

La construcción del actual Madrid

La construcción del actual Madrid

La construcción del actual Madrid

Miguel Aguiló

ACS
ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS


HOTEL
HOTEL
SENDA CICLABLE
Prioridad Peatonal



La construcción constituye un elemento fundamental para el progreso de la sociedad. En otras palabras, construir es contribuir al bienestar de nuestros conciudadanos, y a este noble empeño se dedican las empresas que hoy en día conforman el Grupo ACS, algunas de ellas con más de 140 años de historia.

Los anteriores libros de esta colección sobre infraestructuras mostraban una visión singular del tema, pero sin perder el enfoque tradicional de nuestro sector; es decir, agrupando cada volumen por la tipología de las obras que se estudiaban. Con un mirada más humanista que técnica, cada libro descubría lo que el ser humano, con su capacidad de innovación y creatividad, ha construido para unir, mejorar y progresar a lo largo de la historia.

Una vez finalizada esta etapa, la temática de la colección se ha reorientado hacia la propia esencia de la actividad, analizando el impacto de lo construido en los lugares donde el hombre desarrolla principalmente su existencia: donde nace y muere, donde trabaja y descansa, donde se mueve y se entretiene. En definitiva, en las ciudades donde vive.

Madrid es la ciudad elegida para este nuevo libro, que evalúa la contribución de la arquitectura y la ingeniería en su transformación física, económica, social y cultural durante las últimas décadas. Es interesante observar a través de su evolución constructiva cómo una anodina capital europea de mediados de siglo XX se ha convertido, en un plazo relativamente corto, en una metrópolis cosmopolita y dinámica. En una ciudad llena de vida, apasionante y plural, abierta a todos.

Estoy convencido que su lectura les proporcionará una visión más cercana de mi ciudad, a la que me siento profundamente vinculado y de la que estoy orgulloso por haber podido ayudar a su desarrollo reciente.

Florentino Pérez

Presidente del Grupo ACS

CONTENIDO:

1. Introducción 11

2. La memoria, planes y obras 15

Nueva Imagen de España. Madrid, compendio y liderazgo. Construcción e imagen de la ciudad. Base territorial de Madrid. Pre-existencias, la Cornisa. Irradiación urbana. Capital y Centro. Fijar los límites. Estar y pertenecer. Población concentrada. Ciudades Europeas. Capitalidad, Corte y ciudad. Lastre o tesoro. Razones históricas capitalidad. Pretendida abundancia de agua. Escasez crónica. Agua para Madrid. Legado de la capitalidad. El impulso Ilustrado. Edificios, calles, servicios. Proyección de Madrid. Despegue económico. Planes y vías de la nueva economía. Islas de modernidad. Dos hechos decisivos del siglo XIX. Ferrocarril en la ciudad. Bases e ideas de planificación. Potencia de construcción. Nueva sociedad de los 1930. Atención al ferrocarril en los 1930. Descrédito del tubo de la risa. Estaciones mal ubicadas. Efectos en el entorno de la ciudad. Enlaces y prolongación Castellana. Pausa. La ciudad de la posguerra. Estación de Chamartín. Un país urbano. El automóvil protagonista. Efectos de los planes de carreteras. Accesos a Madrid. Vías de ronda. Anillos de delimitación M-30. Planificación del área urbana. Hitos en la evolución de la Castellana. Planes sectoriales o territoriales. Diferencia de dotaciones e inmigración. Nueva mirada territorial. De rodear a circunvalar. Proyectos de nuevos anillos. Un centro bien marcado. Estaciones de ferrocarril. Intervención del Metro por el Estado. Transporte público. Autobuses urbanos. Transporte aéreo. Crecimiento del tráfico de pasajeros. Red ferroviaria de Alta velocidad. El AVE acerca ciudades. Estructura y usos del suelo. Comparación con otras ciudades. Crecimiento de lo artificial. Compacidad. Detalle de la ocupación. Otros usos. El Madrid construido.

3. Moverse con caminos y calles 79

Camino, calle y ciudad. Distancias y movimiento. Estructura de la movilidad. Nuevas radiales de peaje. Automóvil, tráfico y *sprawl*. Accesos radiales consolidados. Entrada por la Ciudad Universitaria. Carácter fluvial de la 'almendra'. Cierre norte. Avenida de la Ilustración. Críticas desde el comienzo. Costes y funcionalidad de la M-30. Sentido de la reforma de los 2000. Magnitud de la reforma de la M-30. Valoración de lo construido. Flujos y pasos. Construir todo de una vez. Énfasis y olvidos en la calle M-30. Trazado de la autopista M-40. Apoteosis de la glorieta. Ventajas, molestias, proliferación. Pasos inferiores. Paso inferior de Cristo Rey. Tecnología para pasos subterráneos. Proliferan los pasos inferiores. Paso de Ríos Rosas-Islas Filipinas. Paso inferior de María de Molina. Escasa atención al ferrocarril. Olvido del eje Castellana. Ciudad y nuevo ferrocarril. Estación de cercanías en Sol. La caverna ferroviaria. Ferrocarril de Alta Velocidad. Enlace ferroviario del AVE. El AVE hasta Barajas. Se potencia el transporte público. El Metro y la ciudad. Impulso sin precedentes del Metro. Excavación con tuneladoras. La novedad de Metrosur. Líneas de cercanías. Autobuses urbanos. Ambiguo apoyo al automóvil. Consorcio de Transportes. Intercambiadores. Abono de transportes. Centralidad e insuficiciencia de Barajas. Ampliación siempre retrasada. Opciones para crecer y reformas. Pistas desdobladas y paralelas. La nueva terminal T4 de Barajas.

4. Elevarse con estructuras 115

Ocupar, elevar, extenderse. Edificio, cubierta y torre. Depósito de Santa Engracia. Edificio Telefónica. Edificio España. Hipódromo de La Zarzuela. Estadio Santiago Bernabeu. Torre de Madrid. Depósitos de Plaza de Castilla. Edificios de la Estación de Chamartín. Torres Blancas. Torres de Colón. Banco de Bilbao. Torre de Valencia. Servicios Funerarios M-30. Ampliación estación de Atocha 1993. Terminal T4, aeropuerto de Barajas. Recintos Feriales. Creación del Museo Reina Sofía. Ampliación del Museo Reina Sofía. CaixaForum de Madrid. Ampliación del Museo del Prado. Teatros del Canal. Edificio Gran Vía, 48. Torre Europa. Torre Picasso. Torres Puerta Europa. Faro de la Moncloa. Torres de la Castellana. Torre Espacio en Castellana. Torre Cristal en Castellana. Torre Sacyr en Castellana. Torre Bankia en Castellana. Estadio de la Peineta. Cubierta Tanatorio de la M-30. Cúpula en Observatorio Astronómico. Rockódromo-Arena. Palacio de los Deportes. Cubiertas móviles para Caja Mágica. Salón de la Villa en Cibeles

5. Salvar con puentes 173

El paso del camino crea el lugar. Nombres, centralidad y capitalidad. Apropiarse del territorio. Puentes clásicos del Manzanares. Jardines en los puentes clásicos. Relación de pasos en el Manzanares. Pasos de la canalización. Pasarela curva en el Manzanares. Puente de los Franceses. Viaducto de hierro sobre la c/ Segovia. Concurso de 1932. El viaducto de 1942. Primeros pasos elevados. Puente de Cuatro Caminos. Puente de Juan Bravo. Puente de Raimundo F. Villaverde. Nudo Norte. Paso sobre carretera de Colmenar. Intercambiador en Vallecas. Pasos de los anillos. Enlace M-40 con Las Tablas. Pasarelas de la M-30. Pasarelas en Madrid Río. Pasarelas en viga en Madrid. Puentes en los accesos. Otras pasarelas. Pasarela en el Parque Butarque

6. Regular los flujos de recursos 211

Estructura hidráulica. Cuatro zonas. Huella hídrica. Agua azul y verde. Regulación y consumo. Presión de captación y vertidos. La cuestión de las aguas subterráneas. Cuenca del Manzanares. Embalse del Pardo y zona urbana. Presencia del CYII en Madrid. Un robusto abastecimiento de agua. Estado de cada tramo de los ríos. Vertidos industriales y tóxicos. Plan de Saneamiento Integral. Agua limpia para el río en la ciudad. Depuradora de Viveros. Plan Integral del Agua en Madrid. Estado de cauces y márgenes. Ley del agua en Madrid. Mejoras de saneamiento por la M-30. Calidad del aire. Impacto del tráfico. Estaciones fijas de medida. Contaminantes. Ozono. Gestión de residuos en Madrid. Procesos, reciclado y valorización. Residuos de construcción. Residuos en Madrid. Envases, clasificación y separación. Compostaje y biogás. Incineración y residuos peligrosos. Balance Energético total. Calidad de Vida

7. Usar y disfrutar la ciudad 243

Imagen unitaria. Significados y añoranzas. Vegetación y medio natural. Sierra de Guadarrama. Pedagogos, científicos y montañeros. Movilización hacia la Sierra. La Sierra para la ciudad. Vistas y aires para el ciudadano. Salvar la Sierra desde la ciudad. Paisajes aledaños de aridez. Madrid construye su paisaje. Usos del río compatibles. El clima y la noche. Antiguo parque de La Arganzuela. Parque Juan Carlos I. Parque Tierno Galván. Parque Manzanares Sur. El parque Madrid-Río. Plazas y coches. Mutilación de la vida cívica. Las nuevas plazas. Desolación y dureza. Diseñar contra el césped. Correlativo rechazo del hormigón. Penoso balance. Plaza de Colón. Plaza de Salvador Dalí. Plaza de Santa Bárbara. Presencia del Prado hacia atrás. Mercado y plaza de Barceló. Edificio Mirador. Riqueza del tejido urbano. Operaciones de Sol y Gran Vía. Prolongación de General Mola. Pasillo verde ferroviario. Prolongación de la Castellana. Usar la calle en las terrazas. Movilidad peatonal. Conservar el patrimonio construido. Monumentos en Madrid. Monumento en plaza de Castilla. Carácter de lo construido en Madrid. Claroscuros, cariño y desprecio. Carácter, contrastes, permanencia. Imagen de la capitalidad. El poso de la corte y la inmigración. Permanente estado de obras. Una incesante alteridad. Una gran ciudad portuaria

8. Realizaciones 283

9. Referencias e índices 293

Anexo 309


Coca-Cola

1 | Introducción

Tras una serie de nueve libros dedicados a los diferentes tipos de obra, presas, puertos, caminos, energía eléctrica, puentes, edificios singulares, pasarelas, alta velocidad y cubiertas, más un último volumen de síntesis sobre el Legado de lo construido en los últimos años, parece conveniente reorientar la colección. No cambiará la temática, pero sí la manera de presentarla. Las obras de arquitectura e ingeniería constituyen el conjunto de lo construido y seguirán siendo su objeto prioritario.

A partir de ahora, sin embargo, la temática de la colección se estructura por ciudades y se ha elegido la ciudad de Madrid para este año 2013. Al igual que en los anteriores, pensamos que el libro se hace más interesante cuando ofrece la voz de los verdaderos protagonistas, antes de las obras ordenadas por tipos y ahora de la construcción de las ciudades.

Más allá de la legislación, la normativa y los planes, la ciudad es fruto del esfuerzo sostenido de muchos profesionales que han dedicado su trabajo a su trasformación y funcionamiento. De acuerdo con ello, se continúa dando entrada a quienes han tenido un papel relevante en la construcción del actual Madrid. Con ello se trata de evitar la rutinaria adscripción de lo construido al impulso del gobernante o propietario de la obra. Estos personajes sólo son mencionados en contados casos, como el rey Carlos III, verdadero promotor y creador de gran parte del Madrid monumental, y algún alcalde reciente, impulsores de una nueva manera de entender Madrid y de la sustantiva movilidad de la ciudad.

Para ordenar el material se ha seguido la estructura de un libro reciente del autor sobre la actividad de construir [19]. Su contenido es suficientemente teórico y general para albergar las diferentes realidades construidas capaces de configurar ciudades pertenecientes a otros ámbitos y culturas.

Construir es una pulsión esencial del ser humano, constituye una muestra primordial de nuestra manera de estar-en-el-mundo. Por ello ha cambiado y seguirá haciéndolo según el devenir de ese mundo. Sobre un fondo intemporal de necesidades, pulsiones y utopías, lo construido se manifiesta de variadas formas: se muestra humilde o prepotente, tacaño o generoso, pacato o atrevido según el acento cultural del sitio y momento donde se produce.

Como acción esencial del hombre, el construir juega un papel fundamental, situado bastante más allá de la mera practicidad física y conectado con las raíces más profundas de su vivir. Productos directos de la voluntad de extensión son el camino, como marca del uso repetido de los mismos recorridos, y el puente como superación estable de un obstáculo. De igual modo, la voluntad de elevarse produce la torre para observación y defensa, y la cubierta y el muro como protección del sol, la lluvia, el viento y la tierra.

Para atemperar su ritmo al del mundo, el ser humano regula el agua con la presa, la conduce con el canal, la limpia en la depuradora y la almacena en el depósito. La canaliza para regar y la turbina para conseguir energía. Utiliza el río y el camino, junto con el puerto y el mar, para su movilidad y el transporte de bienes. Delimita y ocupa ciertas áreas, las parcela y comunica con calles y plazas, dispone los accesos y, con ello, desarrolla la ciudad y organiza su derredor para la convivencia [19:10].

Los productos surgidos de esas voluntades no se pueden resumir o entender desde su mera utilidad, ni resulta suficiente apreciar su belleza. Como productos del construir son parte esencial de la vida, trascienden su función y entran como imágenes en su devenir: se producen sobre el espacio pero están igualmente ligados al tiempo. El construir está específicamente inserto en el devenir, y no sólo por la dilatada vida de sus productos, la duración de sus procesos y la evolución de sus técnicas. También cambian las demandas definitorias de las funciones de lo construido, a menudo más duradero y única pervivencia. Y todo cuanto se construye está presente o condicionado por la ciudad, como lugar donde confluye, se reúne y condensa todo el fruto de esa acción esencial [19:17].

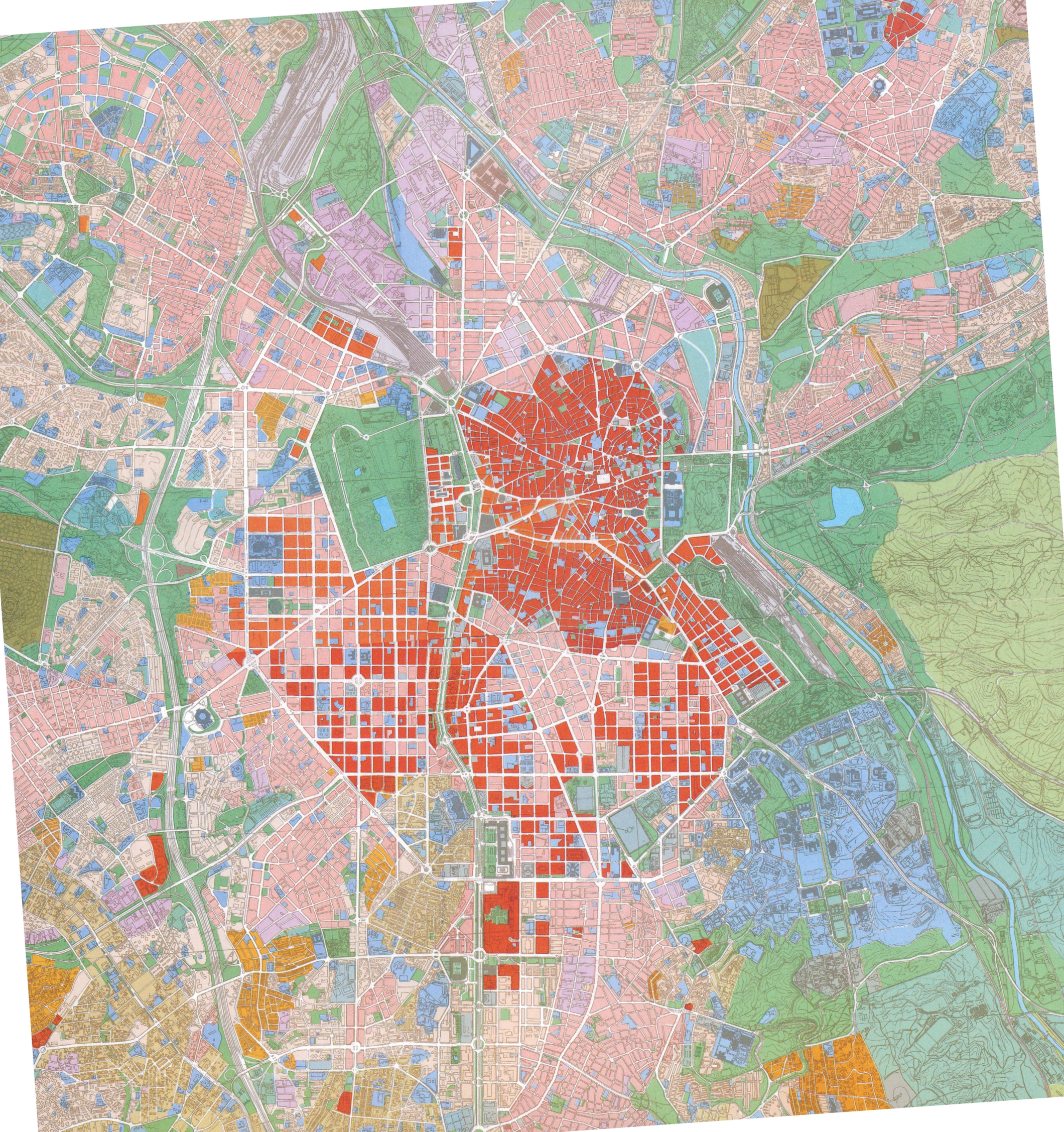
Pero cada ciudad es única y requiere una particular manera de aproximarse a sus entresijos. En el caso de Madrid, el principal obstáculo es, precisamente, la cercanía a la propia ciudad y a los autores o protagonistas de los cambios más recientes. Una cercanía causante, a su vez, de su elección como la primera ciudad a tratar en este nuevo enfoque de la colección.

Por otra parte, mucho es lo escrito sobre Madrid y, probablemente, sobre cualquier gran ciudad. La extensa bibliografía, no ya de la ciudad en general sino la relacionada con su construcción, es totalmente inabarcable, aunque no por ello menos necesaria [111], [180], [133]. Eso obliga a reducir o cuanto menos personalizar el enfoque para elegir bien los temas y obras donde se centrará el discurso. Y de modo inexcusable, también obliga a citar las referencias bibliográficas más adecuadas para progresar en el necesariamente esquemático contenido del texto.

Con todo ello, el libro se estructura en nueve capítulos. Tras esta introducción, el capítulo 2 se dedica a la Memoria de lo construido, como un bosquejo del devenir de las preexistencias urbanas encontradas por los actuales constructores como marco obligado de sus actuaciones. Los cuatro capítulos siguientes se dedican a esas acciones esenciales ya citadas de conseguir movilidad con caminos y calles, elevarse con estructuras, salvar con los puentes y regular los flujos de agua y recursos. El capítulo 7 se titula *Usar y disfrutar la ciudad* y se ocupa de la síntesis y representación de lo relacionado previamente y de lo 'no construido' como parte indisociable de lo anterior en la construcción de la ciudad. El octavo contiene las realizaciones de ACS y el noveno las referencias bibliográficas utilizadas y los índices.

En este libro, las colaboraciones solicitadas a los protagonistas de la actual construcción de la ciudad han exigido una elaboración explícita, pues se trataba de reflexionar sobre sus propias o muy relacionadas actuaciones, a veces muy dilatadas, de los últimos años y no sobre obras concretas como en los libros anteriores. Eso tiene, nuevamente, la dificultad de la proximidad al tema, pero proporciona una imagen muy próxima de cómo se hace una ciudad, que sólo ellos pueden ofrecer.

Como en libros anteriores, agradezco la ya habitual colaboración de los Ingenieros de Caminos Antonio Sarabia y Guillermo Vázquez, y del Ingeniero de Montes Santiago González Alonso en la revisión de los textos, así como de los arquitectos Patricia Hernández Lamas y Andrés Loiseau y los Ingenieros de Caminos Jorge Bernabeu, María José Ramiro y Óscar Castro en la obtención, selección y preparación de las ilustraciones.



2 | La memoria, planes y obras

Nueva Imagen de España

El cambio operado en España desde 1975 fue un cambio profundo, una transformación radical, una ruptura histórica. Sede del Gobierno, de los grandes bancos del país, de la Bolsa, de los grandes medios de comunicación (prensa, radios, televisiones) y de numerosas empresas nacionales y extranjeras, Madrid, la capital del Estado, el principal centro financiero y comercial del país, proyectaba la imagen de la nueva España democrática.

Con Madrid concluye Juan Pablo Fusi su ensayo de 2012, *Historia mínima de España* [101], y sus cambios recientes figuran como compendio de la actual imagen del país. Apoya enseguida esa metonimia con una sucinta y sistemática relación de esos cambios:

El renacimiento urbano de Madrid desde 1975 fue formidable: nuevos museos (Reina Sofía, Thyssen-Bornemisza), nuevas facultades y escuelas universitarias, bibliotecas, auditorios, hoteles, grandes centros comerciales, numerosos pasos subterráneos, nuevas líneas de metro, parques, grandes carreteras de circunvalación, nuevas estaciones de ferrocarril y terminales aéreas, ensanches y barrios nuevos, edificios espectaculares (torre Picasso, torre Europa, Puerta de Europa I y II, la terminal T4 de Barajas, los rascacielos de Caja Madrid, Cristal, Sacyr y Espacio). Con diez localidades de más de cien mil habitantes (Móstoles, Alcalá de Henares, Fuenlabrada, Leganés, Alcorcón, Getafe, Torrejón, Alcobendas, Pozuelo, Rivas-Vaciamadrid), la Comunidad de Madrid era en 2007 la región de mayor renta per cápita en España [101:267].

