its applications*. Ámsterdam: Elsevier. Septiembre 2008, vol. 387, núm. 22, pp. 5639-5646. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378437108004962> > [ISSN: 0378-4371].

DUPUY, G. *Les territoires de l'automobile*. Anthropos: Paris. 1995. 216 pp. [ISBN: 271782880X].

ECHAVARRÍA OCHOA, J.C. *Diversidad y valor: un modelo para la Región Metropolitana de Barcelona*. Director: Josep Roca Cladera. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya. Departament de Construccions Arquitectòniques I. 2011. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/12991> >.

EGUSQUIZA JUARISTI, L.M. Medición de la confianza del usuario de Metro de Madrid. Director: Ángel Muñoz Alamillo. Universidad Nacional de Educación a Distancia . Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. 2011. < <http://espacio.uned.es/fez/view.php?pid=tesisuned:CiencEcoEmp-Lmegusquiza> >

ESCALONA, A. I. y DIEZ, C. "Retos y problemas de la accesibilidad a servicios en zonas despobladas: un caso en la provincia de Teruel (España)". *Geo Crítica / Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de mayo de 2005, vol. IX, núm. 188. < <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-188.htm> > [ISSN: 1138-9788].

ESCOBAR GARCÍA, D.A. *Instrumentos y metodología de planes de movilidad y transporte en las ciudades medias colombianas*. Director: Manuel Herce Vallejo. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d'Infraestructura del Transport i del Territori. 2008. < <http://www.tesisenred.net/handle/10803/6624> > [ISBN : 9788469162378].

ESPLUGA TRENC, J., CEBOLLADA FRONTERA, A., MIRALLES-GUASCH, C. "Percepciones de la movilidad y participación ciudadana en la región metropolitana de Barcelona". *Ciudad y Territorio. Estudios Territoriales*. Ministerio de vivienda, 2008, XL (157), pp. 499-510. < <http://www.anycerda.org/congres/documentacio/postmetropolis/docs/C/C8.pdf> > [ISSN: 1133-4762].

ESTÉBANEZ ÁLVAREZ, J. "Consideraciones sobre la geografía de la percepción". Madrid: *Paralelo* 37. 1977, núm. 1, pp. 5-22. < <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1381057> > [ISSN: 0210-3796].

ESTÉBANEZ ÁLVAREZ, J. "Problemas de interpretación y valoración de los mapas mentales". Madrid: *Anales de geografía de la Universidad Complutense*, 1981, núm. 1, pp. 15-40. < <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=86151> > [ISSN: 0211-9803].

FACIABÉN, P. "Los grandes almacenes en Barcelona". *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de mayo de 2003, vol. VII, núm. 140, < <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-140.htm> > [ISSN: 1138-9788].

FARRINGTON, J. The new narrative of accessibility: its potential contribution to discourses in (transport) geography. *Journal of Transport Geography*. Septiembre de 2007. vol. 15, núm. 5, pp. 319-330. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692306001190> > [ISSN: 0966-6923].

FAVA, Nadia. “Barcellona: osservazioni sulla letteratura riguardante i modelli di indirizzo dell'urbanistica negli ultimi 20 anni”. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2008, vol. XII, núm. 270 (71). < <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-270/sn-270-71.htm> > [ISSN: 1138-9788].

FEBRÉS, X. MISERACHS, X., SALA, M. *Metros y metrópolis*. Barcelona: Edición Ferrocarril Metropolità de Barcelona. 1991. 286 pp. [ISBN: 8477941416].

FERNÁNDEZ CANO, M. *Anàlisi de l'evolució de l'accessibilitat a la xarxa ferroviària de Barcelona*. Director: Francesc Magrinyà Torner. Universitat Politècnica de Catalunya. 2009. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/8408> >.

FERRARA, R., LEONARDI, G., JOURDAN, F., “Numerical modelling of train induced vibrations”. *Procedia. Social and Behavioral Sciences*. Ámsterdam: Elsevier, Octubre de 2012. vol. 53, pp. 155-165. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042812043315> > [ISSN: 1877-0428].

FERRÁS SEXTO, C. “Ciudad dispersa, aldea virtual y revolución tecnológica. Reflexión acerca de sus relaciones y significado social”. *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2000, núm.69 (68). < <http://www.ub.edu/geocrit/sn-69-68.htm> > [ISSN 1138-9788].

FERRER, A. “El Pla General Metropolità de Barcelona. La versió de 1976”. Barcelona: *Papers*. Regió Metropolitana de Barcelona. Noviembre de 1997, núm. 28, pp. 43-54. < <http://www.raco.cat/index.php/PapersIERMB/article/viewFile/102594/128683> > [ISSN: 2014-3850].

FERRER I ARQUÉS, C. Y PAGÈS HERAS, E. *El metro viscut*. Barcelona. IME, DL. 1994. 39 pp.

FIGUEIREDO, E., ZIEGELMANN, F. “Estimating income mobility using census data”. *Physica A. Statistical mechanics and its applications*. Ámsterdam: Elsevier. 1 de noviembre de 2010. vol, núm.21, 389. pp. 4897-4903. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378437110006126> > [ISSN: 0378-4371].

FINAT CODES, J. “Una aproximación semántica a sistemas de de información 3D para la resolución de problemas de accesibilidad en patrimonio construido”. Barcelona: *ACE*. UPC. junio de 2010, año 5, núm. 13, pp. 91-110. < <http://upcommons.upc.edu/revistes/handle/2099/9200> > [ISSN: 1886-4805].

FIOL COSTA, C. *Retícules i diagonals: el Pla Jaussely de Barcelona de 1907 i el Pla Burnham de Chicago de 1909*. Director: Manuel de Solà-Morales. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d'Urbanisme i Ordenació del Territori. 2007. < <http://www.thesisred.net/handle/10803/6964> > [ISBN: 9788469110355].

FITCH OSUNA, J.M., GARCÍA ALMIRALL, P. “La incidencia en las externalidades ambientales en la formación espacial de valores inmobiliarios: el caso de la región metropolitana de Barcelona”. Barcelona: ACE. UPC. febrero de 2008, año II, núm. 6, pp. 673-692. < <http://www.raco.cat/index.php/ACE/article/view/83560> > [ISSN: 1886-4805].

FLÓREZ BOSQUE, X. y IBÁÑEZ PUENTE, J. *Les línies de tramvies de Barcelona: 1872-1971: catàleg de línies urbanes*. Barcelona: Xavier Flòrez Bosque, DL. 2001. 179 pp. [ISBN: 8493197203].

FONT, A. (ed.). *L'explosión [sic] de la ciudad: transformaciones territoriales en las regiones urbanas de la Europa Meridional = The explosion of the city : territorial transformations in the South Europe urban regions*. Madrid: Ministerio de Vivienda, D.L. 2007. 408 p. ISBN: 978-84-96387-25-6.

FORMIGA, N. “Nuevos productos y agentes en el mercado inmobiliario”. *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2005, vol. IX, núm. 194 (02). < <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-194-02.htm> > [ISSN: 1138-9788].

FRIGOLA ALMAR, J. *Planning system of metro networks. Comparison between Copenhagen and Barcelona*. Director: Ole Thorson Jorgensen. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d'Infraestructura del Transport i del Territori. 2006. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/3301> >.

FUENTES BAYÓ, S. *Mobilitat Obligada*. Diputació de Barcelona. Suport a la gestió ambiental d'activitats en el municipi. Nº 13. 2005. 117 pp. < <http://www.diba.es/documents/471041/491757/mediambient-pdf-sam13-pdf.pdf> >.

FULLAONDO ELORDUI-ZAPATERIETXE, A. *Inserción y lógica residencial de la inmigración extranjera en la ciudad. El caso de Barcelona*. Director: Josep roca Cladera. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya. Departament de Construccions Arquitectòniques. 2008. < <http://www.tesisenred.net/handle/10803/6131> > [ISBN: 9788469155882].

GAITÁN TORRES, J.E., DELGADO AMAYA, J.E. “Problemática de los procesos de valoración urbanística en términos de la ley 388 de 1997”. Barcelona: ACE. UPC. junio de 2008, año III, núm. 7, pp. 117-134. < http://www-cpsv.upc.es/ace/Articles_n7/articles_pdf/7_JORGE.pdf > [ISSN: 1886-4805].

GALLARDO, J.M. *Cent anys del tramvia blau: funiculars, tramvies i ferrocarrils a la muntanya del Tibidabo: les comunicacions entre Barcelona i el Vallès per la Serra de Collserola*. Barcelona: Lluís Prieto. 2001. 272 pp. [ISBN: 8493093033].

GALLARDO, J.M. *Los funiculares y teleféricos españoles*. Barcelona: Lluís Prieto. 1997. 291 pp. [ISBN: 8492100532].

GALLEGOS, G.A. *Análisis de las actividades urbanas y su impacto en la movilidad de Barcelona*. Director: Carlos Marmolejo. Barcelona: Universitat Politècnica de Barcelona. CPSV. 2010. < http://www-cpsv.upc.es/tesis/TM10presentacio_ggallegos.pdf >.

GARCÍA ALMIRALL, P., FRIZZERA, A. “La trayectoria residencial de la inmigración en Madrid y Barcelona. Un esquema teórico a partir del análisis cualitativo”. Barcelona: ACE. UPC. octubre de 2008, año III, núm. 8, pp.39-52. < http://upcommons.upc.edu/eprints/bitstream/2117/2798/1/2_fritzzeria_garcia.pdf > [ISSN: 1886-4805].

GARCÍA-BELLIDO Y GARCÍA DE DIEGO, J. “Pascual Madoz e Ildefonso Cerdà, dos pioneros en la epifanía de la urbanística”. Barcelona: ACE. UPC. 2006, vol. 1, núm. 1, pp. 4-28. < <http://upcommons.upc.edu/handle/2099/1862> > [ISSN: 1886-4805].

GARCÍA-BELLIDO, J. “Propuesta para la configuración de una Teoría General de la Gestión Urbanística”. *Geo Crítica / Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de septiembre de 2005, vol. IX, núm. 196. < <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-196.htm> > [ISSN: 1138-9788].

GARCÍA-BELLIDO, J. “Ildefonso Cerdà y el nacimiento de la urbanística: la primera propuesta disciplinar de su estructura profunda”. *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de abril de 2000, núm. 61. <<http://www.ub.edu/geocrit/sn-61.htm> > [ISSN 1138-9788].

GARCÍA CATALÁ, R. “Crecimiento urbano y el modelo de ciudad”. Barcelona: ACE. UPC. Febrero de 2010, año IV, núm. 12. < http://upcommons.upc.edu/revistes/bitstream/2099/11343/1/01_PROCEEDINGS_M1_04_0018.pdf > [ISSN: 1886-4805].

GARCÍA ESPUCHE, A. *Espai i societat a la Barcelona pre-industrial*. Barcelona: La Magrana. 1986. 177 p. ISBN: 84-7410-219-7.

GARCÍA LÓPEZ, M.A. “Estructura espacial del empleo y economías de aglomeración: el caso de la industria en la región metropolitana de Barcelona”. Barcelona: ACE. UPC. Junio de 2007, vol. 2, núm. 4, pp. 519-553. < http://upcommons.upc.edu/revistes/bitstream/2099/3140/1/4-tesis_articulo_miquel%20garcia.pdf > [ISSN: 1886-4805].

GARCÍA MARTÍNEZ, C. *Impacto de las estrategias de ubicación y oferta de los centros comerciales sobre las pautas de la movilidad de la Región Metropolitana de Barcelona*. Director: Pere Espelt Leonart. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d'Infraestructura del Transport i del Territori. 2009. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/10126> >.

GARRIGA FLAQUER, A. *Exclusió industrial vs integració residencial. Una primera anàlisi des de la perspectiva de la regulació urbanística històrica a Barcelona*. Director: Carlos Marmolejo Duarte. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya. CPSV. 2010. < http://www-cpsv.upc.es/tesis/PTM10presentacio_agarriga.pdf >.

GEDDES, P. *Ciudades en evolución*. 11 edición. Buenos Aires: Infinito. 1960. 301 p.

GEURS, K., VAN WEE, B. “Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions”. *Journal of Transport Geography*. Amsterdam: Elsevier. Junio de 2004. vol. 12, núm. 2, pp. 127-140. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692303000607> > [ISSN: 0966-6923].