Madrid, compendio y liderazgo

Por su parte, el economista José Luis García Delgado veía en el Madrid de 2006, *la mejor expresión de la España más abierta al mundo, tras completar un largo proceso de modernización secular.* Lo soportaba con datos macroeconómicos, *Madrid aporta el 18% del PIB y su renta es superior en un 35% a la media española*, y lo avalaba *con una ininterrumpida serie de proyectos y realizaciones que dan nuevo relieve y dimensión a sus rasgos característicos* [102:33].

Su tradicional posición central en la estructura radial de carreteras, ferrocarriles y rutas aéreas *se afianza con un aeropuerto ampliado como un gran centro logístico a escala continental. Al mismo tiempo, su potente red institucional de actividades culturales y científicas se añade a la concentración de grandes empresas financieras e industriales para afianzar un espacio abierto, foco polarizador e impulsor de actividad productiva en el mapa nacional.*

En contraste con el proceso de introversión o ensimismamiento de algunas otras autonomías, *Madrid ha acentuado su carácter extravertido y cosmopolita.* Además, ha acentuado *la integración de la ciudad central con las zonas y ciudades periféricas* en un contorno de cerca de 50 km de radio que marca un continuo urbano, *lejos ya de la disgregación de los primeros asentamientos.* Y, sobre todo, *sigue destacando por su vitalidad… Ha vuelto a ganar población después de años de retroceso y ha atenuado la tendencia al envejecimiento en su estructura demográfica* [102:35].

Construcción e imagen de la ciudad

La consideración de todo ello como un *renacimiento urbano* apunta dos ideas clave; antes no era así y no se trata de realizaciones aisladas. Madrid ha tenido notables altibajos como ciudad y resulta obligado apuntarlos para acercarse a su actualidad[1]. Y para hacerlo es preciso partir de su consideración territorial, pues ninguna ciudad puede entenderse como una proyección abstracta del casco urbano, pero Madrid menos aún.

Se apuntan también unos matices no menos importantes. El papel de las nuevas construcciones es claramente protagonista. El historiador no ha elegido los indudables cambios políticos, sociales o económicos para conformar esa nueva imagen, sino los cambios en *lo construido.* Y el economista menciona el importante papel de las redes construidas al lado de las institucionales como soporte del liderazgo. Además de los vistosos edificios, siempre en el foco de todas las miradas, ambos autores también mencionan las principales Obras Públicas, de indudable repercusión en el funcionamiento y la imagen de la ciudad.

El papel de las vías de comunicación y de los transportes es convenientemente destacado entre las realizaciones

[1] La atención dedicada en el conciso ensayo de Fusi a las ciudades y en particular a Madrid, junto a la explícita intención de no convertir este texto en una historia de la ciudad, han motivado la decisión de elegirlo como fuente básica de las escasas referencias históricas de carácter general de este libro.

pues, de hecho, constituye uno de los rasgos sobresalientes de la ciudad y su renovación. Y todo ello en obligada relación con los nuevos barrios y las importantes ciudades situadas en su ámbito, también mencionadas como imprescindibles partícipes de la capital. No cabe mejor compendio para iniciar este ensayo.

Base territorial de Madrid

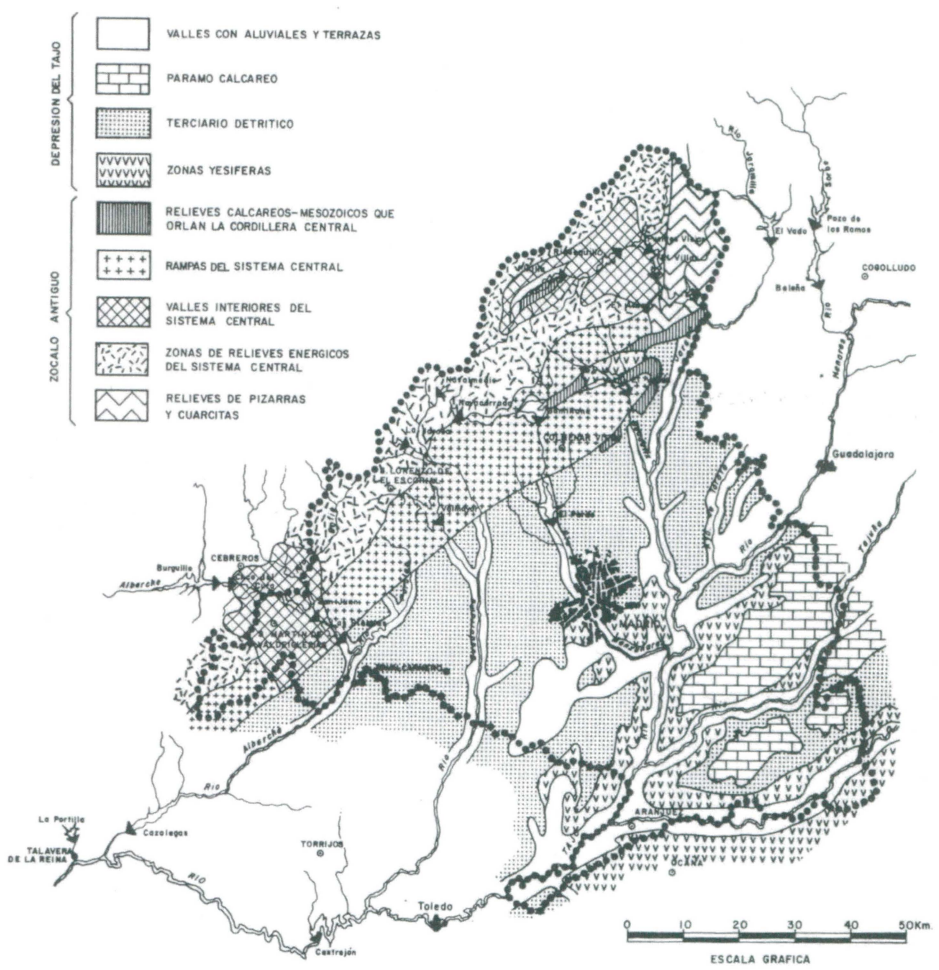
La abundancia de lo construido en Madrid dificulta la tarea de comprender la base territorial de la ciudad, pero poco ayudaría acudir a una descripción analítica de la morfología del terreno, los ríos, la vegetación y demás, como si lo construido no existiera. Como ciudad, Madrid es una unión indisoluble de preexistencias, construcciones, personas y comportamientos y de poco sirve discretizarla. Más prometedor es aproximarse al análisis de cómo Madrid se va asentando o estableciendo, en estrecha relación con un territorio nunca virgen.

Fernando de Terán apunta una primera idea importante: Madrid acondiciona de manera contundente su espacio inmediato y lo engulle en su crecimiento espacial. Pero *no se trata de un organismo devorador que hace desaparecer algo valioso*. Ese organismo incorpora y vivifica lo inane, al tiempo que añade valor a lo que tiene posibilidad de vida. La ciudad otorga sentido a los vacíos territoriales de su derredor. La extensión de la ciudad no destruye, sino *crea y da vida a espacios o extensiones antes vacíos*. También engloba los núcleos existentes como nuevos barrios, a los que da acceso a los beneficios y privilegios del centro [224:342].

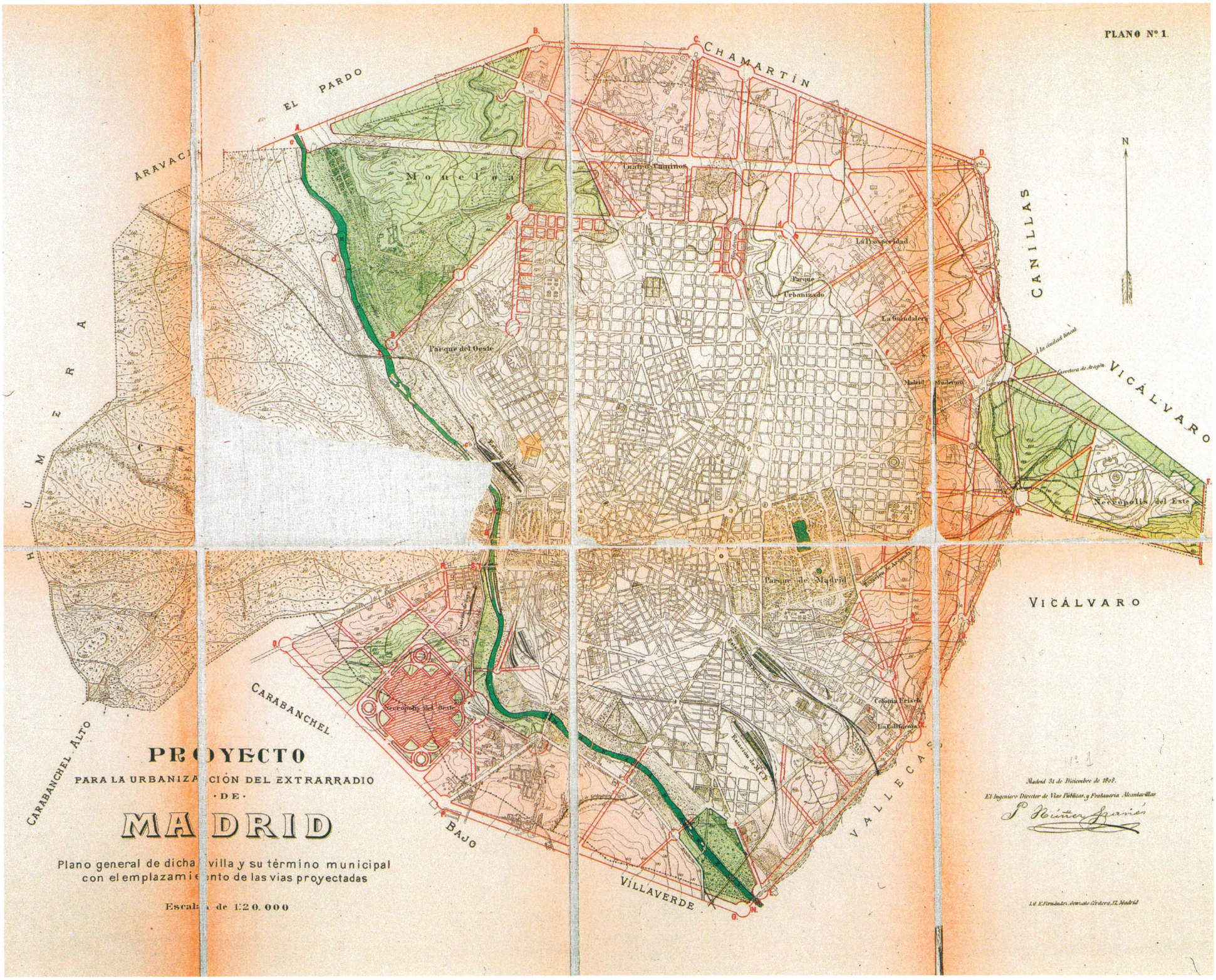
El geógrafo José Estébanez concentra esa tarea en el tiempo y la extiende en el espacio: *Madrid es una ciudad urbanizante que modificó en plazos increíblemente cortos de tiempo el espacio rural de la provincia, introduciéndose cada vez más profundamente en los espacios rurales de las provincias limítrofes* [86:524].



Ortofoto de Madrid

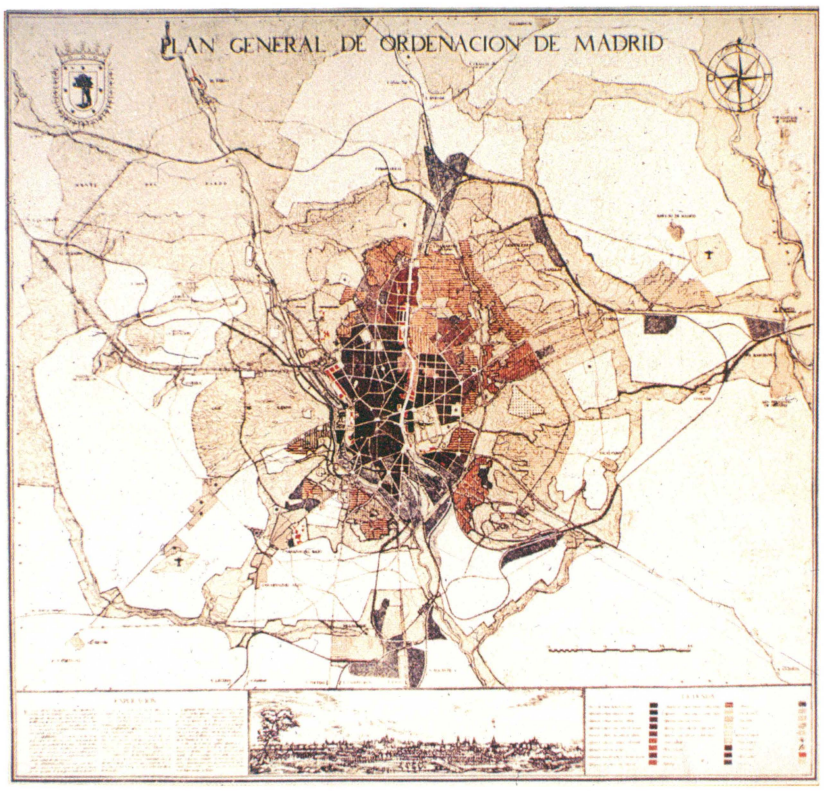


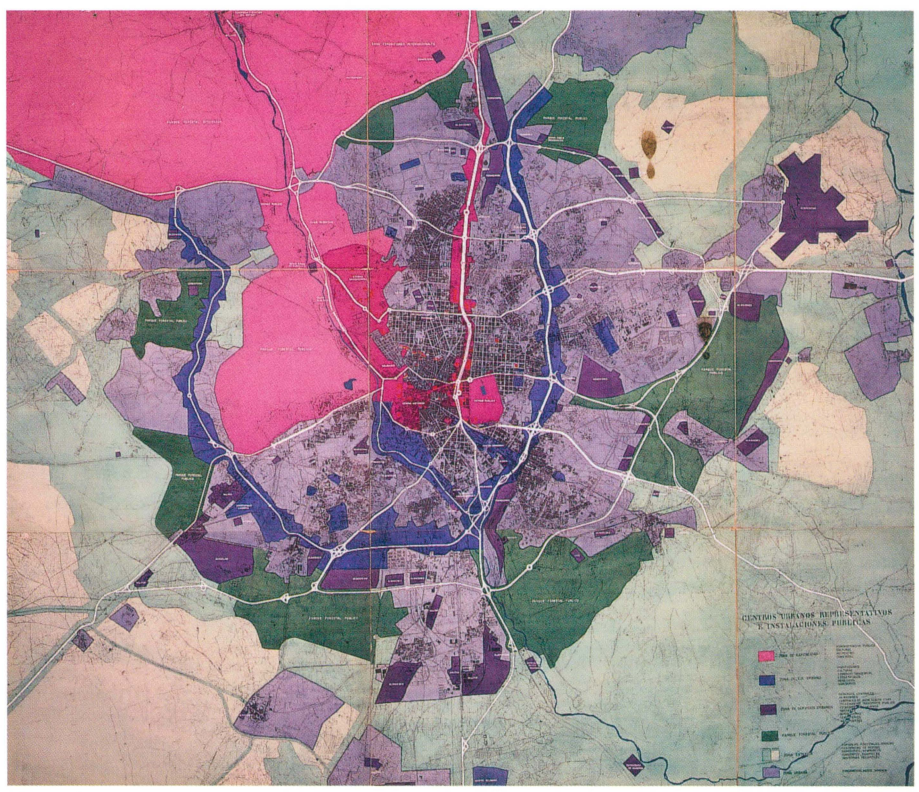
Geomorfología de Madrid



Proyecto de urbanización del Extrarradio de Madrid de P. Núñez Granés, 1910

El urbanista José María Ezquiaga, sin embargo, señala tres grandes etapas o saltos de organización y escala en *la moderna transformación de la metrópoli madrileña*. Primero, la formación del área metropolitana en los 1960 y 1970, con la superación de los límites de la ciudad tradicional continua y compacta. Luego, la *ciudad región polinuclear*, con la superación de la simple dependencia de los demás núcleos metropolitanos. Por último, *el territorio postmetropolitano, que inicia la transformación fractal de un territorio conformado en torno a grandes ejes de desarrollo metropolitano* [89:37].





Arriba, izquierda, Plan General de Urbanización
de Madrid, 1946

Arriba, Plan General de Urbanización de Madrid, 1963,
Centros urbanos representativos e instalaciones públicas

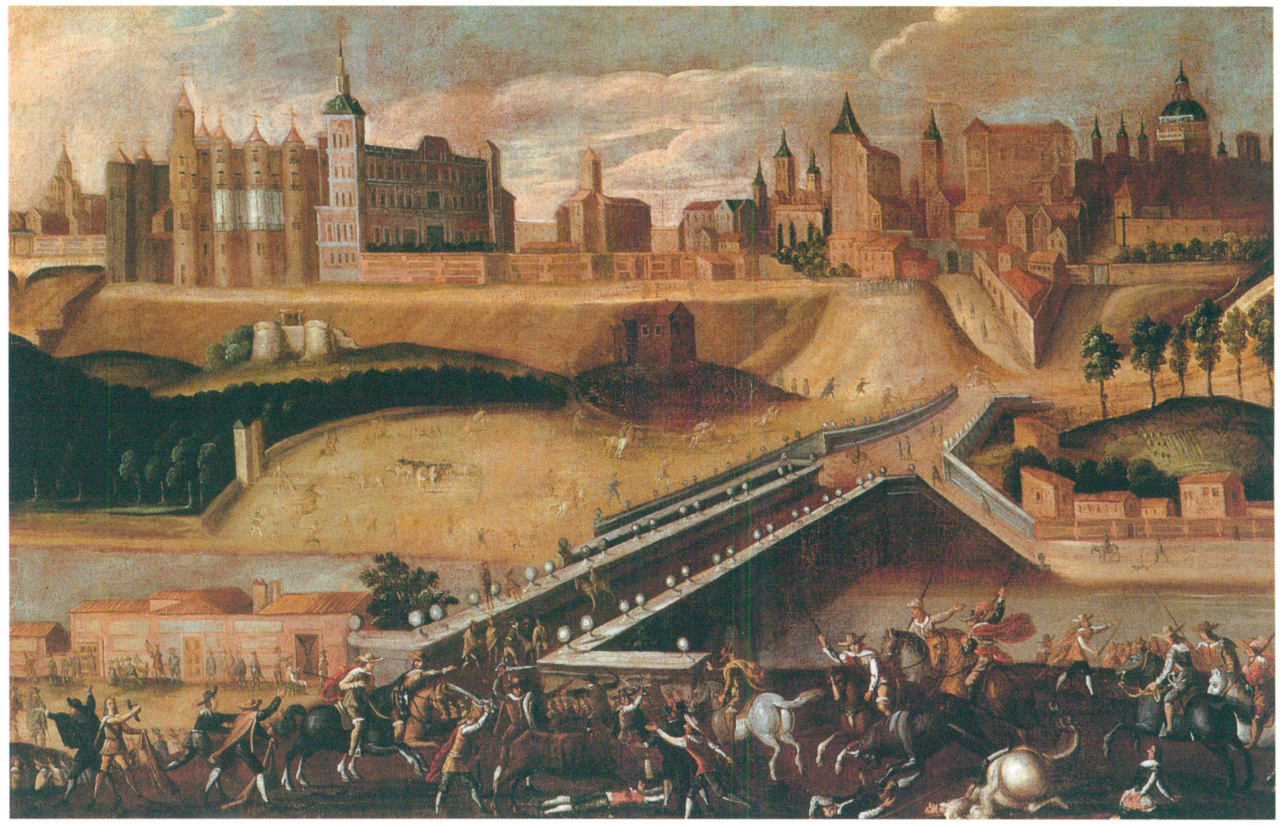


Madrid región metropolitana, 2004.
Fuente: Consejería de Medio Ambiente
y Ordenación del Territorio

Pre-existencias, la Cornisa

Pero, antes de seguir con el relato de las transformaciones y su hipotética periodificación[2], conviene recordar el sustrato donde actúan los cambios. La preexistencia más notable de la ciudad es la cornisa sobre el río. Las murallas de la ciudad se apoyaron en el 'escarpe' como elemento defensivo natural. La construcción del Alcázar allí dio lugar a la consideración de la cornisa como uno de los elementos más significativos del alzado de la ciudad y, durante mucho tiempo, fuente de sus más características representaciones [186], [54].

El antiguo Alcázar de Madrid ocupaba una posición estratégica en el escarpe erosivo de la margen izquierda del río Manzanares. Tras su incendio en la Nochebuena de 1734, Juan Bautista Sachetti dispone el nuevo edificio ajustándose al escarpe según el eje definido por el antiguo palacio y las fortificaciones aledañas. El nuevo palacio ocupa una superficie más extensa, de vocación más representativa que defensiva y define un espacio público con características de borde, una explanada asomada sobre la vega del Manzanares.



Vista de Madrid desde la salida del puente de Segovia con toros desmandados, s. XVII



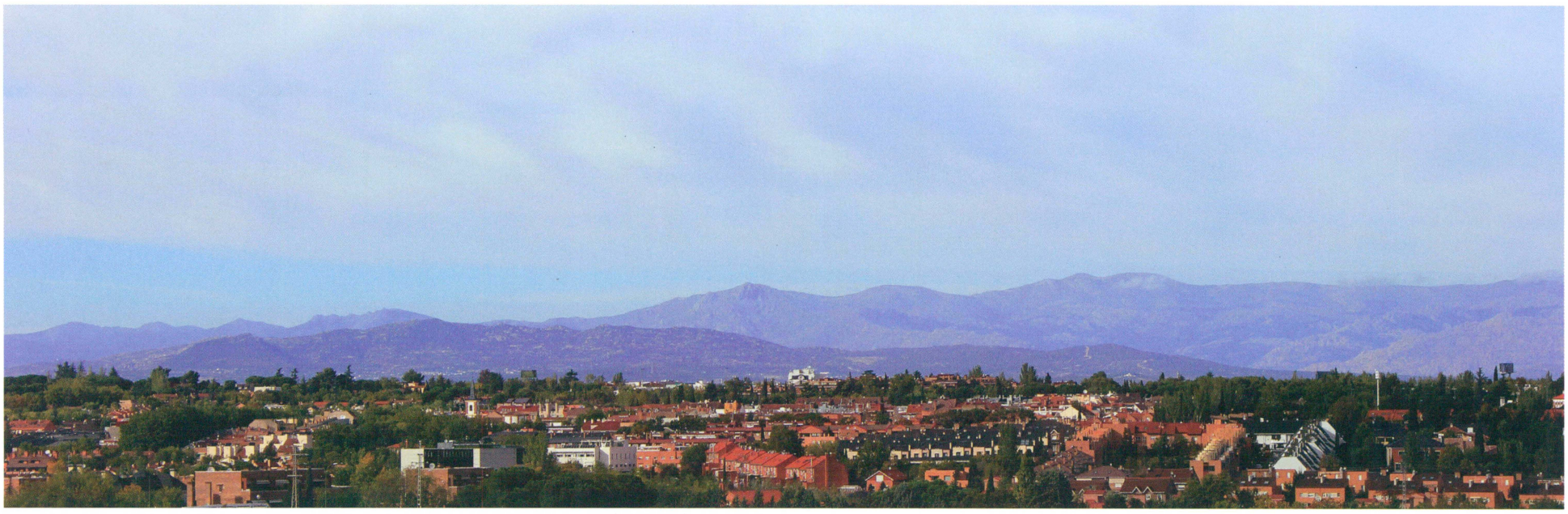
Vista de Madrid, A.Wyngaerde, s. XVI

[2] La historiografía sociocultural señala unos 'saltos' demográficos y urbanísticos determinados por decisiones políticas asociadas a la centralidad que se consideran menos relevantes en la 'construcción de Madrid' tal como se aborda en este libro. Tomás Rodríguez Villasante, por ejemplo, señala tres grandes momentos de impulso para la ciudad: Felipe II, la Restauración hasta Primo de Rivera y el desarrollo industrial de los 1950 [207:648]. Son momentos sin duda importantes, pero su huella patrimonial en la ciudad se considera menos relevante.

Esa posición privilegia las vistas a poniente y a la Sierra de Guadarrama. Es una vista que, para Juan Miguel Hernández León, se convierte en referencia de la lejana naturaleza para la ciudad de Madrid. Esa constante se prolonga por el antiguo paseo de San Vicente y por la cornisa del actual Parque del Oeste. Lo abrupto de la parte superior de la cornisa le vale al palacio el apelativo de 'despeñadero', y su colocación en el borde de la ciudad supone un fuerte condicionante para los trazados posteriores [129:219].

Irradiación urbana

La subsiguiente ampliación de las alas de lo que ahora es el Patio de Armas y la posterior prolongación hacia San Francisco el Grande, proyectada por Silvestre Pérez, refuerza el eje Norte-Sur. En dirección perpendicular estaba previsto un eje desde la fachada este hasta la puerta de Alcalá, que se quedaría en la plaza de Oriente y el Teatro de la Ópera. Pero ya esos primeros hechos requieren introducir la condición de Madrid como centro y capital para entender sus motivaciones y trascendencia.





Arriba, Vista actual de la Sierra de Guadarrama

Abajo, Vista actual del Palacio Real

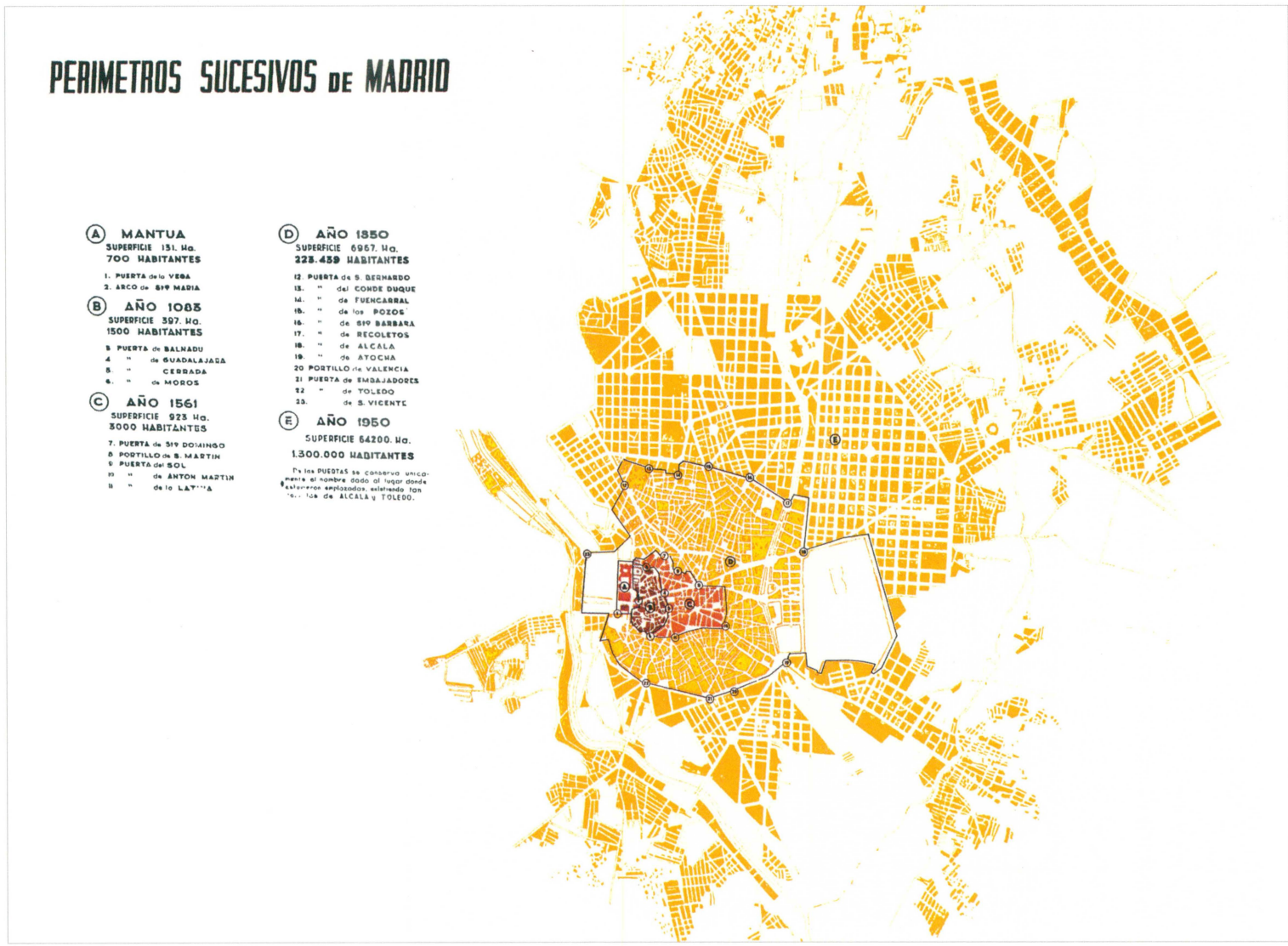
Capital y Centro

Indisolublemente unida a su condición de capital, Madrid conlleva una marcada centralidad. Es centro geográfico, político, financiero y, más recientemente, cultural y de servicios del país y regional. Los propios puertos peninsulares están más o menos beneficiados y tienen mejores posibilidades de desarrollo, según la cercanía de su situación y la calidad de accesos a la capital [8:78]. La propia ciudad tiene un centro que desde hace tiempo no es una zona especialmente activa o dinámica pero sigue beneficiándose de esa condición.

Toda ciudad se caracteriza por un significativo número de habitantes con un cierto nivel de concentración. Pero el cálculo de ambas magnitudes requiere precisar el ámbito espacial al cual se refieren y eso lleva, de manera directa, a la imposible cuestión de fijar o poner límites a la ciudad.

Fijar los límites

Es sabido que la acción de delimitar, de marcar un área separándola del resto con una cerca está esencialmente unida a la creación de la ciudad. El ser humano trasciende aquello que él naturalmente ya es al erigir un cerco, un horizonte que permita filtrar, rechazar y ordenar artificialmente lo que venga al encuentro. Es también conocido que, desde antiguo, las murallas se convierten en elemento definitorio de la ciudad. En las Partidas de Alfonso X el Sabio, ciudad es todo aquel lugar que es cercado de muros, y durante muchos siglos no se concebía una ciudad sin su correspondiente muralla[3]. Aun cuando no existiese cerca alguna, los distritos urbanos se denominaban cercados, y los que quedaban fuera del perímetro se llamaban extramuros [6:211].



Perímetros sucesivos de Madrid, 1950

[3] Partida 7, título 32, ley 6.

Pero ocurre que el ciudadano se sabe parte integrante de su ciudad y se vincula a ella con mayor fuerza que a ningún otro lugar, sin conocer sus límites. Ni siquiera es preciso haber nacido o estar viviendo en ella para que forme parte de su espacio existencial. Es algo que lleva con orgullo y que nace por asociación de sus recuerdos e intenciones al espacio donde ocurren, al lugar donde vivió o vive.

Estar y pertenecer

En Madrid, ese sentimiento es particularmente significativo y tiene peculiares características. Está menos ligado al haber nacido en la ciudad o al vivir en ella que en otros lugares. El alcalde Tierno Galván decía que el verbo que mejor define a la ciudad es *'estar'*: *En Madrid se está y por añadidura se es*. Y remacha: *Los madrileños estamos y por consecuencia somos* [227:20].

Esa vinculación se aferra a algo poco o mal definido, que desafía los intentos de abstracción. Pero siempre posee algunas referencias bien claras: una cierta concentración de población, un entorno jerarquizado, un centro de referencia, unos límites aunque sean imprecisos y una cultura contrapuesta a lo rural. Una opción bastante rutinaria para definir población y concentración es referirlas al término municipal, aunque los límites administrativos urbanos sean irrelevantes para explicar el área de influencia real de la ciudad.

Población concentrada

La vieja denominación de área metropolitana, antes utilizada para referirse a la población real de usuarios de la ciudad central, ha caído en cierto desuso. Ahora se utiliza algo más el concepto de Área Urbana, no tanto para definir los límites sino como referencia a otros municipios de cierta entidad, situados en su cercanía y cuyo pulso vital está ligado a ella. Esa 'entidad' se aplica incluyendo una serie de ciudades de cierta población dentro de cada límite municipal. La cercanía y ligazón que definen la vecindad frente a la mera colindancia se pueden estimar según los transportes públicos que las vinculan. Con ello se da también entrada a la idea de entorno jerárquico sin más que fijar el número de ciudades vinculadas con la principal o de mayor población.

Además de la dificultad de fijar los límites, esas magnitudes son siempre relativas y precisan de referencias externas para que las cifras adquieran algún significado. Dada su condición de capital, una referencia obligada son las más grandes ciudades del país y otra, si se quiere, pueden ser otras capitales del mundo o de países relacionados.

En relación con otras ciudades españolas, la población de Madrid es prácticamente el doble de la segunda, que es Barcelona, y unas cuatro veces la de las dos siguientes, Valencia y Sevilla. Pero el número de municipios en el Área Urbana de Madrid es la tercera parte del de Barcelona, aunque el peso relativo de ésta en su área es del orden de un tercio, frente la mitad que supone Madrid.

Las diez mayores ciudades de España en 2010

		Población en 2010	% Incremento 2010 /2011	Municipios AU	Superficie Km²	Peso relativo en AU %			Densidad Hab / Km²	
						Población	Superficie	Empleo	Ciudad	AU
1	Madrid	2.957.059	10,7	52	606	54,3	21,0	65,1	4.880	.002
2	Barcelona	1.505.326	7,6	165	98	32,3	3,0	47,3	15.360	.002
3	Valencia	746.612	8,4	45	135	51,9	21,4	59,1	5.530	2.304
4	Sevilla	702.521	0,2	24	141	54,7	9,2	67,6	4.982	.898
5	Zaragoza	610.976	10,5	15	969	90,7	43,9	88,6	631	.338
6	Málaga	534.207	6,4	8	395	60,3	48,3	73,6	1.352	1.095
7	Murcia	367.189	20,2	10	886	68,8	72,0	76,4	414	.393
8	Palma	346.720	16,7	8	209	74,2	22,8	81,2	1.659	.655
9	Las Palmas	364.777	5,1	4	101	71,0	38,7	80,5	3.612	2.289
10	Bilbao	353.943	-0,2	35	41	38,8	8,2	46,3	8.633	1.877
	Valor medio		12			64	32	72	109.101	.985

Fuente: Ministerio de Fomento, 2010 [177: 235] y elaboración propia.

Si se divide la población por ese peso relativo, se tendría una idea aproximada de la población total del Área: 5,45 millones en el Área urbana de Madrid frente a 4,66 en Barcelona. La misma operación con la superficie daría una cifra total para el Área urbana de Madrid de 2.886 ha y de 3.266 en Barcelona. Y dividiendo la población del área por su superficie total saldrían unas densidades de 1.887 para el área de Madrid y 1.427 hab/ha para la de Barcelona. En la última columna se ha repetido esta operación para las diez ciudades, cuyo resultado coloca en primer lugar a Valencia seguida de Las Palmas como las Áreas Urbanas más densamente pobladas.

En cualquier caso, la densidad es un parámetro ciertamente engañoso pues maneja valores medios, que pueden resultar de la combinación de zonas muy densas con grandes espacios vacíos al lado. Incluso dentro de la propia ciudad, las densidades de cada barrio pueden ser muy diferentes, acusando el mismo fenómeno.

Ciudades Europeas

En relación con otras ciudades de Europa, Madrid aparece en tercer lugar[4], tras Londres y Berlín, con Barcelona en undécima posición y ninguna otra ciudad española entre las veinte primeras. La diferencia con la segunda, Berlín, es menor que con la cuarta, Roma, a su vez muy próxima a la quinta, París. Una simplificación apresurada de las cifras, permitiría la lectura de que Londres es la ciudad más poblada de Europa, con una población del orden del doble de las tres siguientes, Berlín, Madrid y Roma.

Ciudades más pobladas de la Unión Europea en 2010

Posición	Ciudad	Estado	Población	Posición	Ciudad	Estado	Población
1	Londres	R. Unido	7.556.900	11	Barcelona	España	1.621.537
2	Berlín	Alemania	3.439.100	12	Múnich	Alemania	1.378.176
3	Madrid	España	3.255.944	13	Milán	Italia	1.307.495
4	Roma	Italia	2.743.796	14	Praga	Chequia	1.285.995
5	París	Francia	2.257.981	15	Sofía	Bulgaria	1.240.000
6	Hamburgo	Alemania	1.802.041	16	Birmingham	R. Unido	1.016.800
7	Viena	Austria	1.757.353	17	Colonia	Alemania	995.420
8	Budapest	Hungría	1.741.041	18	Nápoles	Italia	963.661
9	Varsovia	Polonia	1.710.055	19	Turín	Italia	909.205
10	Bucarest	Rumania	1.677.985	20	Marsella	Francia	852.395

Fuente: Unión Europea

Si se manejan las Áreas Urbanas, Madrid sigue en tercer lugar con una población del orden de la mitad de Londres —igualmente en primera posición— pero el segundo puesto es ocupado ahora por el Área de París. Barcelona, por su parte, se coloca ahora en sexta posición, muy cerca de las dos anteriores Milán y Essen-Ruhr.

La condición de capital es compartida por Madrid con las diez ciudades europeas más pobladas, entre las cuales se introduce Hamburgo, que lleva con orgullo el título de ciudad-estado. Sin embargo, ni esa condición ni su empleo peyorativo desde provincias o en las relaciones entre Comunidades Autónomas y capital del Estado son algo que preocupe especialmente a los madrileños. Cuando se dice que Madrid ha decidido o hecho tal cosa, ni la ciudad ni los ciudadanos se sienten aludidos.

---

[4] Se utilizan aquí sólo términos relativos, dadas las diferencias de las poblaciones aquí señaladas con las de tabla anterior

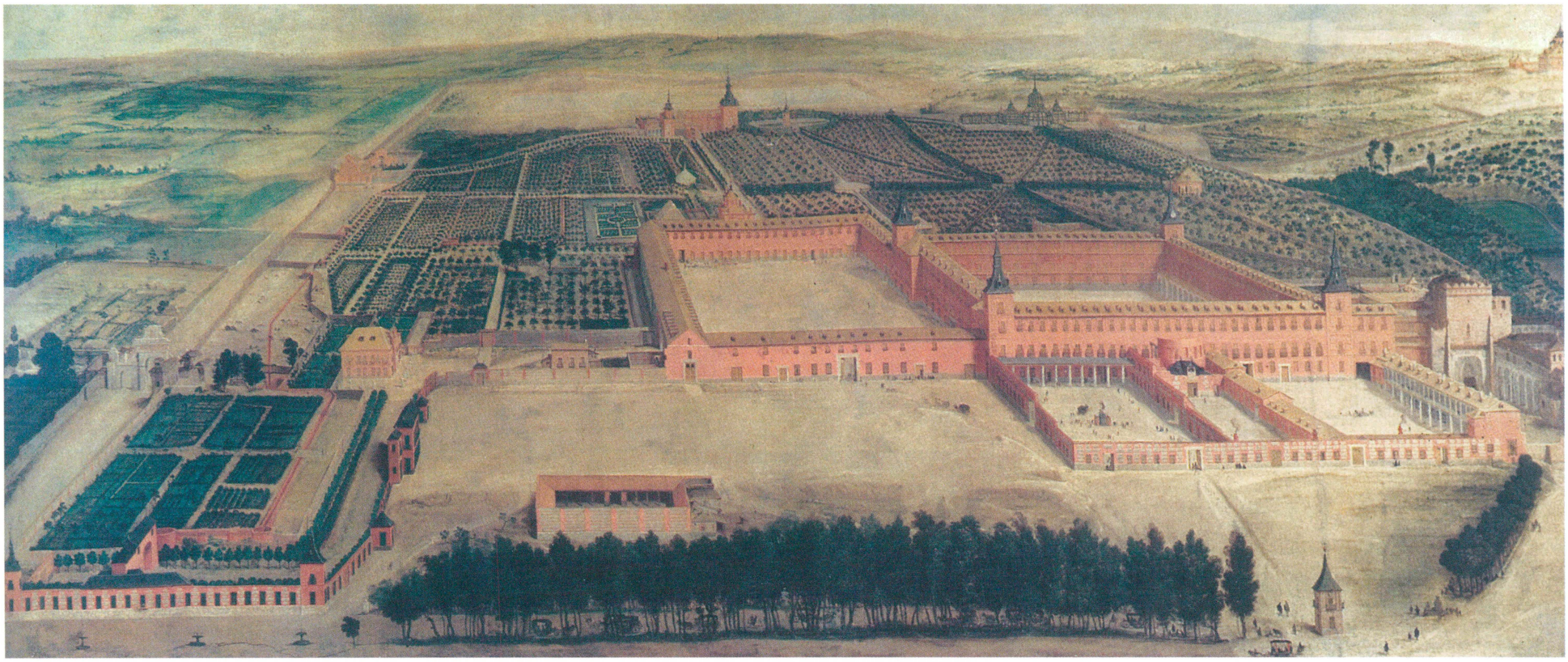
Áreas Urbanas de la Unión Europea en 2010

Posición	Área	Estado	Población	Posición	Área	Estado	Población
1	Londres	R. Unido	12.500.000	11	Rotterdam-La Haya	P. Bajos	2.900.000
2	París	Francia	10.500.000	12	Hamburgo	Alemania	2.625.000
3	Madrid	España	6.500.000	13	Manchester	R. Unido	2.625.000
4	Essen-Ruhr	Alemania	4.650.000	14	Birmingham	R. Unido	2.625.000
5	Milán	Italia	4.575.000	15	Budapest	Hungría	2.525.000
6	Barcelona	España	4.500.000	16	Lisboa	Portugal	2.525.000
7	Berlín	Alemania	4.325.000	17	Katowice	Polonia	2.450.000
8	Nápoles	Italia	4.150.000	18	Varsovia	Polonia	2.225.000
9	Atenas	Grecia	3.775.000	19	Bucarest	Rumania	2.075.000
10	Roma	Italia	3.300.000	20	Munich	Alemania	2.025.000

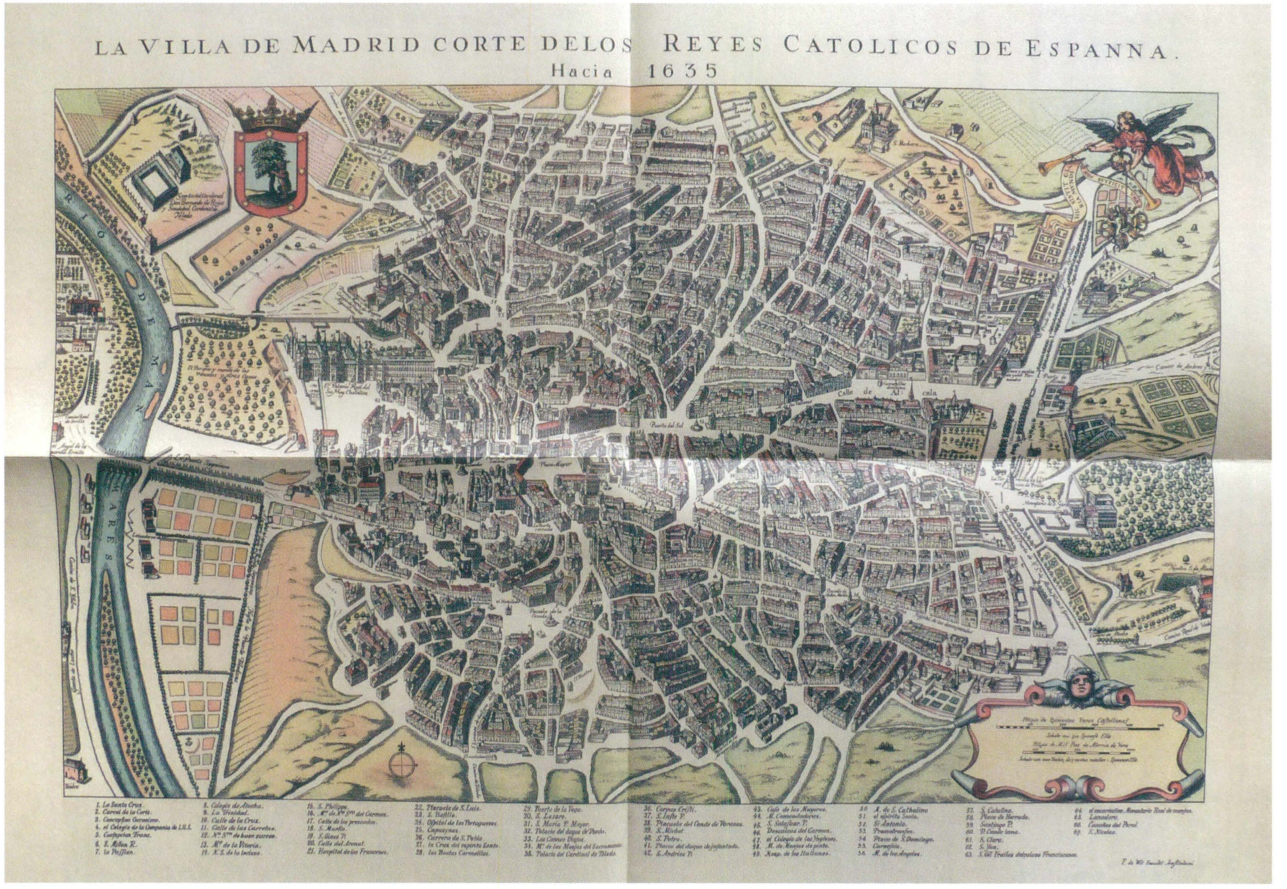
Fuente: Unión Europea.