GOETZ, A., RODRIGUE, J.P. "Transport terminals: new perspectives". *Journal of Transport Geography*. Ámsterdam: Elsevier. Diciembre de 1999. vol. 6, núm. 4. pp.237-240. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692399000150> > [ISSN: 0966-6923].

GÓMEZ GAMBOA, D.P. *Efectos de grandes transformaciones urbanas en el cambio de usos de suelo: el caso de Barcelona y su entorno a partir de los años cincuenta*. Director: Josep Roca Cladera y Bahaaeddin Alhaddad. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya. Departament de Construccions Arquitectòniques I. 2011. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/12785> >.

GÓMEZ GIMÉNEZ, M^a L. "Ciudades en red y redes de ciudades: a vueltas con la Ordenación del Territorio en la ciudad digital". *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2004, vol. VIII, núm. 170 (30). < <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-170-30.htm> > [ISSN: 1138-9788].

GÓMEZ, M. L. "Las barreras arquitectónicas y las personas mayores: nuevos retos desde la intervención administrativa en la promoción de vivienda". *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2003, vol. VII, núm. 146(104). < [http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-146\(104\).htm](http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-146(104).htm) > [ISSN: 1138-9788].

GÓMEZ MENDOZA, A. "Along broad lines. The economic history of Spanish railways, 1973-96. *Journal of Transport History*". Madrid: Universidad Complutense. marzo de 1998, serie 3: 19: 1, pp. 1-17. < <http://www.questia.com/library/1P3-29954190/along-broad-lines-the-economic-history-of-spanish> > [ISSN: 0022-5266].

GÓMEZ ORDÓÑEZ, J.L. *Una medida de accesibilidad: aplicación a la comarca de Barcelona*. Barcelona: ETSAB.1971. 39 pp.

GONZÁLEZ GONZÁLEZ, M.J. "La ciudad sostenible. Planificación y teoría de sistemas". *Boletín de la A.G.E.* Madrid. 2002. núm.33. pp. 93-102. < <http://www.boletinage.com/33/3306.pdf> > [ISSN 0212-9426].

GONZÁLEZ MASSIP, A. *Transport urbà en el context municipal: el cas de la xarxa de tramvies de Barcelona*. Director: Joan Vila Valentí. Universitat de Barcelona. Departament de Geografia Física I Anàlisi Geogràfica Regional. 1992.

GONZÁLEZ MASSIP, A. *La xarxa de tramvies de Barcelona. Una anàlisi (I II)*. Treballs de la Societat Catalana de Geografia. CSIC. Barcelona, 1992, núm. 32, pp.103-132.< <http://bddoc.csic.es:8080/detalles.html?tabla=docu&bd=GEOURBI&id=248579> > [ISSN: 1133-2190].

GONZÁLEZ MASSIP, A. *Els tramvies de Barcelona: dels orígens a 1929: història I explotació*. Barcelona:Rafael Dalmau. 1997. 129 pp. [ISBN: 8423205118].

GONZÁLEZ MASSIP, A. *Els tramvies de Barcelona*. Barcelona: Albert González Massip. 1992-1994. 225 pp.

GONZÁLEZ ORDOVÁS, M.J. “La cuestión urbana: algunas perspectivas críticas”. Madrid: Revista de estudios políticos (nueva época) . julio-septiembre de 1998, núm. 101, pp. 303-333. < <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=27496> > [ISSN: 0048-7694].

GONZÁLEZ REVERTÉ, F. “Estrategias de sostenibilidad para espacios urbanos en Cataluña. El caso del Baix Penedès”. *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*, Universidad de Barcelona, vol. VI, núm. 122, 1 de septiembre de 2002. <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-122.htm> [ISSN: 1138-9788].

GONZÁLEZ ROMERO, D. “El territorio y la ciudad y la encrucijada en el siglo XXI”. Barcelona: ACE. UPC. junio de 2007, vol. 2, núm. 4, pp. 597-610. < <http://upcommons.upc.edu/revistes/bitstream/2099/3143/1/7-daniel%20gonzalez.pdf> > [ISSN: 1886-4805].

GOÑI, B. “Identificación, localización y caracterización de las secciones censales desfavorecidas de la Región Metropolitana de Barcelona”. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de septiembre de 2008, vol. XII, núm. 272 <<http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-272.htm>>. [ISSN: 1138-9788].

GRANADOS ABAD, J. *Anàlisi d'escenaris i propostes per a la inserció d'una línia de tranvia a Barcelona sobre la trama Cerdà*. Director: Antonio González Álvarez y Francesc Magrinà Torner. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d'Infraestructura del Transport i del Territori. 2010. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/9816> >.

GRENGS, J. “Job accessibility and the modal mismatch in Detroit”. *Journal of Transport Geography*. Ámsterdam: Elsevier. Enero de 2010. vol. 18, núm. 1, pp. 42-54. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692309000131> > [ISSN: 0966-6923].

GRONAU, W., KAGERMEIER, A. “Mobility management outside metropolitan areas: case study evidence from North Rhine-Westphalia”. *Journal of Transport Geography*. Ámsterdam: Elsevier. Diciembre de 2004. vol. 12, núm. 4, pp. 315-322. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S096669230400064X> > [ISSN: 0966-6923].

GUÀRDIA, M., MONCLÚS, F.J., OYÓN, J.L. *Atlas histórico de ciudades europeas*. Centre de Cultura Contemporànea de Barcelona. Barcelona. 1994. 334 pp. [ISBN: 8434556812].

GUILLAMÓN ÁLVAREZ, J. *Accesibilidad Universal*. Barcelona: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. N° 63. 2003. 103 p. ISSN: 1695-9647.

GUTIÉRREZ, J. “Location, economic potential and daily accessibility: an analysis of the accessibility impact of the high-speed line Madrid-Barcelona-French border”. *Journal of Transport Geography*. Ámsterdam: Elsevier. Diciembre de 2001. vol. 9, núm. 4, pp. 229-242. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692301000175> > [ISSN: 0966-6923].

GUTIÉRREZ, J., CONDEÇO-MELHORADO, A., LÓPEZ, E., MONZÓN, A. “Evaluating the European added value of TEN-T projects: a methodological proposal based on spatial spillovers, accessibility and GIS”. *Journal of Transport Geography*. Ámsterdam: Elsevier. Julio de 2011. vol. 19, núm. 4, pp. 840-850. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692310001699> > [ISSN: 0966-6923].

GUTIÉRREZ PUEBLA, J. “El tren de alta velocidad y sus efectos espaciales”. *Investigaciones regionales*. Asociación española de ciencia regional, junio de 2005, núm. 5, pp. 199-221. < <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=28900509> > [ISSN: 1695-7253].

GUTIÉRREZ PUEBLA, J., CRISTÓBAL PINTO, C., GÓMEZ CERDÀ, G. “Accesibilidad peatonal a la red de metro de Madrid: efectos del Plan de Ampliación 1995-99”. Madrid: *Anales de geografía de la Universidad Complutense*. 2000, núm. 20, pp. 451-464. < <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=86532> > [ISSN: 0211-9803].

GUTIÉRREZ VALDIVIA, B., CIOCOLETTO, A., GARCÍA ALMIRALL, P. “Migración, espacio público y convivencia en la región metropolitana de Barcelona”. Barcelona: *ACE*. UPC, octubre de 2011, año 6, núm. 17, pp. 335-358. < http://www.academia.edu/1095317/MIGRACION_ESPACIO_PUBLICO_Y_CONVIVENCIA_EN_LA_REGION_METROPOLITANA_DE_BARCELONA > [ISSN: 1886-4805].

HACKETT, L., SEATON, K. “Stations, trains and small-world networks”. *Physica A. Statistical Mechanics and its applications*. Ámsterdam. Elsevier. Agosto de 2004. vol. 339, núm. 3-4, pp. 635-644. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378437104003036> >. [ISSN: 0378-4371].

HALPERN, N., BRATEN, S. “Impacts of airports on regional accessibility and social development”. *Journal of Transport Geography*. Ámsterdam: Elsevier. Noviembre de 2011. vol. 19, núm. 6, pp. 1145-1154. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692310001882> > [ISSN: 0966-6923].

HARVEY, D. *Espacios del capital: hacia una geografía crítica*. Akal. Tres Cantos, Madrid. 2007. 445 pp. [ISBN: 9788446020646].

HERCE VALLEJO, M. y MIRÓ FARRERONS, J. *El soporte infraestructural de la ciudad*. Barcelona : UPC. 2002. 175 pp. [ISBN: 8483016338].

HERCE VALLEJO, M. *La ingeniería en la evolución de la urbanística*. Barcelona: Edicions UPC. 2002. 236 p. ISBN: 84-8301-632-X.

HERCE VALLEJO, M. *Las formas de cercamiento urbano y las variantes de carretera*. Director: Joan Busquets Grau. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d'Infraestructura del Transport i del Territori. 1995. < <http://www.tesisenred.net/handle/10803/6627> > [ISBN: 9788469225127].

HERCE VALLEJO, M. *Sobre la movilidad en la ciudad*. Barcelona: Editorial Reverté, S.A. 2009. 321 p. ISBN: 978-84-291-2118-6.

HERCE, M. "Urbanización, precios del suelo y modelo territorial: la evolución reciente del área metropolitana de Barcelona". Santiago de Chile: EURE, agosto de 2005, vol. XXXI, núm. 93, pp.35-51. < <http://www.scielo.cl/pdf/eure/v31n93/art03.pdf> > [ISSN: 0717-6236].

HERNÁNDEZ, J. A. "Turismo de masas y transporte: el gran reto del turismo del siglo XXI". *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de febrero de 2008, vol. XII, núm. 258 <<http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-258.htm>>. [ISSN: 1138-9788].

HERNÁNDEZ MARTÍN, S. *Pla director de senyalització dinàmica d'orientació als vagons de metro*. Director: Antoni Bedoya i Echave y Joan Miró Farrerons. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d'Infraestructura del Transport i del Territori. 2008. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/5921> >.

HERNANDO LÓPEZ, A. *La línea 9, un proyecto innovador per a resoldre una necessitat social*. Director: Míriam Villares Junyent. Universitat Politècnica de Barcelona. Departament d'Infraestructura del Transport i del Territori. 2008. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/5862> >.

HERRERO, M., TORT, J., PAÜL, V. "La vivienda: ¿moneda de cambio, elemento de exclusión territorial o derecho básico? Badalona como punto de referencia". *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2003, vol. VII, núm. 146(0390). < [http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-146\(0390\).htm](http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-146(0390).htm) > [ISSN: 1138-9788].

HEVILLA, M.C. "El estado innovador: estrategias de control y contacto en la frontera". *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2000, núm. 69 (51). < <http://www.ub.edu/geocrit/sn-69-51.htm> > [ISSN 1138-9788].

HIDALGO, D. "Comparación de alternativas de transporte público masivo- Una aproximación conceptual". Bogotá: *Revista de Ingeniería*. Universidad de los Andes. Mayo de 2005, núm. 21, pp. 94-105. < <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=121014218009> > [ISSN: 2011-0049].

HOYLE, B.S. *Transport and development*. London: Macmillan, cop. 1973. 230 p. ISBN: 0-333-14477-5.

HUGONY,C., ROCA CLADERA, J. "Indicadores para la evaluación de las ciudades históricas". Barcelona: *ACE*. UPC, octubre de 2008, año III, núm. 8, pp. 219-238. < http://upcommons.upc.edu/e-prints/bitstream/2117/2791/1/11_TESIS_Hugoni.pdf > [ISSN: 1886-4805].

ÍBAÑEZ MONTOYA, J., TROVATO, G., DÍEZ DE PABLO, A. "Lugares intermedios de accesibilidad: metodología integrada de diagnóstico y solución de barreras de accesibilidad física y criterios de comprensión e identificación a todas las escalas del patrimonio". Barcelona: *ACE*. UPC, junio de 2010, año 5, núm. 13, pp. 111-126. < <http://upcommons.upc.edu/revistes/handle/2099/9201> > [ISSN: 1886-4805].

INDOVINA, F. “Algunes consideracions sobre la ‘ciutat difusa’”. Barcelona: Doc. Anàl. Geogr. UPC, 1998, pp. 21-32. < <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:bsrZNSGUb3YJ:www.raco.cat/index.php/DocumentsAnalisi/article/download/31661/31495+algunas+consideraciones+sobre+la+ciudad+difusa&hl=es&gl=es> > [ISSN: 0212-1573].

ISARD, W. *Location and space-economy : a general theory relating to industrial location, market areas, land use, trade, and urban structure*. 1º edición. Cambridge (Massachussets): MIT Press. 1972. 350 p. ISBN: 0-262-59005-0.

JAIN, J., LYONS, G. “The gift of travel time”. *Journal of Transport Geography*. Amsterdam: Elsevier. Marzo de 2008, vol. 16, núm. 2, pp. 81-89. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692307000531> > [ISSN: 0966-6923].

JANÉ SOLÁ, J. (edit). *El transporte colectivo urbano en España*. Barcelona: Ariel. 1972. 342pp.

JIA FENG, SHUNPING JIA, HONGQIN PENG, BAOHUA MAO, “Study on the technical speeds of metro trains for traction energy saving and transport efficiency improvement”. *Procedia.Social and Behavioral Sciences*. Ámsterdam: Elsevier, Agosto de 2012. vol. 43, pp. 758-763. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042812010300> > [ISSN: 1877-0428].

JIMÉNEZ BARRERO, L. *Alternativas a la dispersión urbana: análisis de indicadores basados en nuevas estrategias para el desarrollo sostenible*. Director: Josep Roca Cladera. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament de Construccions Arquitectòniques I. 2011. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/12786> >.

JIMÉNEZ GARCÍA, M. *Ferrocarril y desarrollo urbano*. Universidad de Cantabria. 1986.

JONG, M., MU, R., STEAD, D., MA, Y., XI, B. “Introducing public-private partnerships for metropolitan subways in China: what is the evidence?”. *Journal of Transport Geography*. Amsterdam: Elsevier. Marzo de 2010. vol. 18, núm. 2, pp. 301-313. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692309000921> > [ISSN: 0966-6923].

JOSEPH. I. *El transeúnte y el espacio urbano*. Buenos Aires: Gedisa. 1988. 159 p. ISBN: 950-9113-45-X.

JULIÀ SORT, J. *Redes Metropolitanas. Metropolitan Networks*. Editorial Gustavo Gili: Barcelona. 2005. 196 pp. [ISBN: 139788425219931].

JUNCÁ UBIERNA. J.A. *Estudio de viabilidad para la mejora de la accesibilidad de la red de metro de Barcelona*. Barcelona: Ministerio de Asuntos Sociales. 1992. [ISBN: 8486852293].

KANG, CH., MA, X., TONG, D., LIU, Y. “Intra-urban mobility patterns: an urban morphology perspectiva”. *Physica A: Statistical mechanics and its applications*. Amsterdam: Elsevier. Febrero de 2012. vol. 391, núm. 4, pp. 1702-1717. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378437111008405> > [ISSN: 0378-4371].

KENYON, S. "Transport and social exclusion: access to higher education in the UK policy context". *Journal of Transport Geography*. Ámsterdam: Elsevier. Julio de 2011. vol. 19, núm. 4, pp. 763-771. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692310001523> > [ISSN: 0966-6923].

KRALICH, S. "Crisis urbana y transporte alternativo: la opción remise". *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2005, vol. IX, núm. 194 (66). < <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-194-66.htm> > [ISSN: 1138-9788].

LATORA, V., MARCHIORI, M. "Is the Boston subway a small-world network?". *Physica A. Statistical mechanics and its applications*. Amsterdam: Elsevier. 1 de noviembre de 2002. vol. 314, núm. 1-4, pp. 109-113. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378437102010890> > [ISSN: 0378-4371].

LAZO, A. "Trasporte, movilidad y exclusión. El caso de Trasantiago en Chile". *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2008, vol. XII, núm. 270 (45). < <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-270/sn-270-45.htm> > [ISSN: 1138-9788].

LEAL MALDONADO, J., LEYVA SANTA, M.S. "El espacio público de los inmigrantes". Barcelona: ACE. UPC. Octubre de 2011, año VI, núm. 17, pp. 317-334. < http://www.erevistas.csic.es/ficha_articulo.php?url=oai:raco.cat:article/247242&oai_iden=oai_revista177 > [ISSN: 1886-4805].

LEE, K., JUNG, W., PARK, J., CHOI, M. "Statistical analysis of the Metropolitan Seoul subway system : network structure and passenger flows". *Physica A. Statistical mechanics and its applications*. Amsterdam: Elsevier. 15 de octubre de 2008. vol. 387, núm. 24, pp. 6231-6234. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378437108006006> > [ISSN: 0378-4371].

LI, W., CAI, X. "Empirical analysis of a scale-free railway network in China". *Physica A: Statistical mechanics and its applications*. Ámsterdam: Elsevier. 15 de agosto de 2007. vol. 382, núm. 2, pp. 693-703. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378437107003949> > [ISSN: 0378-4371].

LI, P., YI, Z. "Synchronization of Kuramoto oscillators in random complex networks". *Physica A. Statistical mechanics and its applications*. Ámsterdam: Elsevier. Marzo de 2008. vol. 387, núm. 7, pp. 1669-1674. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378437107012071> >. [ISSN: 0378-4371].

LLUCH, E. *Preus del sol a Catalunya*. Barcelona: Server d'Estudis de Banca Catalana. 1972. 332 pp.

LONGHI DÍAZ, D. *Informe situacionista: pasado y futuro de la plaza Onze de Setembre*. Director: Eduard Bru Bistuer y Aquiles González Raventos. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament de Projectes Arquitectònics. 2008. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/5048> >.

LOO, B. "Development of a regional transport infrastructure: some lessons from the Zhujiang Delta, Guangdong, China". *Journal of Transport Geography*. Ámsterdam: Elsevier. Marzo de 1999. vol. 7, núm. 1, pp. 43-63. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692398000374> > [ISSN: 0966-6923].

LÓPEZ BUSTOS, C. *Tranvías de Madrid*. Arganda del Rey (Madrid): Edimat, D.L. 1998. 287 p. ISBN: 84-923200-4-4.

LÓPEZ, L. "El uso de sistemas de información geográfica para el análisis del mercado inmobiliario". *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2003, vol. VII, núm. 146(101). < [http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-146\(101\).htm](http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-146(101).htm) > [ISSN: 1138-9788].

LÓPEZ, J. y MÓDENES, J. A. "Vivienda secundaria y residencia múltiple en España: una aproximación sociodemográfica". *Geo Crítica / Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de diciembre de 2004, vol. VIII, núm. 178. < <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-178.htm> > [ISSN: 1138-9788].

LÓPEZ GAY, A. y RECAÑO VALVERDE, J. "La renovación sociodemográfica de un centro urbano maduro: perfiles migratorios y filtros residenciales en la ciudad de Barcelona". *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2008, vol. XII, núm. 270 (130). < <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-270/sn-270-130.htm> > [ISSN: 1138-9788].

LÓPEZ TRIGAL, L. "La situación de los ferrocarriles de vía estrecha en España, entre el factor competencia y las políticas de transporte". Madrid: *Estudios geográficos*. CSIC. vol. 51, núm. 198, pp. 170-174. < http://waese.kobv.de/uid.do?query=nat_lic_papers_NLM061890863 > [ISSN: 0014-1496].

LÓPEZ VILLANUEVA, C., ALABART VILÀ, A. "Dinámicas urbanísticas y socioeconómicas en ciutat vella". Barcelona: ACE. UPC. Octubre de 2011, año VI, núm. 17, pp. 155-186. < <http://upcommons.upc.edu/handle/2099/11084> > [ISSN: 1886-4805].

LOSADA, M. *El ferrocarril y el transporte*. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos , Servicio de Publicaciones. 1998. 294 pp. [ISBN: 8474931169].

LÖSCH, A. *The economics of location*. New Haven: Yale University Press. 520 p. ISBN: 0-300-00727-2.

LYNCH, K. *La imagen de la ciudad*. Infinito: Buenos Aires. 1960. 208 pp.

MA, K., KANG, E. "Time-space convergente and urban decentralisation". *Journal of Transport Geography*. Ámsterdam: Elsevier. Julio de 2011. vol. 19, núm. 4, pp. 606-614. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692310000979> > [ISSN: 0966-6923].

MACKETT, R., BABALIK SUTCLIFFE, E. “New urban rail system: a policy-based technique to make them more successful”. *Journal of Transport Geography*. Ámsterdam: Elsevier. Junio de 2003. vol. 11, núm. 2, pp. 151-164. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692303000036> > [ISSN: 0966-6923].

MAGRINYÀ, F., MAZA, G. “Inmigración y huecos en el centro histórico de Barcelona (1986-2000)”. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2001, nº 94 (62). <<http://www.ub.edu/geocrit/sn-94-62.htm>> [ISSN 1138-9788].

MAGRINYÀ, F., MAZA, G. “Tinglados de Barcelona: la incorporación de espacios del puerto a la ciudad (1981-2002)”. *Geo Crítica / Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 15 de julio de 2005, vol. IX, núm. 193. < <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-193.htm> > [ISSN: 1138-9788].

MAJORAL, R.(coord), LÓPEZ PALOMEQUE, F., FONT, J., SÁNCHEZ AGUILERA, D. *Cataluña. Un análisis territorial*. 1º edición. Barcelona: Ariel. 2002. 447 pp. [ISBN: 8434434733].

MANGIAGALLI , S. “Barcelona 1854-1856: Chronicles of Barcelona’s enlargement: Antonio Brusi Ferrer’s reflections”. Barcelona: ACE. UPC. 2006, vol. 1, núm. 1, pp. 29-45. < <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3173897> > [ISSN: 1886-4805].

MAÑÉ I SABAT, A. *El tren de Sarrià*. Vilamòs: El Mirador: Jaume Gras i Bartrolí. 2003. 70 pp. [ISBN: 846079363X].

MARAGALL, P. *Els preus del sol*. Director: Josep M. Vegara Carrió. Universitat Autònoma de Barcelona. Departament d’Economia de l’Empresa. 1979. < <http://www.tesisenred.net/handle/10803/3977> > [ISBN: 978814449].

MARCELO ZUNINO, H. “La ‘teoría de la estructuración’ y los estudios urbanos. ¿Una aproximación innovadora para estudiar la transformación de ciudades?”. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2000, núm. 69 (74).< <http://www.ub.edu/geocrit/sn-69-74.htm> > [ISSN 1138-9788].

MARMOLEJO DUARTE, C., FRIZZERA, A. “¿Cuánto estamos dispuestos a pagar por el silencio ? : un análisis contingente para la ciudad de Barcelona”. Barcelona: ACE. UPC. Junio de 2008, año III, núm. 7, pp. 21-40. < http://upcommons.upc.edu/revistes/bitstream/2099/5633/1/2_SECCION%20ARTICULOS2_CARLOS%20Y%20AGUSTIN.pdf > [ISSN: 1886-4805].

MARMOLEJO, C. y ROCA, J. “La localización intrametropolitana de las actividades de la información: un análisis para la Región Metropolitana de Barcelona 1991-2001”. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de julio de 2008, vol. XII, núm. 268<<http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-268.htm>>. [ISSN: 1138-9788].

MARMOLEJO, C. y STALLBOHM, M. “En contra de la ciudad fragmentada: ¿hacia un cambio de paradigma urbanístico en la Región Metropolitana de Barcelona?”. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2008, vol. XII, núm. 270 (65). < <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-270/sn-270-65.htm> > [ISSN: 1138-9788].

MARTÍN BERMEJO, D. *Comparación de tiempos de trayectos metro-a pie-bici en la zona urbana de Barcelona*. Director: Francesc Magrinyà Torner. Universitat Politècnica de Barcelona. Departament d'Infraestructura del Transport i del territori. 2007. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/3316> >.

MARTÍNEZ LÓPEZ, A. *Capital extranjero y estrategias empresariales: un análisis comparativo en el transporte urbano de Madrid y Barcelona, 1871-1948*. Universidade da Coruña. A Coruña. Pp. 1-35. < http://www.usc.es/estaticos/congresos/histec05/b14_martinez_lopez.pdf >.