Capitalidad, Corte y ciudad

A principios del XVIII hubo alguna tentativa para distinguir entre la Corte y la ciudad que no llegó a tener un impacto significativo en su evolución posterior. Para Teodoro Ardemans, se trataba de separar de la Corte lo que se debe considerar por Arrabales de Madrid, y dar unas distancias generales en la Villa, y en ellas los precios, y valor de los pies de sitio, según su clase [30: 253]. Pero esa intención de clarificar los precios de los solares no cuajó fuera del ámbito inmobiliario. Algo más extendida fue la postura contraria de entender la ciudad como la encarnación de la Corte, que arraigó sobre todo en provincias.



El Palacio del Buen Retiro, 1636-1637, Jusepe Leonardo



La Villa de Madrid, Corte de los Reyes Católicos de España, F. de Witt, hacia 1635

Madrid desde el Retiro, F. J. Parcerisa



MADRID.
(desde el Retiro.)

Como decía el alcalde Tierno Galván, *Caemos con frecuencia en el tópico de unimismar Madrid con la historia del Estado, y nada hay más falso* [227:20]. Además, continuaba Tierno, esa condición no afecta a los madrileños: *No parece que haya que añadir a las diversas notas que definen la pluralidad de la imagen madrileña la de una capitalidad que el morador de Madrid apenas tiene en cuenta y que la interpreta cuando de ella se acuerda como consecuencia secundaria del especial vigor histórico de la villa* [227:22].

Lastre o tesoro

Otro madrileño confeso y divertido, Juan García Hortelano, mantenía *no saber qué era una ciudad y tenía un escaso aprecio por el urbanismo*. Pero asumía en contrario que *la condición de ser de la capital* era importante. Según él, Madrid poseía un singular tesoro que ampliaba su capitalidad: *Para no salir al extranjero cuando este poblanchón me agobia, guarda Madrid una reserva inagotable. Mientras pueda entrar por una de sus puertas, podré, a unos metros de la Cibeles, entrar en todos los reinos, pasar de Madrid al cielo y a los infiernos con solo empujar un torniquete. Porque Madrid es el Museo del Prado y quien tenga la oportunidad de vivir en Madrid, además de* su *ciudad, tiene la posibilidad, con tal de que sea algo cosmopolita, de habitar en la capital del universo mundo* [103:121].

Por otra parte, las razones históricas de la elección de Madrid para trasladar la Corte en 1561 parecen bastante acomodaticias o más motivadas por una cierta insatisfacción hacia Toledo: los suelos arenosos de Madrid eran más apropiados para el paseo y la caza que los arcillosos de Toledo; la existencia del Alcázar madrileño ya utilizado ocasionalmente por los monarcas; la fama de sus aires saludables, provenientes de la Sierra; veranos más frescos que en Toledo; abundancia de leña; incomodidades de Toledo; y sobre todo o quizás a causa de ello, el escaso cariño de Isabel de Valois a Toledo [127:57].

Razones históricas capitalidad

Además de las posibles razones estratégicas de mayor centralidad, vinculadas al cruce de las dos calzadas diagonales romanas cerca de Madrid, también parecen sólidas las razones de abastecimiento. Cuando las otras capitales europeas se sitúan junto al mar o al lado de un río, se garantizan con ello el abastecimiento general de la ciudad. Pero a pesar del poco caudal del Manzanares y la inexistencia de molinos harineros en su curso, había en Madrid un buen suministro de harinas. Provenían de los molinos hidráulicos de los arroyos de ambas vertientes de la sierra de Guadarrama y de los afluentes del Tajo, y de los molinos 'de sangre' de las tahonas de la propia ciudad, con cereal de las tierras de Madrid, Guadalajara, la Sagra y Arévalo. En Madrid no hubo problemas de abastecimiento serios y los *pósitos* preventivos funcionaron pocas veces [127:60].



Vista del río con parte de Madrid y Real Palacio, F. Brambilla

Pretendida abundancia de agua

También se mencionan habitualmente las ventajas del abastecimiento de agua por medio de los famosos 'viajes de agua' —derivados de los *quanats* árabes— como una de las más poderosas razones de la elección de Madrid. El agua, se decía, estaba garantizada por el empleo de minas con tecnología árabe para aducir corrientes subterráneas de agua hacia las fuentes. El asunto ha sido estudiado exhaustivamente [232], [31], [83], [125], [144], [147], [195], [196], [142] pero es fácil comprobar que el hilo conductor de esa abundante bibliografía es, paradójicamente, la constante necesidad de más agua en Madrid.

El interés histórico de esa tecnología hidráulica es indudable y los progresos que se hicieron con ella en el abastecimiento de Madrid fueron importantes. Pero los viajes de agua existentes en Madrid antes de 1561 para abastecer una población de unos 20.000 habitantes eran pocos y ya habían dado problemas. La escasez de agua y los problemas de salubridad continuaron hasta el punto de que una de las razones dadas por el duque de Lerma a Felipe III para llevarse la capitalidad de Madrid era que *Valladolid era una ciudad con ríos* útiles *y con ricos manantiales* [195:22].

Escasez crónica

Desde el retorno de la capital a Madrid en 1606, la escasez se afrontó durante muchos años construyendo nuevos viajes para captar aguas subterráneas cada vez más lejos. De hecho, la mayoría de los viajes de agua más importantes y mejor conocidos fueron construidos a partir del siglo XVII. Por ello sería anacrónico aducir los viajes de agua como argumento a favor de la elección de Madrid como lugar para establecer la capital. Su importante papel fue posterior, pero el incremento de población empujado por la presencia de la corte era elevado y el abastecimiento de agua siempre fue con retraso.

En su *Nuevo manual de Madrid* de 1854, Mesonero Romanos hablaba de la urgencia de transformar en abundancia la *penuria secular de tan importante elemento.* Y en 1861, ampliaba: *la gran falta natural de Madrid para su futuro desarrollo como ciudad populosa y corte de tan importante monarquía, era la de un río caudaloso, que surtiendo las necesidades de un crecido vecindario, sirviese también para fertilizar y hermosear su término y campiña.*



Vista de Madrid entre poniente y sur, F. Brambilla

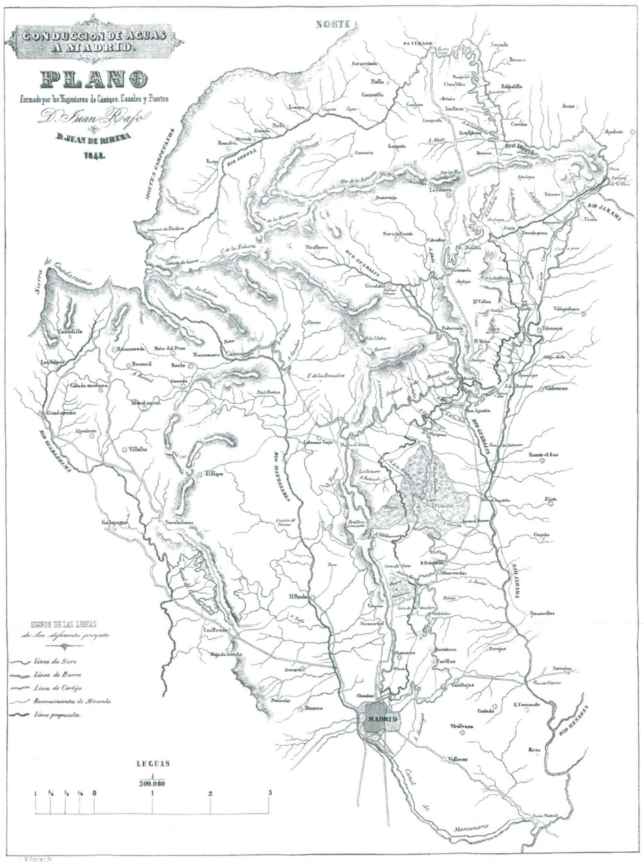


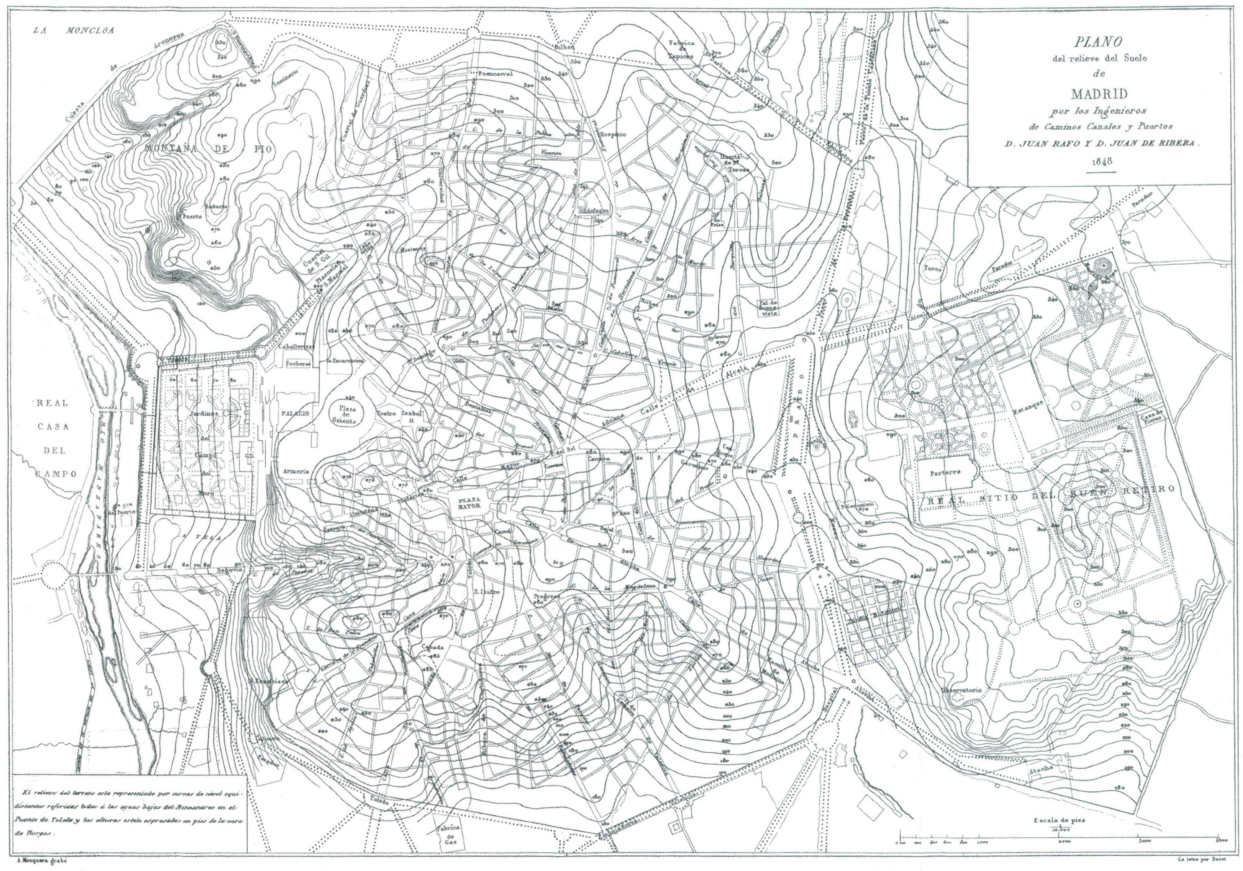
Perfil actual de Madrid desde la Casa de Campo: la cornisa

A falta de río, continúa el cronista, *se acudió al medio de adquirir las aguas potables por filtración de unas minas que se extienden a cierta distancia y recogen las que derraman las sierras inmediatas. Estos viages ... Bastaron aunque no abundosamente para surtir las primeras necesidades de la población... Hasta que en el presente siglo ha sido necesario acometer y llevar a cabo la gigantesca obra del Canal de Lozoya, que cambiará dentro de pocos años las condiciones materiales de Madrid* [164:XXX].

De la mano de Fernández de los Ríos y su denuncia de esa *escasez que apretaba día a día*, Antonio Bonet relata los proyectos que se sucedieron sin éxito para remediarla: el del coronel de ingenieros Sucre y Béjar en 1765; el del arquitecto Juan de Villanueva en 1786; el del matemático Mariano Vallejo en 1819; el del ingeniero José Coquerel en 1822, y el de Francisco Javier Barra en 1829. *La confusión era tan grande que llegó a pensarse que Madrid nunca llegaría a poder saciar su sed secular,* remata Bonet [47:31].

Agua para Madrid





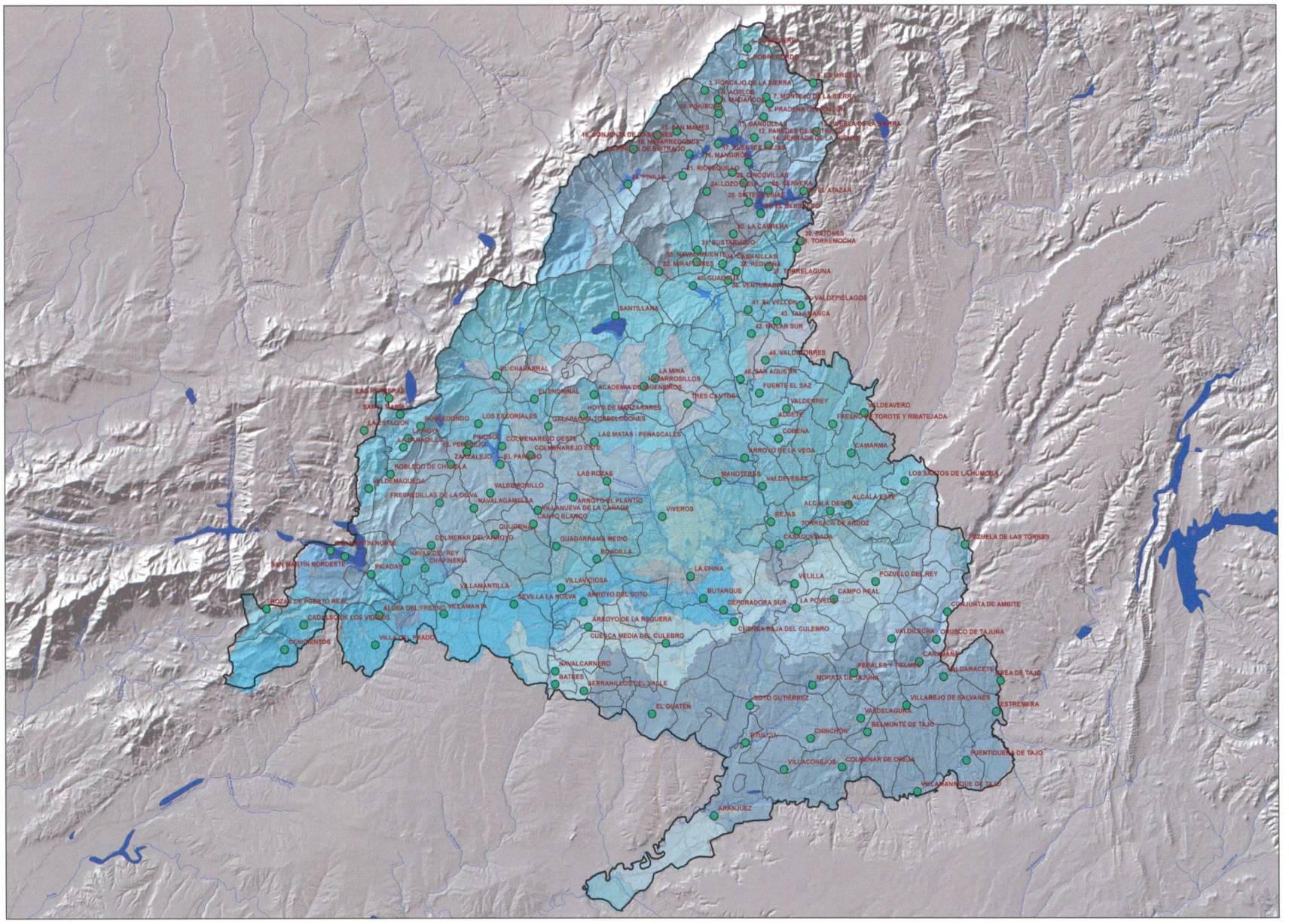
Izquierda, conducción de aguas a Madrid, Juan Rafo y Juan de Ribera, 1848

Derecha, plano del relieve del suelo de Madrid, Juan Rafo y Juan de Ribera, 1848



La inauguración de la traída de aguas del Lozoya a Madrid, E. Lucas Velázquez, 1858

Abastecimiento y depuración: EDAR y cuencas Madrid [María José Ramiro Nuño]



Realmente, Madrid sólo solucionó su abastecimiento de agua a finales del siglo XIX, algunos años después de la puesta en marcha del Canal de Isabel II. Al igual que otras grandes ciudades europeas y americanas, resolvió el abastecimiento con aguas *rodadas*, como hicieran los romanos. El empleo de aguas subterráneas o de máquinas hidráulicas para elevar el agua de los ríos, al modo de los árabes, no pudo con la expansión urbana generalizada de la segunda mitad del siglo XIX.

Legado de la capitalidad

Lo que sí parece claro es que la capitalidad, no ya del país sino de todo un inmenso imperio, no dejó en la ciudad un legado constructivo especialmente memorable. Como decía Arturo Soria y Puig en 1993, *En el Madrid actual, dejando a un lado la colección de pinturas reales que acabó abonándose siglos después en el Museo del Prado y exceptuando el Palacio Real, que también es tardío respecto al verdadero momento de esplendor de España, ¿hay algo en que se note que fue capital de tan notable imperio?*

El Madrid de los Austrias, continúa, *no se puede comparar con la Roma imperial, ni con el París de los Napoleones, ni con Londres, Berlín o Moscú. La capitalidad de un imperio pasó pues sin pena ni gloria. Y no porque entonces no se supiera en España cómo hacer una nueva ciudad: por esas mismas fechas las fundaban los españoles a centenares en América y, además, lo hacían en general bien* [221:9].

La razón es clara, continúa Soria: *Las oportunidades que trae consigo una Corte no se aprovecharon. En vez de construir de nuevas y con dignidad los edificios necesarios, se apeló a una vieja fórmula medieval: la regalía de aposento, en virtud de la cual era forzoso alojar a los funcionarios y servidores de la Corte cuando ésta se hallaba en tránsito. Para evitar esa carga, que en Madrid afectaba a los pisos principales de las buenas casas, los madrileños se dedicaron a levantar lo que se llamó 'casa a la malicia', es decir, casas baratas y más bien miserables.*

Y continuando el argumento, señala que Madrid ha perdido otras dos grandes oportunidades, el ensanche pacato y provinciano de mediados del XIX y la conexión ferroviaria de Metro y Cercanías con los municipios del área metropolitana. Como resultado, escribía Soria en 1993[5], *Madrid considerado como un conjunto de construcciones, ni ha sido una maravilla ni, lo que es peor, tiene fácil arreglo desde un punto de vista material* [221:1].

El impulso ilustrado

Pero, tras la itinerancia de Carlos V, el apego de Felipe II por Madrid sólo dejó huella en el Escorial y el resto de la dinastía no llegó a marcar decisivamente la ciudad. El esplendor imperial quedó impreso en la figura de los sucesivos monarcas y en sus intenciones de dominio de Europa, con escasa proyección sobre la ciudad, considerada prácticamente como una sede circunstancial.

El cambio de dinastía trajo otras preocupaciones territoriales y posibilitó a medio plazo una nueva atención sobre la ciudad. El inspirador de ese impulso de modernización fue el rey Carlos III, 'el mejor alcalde de Madrid'. Tras su reinado, *Todo en la capital 'parecía' haber sido construido por Carlos III* [226:42]. Carlos III había sido rey de Nápoles, donde actuó también como un monarca ilustrado. Era un gobernante paciente, frío y trabajador, que supo aprovechar los consejos de ministros muy capaces, como los condes de Aranda y de Floridablanca.