MARTÍNEZ, E., LÓPEZ, A. “El desarrollo de la morfología social y la interpretación de las grandes ciudades”. *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*, Universidad de Barcelona, vol. VI, núm. 111, 15 de abril de 2002. www.ub.es/geocrit/sn/sn-112.htm [ISSN: 1138-9788].

MARTÍNEZ SÁNCHEZ, J.A. *Anàlisi de la xarxa ferroviària de la RMB*. Director: Carles Casas Esplugas. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d'Infraestructura del Transport i del Territori. 2006. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/3318> >.

MARTORELL PORTAS, V., MARTORELL PORTAS, A., FLORENSA FERRER, V. *Historia del urbanismo en Barcelona*. Barcelona: Labor. 1970. 153 pp.

MARTORI CAÑAS, J.C. “Las consecuencias del boom inmobiliario. Cambios en la densidad de las metrópolis españolas, 2001-2007”. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. [En línea]. Barcelona: Universidad de Barcelona, 20 de agosto de 2010, vol. XIV, nº 333. < <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-333.htm> >. [ISSN: 1138-9788].

MARTORI, J. C.; HOBERG, K. “Indicadores cuantitativos de segregación residencial. El caso de la población inmigrante en Barcelona”. *Geo Crítica / Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 15 de julio de 2004, vol. VIII, núm. 169. < <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-169.htm> > [ISSN: 1138-9788].

MARZORATI, R. “Conflictos en el espacio público y construcción de la alteridad: una comparación entre barrios en Milán y Barcelona”. Barcelona: ACE. UPC. Octubre de 2011, año 6, núm. 17.pp. 293-316 < <http://www.raco.cat/index.php/ACE/article/view/247241> > [ISSN: 1886-4805].

MAS SERRA, E. “La revitalización del área metropolitana de Bilbao: La gestión de Bilbao Ría 2000, aspectos territoriales”. Madrid: *Boletín de la AGE*. 2011, núm. 55, pp.35-57. < <http://age.ieg.csic.es/boletin/55/02%20AGE%2055.pdf> > [ISSN: 0212-9426].

MASCARILLA I MIRÓ, O. *Habitatge, localització residencial i contraurbanització: una anàlisi des de la teoria econòmica*. Director: Joan Hortalà i Arau. Universitat de Barcelona. Departament de Teoria Econòmica. 2000. < <http://www.tesisenred.net/handle/10803/2886> > [ISBN : 9788469274460].

MASSANA I CALVETE, C. *Industria, ciutat i propietat: política econòmica i propietat urbana a l'àrea de Barcelona (1901-1939)*. Barcelona: Curial. 1985. 431 p. ISBN: 8472562506.

MASUCCI, A., RODGERS, G. "The network of commuters in London". *Physica A: Statistical mechanics and its applications*. Àmsterdam: Elsevier. 1 de junio de 2008. vol. 387, núm. 14, pp. 3781-3788. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378437108001635> > [ISSN: 0378-4371].

MEIQUN XIE, XIAMIAO LI, "Railway timetable rescheduling base don the feedback of train-set circulation". *Procedia.Social and Behavioral Sciences*. Àmsterdam: Elsevier, Agosto de 2012. vol. 43, pp. 781-789. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042812010336> > [ISSN: 1877-0428].

MEJÍA DORANTES, L. *Transportation infrastructure impacts on house prices and firms location: the effect of a new metro line in suburbs of Madrid*. Director: Jose Maria Vassallo Magro y Antonio Páez. Universidad Politécnica de Madrid. 2011. < <http://www.tesisenred.net/handle/10803/24339> >.

MEJIA-DORANTES, L., PAEZ, A., VASSALLO, J.M. "Transportation infrastructure impacts on firm location: the effects of a new metro line in the suburbs of Madrid". *Journal of Transport Geography*. Àmsterdam: Elsevier. Mayo de 2012, vol. 22, pp. 236-250. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692311001487> > [ISSN: 0966-6923].

MELIS MAYNAR, M., GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, F.J. *Ferrocarriles metropolitanos: tranvías, metros ligeros y metros convencionales*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, D.L: Madrid. 2002. 458 pp. [ISBN: 8438002153].

MERCADO, R., PÁEZ, A., NEWBOLD, K. "Transport policy and the provision of mobility options in an aging society: a case study of Ontario, Canada". *Journal of Transport Geography*. Àmsterdam: Elsevier. Septiembre 2010, vol. 18, núm. 5, pp. 649-661. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692310000499> > [ISSN: 0966-6923].

MILLÁN ESCRICHE, M. "La geografía de la percepción: una metodología de análisis para el desarrollo rural". Murcia: *Papeles de Geografía*. Escuela de Turismo de Murcia, 2004, núm. 40, pp. 133-149. < <http://revistas.um.es/geografia/article/view/44601> > [ISSN: 0213-1781].

MIRALLES GUASCH, C. *Transport i ciutat. Una reflexió sobre la Barcelona contemporània*. Director: Antoni Tulla Pujol. Universitat Autònoma de Barcelona. Departament de Geografia. 1996. < <http://www.tesisenred.net/handle/10803/4986> > [ISBN: 9788469202661].

MIRALLES GUASCH, C. Y CEBOLLADA, A. “Movilidad cotidiana y sostenibilidad, una interpretación desde la Geografía humana”. Madrid: *Boletín de la A.G.E.* 2009, núm. 50. pp. 193-216. < <http://www.boletinage.com/50/08%20MIRALLES.pdf> > [ISSN 0212-9426].

MIRALPEIX GARCÍA, M. *El ferrocarril en la Región Urbana de Barcelona. Análisis del desarrollo de la red ferroviaria y de metro (1848-2009) y modelización de su explotación (1950-2009)*. Director: Pere Espelt Leonart y Míriam Villares Junyent. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d'Infraestructura del Transport i del Territori. 2010. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/12120> >.

MIRET, N. “Las aportaciones de la inmigración al proceso de metropolización: el caso de Barcelona”. *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*, Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2001, núm. 94 (72) < <http://www.ub.edu/geocrit/sn-94-72.htm> > [ISSN 1138-9788].

MÓDENES CABRERIZO, J.A. *Flujos espaciales e itinerarios biográficos: la movilidad residencial en el área de Barcelona*. Director: Anna Cabré Pla. Universitat Autònoma de Barcelona. Departament de Geografia. 1998. < <http://www.tesisenred.net/handle/10803/4933> > [ISBN: 8469977008].

MOLINÍ, F. Y SALGADO, M. “Superficie artificial y viviendas unifamiliares en España, dentro del debate entre ciudad compacta y dispersa”. Madrid: *Boletín de la A.G.E.* 2010, nº54, pp.125-147. < <http://www.boletinage.com/54/06%20AGE%2054.pdf> > [I.S.S.N.: 0212-9426].

MORENCY, C., PAEZ, A., ROORDA, M., MERCADO, R., FARBER, S. “Distance traveled in three Canadian cities: Spatial analysis from the perspective of vulnerable population segments”. *Journal of Transport Geography*. Ámsterdam: Elsevier. Enero de 2011. vol. 19, núm. 1, pp. 39-50. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692309001525> > [ISSN: 0966-6923].

MORENO REBATO, M. *Accesibilidad, urbanismo y edificación*. Madrid: Montecorvo. 2004. ISBN: 84-7111-434-8.

MOYSES, A. “Luchas por el derecho a la ciudad”. *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2006, vol. X, núm. 218 (91). < <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-218-91.htm> > [ISSN: 1138-9788].

MU, R. JONG, M., KOPPENJAN, J. “The rise and fall of Public-Private Partnerships in China: a path-dependent approach”. *Journal of Transport Geography*. Ámsterdam: Elsevier. Julio de 2011, vol. 19, núm. 9, pp. 794-806. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692310001602> > [ISSN: 0966-6923].

MULLER, G. *Intermodal freight transportation*. Washington, D.C. : ENO Transportation Foundation. 1979. 502 p.

MUMFORD, L. *La ciudad en la historia: sus orígenes, transformaciones y perspectivas*. Buenos Aires: Infinito. 1966.

MUNTAÑOLA THORNBERG, J. “Geógrafos y arquitectos: nuevos retos y viejos problemas”. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2008, vol. XII, núm. 270 (147). <<http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-270/sn-270-147.htm>> [ISSN: 1138-9788].

MUSTERD, S., FULLAONDO, A. “Ethnic segregation and the housing market in two cities in northern and southern Europe: The cases of Amsterdam and Barcelona”. Barcelona: *ACE*. UPC, octubre de 2008, año III, núm. 8, pp. 93-115. <<http://www.raco.cat/index.php/ACE/article/view/185891>> [ISSN: 1886-4805].

NARVÁEZ TIJERINA, A.B. “Imaginarios urbanos y globalización: eurocentrismo y ciudades red”. Barcelona: *ACE*. UPC, febrero de 2011, año 5, núm. 15, pp. 49-72. <<http://www.raco.cat/index.php/ACE/article/view/226059>> [ISSN: 1886-4805].

NEL·LO, O. *Cataluña, ciudad de ciudades*. Lleida: Milenio. 2002. 160 p. ISBN: 84-9743-025-5.

NEL·LO, O. “El planeamiento territorial en Catalunya”. Granada: *Cuadernos de geografía*. Universidad de Granada, marzo de 2011, núm. 47, pp. 131-167. <<http://www.ugr.es/~cuadgeo/docs/articulos/047/047-006.pdf>> [ISSN: 0210-5462].

NEL·LO, Oriol. “La ordenación de las dinámicas metropolitanas. El Plan Territorial Metropolitano de Barcelona”. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. [En línea]. Barcelona: Universidad de Barcelona, 10 de mayo de 2011, vol. XV, nº 362. <<http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-362.htm>>. [ISSN: 1138-9788].

NEL·LO, O. *Las grandes ciudades españolas en el umbral del siglo XXI*. Barcelona: Institut d’Estudis Regionals i Metropolitans de Barcelona. 2004. 67 p. ISBN: 84-88068-81-6.

NEL·LO, O. “Las grandes ciudades españolas: dinámicas urbanas e incidencia de las políticas estatales”. Barcelona: *Papers. Regió Metropolitana de Barcelona*. Institut d’Estudis Regionals i Metropolitans de Barcelona, julio de 1997, núm. 27, pp. 9-70. <<http://www.raco.cat/index.php/PapersIERMB/article/viewFile/102591/128680>> [ISSN: 2013-7959].

NEWBOLD, K.B., SCOTT, D., SPINNEY, J., KANAROGLOU, P., PÁEZ, A. “Travel behavior within Canada’s older population: a cohort analysis”. *Journal of Transport Geography*. Amsterdam: Elsevier. Diciembre de 2005. vol. 13, núm. 4, pp. 340-351. <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692304000523>> [ISSN: 0966-6923].

NICOLÁS LOSCOS, A. *Estudi comparatiu de xarxes ferroviàries de transport metropolità*. Director: Manuel Herce Vallejo. Universitat Politècnica de Catalunya. 2003. <<http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/6346>>.

NOGUÉS LINARES, S., SALAS OLMEDO, H. “Modelos de crecimiento urbano. Estrategias de planificación y sostenibilidad en Cantabria”. Barcelona: *ACE*. UPC, febrero de 2010, año 4, núm. 12, pp. 43-58. <<http://upcommons.upc.edu/revistes/handle/2099/8552?locale=es>> [ISSN: 1886-4805].

NUÑEZ, A. “Apropiación y división social del espacio”. *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*, Barcelona : Universidad de Barcelona, vol. VI, núm. 116, 15 de junio de 2002. <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-116.htm> [ISSN: 1138-9788].

OLAIZOLA ELORDI, J. El tranvía eléctrico de Bilbao a Durando y Arratia = Bilbotik Durango eta Arratiarako tranbia elektrikoa. Bilbao: Eusko Trenbideak = Ferrocarriles Vascos. 2000. 213 p. ISBN: 84-607-1990-1.

ORDEIG CORSINI, J.M. *Urban design: accesible and sustainable architecture = accesibilidad y sostenibilidad*. Sant Adrià de Besòs, Barcelona: Monsa. 2007. 223 p. ISBN: 978-84-96429-45-1.

ORTIZ CHAO, C., GARNICA MONROY, R. “La accesibilidad espacial en la definición de los espacios inteligentes”. Barcelona: ACE. UPC, 15 de febrero de 2008, año II, núm. 6. < http://upcommons.upc.edu/revistes/bitstream/2099/4497/1/10_CLAUDIA.ORTIZ.pdf > [ISSN: 1886-4805].

OSLENDER, U.”Espacio, lugar y movimientos sociales: hacia una ‘espacialidad de resistencia’”. *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*, Universidad de Barcelona, vol. VI, núm. 115, 1 de junio de 2002. <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-115.htm> [ISSN: 1138-9788].

PALLARÈS BÀRBERA, M. “La percepció d’optimalitat en el Pla Cerdà. El model p-median en el disseny ortogonal L de l’Eixmple de Barcelona”. Barcelona: *Treballs de la Societat Catalana de Geografia*. Institut d’Estudis Catalans, 2005, núm. 60, pp. 223-253 < <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2574955> > [ISSN: 1133-2190].

PARCERISA, J., RUBERT DE VENTÓS, M. *Metro*. Edicions UPC: Barcelona. 2001. 180 pp. [ISBN: 84830165559].

PERAHIA, R. “Los emprendedores inmobiliarios agentes urbanos del crecimiento metropolitano (1990-2004)”. *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2005, vol. IX, núm. 194 (16). < <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-194-16.htm> > [ISSN: 1138-9788].

PÉREZ FERNÁNDEZ, F. “La integración del ferrocarril en la ciudad”. *Revista de obras públicas*. Colegio de Ingenieros de Caminos. Madrid. Abril de 1994, núm. 3331, año 141. < http://ropdigital.ciccp.es/detalle_articulo.php?registro=13872&anio=1994&numero_revista=3331 > [ISSN: 1695-4408].

PÉREZ PRIETO, Claudia y MARMOLEJO DUARTE, Carlos. “La localización intrametropolitana de las actividades de la innovación: un análisis para la Región Metropolitana de Barcelona”. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2008, vol. XII, núm. 270 (153). < <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-270/sn-270-153.htm> > [ISSN: 1138-9788].

PASCUAL PEAGUDA, A. *Análisis y evolución histórica de los nudos viarios en Barcelona*. Director: Francesc Magrinýa Torner. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d’Infraestructura del Transport i del Territori. 2009. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/10118> >.

PETTERSSON, P., SCHMOCKER, J. “Active ageing in developing countries? –trip generation and tour complexity of older people in Metro Manila”. *Journal of Transport Geography*. Ámsterdam: Elsevier. Septiembre de 2010. vol. 18, núm. 5, pp. 613-623. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692310000475> > [ISSN: 0966-6923].

PINTABONA, J., FERNÁNDEZ, G. “Carros e infravivienda: dispositivos móviles y ocupación transitoria del espacio social de la ciudad”. *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2003, vol. VII, núm. 146(050). < [http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-146\(050\).htm](http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-146(050).htm) > [ISSN: 1138-9788].

POOLEY, C., TURNBULL, J. “Modal choice and modal change: the journey to work in Britain since 1890”. *Journal of Transport Geography*. Ámsterdam: Elsevier. Enero de 2000, vol. 8, núm. 1, pp. 11-24. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692399000319> > [ISSN: 0966-6923].

PORTA, S., CRUCITTI, P., LATORA, V. “The network analysis of urban streets: a dual approach”. *Physica A: Statistical mechanics and its applications*. Ámsterdam: Elsevier. 15 de septiembre de 2006. vol. 369, núm. 2, pp. 853-866. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378437106001282> > [ISSN: 0378-4371].

PORTÉ PADRÓ, J. *Proceso de transformación de la vivienda en Catalunya (1980-2001)*. Director: Josep Roca Cladera. 2008. < http://www.cpsv.upc.es/tesis/TM08presentacio_porte.pdf >.

POZUETA ECHAVARRI, J. “Movilidad y planeamiento sostenible: Hacia una consideración inteligente del transporte y la movilidad en el planeamiento y en el diseño urbano”. Madrid: *Cuadernos de Investigación Urbanística*. Instituto Juan de Herrera y UPM, 2000, núm. 30, pp.1-112. < <http://www.aq.upm.es/Departamentos/Urbanismo/publicaciones/ciur30.html> > [ISSN: 1886-6654].

PRESTON, J. “Integrating transport with socio-economic activity – a research agenda for the new millennium”. *Journal of Transport Geography*. Ámsterdam: Elsevier. Marzo de 2001. vol. 9, núm. 1, pp. 13-24. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692300000399> > [ISSN: 0966-6923].

PRESTON, J., RAJÉ, F. “Accessibility, mobility and transport-related social exclusion”. *Journal of Transport Geography*. Ámsterdam: Elsevier. Mayo de 2007. vol. 15, núm. 3, pp. 151-160. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692306000512> > [ISSN: 0966-6923].

PRIEMUS, H., KONINGS, R. Light rail in urban regions: what Dutch policymakers could learn from experiences in France, Germany and Japan. *Journal of Transport Geography*. Ámsterdam: Elsevier. Septiembre de 2009. vol. 9, núm. 3, pp. 187-198. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692301000084> > [ISSN: 0966-6923].

PRIEMUS, H., NIJKAMP, P., BANISTER, D. "Mobility and spatial dynamics: an uneasy relationship". *Journal of Transport Geography*. Amsterdam: Elsevier. Septiembre de 2001, vol. 9, núm. 3, pp. 167-171. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692301000072> > [ISSN: 0966-6923].

PRIETO GONZÁLEZ, J.M. "Consideración de los valores histórico, artístico y estético en los procesos de valuación inmobiliaria". Barcelona: *ACE*. UPC, Junio de 2011, año 6, núm. 16, pp. 31-68. < <http://www.raco.cat/index.php/ACE/article/view/244122> > [ISSN: 1886-4805].

PUIG SEGURA, C. *Proposta de remodelació de la Plaça del Centre, Barcelona*. Director: Luis Maldonado Rius. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d'Enginyeria Agroalimentària i Biotecnologia. 2008. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/6187> >.

PUJADAS, I. "Movilidad residencial y expansión urbana en la Región Metropolitana de Barcelona, 1982-2005". *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 15 de mayo de 2009, vol. XIII, núm. 290 <<http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-290.htm>>. [ISSN: 1138-9788].

QUERALTÓ ROS, P. *Aportación metodológica de la tecnología SIG en el cálculo de indicadores a escala urbana*. Director: Pilar García Almirall. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament de Construccions Arquitectòniques I. 2008. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/11747> >.

QUERALTÓ ROS, P., GARCÍA ALMIRALL, P. "Utilización de los sistemas de información geográfica en el cálculo de indicadores a escala urbana". Barcelona: *ACE*. UPC, octubre de 2009, año IV, núm. 9, pp. 59-86. < <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3114229> > [ISSN: 1886-4805].

QUERALTÓ ROS, P., MORERA RUÍZ, D. "El atlas de los espacios de convivencia". Barcelona: *ACE*. UPC, Octubre de 2011, vol. VI, núm. 17, pp. 377-386. < <http://upcommons.upc.edu/revistes/handle/2099/11098> > [ISSN: 1886-4805].

QUERALTÓ ROS, P., BIERE ARENAS, R.M., VALLS DALMAU, F. "Herramienta de cálculo de rutas óptimas según parámetros de accesibilidad física en itinerarios urbanos". Barcelona: *ACE*. UPC, junio de 2010, año 5, núm. 3, pp. 161-184. < <http://www.recercat.net/handle/2072/193516> > [ISSN: 1886-4805].

RABELLA FRANCH, A. *Obtención de los indicadores de evaluación de las condiciones básicas de vida en barrios informales mediante SIG: el caso del barrio de Maxaquene 'A' a Maputo, Mozambique*. Director: María de las Nieves Lantada Zarzosa. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d'Enginyeria del Terreny, Cartogràfica i Geofísica. 2009. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/8614> >.

RAMÍREZ CARRASCO, F. *Valoración de la congruencia espacial entre la actividad residencial y terciaria en el centro urbano de Barcelona*. Director: Josep Roca Cladera. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament de Construccions Arquitectòniques. 2003. < <http://www.tesisenred.net/handle/10803/6109> > [ISBN: 8468819433].

REQUENA HIDALGO, J. “Inmigración, ciudad y policía”. *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2001, núm. 94 (1) <<http://www.ub.edu/geocrit/sn-94-35.htm>> [ISSN 1138-9788].

REQUES VELASCO, P., BOIRA MAIQUES, J.V. “Balance crítico de dos décadas de geografía de la percepción en España. A propósito de los estudios sobre espacios urbanos”. Zaragoza: Actas del V Coloquio de Geografía Cuantitativa. Universidad de Zaragoza, 1992, pp. 341-356. <http://age.ieg.csic.es/metodos/zaragoza92/1992_24_reques&boira.pdf>.

REUSSER, D., LOUKOPOULOS, P., STAUFFACHER, M., SCHOLZ, R. “Classifying railway stations for sustainable transitions –balancing node and place functions”. *Journal of Transport Geography*. Ámsterdam: Elsevier, mayo de 2008. vol. 16, núm. 3, pp. 191-202. <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692307000671>> [ISSN: 0966-6923].

REYES SCHADE , E. *El espacio público en la inserción del tranvía*. Director: Antoni Remesar Betlloch. Universitat de Barcelona. 2011. <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:-283LGL4uqQJ:diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/21002/1/01_reyes_schade.pdf+EL+ESPACIO+PUBLICO+EN+LA+INSERCIION+DEL+TRANVIA&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=es>.

ROCA, F. *Política, economía y espacio: la política territorial en Catalunya (1936-1939)*. 1º edición. Barcelona: Ediciones del Serbal. 1983. 122 p. ISBN: 8485800451.

ROCA I CLADERA, J. *Los precios del suelo en el ámbito metropolitano*. Barcelona: Corporació Metropolitana , Assessoria de Comunicació i Relacions, D.L. 1986. 264 pp.

ROCA I CLADERA, J. “Teorías alternativas para la formación espacial del precio del suelo. El caso de Barcelona”. Barcelona: *Annals d'arquitectura*. UPC, 1983, núm.2, pp. 36-49. <<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2187970>>.

ROCA I CLADERA, J., MARMOLEJO,C. “Un modelo de interacción espacial aplicado a la distribución metropolitana de la actividad económica”. Barcelona: *ACE*. UPC, 2006, vol. 1, núm. 1, pp. 60-79. <http://www-cpsv.upc.es/ace/Articles-n1/4-ROCA_MARMOLEJO-ART4.pdf> [ISSN: 1886-4805].

RODRIGUE, J. “Globalization and the synchronization of transport terminals”. *Journal of Transport Geography*. Ámsterdam: Elsevier. Diciembre de 1999. vol. 7, núm. 4, pp. 255-261. <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692399000186>> [ISSN: 0966-6923].

RODRIGUES DA SILVA NETO, J. *Bon Pastor-Dos situaciones: Especulación propositiva de creación de situaciones en la conexión entre la estación de metro con el barrio Bon Pastor*. Director: Eduard Bru Bistuer y Aquiles González Reventos. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament de Projectes Arquitectònics. 2008. <<http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/5678>>.

RODRÍGUEZ LÓPEZ, J. “Urbanismo, vivienda y economía en España”. Barcelona: *ACE*. UPC, febrero de 2007, vol. 1, núm. 3, pp. 83-88. <http://upcommons.upc.edu/revistes/bitstream/2099/2476/1/12_Julio_Rodriguez_Lopez.pdf> [ISSN: 1886-4805].

ROITMAN, S. “Barrios cerrados y segregación social urbana”. *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2003, vol. VII, núm. 146(118). < [http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-146\(118\).htm](http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-146(118).htm) > [ISSN: 1138-9788].

ROMEIN, A., JACOB TRIP, J., VRIES, J. “The multi-scalar complexity of infrastructure planning: evidence from the Dutch-Flemish megacorrridor”. *Journal of Transport Geography*. Ámsterdam: Elsevier. Septiembre de 2003, vol. 11, núm. 3, pp. 205-213. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692303000310> > [ISSN: 0966-6923].