Edificios, calles, servicios

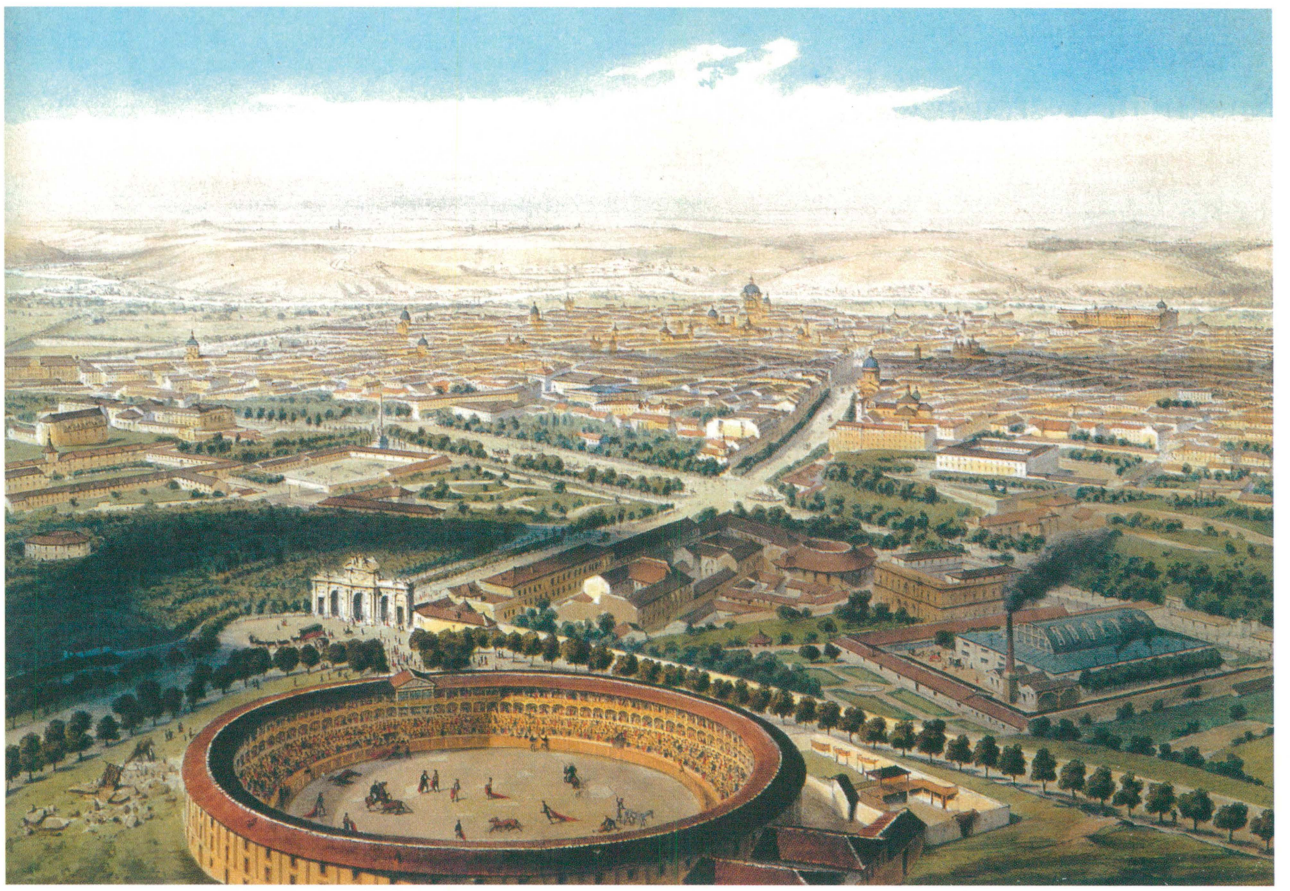
Los edificios construidos durante la Ilustración albergaron instituciones con una finalidad instructiva o social. El observatorio astronómico, la Academia y el museo vinieron acompañados de la Inclusa y Correos. Solamente en Madrid, se construyeron treinta y dos escuelas y la primera plaza de toros moderna, inaugurada en 1749 más allá de la Puerta de Alcalá.

También se introdujeron el alcantarillado y la iluminación de calles hacia los 1760. Empezaron a numerarse las calles y se procedió a su pavimentación, así como a su limpieza y a la sistemática recogida de basuras, antes arrojadas por la noche a las calles. Fueron construidas nuevas murallas, una vez más de adobe, con una extensión más amplia y se abrieron nuevas puertas. Los jardines del Prado que desde el siglo XVI los madrileños habían utilizado como paseo, fueron remodelados como Salón del Prado, según diseño del arquitecto Villanueva y del pintor José de Hermosilla, dándole a ese salón una forma que debía recordar la de la Piazza Navona de Roma, semejante a un hipódromo [226:43].

[5] Quizás sea discutible si los edificios construidos en el ensanche han mejorado o no desde 1993 pero, a pesar de su real dificultad, Metro y Cercanías han sufrido una espectacular puesta al día, terminando definitivamente con esa carencia.



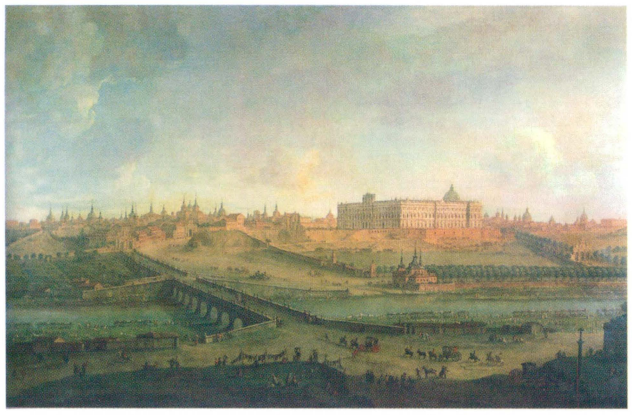
Vista de la Real Casa de Correos en la Puerta del Sol, 1902, José Gómez de Navia y Manuel Alegre



Madrid a vista de pájaro (entorno Plaza de Toros), hacia 1855, Alfred Guesdon

Proyección de Madrid

A lo largo del siglo XVIII, el país parecía haber recobrado su pulso, como mostraba el embellecimiento de Madrid. La lista de obras que menciona el historiador Juan Pablo Fusi en su conciso texto constituye prácticamente 'el todo Madrid' que buscan los visitantes actuales[6]: *Palacio Real, obra de Juvara, Sachetti y Sabatini, Cuartel del Conde Duque de Pedro de Ribera, Real Hospicio, puente de Toledo, palacio Goyeneche luego Academia de San Fernando, iglesias de las Salesas Reales, San Marcos y San Francisco, Puerta de Alcalá de Sabatini, Observatorio Astronómico y Museo de Historia Natural de Juan de Villanueva, edificio de Correos en la Puerta del Sol, Salón del Prado y Jardín Botánico también de Villanueva, las fuentes de Cibeles y de las Cuatro Estaciones, traslado de los cementerios a las afueras, comienzo del alcantarillado, canalización del Manzanares* [101:148].







La proyección oficial de España no era ya la pétrea mole del Escorial, sino las fuentes y jardines de los Sitios de La Granja y Aranjuez y el colosal Palacio Real de Madrid, el mayor de Europa, un enorme bloque de piedra berroqueña sobre zócalo almohadillado, con pilastras y columnas adosadas en las fachadas y gran balaustrada superior, y espléndidos interiores, con frescos de Giaquinto, Mengs y Tiépolo, además de mobiliario y decoración exquisitos [101:159].

Vista de Madrid desde el puente de Segovia, 1750

Vista del camino nuevo de Madrid, Domingo Aguirre, 1780

Puente de Toledo, F. J. Parcerisa

[6] El Hospicio de San Fernando era una inclusa y ahora es el Museo Municipal. El edifico de Correos de la Puerta del Sol es ahora sede de la Comunidad de Madrid. En el cuartel del Conde Duque se alojaba la Guardia real y es ahora centro cultural. La Academia de Bellas Artes se aloja en el palacio Goyeneche, construido por Churriguera, y la Aduana, diseñada por Sabatini, fue más tarde Ministerio de Hacienda, junto a la calle de Alcalá.

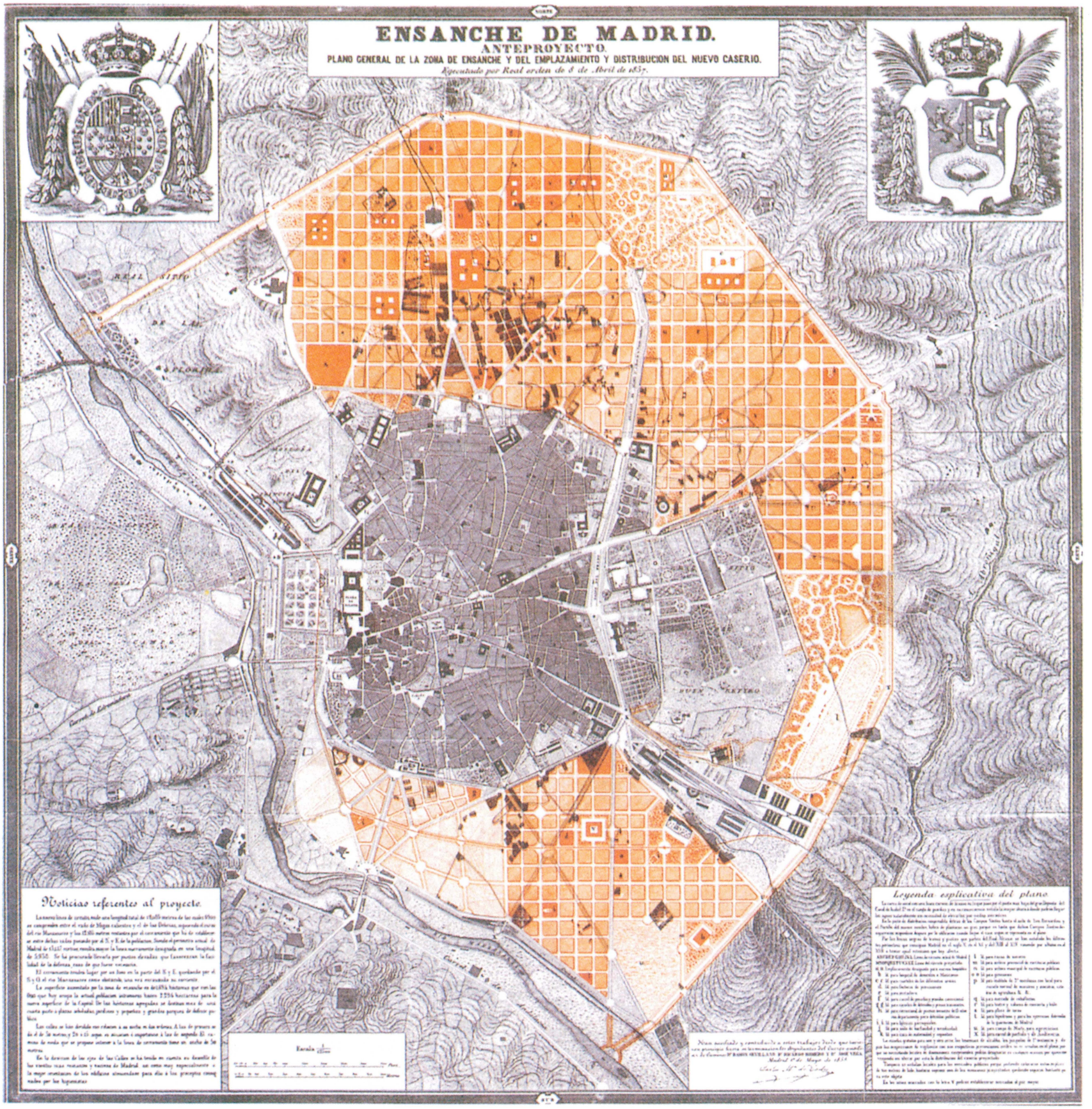
Despegue económico

Sin embargo, el tejido urbano no creció sustancialmente. A pesar de las innovaciones borbónicas y los derribos bonapartianos, en 1830 seguía siendo esencialmente la ciudad de los últimos Austrias, encerrada en su cerca y sus puertas. Pero, tras decenios de penurias y guerras, entre 1840 y 1870, se produjo en el país un evidente enriquecimiento. Estaba *cimentado en la desamortización de los bienes de la Iglesia iniciada por Mendizábal en 1836 y ampliada a los bienes comunales en 1855, e impulsado por la construcción de ferrocarriles iniciada en 1848 y los negocios coloniales de Cuba, Filipinas y Puerto Rico* [101:197].

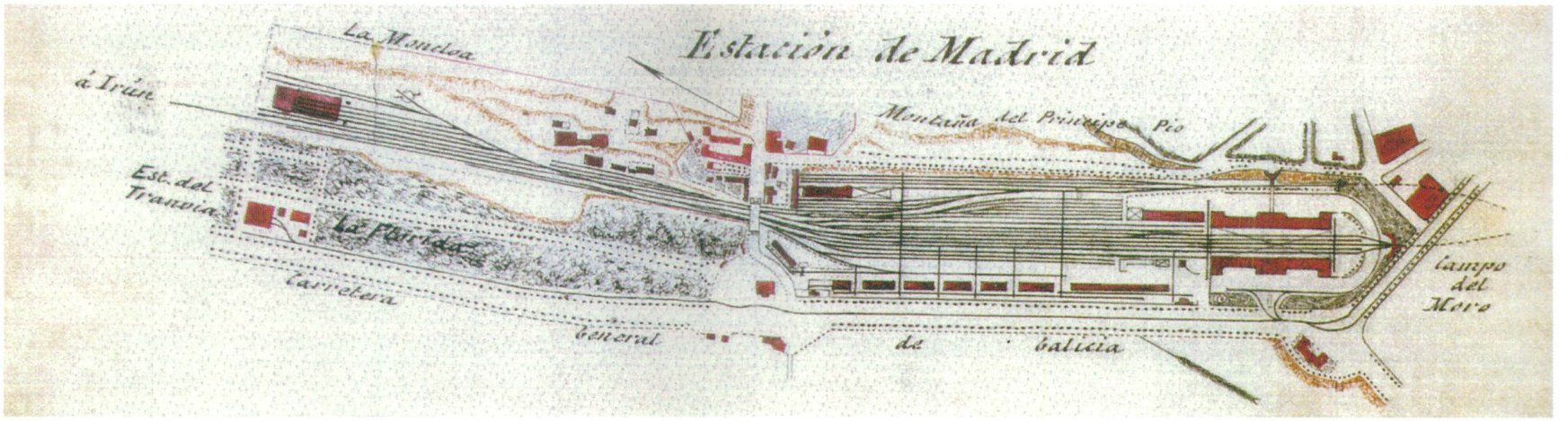
La propia ciudad se convierte en tema de preocupación pública, en objeto de propuestas y actuaciones de mejora. La emergente burguesía se convierte en protagonista del cambio social y material, alcanzando niveles mayores de poder y de influencia. Y logra condicionar en gran medida el carácter y la orientación de las transformaciones, con repercusiones inmediatas sobre sus aspectos formales y espaciales. Se empezó a poner en marcha la actividad inmobiliaria de la burguesía madrileña, con apoyo en las operaciones desamortizadoras, y se planteó la extensión de la comprimida ciudad, al otro lado de la cerca, no como una ocupación aleatoria del espacio, sino como una operación bien prevista y organizada.

Madrid a vista de pájaro (Palacio Real y su entorno), hacia 1855, Alfred Guesdon





Ensanche de Madrid de 1857: Plan Castro



Plano de la estación de Príncipe Pío, proyecto de 1877 (previo al definitivo de 1879). C.G.E.



La estación del Norte, Benjamín Palencia, 1918



Planes y vías de la nueva economía

En 1860 se aprueba un documento que empieza a condicionar —según Fernando de Terán, de forma contundente y durante muchas décadas— la ocupación de la superficie exterior a la cerca de Felipe IV, describiendo un amplio arco alrededor de la ciudad, al este del río. Y lo hace por medio de un trazado reticular, adosado a la ciudad radio concéntrico-tradicional. En él se insertan, mal que bien, las carreteras radiales y algunas otras preexistencias, como el parque del Retiro y la vaguada de la Castellana. También se integran la incipiente presencia del ferrocarril en el embarcadero de Atocha y el ramal ferroviario hacia Aranjuez, así como la línea que salía por el norte, en paralelo al Paseo de la Florida desde Príncipe Pío y todavía sin estación, y las barriadas que habían crecido fuera de la cerca [224:194].

En España, dando de nuevo la voz a Fusi, *entre 1855 y 1874 se construyeron unos 6.000 km de ferrocarril gracias al capital extranjero, que también impulsó el primer despegue de la minería española... Entre 1856 y 1866 se crearon numerosos bancos: los negocios especulativos en la Bolsa y las inversiones en deuda del estado movilizaron cuantiosos capitales [...] Madrid tuvo un notable desarrollo desde 1840. Diecisiete capitales de provincia duplicaron su población entre 1850 y 1880: el crecimiento de las ciudades y las obras que ello exigió (ensanches, traídas de aguas, alcantarillados, viviendas, grandes mercados, mataderos, depósitos de gas y carbón, estaciones ferroviarias [...]) removieron las economías locales* [101:197].

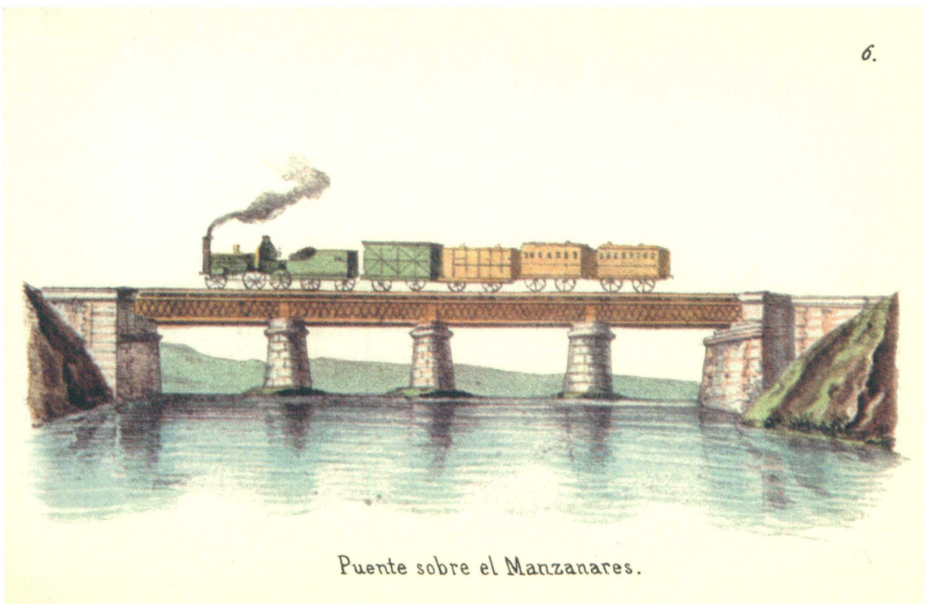
Islas de modernidad

Pero los cambios iban muy despacio y la agricultura seguía siendo atrasada y tradicional, con grandes latifundios. Los procesos de urbanización fueron lentos. Hasta bien entrados los 1880 el sector bancario era frágil, con frecuentes crisis y la industria dependía en exceso del capital y la tecnología extranjeros.

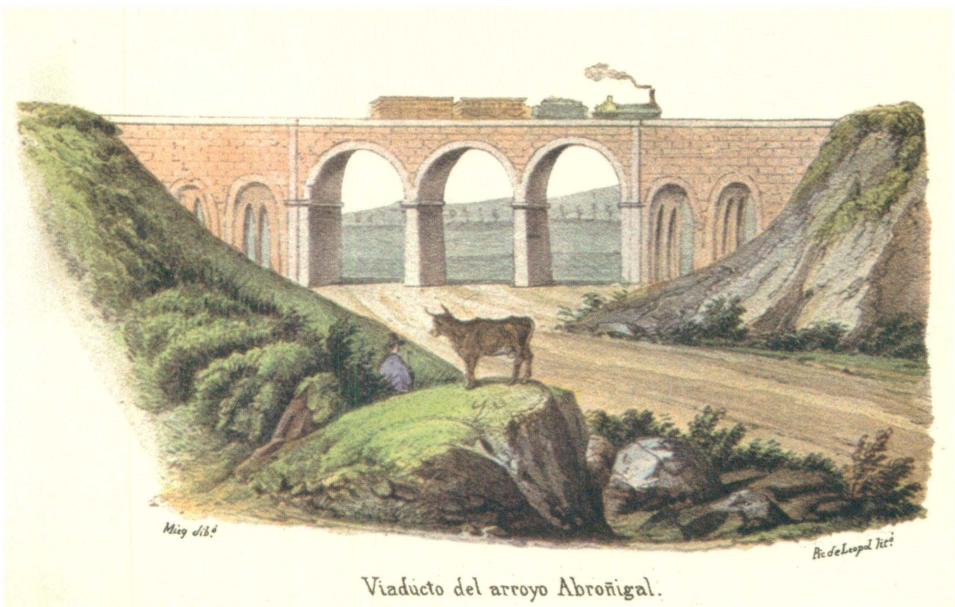
En aquella España coexistían de hecho una economía pobre, tradicional, estancada y de subsistencia —la España pintoresca de la imaginación romántica— y una economía moderna, urbana y capitalista. *Esa España moderna tenía en las ciudades, Madrid y Barcelona ante todo, auténticas 'islas de modernidad' mientras la España rural languidecía atrasada y desideologizada, bajo el peso de la costumbre, los poderes locales y la iglesia* [101:199].



Intercambiador de la actual estación de Príncipe Pío



Puente de madera del ferrocarril Madrid-Aranjuez sobre el Manzanares [165:6]



Viaducto del ferrocarril Madrid-Aranjuez sobre el arroyo Abroñigal [165:1]

Dos hechos decisivos del siglo XIX

Para Mesonero Romanos, el siglo XIX deja dos hechos trascendentes para Madrid: *El silbido de la locomotora que escuchó Madrid por vez primera el día 9 de febrero de 1850 y el inmenso grito de regocijo con que saludó el 24 de junio de 1858 la llegada a sus muros de las aguas de Lozoya son los dos sucesos clásicos decisivos para el Madrid del siglo XIX* [164:62].

Se trata, pues, de una manera clara y rotunda, de la primera gran actuación del proceso de construcción de la ciudad, no de la calle o la plaza, sino de las bases que permitan a Madrid evolucionar hasta conformarse como una gran ciudad. El ferrocarril y el Canal de Isabel II hicieron posible el gran Madrid de hoy y aquellas primeras construcciones —con sus reformas y ampliaciones— siguen utilizándose desde entonces e ininterrumpidamente.

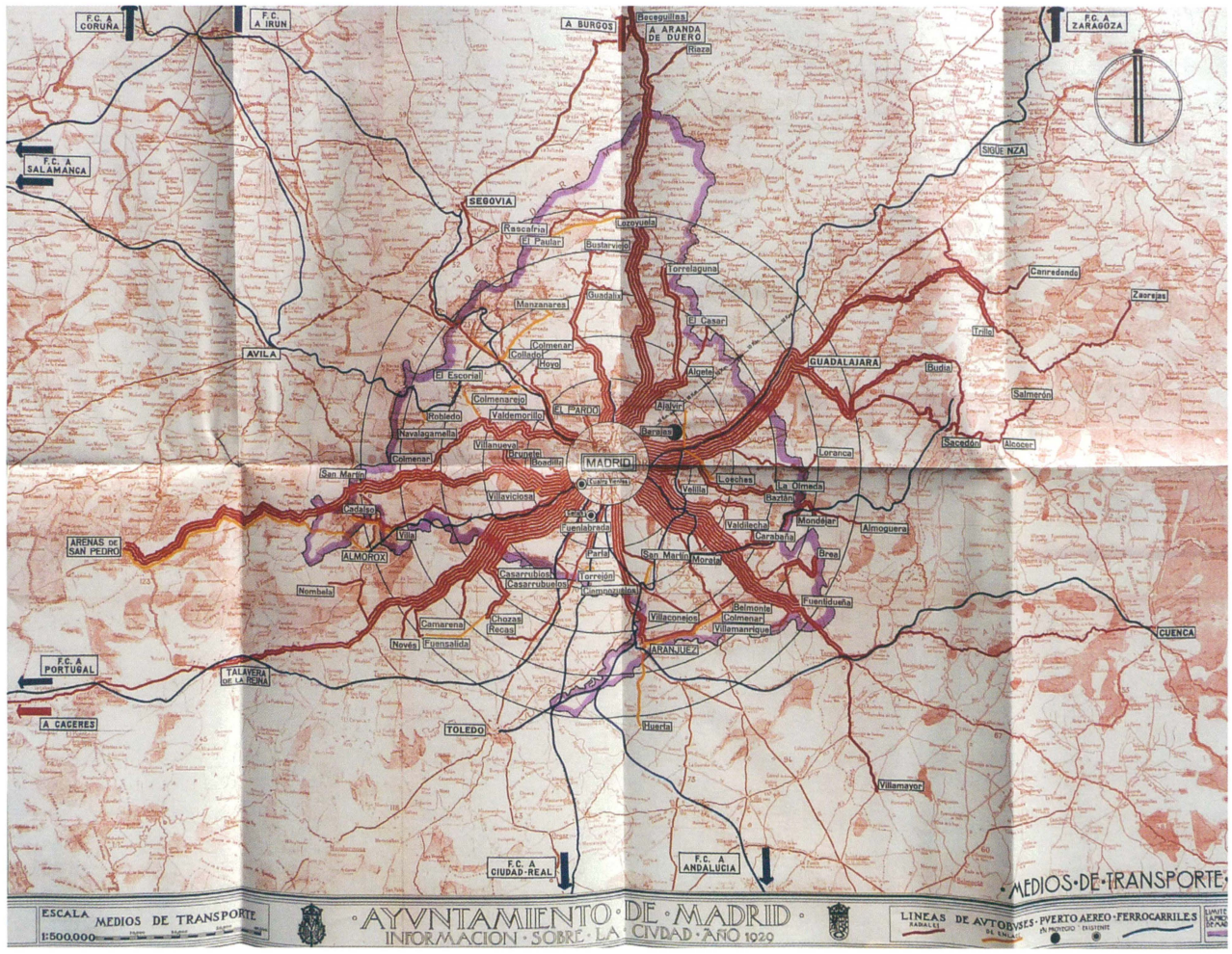
Ferrocarril en la ciudad

Desde sus primeros pasos, el ferrocarril eligió Madrid y Atocha como piezas clave de todo el sistema. Como indicaba José Almazán en 1857, la idea de una estación central, como *el lazo común que ligara, uniera y relacionara todo el sistema peninsular de vías y estaciones*, viene de antiguo y aparece ligada al propio concepto de red de ferrocarriles. [26:7].

La elección de Madrid contribuyó a acentuar la centralidad de Madrid, mientras la de Atocha hizo bascular a la ciudad hacia el este y el sur. Las condiciones de cota de los trazados señalaban Atocha como el lugar más adecuado, aunque trajo una serie de problemas a la ciudad que no se pudieron abordar hasta los 1930 (ver pág. 49).

Bases e ideas de planificación

El planeamiento urbano se limitaba a acompañar el crecimiento de la ciudad. Según Fernando de Terán, a lo largo del siglo XX se fueron proponiendo y sentando bases y antecedentes muy significativos para la construcción real de la organización espacial de la ciudad. En ella tienen un papel fundamental las ideas relacionadas con el entramado infraestructural básico. Su conocimiento permite apreciar *la tensión vivida históricamente entre la exigencia constante de la demanda perentoria, por un lado, y la fidelidad a óptimos prefigurados, por otra, que caen empujados por aquella*. El Concurso de 1929, el Plan de Extensión de 1931, el Plan Regional de 1939, el Plan General de 1946 y el de 1963 y la Red Arterial de 1964-1967 son hitos en la historia de la construcción del modelo de la ciudad.

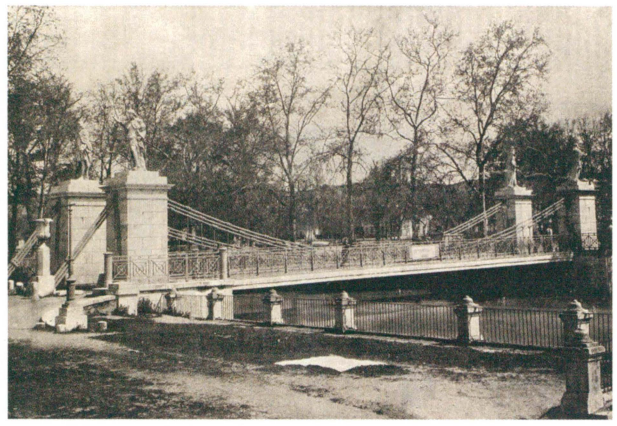


Medios de transporte, Ayuntamientos de Madrid, Información sobre la ciudad, 1929

HITOS DEL URBANISMO MADRILEÑO

- Ordenanzas de Felipe II 1590
- Ordenanzas Municipales 1892
- Ordenanzas Municipales 1972
- Plan de Ensanche de Madrid de Castro 1859
- Plan Núñez Granés 1909
- La Ciudad Lineal
- Concurso Urbanístico Internacional 1929
- Plan Zuazo 1929
- Plan General de Extensión 1931
- Plan Regional de Madrid 1933
- Plan General de Ordenación 1939
- Plan General de Ordenación 1946
- Plan General 1963
- Red Arterial de 1964-1967
- Plan General 1985
- Bases del Plan de Estrategia Territorial 1996
- Plan General 1997

Fuente: Comunidad de Madrid [82].



Puente colgante de Aranjuez [ROP 1897, 523]

Daba paso a la carretera de Madrid a Andalucía, y se ubicaba entre el jardín del Parterre y la calle de la Reina, donde antes daba servicio un antiguo puente de barcas. El tablero tenía un único vano de 33 m de luz, suspendido de grupos de tres cadenas en cada lado que apoyaban sobre pilastras de piedra. Las pilastras estaban coronadas con estatuas, y la barandilla era de hierro forjado. Aunque precisó repetidas reparaciones se mantuvo en servicio hasta 1935[1].

1 Fue substituído por una viga bowstring. *Revista de Obras Públicas*, 1897, 44, tomo I (1129): 523.

Esos hitos[7] tienen continuidad, *forman secuencia, se suceden, heredan elementos unos de otros, que asumen y reelaboran, y van definiendo un modelo para que lo adopte ese proceso de construcción de la realidad.* Y la construcción de la realidad lo adopta en parte, y en parte lo destroza, porque en la segunda mitad del siglo, las cosas son muy diferentes de lo imaginado, y la realidad plantea entonces, a una nueva escala, otras exigencias de atención perentoria, que distorsionan el uso de lo previsto.

7 La Comunidad de Madrid ha recogido en [82] todos los Planes de Ordenación Urbana de Madrid.



La Gran Vía, vista actual

Potencia de construcción

La construcción de la red radial de caminos no tuvo un efecto claro en la distribución de la población. No se acusan variaciones significativas en la localización espacial de la población en los núcleos más próximos a estas grandes vías, contrariamente a lo que venía sucediendo anteriormente. Sin embargo, el impulso y la dirección del Madrid moderno ha seguido pautas más próximas a la construcción que al planeamiento. Y no tanto por insuficiencia del planeamiento como por incapacidad de la Administración municipal y estatal de controlar un explosivo crecimiento de la ciudad para una sociedad en proceso de cambio [224:345].

Madrid, que había iniciado el siglo XX con medio millón de habitantes se transformó radicalmente. *La ampliación de barrios elegantes y la construcción de edificios suntuarios, la apertura de hoteles modernos (Ritz y Palace, ambos en 1910-1914), el trazado de la Gran Vía (1910-1931) cambiaron su fisonomía: Madrid era ante todo una ciudad comercial y bancaria. En esos años, casi todas las ciudades españolas*[8] *incorporaron en mayor*

[8] Entre 1900 y 1930 la población del país pasó de 18,6 a 23,3 millones de habitantes. La población urbana en núcleos de más de 10.000 habitantes pasó del 32% al 42%, Barcelona pasaba del millón de habitantes y Madrid lo rozaba.

o menor grado muchos de los servicios y adelantos de la vida moderna, como electricidad, gas, tranvías eléctricos o automóviles como los producidos en Barcelona desde 1904. Madrid, por ejemplo, dispuso de Metro desde 1919 [101:204].

Nueva sociedad de los 1930

En 1930 más de la mitad de la población trabajaba en sectores industriales o de servicios y sólo una tercera parte vivía en núcleos de menos de 5.000 habitantes. La aristocracia había perdido incluso su presencia formal. El poder social se había desplazado —dentro de las clases altas— hacia los círculos industriales y financieros. Las formas de vida respondían a los gustos y aspiraciones de una clase media cada vez más urbana, de los sectores industrial y de servicios. En esa sociedad surgían nuevos profesionales de la burocracia del Estado y de industrias, empresas y bancos, crecía considerablemente la clase media (unos cuatro millones de españoles en 1930) y aumentaba la población activa industrial [101:210].

Hacia 1933 se trazó un ambicioso Plan de Confederaciones Hidrográficas (Lorenzo Pardo) y Obras Públicas, que marcaron el futuro del agua y la movilidad en España. Se impulsaron sensiblemente las comunicaciones y la electrificación del país, se creó un primer sector público español y se realizaron importantes reformas económicas y laborales. Entre lo mucho que se emprendió, lo más trascendente para Madrid fue probablemente el proyecto de los enlaces ferroviarios y la nueva atención a la movilidad en él incluida.

Atención al ferrocarril en los 1930

La mejora de los *enlaces ferroviarios* concentraba las líneas procedentes del oeste, sur y sureste en Atocha y las procedentes del norte, noreste y noroeste en la futura estación de Chamartín. El enlace de las dos estaciones se realizaría mediante un túnel ferroviario que atravesaría toda la Castellana. El plan contenía otras medidas no ferroviarias, como la ampliación y mejora de los accesos viarios a la ciudad y el establecimiento de un servicio eficaz de cercanías que acercase la sierra a todos los madrileños, ampliando su acción a las ciudades de Toledo, Guadalajara, Segovia o Ávila. Todo ello permitiría incidir en la ordenación urbana de la ciudad, con mejores condiciones de movilidad en destinos y tiempos de viaje.

El plan favorecía el crecimiento de la ciudad hacia el norte —*su espacio natural*— dejando atrás el centro ya congestionado, con garantías de suelo para viviendas de precios accesibles y nuevas líneas de Metro para facilitar aún más las comunicaciones. Se pretendía también mover el centro de Madrid hacia el norte, con la construcción de los Nuevos Ministerios y la propia estación de Chamartín.

Descrédito del tubo de la risa

En conjunto, el Plan tenía más calado que el indicado por su nombre de 'enlaces ferroviarios' que terminaba por *perjudicar al proyecto*, en palabras de Indalecio Prieto, *porque los objetivos son muchísimo más hondos que enlazar dos redes ferroviarias*. Se tomaba la parte por el todo centrándolo en el llamado 'tubo de la risa'. El apelativo no provenía tanto de la inventiva popular como del descrédito del partido radical sembrado por sus rivales políticos, que entendían se estaba invadiendo la autonomía municipal.

En realidad, todo el Madrid relacionado con el eje de la Castellana proviene del proyecto de los enlaces ferroviarios: *No se comprendería bien la actual morfología urbana madrileña sin antes conocer los proyectos que Prieto acometió con tanta ilusión como firmeza a finales de 1932* [106:71].

Estaciones mal ubicadas

En su primera alocución por radio del 8/11/1932, Prieto mostraba su extrañeza por el absurdo de que la estación del norte estuviera colocada al pie de la colina de Príncipe Pío: *Porque en una ciudad como Madrid, que se va extendiendo de manera natural hacia el norte, no se concibe que las grandes estaciones ferroviarias hayan quedado emplazadas en los puntos más bajos de la ciudad.*

Para Prieto esto era un sinsentido económico, dado el mayor coste de acarrear las mercancías cuesta arriba, que se refleja en la carestía de los artículos. El precio de la vivienda era otro factor de carestía para Madrid, que no se debía a *la rapacería del casero [...] sino al precio artificioso e injustificable del suelo en una ciudad que tiene todos los ensanches imaginables* [201], [106:206].





Estación de Recoletos, vista actual

Efectos en el entorno de la ciudad

La concentración de las líneas en la futura estación de Chamartín permitía prescindir de la estación de Príncipe Pío, pero exigía desviar las líneas del norte con una nueva vía desde la estación de Las Matas hasta Fuencarral. Esta línea atravesaría El Pardo por su parte superior, con lo que las expropiaciones serían muy escasas porque los terrenos pertenecen al que fue Patrimonio Real y constituyen hoy el Patrimonio de la República. Para Prieto, eso no era un inconveniente porque la Ley de 22/3/1932 que traspasaba esos terrenos establecía que *El monte de El Pardo se utilizaría como parque, estableciendo, rectificando o ampliando las vías de comunicación que conduzcan a su mejor disfrute por el pueblo* [106:208][9]. Con el tiempo se pensó lo contrario: para el propio parque, era más seguro proteger El Pardo que abrirlo al público.

En otra conferencia de 1934, Prieto desvela los ataques de la Compañía del Norte a su proyecto de enlaces por los prejuicios que le supondría la terminación del ferrocarril Madrid-Burgos unida a su llegada a Chamartín por una línea nueva, en vez de a Príncipe Pío por sus líneas. *Al ferrocarril Madrid-Burgos, construido ya hasta el valle del Lozoya le faltan únicamente unos 68 km desde Gargantilla a Madrid [...] y, cuando se termine, casi se le amortiza la línea de Burgos para acá, porque todo el tráfico del norte vendrá por el directo, recorriendo 100 km menos [...] lo que permitirá reducir tres horas, y así se podría ir de Madrid a Bilbao, comodísimamente, sin forzar las velocidades, en seis horas* [106:336].

Enlaces y prolongación Castellana

Tras una poco efectiva Comisión de Enlaces Ferroviarios que duró unos meses, en 1932 se crea el Gabinete de Accesos y Extrarradio, para resolver definitivamente el problema de los enlaces. En ella confluyen los protagonistas de varias actuaciones simultáneas: por un lado, la propuesta de ampliación de Madrid hacia el norte del arquitecto Secundino Zuazo y el urbanista alemán Jansen, luego llamado Plan Zuazo-Jansen, que preveía el túnel de conexión bajo la Castellana; por otro, el encargo del proyecto de prolongación de la Castellana por el Ayuntamiento a Zuazo en 1931.

---

[9] Con el tiempo se ha impuesto la convicción de que, de cara a su sostenibilidad, es más seguro proteger El Pardo que abrirlo como parque a los madrileños.

Indalecio Prieto nombra a Zuazo vicepresidente del Gabinete y comienzan a construirse las dos obras, más los Nuevos Ministerios que se levantarían sobre los terrenos del antiguo Hipódromo. El Gabinete pide a Zuazo que realice un nuevo proyecto de prolongación de la Castellana y éste lo realiza con la colaboración de Eduardo Torroja con gran urgencia. La prolongación se abre al público en 1933 y las obras del túnel de los enlaces se comienzan en mayo de ese mismo año, pero se paralizan en 1935.

En ese momento, la excavación del túnel estaba prácticamente terminada y se había concluido la obra mayor del apeadero de Recoletos y la estación de Nuevos Ministerios, obra de Torroja junto con los arquitectos Carlos Arniches y Martín Domínguez, bajo la lonja de los Nuevos Ministerios. La estación está formada por dos naves paralelas de 20 m de luz, cortadas transversalmente por otras de 12 m formando bóvedas de arista [3:106].

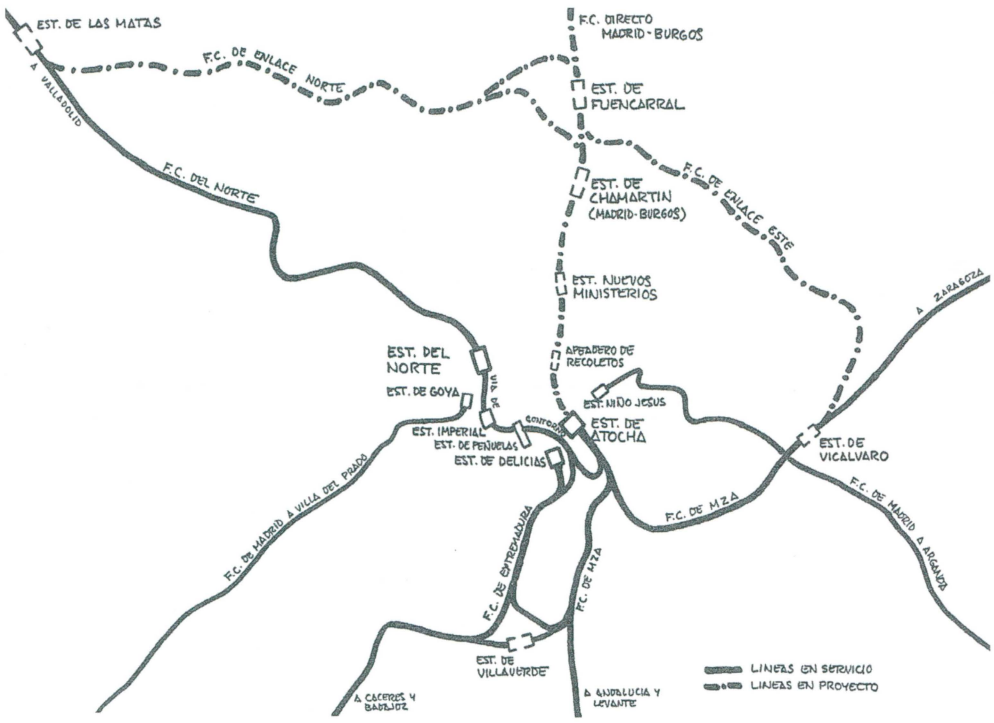
Pero, como dijo George Orwell, en España la *historia se paró en 1936* [101:227].

Pausa

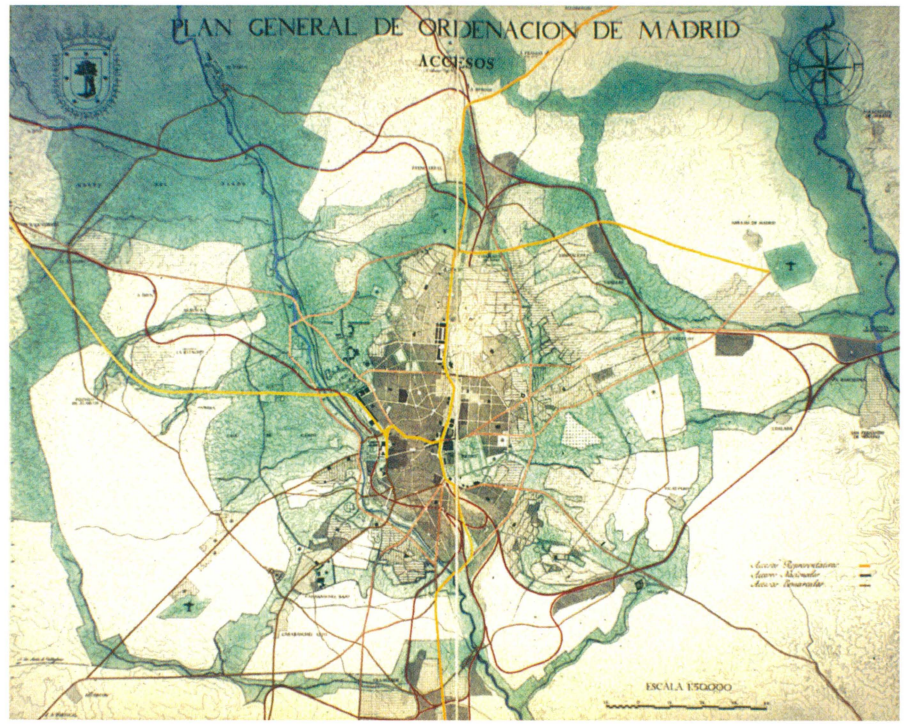
La ciudad de la posguerra

Veinte años tardó Madrid en moverse de nuevo. Según Fernando de Terán, *surge una considerable parte nueva de la ciudad, porque la Administración, impotente, tolera (e incluso colabora a ello) esta forma de producción de espacio urbano, ante un problema que le desborda. Y aceptando los hechos consumados, se produce el proceso de legalización y dotación de infraestructuras mínimas, consolidándose la ocupación de lugares no previstos, y una indeseada forma de organización y de trabazón entre las partes* [224:336].