ROMERO RENAU, L. “Dos décadas de urbanismo-espectáculo en España: los grandes eventos como motor de cambio urbano”. Madrid: *Boletín de la A.G.E.*, 2010. núm. 53. pp. 309-327. < <http://www.boletinage.com/53/14-ROMERO%20309-327.pdf> > [ISSN 0212-9426].

ROQUER SOLER, S. “Movilidad residencia-trabajo y características socioeconómicas de la población española. Un estudio de sus relaciones a través del censo de 2001”. Madrid: *Boletín de la A.G.E.*, 2007. núm.44. pp. 187-214. < <http://www.boletinage.com/44/09-roquer.pdf> > [ISSN 0212-9426].

ROSCADELL I GARCÍA, M. *Criteris per a la implantació de línies de tranvia i de metro*. Director: Robert Vergés Fernández. Universitat Politècnica de Barcelona. Departament d'Infraestructura del Transport i del Territori. 2003. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/6315> >.

ROYUELA, V., VAYÀ, E. i SURIÑACH, J. “L'elecció de destinacions residencials no forçades a l'entorn metropolità de Barcelona.El cas de Sant Cugat del Vallès”. *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2003, vol. VII, núm, 146(038) < [http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-146\(038\).htm](http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-146(038).htm) > [ISSN: 1138-9788].

RUBIO, K. “Os jogos olímpicos e a transformação das cidades: os custos sociais de um megaevento”. *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2005, vol. IX, núm. 194 (85). < <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-194-85.htm> > [ISSN: 1138-9788].

RUÍZ FERNÁNDEZ, L.A., DEL REY PÉREZ, A., ESTORNELL CREMADES, J., RUÍZ MARIN, R. “La teledetección como herramienta de análisis de crecimiento urbano y su representación en 3D”. Barcelona: *ACE*. UPC, junio de 2007, vol. 2, núm. 4, pp. 675-693. < <http://www.raco.cat/index.php/ACE/article/view/258860> > [ISSN: 1886-4805].

RUÍZ LINEROS, M., MARMOLEJO DUARTE, C. “Hacia una metodología para la detección de subcentros comerciales: un análisis para Barcelona y su área metropolitana”. Barcelona: *ACE*. UPC, octubre de 2008, año III, núm. 8, pp.199-218. < <http://www.raco.cat/index.php/ACE/article/view/185896> > [ISSN: 1886-4805].

SACRISTÁN ARANA, I. “La ciudad del (no) poder. Barraquismo contemporáneo. El caso Barcelona”. Barcelona: *ACE*. UPC, junio de 2010, año 5, núm. 14, pp. 7-18. < http://www.cpsv.upc.es/ace/Articles_n14/Articles_PDF/ACE_14_SA_10.pdf > [ISSN: 1886-4805].

SALAS, R. “Evolución de la red ferroviaria e influencia de ésta sobre el crecimiento urbano en Barcelona y su área metropolitana”. *Congreso de Historia Ferroviaria*. Aranjuez, febrero de 2001, pp. 157-176 < <http://www.docutren.com/archivos/aranjuez/pdf/08.pdf> > [ISBN: 84-498-0647-X].

SALDARRIAGA OSPINA, C.A. *Los valores urbanos de las nuevas centralidades*. Director: Malcolm C. Burns. Universitat Politècnica de Catalunya. CPSV. 2010. < http://www-cpsv.upc.es/tesis/TM10presentacio_saldarriaga.pdf >.

SALMERÓN I BOSCH, C. *Els ferrocarrils catalans*. Barcelona: Terminus, DL. 1991. [ISBN: 8460410536].

SALMERÓN I BOSCH, C. *El metro de Barcelona II: Història y tècnica*. Barcelona: l'autor. 1992. 223 pp. [ISBN: 846044886X].

SALVÀ CATARINEU, M. PANAREDA CLOPÉS, J.M. y NUET BADIA, J. “El análisis a gran escala y las nuevas tecnologías: una nueva interpretación geográfica del espacio para la gestión”. *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2004, vol. VIII, núm. 170(16). < <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-170-16.htm> > [ISSN: 1138-9788].

SÁNCHEZ DE JUAN, J.A. “La ciudad y la innovación: el pasado como futuro en la retórica de la innovación urbana”. *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2000, núm, 69 (64). < <http://www.ub.edu/geocrit/sn-69-64.htm> > [ISSN 1138-9788].

SÁNCHEZ DE JUAN, J.A. “La ‘destrucción creadora’: El lenguaje de la reforma urbana en tres ciudades de la Europa mediterránea a finales del siglo XIX (Marsella, Nápoles y Barcelona)”. *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de mayo de 2000, n°63. < <http://www.ub.edu/geocrit/sn-63.htm> > [ISSN 1138-9788].

SÁNCHEZ RIERA, A. *Determinación del mejor uso en tejidos urbanos consolidados, a partir de un método multicriterio discreto*. Director: Josep Roca Cladera. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament de Construccions Arquitectòniques I. 2010. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/11635> >.

SANYER MATÍAS, X. *Anàlisi comparativa de les diferents tipologies de xarxes de metro existents al món. Establiment d'uns paràmetres i metodologia de comparació*. Director: Manel Villalante Llauro. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d'Infraestructura del Transport i del Territori. 2005. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/6606> >.

SARGATAL, M.A. “Gentrificación e inmigración en los barrios históricos: El caso del barrio del Raval en Barcelona”. *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2001, n° 94 (66). < <http://www.ub.edu/geocrit/sn-94-66.htm> > [ISSN 1138-9788].

SARGATAL, M. A. “La vivienda en el centro histórico de Barcelona. El caso de la Rambla del Raval”. *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2003, vol. VII, núm. 146(069). < [http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-146\(069\).htm](http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-146(069).htm) > [ISSN: 1138-9788].

SCHWANEN, T., DIELEMAN, F., DIJST, M. “Travel behaviour in Dutch monocentric and policentric urban systems”. *Journal of Transport Geography*. Ámsterdam: Elsevier, septiembre de 2001. vol.9, núm.3, pp. 173-186. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692301000096> > [ISSN: 0966-6923].

SCHWANEN, T., MOKHTARIAN, P. “What affects commute mode choice: neighborhood physical structure or preferences toward neighborhoods?”. *Journal of Transport Geography*. Ámsterdam: Elsevier. Marzo de 2005. vol. 13, núm. 1, pp. 83-99. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692304000894> > [ISSN: 0966-6923].

SCHÖLLER-SCHWEDES, O. “The failure of integrated transport policy in Germany: a historical perspectiva”. *Journal of Transport Geography*. Ámsterdam: Elsevier. Enero de 2010, vol. 18, núm. 1, pp. 85-96. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692309000040> > [ISSN: 0966-6923].

SCHÖNHARTING, J., SCHMIDT, A., FRANK, A., BREMER, S. “Towards the multimodal transport of people and freight: interconnective networks in the RheinRuhr metropolis”. *Journal of Transport Geography*. Ámsterdam: Elsevier. Septiembre de 2003. vol. 11, núm. 3, pp. 193-203. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692303000309> > [ISSN: 0966-6923].

SEGUÍ PONS, J.M. “Aplicació metodològica de l’índex d’accessibilitat al transport públic urbà a la ciutat de Palma (Mallorca)”. Palma de Mallorca: *Treballs de Geografia*. Universitat de Palma de Mallorca, 1989, núm. 42, pp. 57-76. < <http://www.raco.cat/index.php/TreballsGeografia/article/viewFile/104071/164261> > [ISSN: 1133-181X].

SEGUÍ PONS, J.M. y PETRUS BEY, J.M. *Geografía de redes y sistemas de transporte*. Síntesis: Madrid. 1991. 231 pp. [ISBN: 8477381070].

SEGUÍ PONS, J.M. et al. “Tecnologías de la información y de la comunicación en los sistemas de transporte aéreo”. *Geo Crítica / Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2004, vol. VIII, núm. 170-57. < <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-170-57.htm> > [ISSN: 1138-9788].

SEGUÍ PONS, J.M. y MARTÍNEZ REYNÉS, M.R. *Geografía de los transportes*. Universitat de les Illes Balears: Palma de Mallorca. 2004. 444 pp. [ISBN: 8476328796].

SEGUÍ PONS, J. M. y MARTÍNEZ, M. R. “Pluralidad de métodos y renovación conceptual en la geografía de los transportes del siglo XXI”. *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 15 de abril de 2003, vol. VII, núm. 139, . < <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-139.htm> > [ISSN: 1138-9788].

SERRANO MARTÍNEZ, J.M. “Hacia una red mallada de vías rápidas de gran capacidad. El nuevo plan estratégico de infraestructuras y transporte”. Madrid: *Boletín de la A.G.E.*, 2007. núm.43 . pp. 173-196. < http://www.boletinage.com/43/09_SERRANO.pdf > [ISSN 0212-9426].

SILVESTRO GEUNA, J.M. , ROCA CLADERA, J. “La ciudad como lugar”. Barcelona: ACE. UPC, febrero de 2007, vol. 1, núm. 3, pp. 400-411. < http://upcommons.upc.edu/revistes/bitstream/2099/2495/1/29_silvestro.pdf > [ISSN: 1886-4805].

SLACK, B. “Satellite terminals: a local solution to hub congestion?”. *Journal of Transport Geography*. Ámsterdam: Elsevier, diciembre de 2009. vol. 7, núm. 4, pp. 241-246. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692399000162> > [ISSN: 0966-6923].

SOH, H., LIM, S., ZHANG, T., FU, X., KEE KHOON LEE, G., GIH GUANG HUNG, T., DI, P., PRAKASAM, S., WONG, L. “Weighted complex network analysis of travel routes on the Singapore public transportation system”. *Physica A: Statistical mechanics and its applications*. Ámsterdam: Elsevier.15 de Diciembre de 2010. vol. 389, núm. 24, pp. 5852-5863. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378437110006977> > [ISSN: 0378-4371].

SOLÁ-MORALES RUBIÓ, M. *Las formas de crecimiento urbano*. Barcelona: UPC. 1997. 196 pp. [ISBN: 8483011972].

SPENCER, A. “Light rail or busway? A comparative evaluation for a corridor in Beijing”. *Journal of Transport Geography*. Ámsterdam: Elsevier. Diciembre de 1996. vol. 4, núm. 4, pp. 139-251. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692396000270> > [ISSN: 0966-6923].

SPYCHALSKI, J. “Progress , inconsistencias , and Neglect in the social control of railway freight transport. Journal of Economic Issues”. EEUU: Arkansas State University, junio de 1983, vol. 17, núm. 2, pp. 433-442. < <http://www.jstor.org/discover/10.2307/4225316?uid=3737952&uid=2&uid=4&sid=21101466699933> > [ISSN: 0021-3624].

SUBERO MUNILLA, J.M. *Métodos de análisis de la eficacia espacial de las redes de transporte colectivo de infraestructura fija , ensayo de indicadores de oferta*. Director: Manuel Herce Vallejo. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d’Infraestructura del Transport i del Territori. 2009. < <http://www.tesisenred.net/handle/10803/6630> > [ISBN: 9788469312483].

SUN, J., YUAN, J., WANG, Y., SI, H.B., SHAN, X.M. “Exploring space-time structure of human mobility in urban space”. *Physica A: Statistical mechanics and its applications*. Ámsterdam: Elsevier. 1 de marzo de 2011. vol. 390, núm. 5, pp. 929-942. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378437110008915> > [ISSN: 0378-4371].

TABAKMAN, E. “El casc antic de Barcelona: actuación urbanística o ‘limpieza social’?”. *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2001, n°94 (67). <<http://www.ub.edu/geocrit/sn-94-67.htm> > [ISSN 1138-9788].

TAPADA-BERTELI, T., ARBACI, S. “Proyecto de regeneración urbana en Barcelona contra la segregación socioespacial (1986-2009): ¿solución o mito?”. Barcelona: ACE. UPC, octubre de 2011, año 6, núm. 17, pp. 187-222. < <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4013533> > [ISSN: 1886-4805].

TAPIA GÓMEZ, M.C. *Superposición de realidades. Colectivos minoritarios en el espacio público de Ciutat Vella. Barcelona.* Director: Miquel Domingo Clota. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d’Urbanisme i Ordenació del Territori,2007.<<http://www.tesisenred.net/handle/10803/6973>>[ISBN:9788469356111].