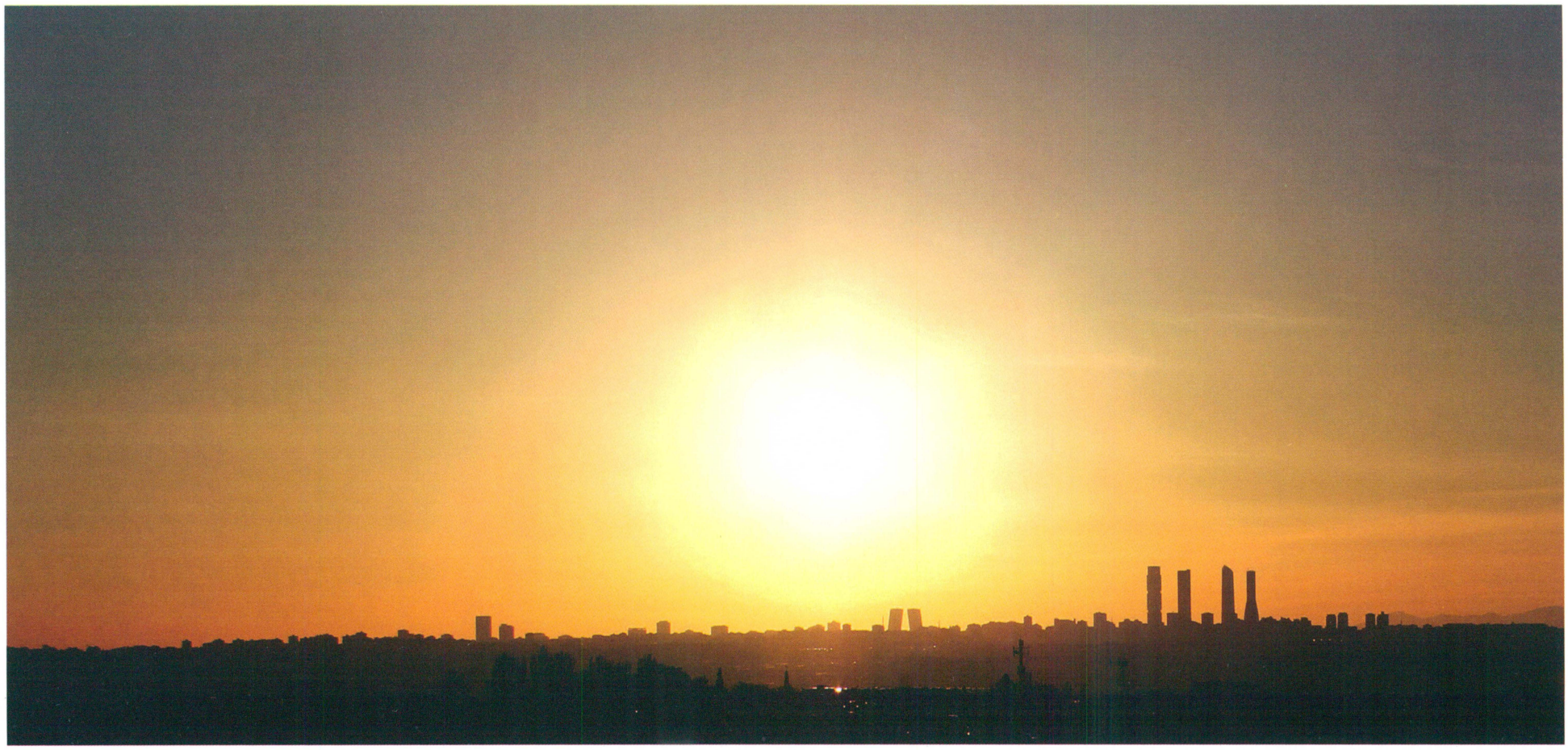
En los desarrollistas 1960, el apoyo de la implantación industrial en Madrid produce nuevos empleos, desencadena una fuerte inmigración y aumenta la concentración de población. La ciudad trata de absorberlo como puede, constata Terán, *hubo que ir improvisando, a la zaga de los cambios, respuestas rápidas a exigencias perentorias, que pronto quedaban insuficientes. Es una etapa de febril transformación y reorganización infraestructural, que hizo posible que la aglomeración siguiera funcionando, superando los momentos peores de congestión e insuficiencia* [224:337].



Plan de Enlaces Ferroviarios [3:106]



Plan General de Urbanización de Madrid, accesos, 1946



Perfil actual de Madrid en el que destacan las torres de la Castellana

Estación de Chamartín

En 1966 comienza la construcción de la estación provisional de Chamartín, y en noviembre de 1967 se termina el túnel de los enlaces. Ambas obras se inauguran en 1968, junto con el ferrocarril Madrid-Burgos. Ese mismo año se cierra la estación de Delicias y Atocha absorbe el tráfico de Extremadura, pasando a Chamartín los trenes de Cataluña.

En 1972 se aprueba el proyecto definitivo de la estación de Chamartín, encargado a los arquitectos José Antonio Corrales, Ramón Vázquez Molezún y Rafael Olquiaga, y comienzan las obras, que serán construidas por Dragados y Huarte y entrarán en servicio en 1976. La estación tiene una zona de largo recorrido y otra de cercanías, un aparcamiento cubierto, un hotel, restaurantes, locales comerciales y una central térmica [3:110].

Un país urbano

En esos años del desarrollo, de 1960 a 1975, el país se hizo industrial y urbano, afirma Fusi. Cuatro millones de personas dejaron las zonas rurales, casi la mitad para irse a Europa, y los turistas pasaron de seis a treinta millones. La producción de automóviles y electrodomésticos creció de forma espectacular. Tres de cada cuatro asalariados trabajaban ya en la industria y los servicios y sólo uno de cada cuatro lo hacía en la agricultura.

En 1975, tres cuartas partes de la población vivía en ciudades de más de diez mil habitantes. La renta per cápita se multiplicó por ocho hasta los 2.400 dólares en esos años. Entre las contrapartidas: estancamiento de la agricultura, fuertes desequilibrios regionales pese a la creación de polos de desarrollo regional..., horrores urbanísticos en las zonas turísticas y en las grandes ciudades, desastres ecológicos, hacinamiento de la población industrial en barriadas carentes de servicios (Madrid, Barcelona, Bilbao...) [101:235].

El automóvil protagonista

En los anteriores 1960, la movilidad estaba monopolizada por los automóviles con un transporte público fundamentalmente volcado en los autobuses, impulsado por la fuerte presencia de la Empresa Municipal de Trans-



Estación de Chamartín

portes (EMT). Durante muchos años, autobuses y automóviles produjeron congestión circulatoria y agravaron el problema de la contaminación urbana generado por las calefacciones de carbón. Sólo en 1967, el crecimiento del parque de automóviles respecto al año anterior fue del 60%.

El Plan General de 1963 y la reforma de la Red Arterial de 1964-1967 son los instrumentos de planeamiento que se ponen en marcha para afrontar esos problemas. Ambos tienen una influencia decisiva en la posterior conformación del plano de la ciudad. Coinciden con la puesta en marcha en 1967 del Plan REDIA, Red de Itinerarios Asfálticos, un plan quinquenal para todo el país que se concreta y complementa en las inmediaciones de Madrid con la Red Arterial.

Efectos de los planes de carreteras

El Ministerio de Obras Públicas, entonces a cargo de Silva Muñoz, afrontó decididamente la renovación de unas vías de comunicación sólo malamente mantenidas desde la modernización de la República. Con el Plan REDIA se afrontaba la modernización de 5.000 km de carreteras, fundamentalmente las seis radiales que partían de Madrid. Con ello se consagraba la definición centralista de la red, no tanto por la lógica apuesta de primar los antiguos trazados radiales, sino por ignorar muchas de sus 'ramas' históricamente consolidadas que permitían la penetración de la red en los territorios marginales no recorridos por aquéllas.

El Plan REDIA mejoraba los firmes de las radiales, generalizándose la utilización de pavimentos bituminosos pero, sobre todo, uniformizó la sección transversal con 7 m de calzada y dos arcenes laterales de 2,5 m, hasta una anchura total de 12 m. Y se añadieron carriles adicionales en las subidas, para terminar con los atascos generados en rampas y puertos de montaña. El esfuerzo era enorme y contaba solamente con el precedente de aquel Circuito

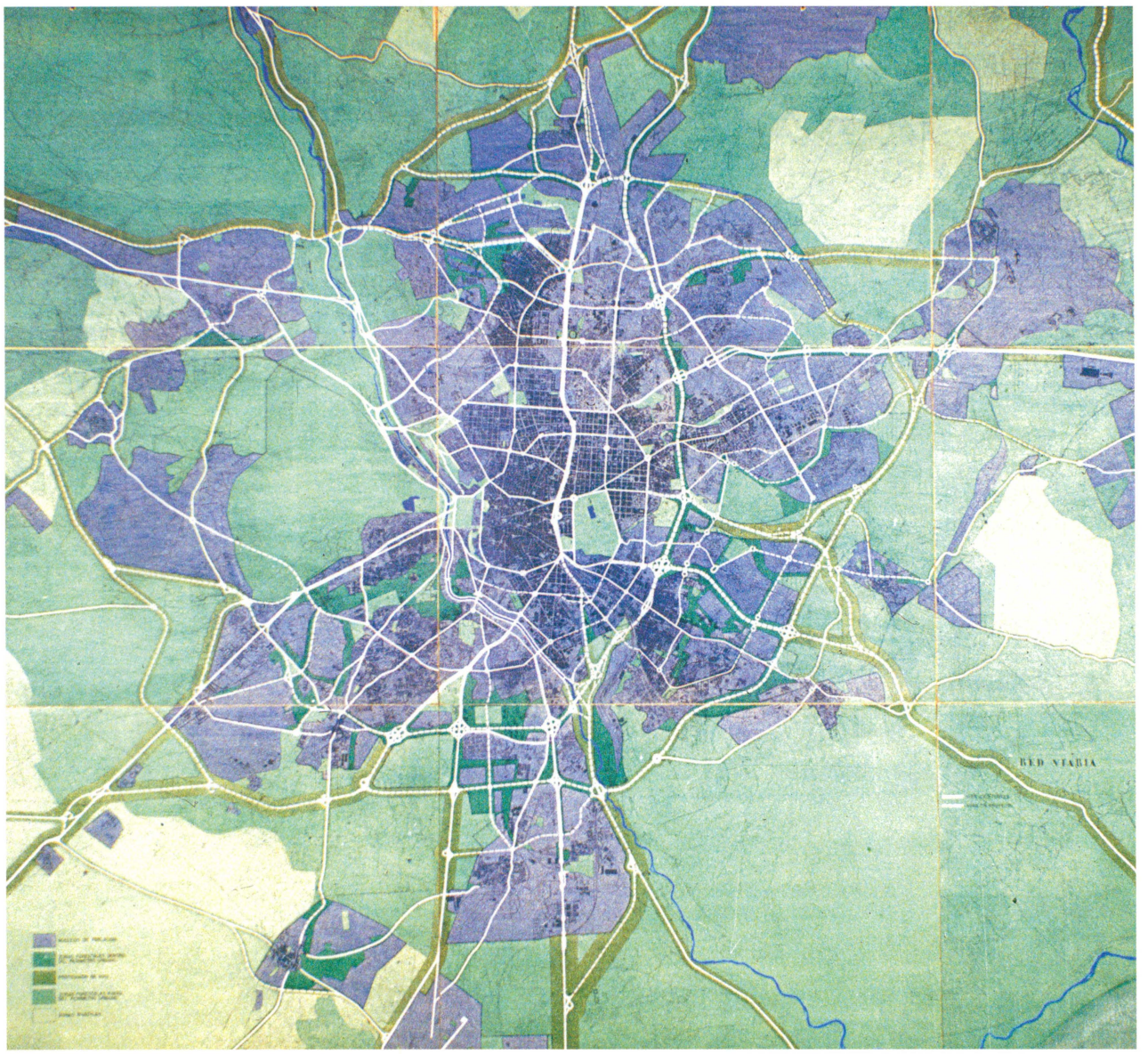
de Firmes Especiales de finales de los 1920, de menores prestaciones y circunscrito al ámbito noroeste de la Península. También se rectificaron algunas de las curvas más peligrosas, aunque no todas. Con ello eran frecuentes las salidas de vía de conductores seducidos por la comodidad y suavidad del firme, pero sin la seguridad de los peraltes exigidos para la velocidad por él inducida.

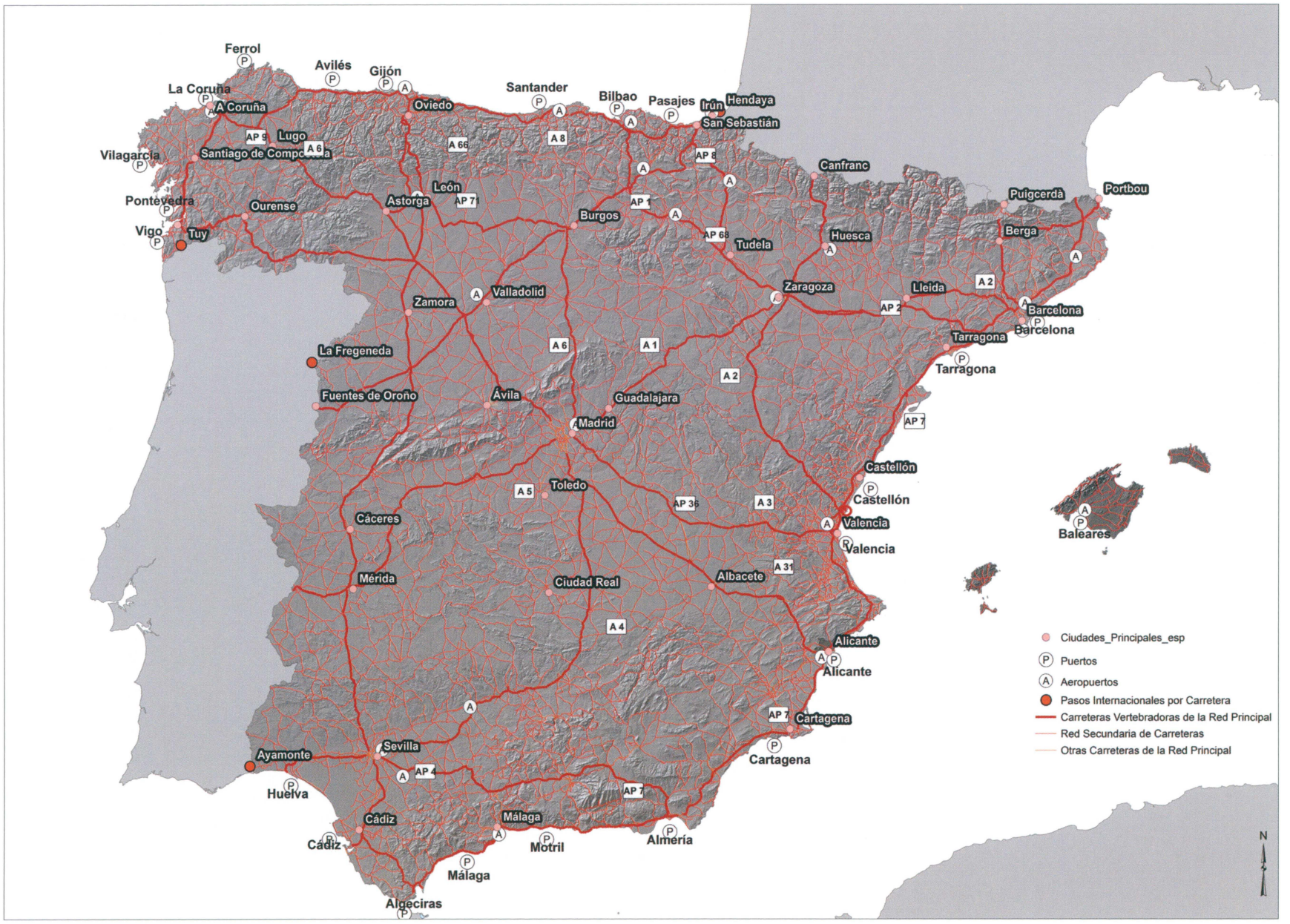
Accesos a Madrid

Las nuevas mejoras fueron objeto de especial cuidado en los accesos a Madrid, al amparo del Plan de la Red Arterial. Se volvió a ensanchar la autopista de La Coruña, aumentando a tres los dos carriles por sentido de los 1950. También se racionalizó el acceso de Puerta de Hierro y se reorganizó el importante nudo de Villalba, donde la NVI se bifurcaba hacia Navacerrada y el Puerto de los Leones, con un ramal adicional hacia Cerceda y Manzanares. Todo ello pretendía hacer frente a la congestión de los fines de semana producida por la proliferación de segundas residencias en la Sierra de Madrid.

Pero la reforma arterial era más ambiciosa, distinguiendo entre accesos, vías de penetración y circunvalaciones, en principio orientada a las principales ciudades españolas. Se trataba de ampliar y mejorar las vías existentes, así como de construir otras nuevas, para garantizar la fluidez de paso del tránsito urbano a la red general de carreteras. Se incluían también los llamados ejes de núcleo, con intenciones más claramente urbanísticas, pero menor incidencia en la red y, consecuentemente, menor apoyo de inversiones.

Plan General de 1963, Red viaria





Plano de la red de carreteras
[María José Ramiro Nuño]

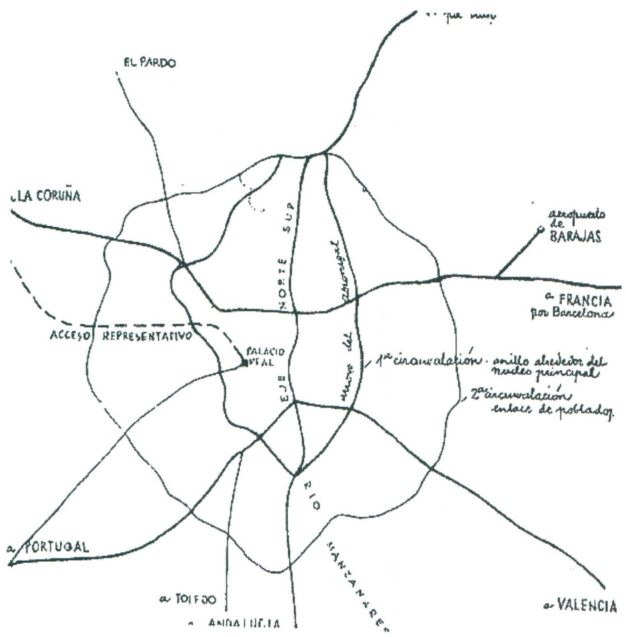
En cualquier caso, es evidente que Madrid se ha beneficiado de su centralidad en la asignación de recursos para construcción de grandes obras públicas. Pero, incluso cuando la inversión pública en obras públicas crece menos que la actividad económica, Madrid detenta siempre el valor mínimo del ratio. Esa última posición en términos relativos corrobora la fuerte demanda de obras públicas inducida por una gran concentración espacial y de actividad económica [18:29].

Vías de ronda

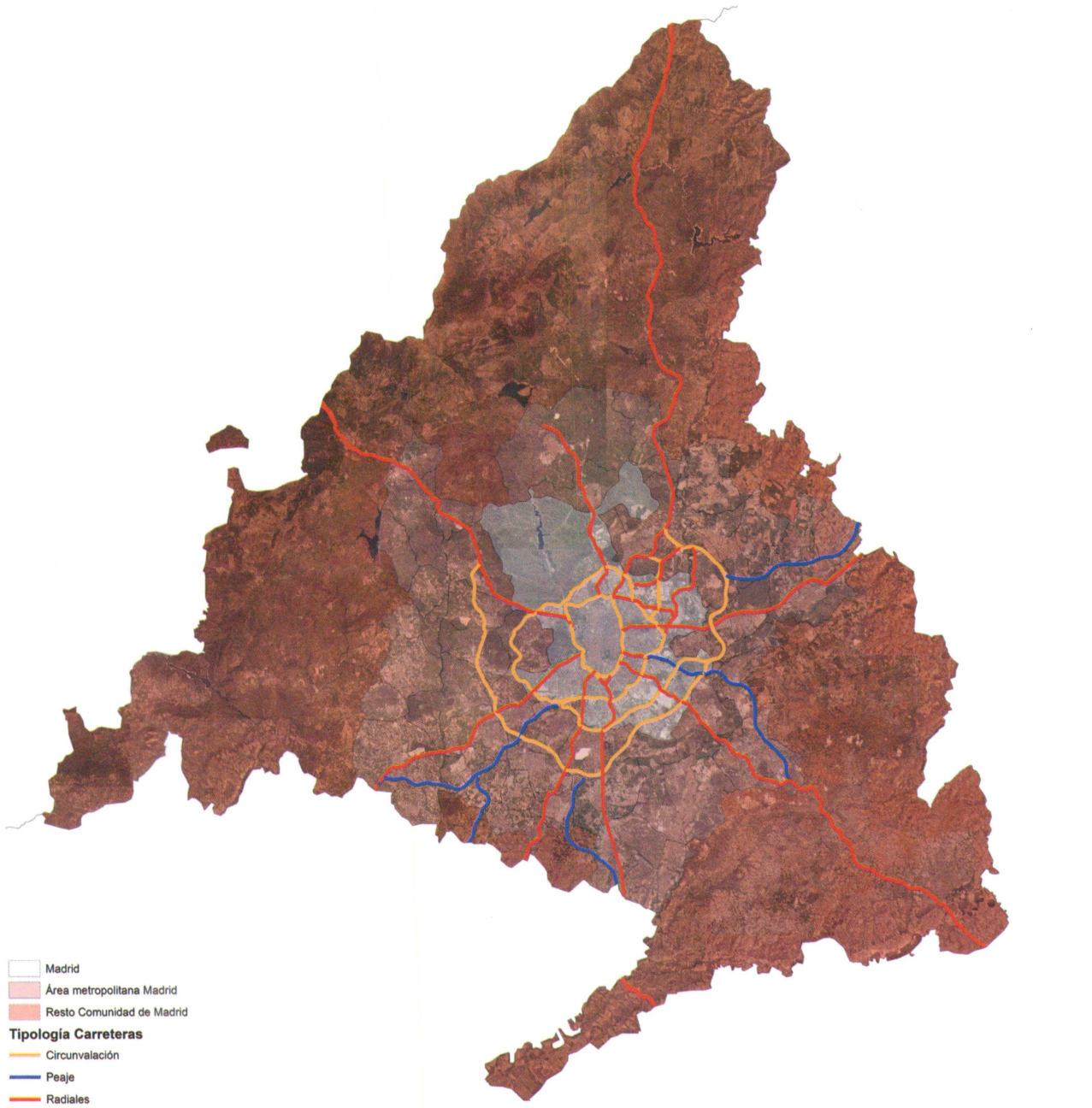
En Madrid, el diseño racionalizaba las Vías de Ronda anteriores e instauraba el llamado tercer cinturón, con la denominación de M-30. El primero, muy desdibujado, estaba constituido fundamentalmente por las vías que rodean el Madrid de los Austrias. El segundo por las rondas de Carlos III, conocidas como los bulevares, cuyos andenes centrales fueron luego eliminados para dar prioridad a los automóviles, que unían Moncloa, San Bernardo, Bilbao, Alonso Martínez y Colón y se cerraba de manera menos precisa por la Castellana y la calle Atocha o alguna situada algo más al sur.