TARAVILLA RODRÍGUEZ, M. *Prognosis dels impactes socials i urbanístics de la “unió del trambesòs amb el trambaix”.* Director: Míriam Villares Junyent y Rosa Junyent Comas. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d’Infraestructura del Transport i del Territori. 2010. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/12590> >.

TATJER MIR, M. “Entre Madrid y Barcelona a mediados del siglo XIX. A propósito de los últimos trabajos de Javier García-Bellido”. Barcelona: ACE. UPC, febrero de 2007, vol. 1, núm. 3, pp. 63-68. < <http://upcommons.upc.edu/revistes/handle/2099/2464> > [ISSN: 1886-4805].

TEIXIDOR DE OTTO, M.J. Y SANCHÍS DEUSA, M. “El transporte urbano colectivo en Valencia”. Valencia: *Cuadernos de Geografía.* Universidad de Valencia, 1979, núm. 25, pp. 165-180. < <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2297166> > [ISSN: 0210-086X].

TIWARI, G., JAIN, D. “Accessibility and safety indicators for all road users: case study Delhi BRT”. *Journal of Transport Geography.* Ámsterdam: Elsevier, mayo de 2012. vol. 22, pp. 87-95. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692311002249> > [ISSN: 0966-6923].

TOIVONEN, R., ONNELA, J., SARAMÄKI, J., HYVÖNEN, J., KASKI, K. “A model for social network”. *Physica A: Statistical mechanics and its applications.* Ámsterdam: Elsevier. 15 de noviembre de 2006. vol. 371, núm. 2, pp. 851-860. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378437106003931> > [ISSN: 0378-4371].

TORNÉS FERNÁNDEZ, M. *Estudio sobre el impacto de la estructura urbana en la eficiencia de la urbanización: un primer análisis del consumo de suelo en las 7 principales metrópolis españolas.* Director: Carlos Marmolejo Duarte. Universitat Politècnica de Catalunya. CPSV. 2011. < <http://www.upc.edu/cpsv/indextesis.htm> >.

TORREGO SERRANO, F. “Geografía de los transportes”. Madrid: *Anales de Geografía de la Universidad Complutense.* Universidad Complutense, 1986, núm. 6, pp. 285-295. < <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=86245> > [ISSN: 0211-9803].

TRABADA GUIJARRO, J. (coord.). *De los tranvías a los metros ligeros en la comunidad de Madrid.* Mintra: Madrid. 2008. 436 pp. [ISBN: 9788445131770].

UBACH I SOLER, T.M. *El ferrocarril. La xarxa catalana.* Barcelona: Ketres. 1984. 232 pp. [ISBN: 8485256395].

UPCHURCH, C., KUBY, M., ZOLDAK, M., BARRANDA, A. "Using GIS to generate mutually exclusive service areas linking travel on and off a network". *Journal of Transport Geography*. Ámsterdam: Elsevier. Vol. 12, núm. 1, pp. 23-33. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692303000553> > [ISSN: 0966-6923].

UREÑA FRANCES, J.M. y DÍAZ MÁRQUEZ, S.E.. "El estudio del papel de los intercambiadores de transporte: revisión y propuesta metodológica". Madrid: *Boletín de la A.G.E.*, 2006, núm. 54. pp. 29-56. < <http://www.boletinage.com/54/02%20AGE%2054.pdf> > [ISSN: 0212-9426].

URRY, J. "Social networks, mobile lives and social inequalities". *Journal of Transport Geography*. Ámsterdam: Elsevier, marzo de 2012, vol. 21, pp. 24-30. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692311001542> > [ISSN: 0966-6923].

USTERUD HANSSSEN, J. "Transportation impacts of office relocation: a case study from Oslo". *Journal of Transport Geography*. Ámsterdam: Elsevier. Diciembre de 1995. vol. 3, núm. 4, pp. 247-256. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0966692395000240> > [ISSN: 0966-6923].

VALENZUELA MONTES, L.M. "El marco territorial de las infraestructuras de transporte: accesibilidad, planificación y efectos". Granada: Centro de Estudios Municipales y de Cooperación Interprovincial, 1998. 167 pp. [ISBN: 848828232X].

VALENZUELA MONTES, L.M., SORIA LARA, J.A. y TALAVERA GARCÍA, R. "Hacia la integración de los planes y proyectos andaluces de movilidad metropolitana". *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. [En línea]. Barcelona: Universidad de Barcelona, 10 de enero de 2011, vol. XV, nº 349. < <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-349.htm> >. [ISSN: 1138-9788].

VALLÈS FERRER, J. y HAP DUBOIS, E. *El transporte en las grandes ciudades*. Sevilla: Universidad, 1978. 239 pp. [ISBN: 8474050995].

VANDENBULCKE, G., STEENBERGHEN, T., THOMAS, I. "Mapping accessibility in Belgium: a tool for land-use and transport planning?". *Journal of Transport Geography*. Ámsterdam: Elsevier, enero de 2009. vol. 17, núm. 1, pp. 39-53. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S096669230800032X> > [ISSN: 0966-6923].

VARA MUÑOZ, J.L. "Un análisis necesario. Epistemología de la geografía de la percepción". Madrid: *Papeles de Geografía*, 2010, núm. 51-52, pp. 337-344. < <http://revistas.um.es/geografia/article/viewFile/114631/108631> > [ISSN: 0213-1781].

VESPERMANN, J., WALD, A. "Intermodal integration in air transportation : status quo, motives and future developments". *Journal of Transport Geography*. Ámsterdam: Elsevier, noviembre de 2011. vol. 19, núm. 6, pp. 1187-1197. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692311000500> > [ISSN: 0966-6923].

VICENTE VARA, P. *El derecho a la vivienda*. Barcelona: ACE. UPC, junio de 2009, año IV, núm. 10, pp. 21-51. < <http://www.raco.cat/index.php/ACE/article/view/185906> > [ISSN: 1886-4805].

VIYUELA BAYÓN, R. *Análisis de la evolución del ensanche desde una perspectiva de normativa*. Director: Gloria Bardaji. Universitat Politècnica de Catalunya. CPSV. 2011. < http://www-cpsv.upc.es/tesines/resumgu_rvilluela.pdf >.

VON FERBER, C., HOLOVATCH, T., HOLOVATCH, Y., PALCHYKOV, V. “Network harness: metropolis public transport”. *Physica A: Statistical mechanics and its applications*. Ámsterdam: Elsevier, 1 de julio de 2007. vol. 380, pp. 585-591. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S037843710700180X> > [ISSN: 0378-4371].

VUK, G. “Transport impacts of the Copenhagen metro”. *Journal of Transport Geography*. Ámsterdam: Elsevier, septiembre de 2005. vol. 13, núm. 3, pp. 223-233. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692304000687> > [ISSN: 0966-6923].

V.V.A.A. *Cien años de ferrocarril en España*. Madrid: Comisión Oficial para la Conmemoración del Primer Centenario del Ferrocarril en España. 1948.

V.V.A.A. *Del vapor al AVE*. Madrid: Electa: Fundación de los Ferrocarriles Españoles, 1994-1995. 2 vol. [ISBN: 84-8156-027-8].

V.V.A.A. *El transporte colectivo de viajeros urbano y metropolitano: II Simposio de Experiencias y Proyectos*. Madrid: Instituto Nacional de Administración Pública. 1973. ISBN: 978-84-7351-280-0.

V.V.A.A. *Estrategia de medio ambiente urbano*. Ministerio de medio ambiente. Red de redes de desarrollo local sostenible. 2006. < http://www.femp.es/files/566-226-archivo/Estrategia_MA_Urbano.pdf >.

V.V.A.A. *Integración del ferrocarril en el medio urbano. Fundación de los ferrocarriles españoles*. Madrid: D.L., 1994. 407 pp. [ISBN: 8488675127].

V.V.A.A. *Libro verde de medio ambiente urbano*. Tomo I. Ministerio de medio ambiente, 2007. 174 pp. < http://www.sostenibilidad-es.org/sites/default/files/Recursos/Publicaciones/plat_urbana/libro_verde_de_medio_ambiente_urbano.pdf >.

V.V.A.A. *Los transportes en el Área de Barcelona. Diligencias, tranvías, autobuses y metro*. Barcelona: T.M.B., 1986. 285 pp.

V.V.A.A. *Metro de Madrid, el centro de la ciudad viaja al aeropuerto: nuevos ministerios – Barajas*. Madrid: Consejería de Obras Públicas, Urbanismo y Transportes, D.L. 2002. 327 p. ISBN: 84-451-2353-X.

V.V.A.A. *Metro ligero. Nuevos tranvías en la ciudad*. Madrid: Centro de Publicaciones, Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente, 1994. 77 pp. [ISBN: 8449800358].

V.V.A.A. *Movilidad y entorno urbano*. Madrid: Fiat Ibérica. 1992. 148 p.

V.V.A.A. *Movilidad y territorio en las grandes ciudades*. Madrid: Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, Centro de Publicaciones, D.L. 294 p. ISBN: 84-7433-954-5.

V.V.A.A. *Suport a la gestió ambiental d'activitats en el municipi*. Diputació Barcelona. Xarxa de Municipis. Num. 13. 2005. 208pp.

V.V.A.A. *Trens i estacions*. Girona: Generalitat de Catalunya, 1981. 155 pp.

V.V.A.A. *150 anys de Ferrocarril a Catalunya. Barcelona –Mataró 1848-1998*. Mataró: Patronat Municipal de Cultura-Museu de Mataró. 1998. [ISBN: 849512727X].

WANG QINMING, SU MUBIAO, LIU YUHONG, YANG YAOEN, “A kind of real-time speed measuring system of high speed train base don Ethernet”. *Procedia. Social and Behavioral Sciences*. Ámsterdam: Elsevier, 2012, vol. 29, pp. 1218-1222. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705812001269> > [ISSN: 1877-0428].

WANG, Y., ZHOU, T., SHI, J., WANG, J., HE, D. “Empirical analysis of dependence between stations in Chinese railway network”. . *Physica A: Statistical mechanics and its applications*. Ámsterdam: Elsevier, 15 de julio de 2009. vol. 388, núm 14, pp. 2949-2955. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378437109002453> > [ISSN: 0378-4371].

WILHELM, T., HOLLUNDER, J. “Information theoretic description of networks”. *Physica A: Statistical mechanics and its applications*. Ámsterdam: Elsevier, 1 de noviembre de 2007. vol. 385, núm. 1, pp. 385-396. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378437107007170> > [ISSN: 0378-4371].

XALABARDER AULET, M. “La avenida de la luz, una calle subterránea en Barcelona”. *Estudios geográficos*. Julio-Septiembre de 1999. vol.60. n°236. p.487. < <http://www.ub.edu/geocrit/sv-129.pdf> >

YANG, X., JIN, J., SHI, G., “Preliminary study on streamlined design of longitudinal profile of high-speed train head shape”. *Procedia.Social and Behavioral Sciences*. Ámsterdam: Elsevier, 2013. vol. 96, pp. 1469-1476. [ISSN: 1877-0428].

YANG,H. ,NIE, Y., ZHANG, H., DI ,Z., FAN, Y. “Insight to the express transport network”. *Computer Physics Communications*. Ámsterdam: Elsevier. Septiembre de 2009. vol. 180, núm. 9, pp. 1511-1515. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0010465509001143>> [ISSN: 0010-4655].

ZAFRA VARGAS, V. *Implantació d'una línia llançadora de metro lleuger entre les estacions de Drassanes i Barceloneta*. Director: Xavier Rosselló i Molinari. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d'Enginyeria Mecànica. 2005. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/2855> >.

ZARAGOZA MIRA, S. *Sistema de Información Geográfica para rutas óptimas de metro y ferrocarril de Barcelona*. Director: Juan Carlos González González. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d'Enginyeria del Terreny , Cartogràfica i Geofísica. 2009. < <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/7892> >.

ZEBEDÍN, L., KLAUS, A., GRUBER, B., KARNER, K. “Metropolis: the next generation”. Barcelona: ACE. UPC, junio de 2007, vol. 2, núm. 4, pp. 623-634 < <http://upcommons.upc.edu/revistes/handle/2099/3145> > [ISSN: 1886-4805].

ZEMP, S., STAUFFACHER, M., LANG, D., SCHOLZ, R. “Classifying railway stations for strategic transport and land use planning: Context matters !”. *Journal of Transport Geography*. Ámsterdam: Elsevier, julio de 2011. vol. 19, núm. 4, pp. 670-679. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692310001286> > [ISSN: 0966-6923].

ZHANG, J., XU , X., HONG, L., WANG, S., FEI, Q. “Networked analysis of the Shanghai subway network , in China”. *Physica A: Statistical mechanics and its applications*. Ámsterdam: Elsevier, 1 de noviembre de 2011, vol. 390, núm. 23-24, pp. 4562-4570. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378437111004699> > [ISSN: 0378-4371].

ZHOU, F., SHI, J., PAN, H., “Optimization method for last train coordination plan of urban rail transit based on network operation”. *Procedia. Social and Behavioral Sciences*. Ámsterdam: Elsevier, Noviembre de 2013, vol. 96, pp. 2706-2712. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042813024300> > [ISSN: 1877-0428].

ZOLNIK, E. “The costs of sprawl for private-vehicle commuters”. *Journal of Transport Geography*. Ámsterdam: Elsevier, enero de 2012, vol. 20, núm. 1, pp. 23-30. < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692311001554> > [ISSN: 0966-6923].

ZUSMAN,P. y QUINTAR, A. “Éxodo y ciudadanía global en la construcción del contra-imperio: el papel del inmigrante en la creación de un ‘nuevo lugar’ en ‘el no lugar’, según Antonio Negri y Michael Hardt”. *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2001, núm. 94 (7), < <http://www.ub.edu/geocrit/sn-94-7.htm> > [ISSN 1138-9788].

PLANES TERRITORIALES Y ENCUESTAS DE MOVILIDAD

-Pla General Metropolità de Barcelona . Corporació Metropolitana. 266 pp. 1976.

-Plan General de Obras Públicas. Generalitat de Catalunya. 186 pp. 1935.

-Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte. Ministerio de Fomento. 158 pp. 2004.

-Pla Territorial Metropolità de Barcelona. Comissió d'Ordenació Territorial Metropolitana de Barcelona. 2020 pp. 2010.

- Pla de Transports de Viatgers de Catalunya 2008-2012. Generalitat de Catalunya. 224 pp. 2008.
- Pla d'Infraestructures del Transport de Catalunya. Generalitat de Catalunya. 226 pp. 2006.
- Pla Director de Mobilitat. Autoritat del Transport Metropolità. 2008.
- Pla territorial General de Catalunya. Generalitat de Catalunya. 151 pp. 1995.
- Pla Director d'Accesibilitat Universal. Transports Metropolitans de Barcelona. 101 pp. 2010.
- Plan del área metropolitana de Barcelona. Una estrategia de ordenación territorial 1974-1990. Comisión gestora del área metropolitana de Barcelona. Barcelona. 1974.
- Pla Director d'Infraestructures de la regió metropolitana de Barcelona 2001-2010. Autoritat del Transport Metropolità. 232 pp. Versión 2009.
- Pla Director d'Infraestructures del transport col·lectiu de la regió metropolitana de Barcelona 2009-2018. Autoritat del Transport Metropolità. 281 pp. 2009.
- Plan de Vivienda de Barcelona 2008-2016. Ajuntament de Barcelona. 120 pp. 2008.
- Pla estratègic Metropolità de Barcelona. Àrea Metropolitana de Barcelona. 61 pp. 2007.
- Pla Director d'Infraestructures 2011-2020. Autoritat del Transport Metropolità. 254 pp. 2012.
- Plan Director del Área Metropolitana de Barcelona. Comisión de urbanismo y servicios comunes de Barcelona y otros municipios. Comisión técnica para la revisión del P.C. 53. 1966.
- Pla estratègic econòmic i social Barcelona 2000. Ajuntament de Barcelona. 1990.
- Pla intermodal de transports. Comissió Coordinadora del Transport Metropolità de Barcelona. 1993.
- El Plan Delta III. Análisis económico de las grandes infraestructuras. Joan Alemany. Ajuntament de Barcelona. 1995.
- El PIB de la ciutat de Barcelona 1993 i previsions per a 1994. Ajuntament de Barcelona. gabinet Tècnic de Programació Alcaldía. 1994.
- Plan de urgencia. Comisión Coordinadora de Transporte de Barcelona. 1963.
- Red de metros de Barcelona. Comisión Coordinadora del Transporte de Barcelona. 1966.
- Actualización y ampliación de la red de metros de Barcelona. Generalitat de Catalunya. 1971.

Bibliografia y fuentes consultadas

- Red de metros de Barcelona y su entorno. Ministerio de Obras Públicas. Dirección General de Transportes Terrestres. 1974.
- Encuesta de movilidad obligada en el ámbito territorial de la C.M.B realizada conjuntamente con el censo de 1975. Corporación Metropolitana de Barcelona. 1975.
- Red de metros de Barcelona. Ministerio de Obras Públicas. Dirección General de Transportes Terrestres. 1984.
- Encuesta de movilidad y tarificación. T.M.B. 1984.
- Enquesta de mobilitat intermunicipal obligada. Dades del Pdró 1981. Pla integral dels transports metropolitans.
- Enquesta de trànsit de Barcelona. 1994.
- Enquesta de mobilitat quotidiana 2001. A.T.M. 2001.
- Enquesta de mobilitat cuotidiana de Catalunya 2006. Generalitat de Catalunya. Departament de Política Territorial i Obres Públiques i Autoritat de Transport Metropolità. Barcelona. 2006.
- Enquesta de mobilitat en dia feiner 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010.
- La mobilitat quotidiana a la Regió Metropolitana de Barcelona. ATM. 1997. 67 pp.
- Enquesta de mobilitat i transport. TMB. 2007. 71 pp.
- Enquestes de mobilitat Obligada 1981, 1986, 1991, 1996, 2001. Generalitat de Catalunya.
- Enquesta de mobilitat intermunicipal obligada dades del Padró 1981. Pla Integral dels transports metropolitans. Corporació Metropolitana de Barcelona. Direcció de Serveis de Transport. 1981.
- Enquesta de mobilitat intermunicipal obligada. Dades del Padró de 1981. Pla integral del transport metropolità. Barcelona. 1981.
- L'enquesta de trànsit de Barcelona. 1994. Institut d'Estudis Metropolitans de Barcelona. Barcelona. 1994.
- El transport públic en la futura vertebració del territori metropolità de Barcelona. Compendi de textos extractats i selecció de mapes. Institut d'estudis metropolitans de Barcelona. Bellaterra. 1987.
- Els comptes del Transport de viatgers a la Regió Metropolitana de Barcelona. ATM. Universitat Politècnica de Barcelona. Universitat de Barcelona. 1998.
- Desarrollo de los transportes urbanos de superficie durante el período 1957-1964. Tranvías de Barcelona, S.A. Sociedad Privada Municipal. Barcelona. 1964.
- Guia de carrers de l'àrea metropolitana de Barcelona. AMB. 2007. 638 pp.

-Análisis comparativo de la movilidad obligada 1975-1981. Corporació Metropolitana de Barcelona. Direcció de Serveis de Transport. 1983.

-Avanç del Pla Intermodal de Transports. Comissió Coordinadora del Transport Metropolità de Barcelona. Generalitat de Catalunya. Departament de Política Territorial i Obres Públiques. 1993.

-Proyecto de municipalización de los transportes urbanos. Ayuntamiento de Barcelona. 1952.

-El transport públic en la futura vertebració del territori metropolità de Barcelona. Compendi de textos extractats i selecció de mapes. Institut d'estudis metropolitans de Barcelona. 1987.

-Propuestas de actuaciones a corto plazo dentro de una nueva política de transporte urbano. Corporación Metropolitana de Barcelona.

-Problemática de las empresas de transporte público de Barcelona y sus posibles soluciones. T.M.B. 1981.

-Análisis comparativo de la movilidad obligada 1975-1981. C.M.B. Barcelona.

-Problemática de las empresas de transporte público de Barcelona y sus posibles soluciones. T.M.B. 1981.

-La problemática de transportes en el ámbito territorial de la Corporación Metropolitana de Barcelona en el nuevo orden constitucional. Corporació Metropolitana de Barcelona. Direcció de Serveis de Transport. Barcelona. 1982. 214 pp. `

-Propuesta de actuaciones a corto plazo, dentro de una nueva política del transporte metropolitano. Estudio integral de transportes. Corporación Metropolitana de Barcelona. 1978. 244 pp.

PÁGINAS WEB

-Adif: < http://www.adif.es/es_ES/index.shtml >.

-Àrea Metropolitana de Barcelona (A.M.B): < <http://www.amb.cat/web/guest> >.

-Asociación de Geógrafos Españoles (A.G.E): < <http://www.age-geografia.es/v2/> >.

-Associació d'Amics del Ferrocarril: < <http://www.amicsdeltren.com/> >.

-Autoritat del Transport Metropolità (A.T.M): < <http://www.atm.cat/web/indexcat.php> >.

-BVG: < <http://www.bvg.de/> >.

-Centre d'Estudis Demogràfics (C.E.D): < <http://www.ced.uab.es/> >.

-Centre d'Innovació del Transport (C.E.N.I.T): < http://www.cenit.es/cat/inici_cat.htm >.

Bibliografia y fuentes consultadas

- Centre de Política de Sòl i Valoracions (C.P.S.V) : < <http://www.upc.edu/cpsv/> >.
- Dialnet: < <http://dialnet.unirioja.es/> >.
- Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya (F.G.C) : < <http://www.fgc.cat/cat/index.asp> >.
- Fòrum del Transport Català: < <http://www.transport.cat/> >.
- Generalitat de Catalunya: < <http://www.gencat.cat/> >.
- Geocrítica: < <http://www.ub.edu/geocrit/menu.htm> >.
- Institut Cartogràfic de Catalunya (I.C.C) : < <http://www.icc.cat/> >.
- Institut d'Estadística de Catalunya (I.D.E.S.C.A.T) : < <http://www.idescat.cat/es/> >.
- Institut d'Estudis Regionals i Metropolitans de Barcelona: < <http://www.iermb.uab.es/> >.
- Instituto Nacional de Estadística (I.N.E) : < <http://www.ine.es/> >.
- LACMTA: < <http://www.metro.net/> >.
- Mapas de Metro: < <http://www.amadeus.net/home/new/subwaymaps/es/index.htm> >.
- Metrobits.org: < <http://mic-ro.com/metro/> >.
- Metro de Madrid: < <http://www.metromadrid.es/es/index.html> >.
- Moscow Metro: < <http://engl.mosmetro.ru/> >.
- MTA New York City Transit: < <http://www.mta.info/nyct/> >.
- Museu del Ferrocarril de Barcelona: < <http://www.museudelferrocarril.org/es/> >.
- Promoció del Transport Públic (P.T.P) : < <http://www.transportpublic.org/> >.
- RATP: < <http://www.ratp.fr/> >.
- Red Nacional de Ferrocarriles Españoles (R.E.N.F.E) : < <http://www.renfe.com/> >.
- Real Academia Española (R.A.E) : < <http://www.rae.es/rae.html> >.
- Tesis Doctorales en Red: < <http://www.tesisenred.net/> >.
- Tokyo Metro: < <http://www.tokyometro.jp/en/> >.
- Tram. Viu la ciutat: < <http://www.tram.cat/> >.
- Tramvia.org: < <http://www.tramvia.org/> >.
- Transport for London: < <http://www.tfl.gov.uk/> >.

- Transporte Barcelona: < <http://www.transportebcn.es/> >.
- Transports Metropolitans de Barcelona (T.M.B): < <http://www.tmb.cat/ca/home> >.
- Universidad de Cantabria: < <http://www.unican.es/index.html> >.
- Universitat Autònoma de Barcelona: < <http://www.uab.es/> >.
- Universitat de Barcelona: < <http://www.ub.edu/> >.
- Universitat Politècnica de Catalunya (U.P.C): < https://www.upc.edu/?set_language=es >.
- Web ferroviaria: < <http://www.wefer.com/> >.
- Wikipedia: < <http://es.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Portada> >.

Bibliografía y fuentes consultadas