Anillos de delimitación M-30

Había un tercer anillo, algo más completo, conocido como Las Rondas, que partía de Moncloa hacia Cuatro Caminos, seguía por Raimundo Fernández Villaverde, Joaquín Costa y Francisco Silvela, llegaba a la glorieta de Manuel



Entradas a Madrid y anillos, P. Puig, 1940



Esquema de anillos y radiales
[María José Ramiro Nuño]

Becerra y continuaba por Doctor Esquerdo y el Paseo de María Cristina, para llegar a Atocha y continuar por las rondas de Atocha, Valencia y Toledo, hasta enlazar con la calle Bailén y continuar por Ferraz/Rosales hasta Moncloa.

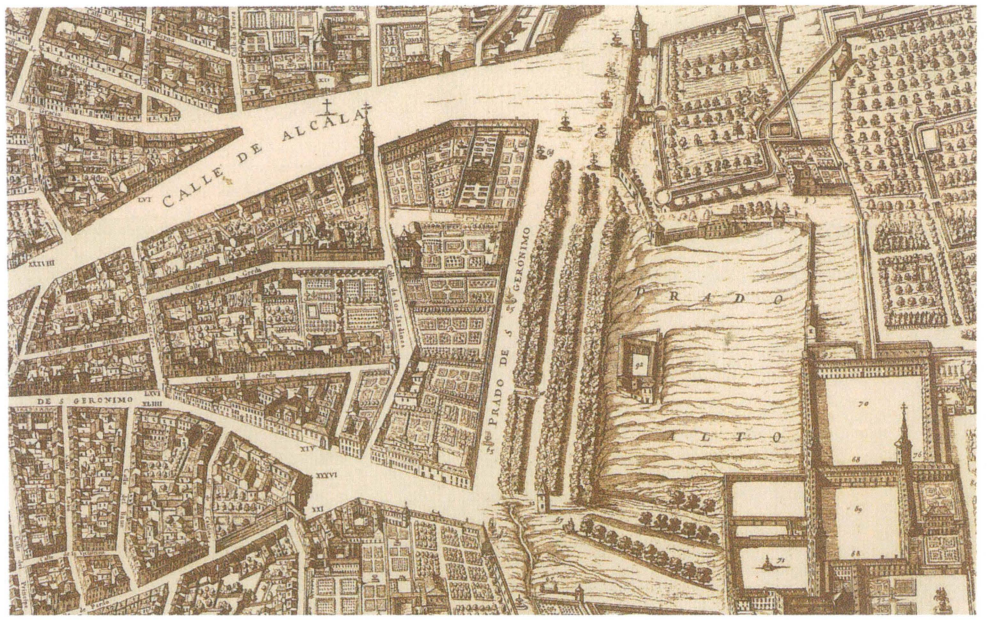
La racionalización de este anillo —nunca llamado M-20— mantenía los semáforos y su carácter urbano, pero lo trataba como una vía rápida. Para resolver los principales cruces incluyó la construcción de los primeros pasos elevados urbanos en España. Los puntos clave de Cuatro Caminos, el cruce de la Castellana, la glorieta de Manuel Becerra, Atocha y la Plaza de España, se solucionaron con pasos elevados o subterráneos. Diseñados por una nueva generación de ingenieros, constituyen el germen de todo el moderno desarrollo tecnológico de los puentes en España [14:414] (ver pág. 107).

Ya desde 1929, con el Plan Zuazo-Jansen, presentado al Concurso Internacional para la elaboración de un Anteproyecto de Trazado Viario y Urbanización de Madrid, se planteó crear otro anillo de circunvalación en torno a la ciudad, que no fue oficialmente reconocido hasta el Plan General de Ordenación Urbana de la ciudad (Plan Bidagor) de 1941, aprobado en 1946. El Plan Bidagor se basa en los estudios anteriores a la Guerra Civil española y prevé la construcción de dos anillos exteriores de circulación, el primero de los cuales sería la M-30.

No obstante, la construcción de la M-30 no se iniciaría hasta 1970, en dos tramos diferenciados: el tramo este, o Avenida de la Paz, entre las carreteras de Irún y de Cádiz (A-1 y A-4), que seguía el lecho del arroyo Abroñigal, el cual hubo de ser canalizado y enterrado bajo el trazado de la autopista, y el tramo oeste, o Autopista del Manzanares, entre el Puente de los Franceses y la carretera de Cádiz, en su mayor parte construido siguiendo el curso del Río Manzanares. Ambos tramos se unían en el Nudo Sur, y no fueron completados hasta 1974, en el caso del tramo oeste tras una notable oposición vecinal por discurrir la nueva autopista, en muchos casos, a muy pocos metros de sus casas.

Planificación del área urbana

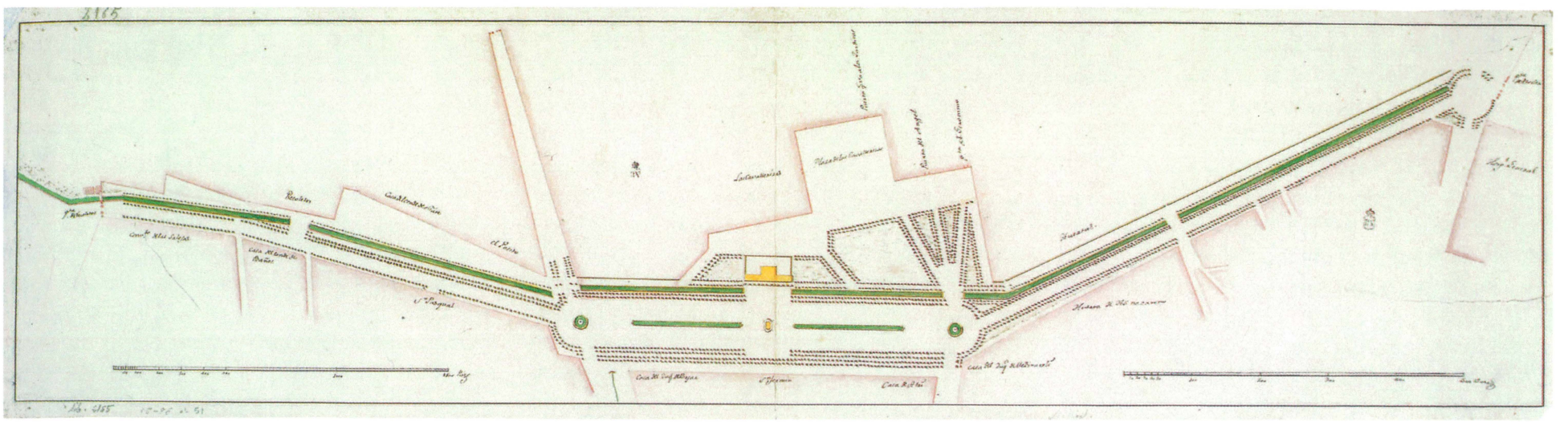
En esos años de gran crecimiento de Madrid, recordaba Fernando González Bernáldez[10], *había una escasa sensibilidad ecológica en autoridades y técnicos, y también de baja ética en lo relacionado con usos del suelo.* Pero ya existía la Comisión de Planeamiento y Coordinación del Área Metropolitana de Madrid (COPLACO) en el seno del Ministerio de



Inicio de la formación del Paseo del Prado, plano de Texeira, 1656

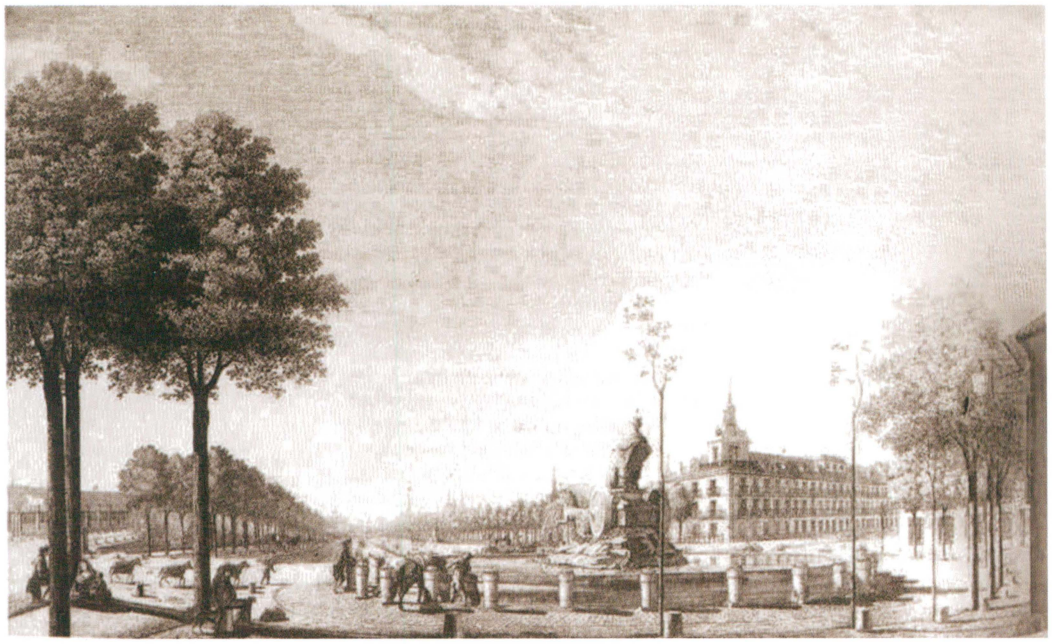


Paseo del Prado



Proyecto del Paseo del Prado, 1774

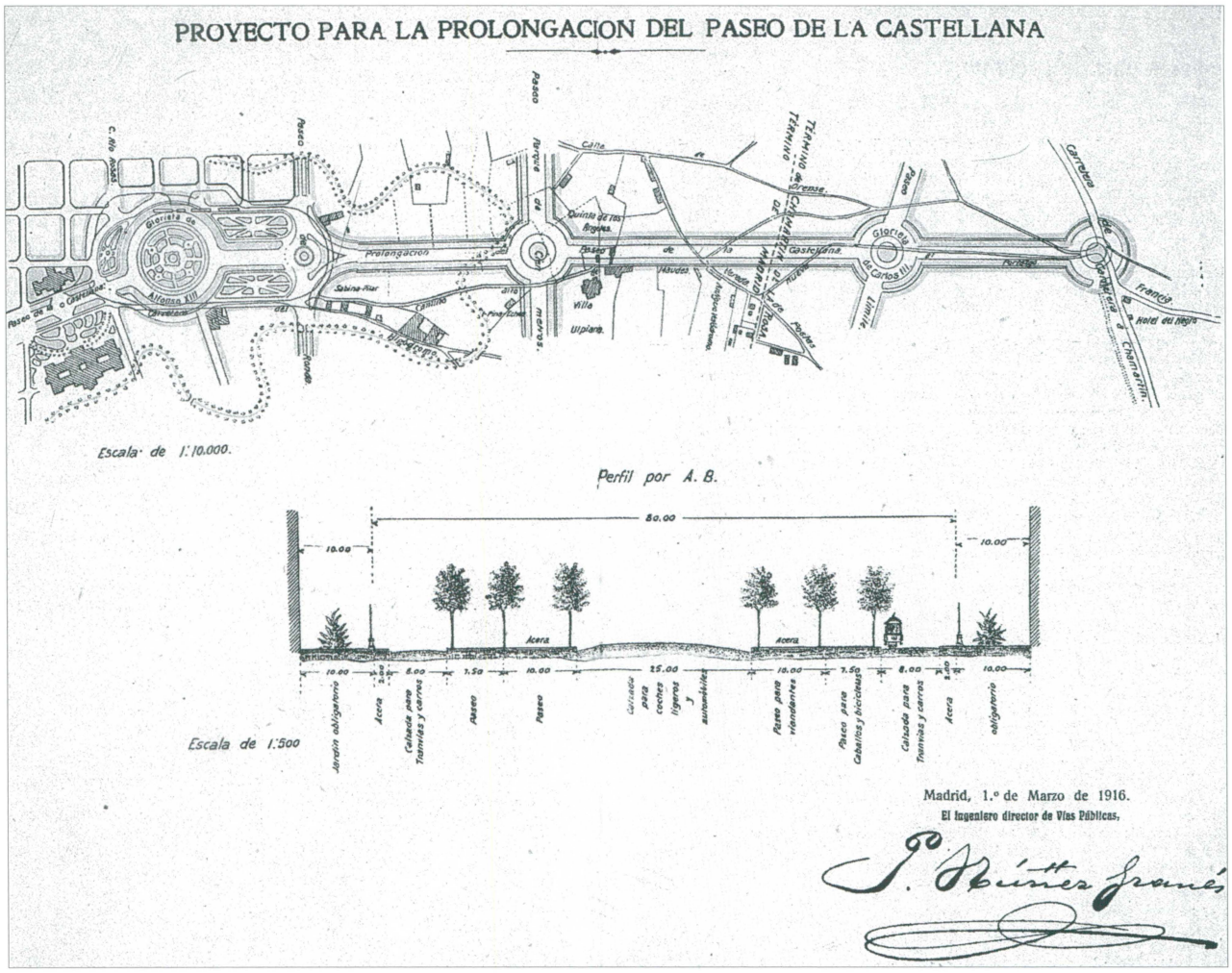
[10] El importante escrito de Fernando González Bernáldez se titula, *Cuarenta años de trastornos ecológicos* y forma parte de [121].



Vista de la Fuente de la Cibeles y el Palacio de Buenavista, J. M. Avrial y Flores, 1836



Paseo del Prado



Proyecto para la prolongación del
Paseo de la Castellana, P. Núñez Granés, 1916



Plano Remodelación Recoletos-Prado



Maqueta remodelación Recoletos-Prado



Vista actual del Paseo del Prado

Vista actual del Paseo de la Castellana



Perfil actual de Madrid desde la Casa de Campo: las torres de la Castellana



Hitos en la evolución de la Castellana

Algunos de los hitos más importantes en la génesis y evolución de la Castellana a lo largo de la historia han sido los siguientes:

■ En 1837, cuando la población de Madrid era de unos 215.000 habitantes, se propone prolongar el Paseo de la Castellana hasta la Fuente del Cisne (hoy cruce del Paseo de la Castellana con Eduardo Dato) y, después, hasta la Fuente Castellana (hoy Plaza de Emilio Castelar). El motivo de esta propuesta es la necesidad de expansión de Madrid, que únicamente puede crecer hacia el norte dado que hacia el este se encuentra la muralla construida en la época de Felipe IV (siglo XVII). Esta propuesta de ordenación determinará el futuro urbano de Madrid.

■ En 1860, cuando la población de Madrid era de unos 260.000 habitantes, el ingeniero Carlos María de Castro propone el Plan de Ensanche de Madrid, que es aprobado. Este Plan planifica la urbanización de los nuevos distritos de Chamberí, Salamanca y Arganzuela, ejecutándose en los años posteriores la práctica totalidad de la urbanización. El Plan propone una malla ortogonal alrededor de la ciudad histórica excepto por el oeste, donde está el río.

■ En 1929, cuando Madrid tenía alrededor de 1.000.000 de habitantes, se convocó un concurso internacional de anteproyectos para el trazado viario y urbanización de la zona comprendida entre el límite del Ensanche y el de su término municipal. Aunque el concurso fue declarado desierto, el anteproyecto del bilbaíno Secundino Zuazo y del alemán Hermann Jansen fue el primer seleccionado y el que sería la base de la prolongación de la Castellana. Algunos de los elementos más relevantes de la propuesta del Plan Zuazo-Jansen fueron los siguientes: 1) concebía la extensión mediante la estructuración establecida por el eje norte-sur de la ciudad, que incluía la prolongación de la Castellana; 2) la importancia del gran eje norte-sur demandaba la apertura al norte del Paseo de la Castellana, lo que exigía la demolición del Hipódromo Real, hoy ocupado por los Nuevos Ministerios, y 3) proponía una línea ferroviaria a lo largo del eje Prado-Recoletos-Castellana, con nuevas estaciones en Fuencarral y en la confluencia de la Castellana con Bravo Murillo, hoy Estación de Chamartín.

■ Después de la Guerra Civil, sería Bigador quien retomara la prolongación de la Castellana, a partir de la propuesta de Zuazo-Jansen. Esta propuesta entendía Castellana como espacio representativo de lo que debía ser la capital del imperio, situando en su entorno edificios emblemáticos del Régimen.

■ A partir de finales de los años 50 se empezaron a urbanizar los terrenos a ambos lados de la carretera de Francia, al norte de la Plaza de Castilla. En los años 60 se iniciaron los estudios para la ejecución de una vía perimetral de circulación rápida, la M-30, cuyos trabajos se iniciaron a principios de los años 70. La conexión de dicha vía rápida con la Castellana al norte de Plaza de Castilla requirió la construcción del Nudo Norte, junto al Hospital de La Paz, que se inauguró en 1975.

(Texto de Luis Irastorza) (ver 'Proyecto de prolongación de la Castellana' en pág. 264).

Planes sectoriales o territoriales

Obras Públicas que en 1972 *era relativamente progresista y destacaba por la presencia de especialistas jóvenes y entusiastas interesados en la búsqueda de una racionalidad en el planeamiento de un Madrid en vertiginosa expansión.*

Esa pretensión *entró en conflicto con una serie de intereses creados y con los designios de los grupos de presión y en 1976, tras un largo período de tensiones, los equipos más peligrosos de COPLACO fueron desarticulados mediante una operación que puso en la calle a unos cien profesionales. Sin embargo, los resultados de los estudios ecológicos siguieron influyendo en las actividades de COPLACO y se tradujeron en documentos como el Plan Especial de Protección del Medio Físico, cuyas recomendaciones permanecieron vigentes* [121:222].

COPLACO estaba integrada en el Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, y fue el primer intento de una planificación territorial, enfocada con una cierta independencia de la planificación sectorial. Hasta bien mediados los 1970, la inversión pública respondía principalmente a la lógica sectorial del organismo o administración inversora. Las prioridades se asignaban con criterios pretendidamente técnicos, sin tener en cuenta las demandas locales. La única vía para hacer valer los intereses de los ayuntamientos o diputaciones era la presión política directa sobre los correspondientes ministros o directores generales sectoriales.

Con alcaldes y concejales elegidos democráticamente, el modelo cambió y la dificultad radicó entonces en cómo establecer prioridades de gasto entre las solicitudes recibidas. Una posible solución era mantener la absoluta autonomía de las decisiones políticas y dejar libertad total de acción a una persona o una comisión que solía pedir informes técnicos pero decidía sin considerarse vinculada a sus contenidos.

Diferencia de dotaciones e inmigración

La creciente importancia de la dimensión territorial generó paralelamente una gran atención a la realización de inventarios del medio físico y de los edificios, obras y servicios necesarios. Se buscaba racionalizar la asignación de recursos con criterios de medio plazo, admitiendo sin embargo las correcciones políticas para viabilizar la ejecución de los planes.

Uno de estos inventarios[11] identificó las necesidades de inversión en los municipios madrileños, que incluía pavimentaciones, redes de distribución y alcantarillado, vertederos, edificios para el propio ayuntamiento o de servicios sociales, etc. En la búsqueda de su objetivo principal de equidad, estos inventarios de infraestructuras pusieron de manifiesto las enormes disparidades existentes entre municipios madrileños situados a muy poca distancia. Y las grandes carencias de los servicios más básicos en lugares muy próximos a la capital. En 1982, a sólo veinte kilómetros de Madrid había una decena de pueblos sin abastecimiento de agua y la mayoría no tenía alcantarillado ni pavimentación.

Las diferencias de modos y condiciones de vida entre la capital y los pueblos eran sustanciales y sus habitantes se mudaban a Madrid, tanto en busca de empleo como para mejorarlas. Y luego, cuando los programas de cooperación y los mayores presupuestos locales dieron sus frutos, se revertió la tendencia y muchos madrileños decidieron disfrutar de las nuevas ventajas de las recientes inversiones.

Nueva mirada territorial

Una de las primeras obras afectadas por esa nueva mirada territorial fue el cierre norte de la M-30, que finalmente no se logró hasta los 1990 con una notable modificación. El trazado inicialmente previsto partía del Nudo de la Paloma, seguía por las Avenidas de Costa Rica y Alberto Alcocer y atravesaba la Dehesa de la Villa. Posteriormente, fue trasladado hacia el Norte, si bien algún tramo no tiene características de autopista y es una vía con semáforos (Avenida de la Ilustración).

El ingeniero Antonio Figueroa, que dirigió durante muchos años las carreteras de Madrid desde el Ministerio de Obras Públicas, explica uno de los mayores fiascos de su diseño: *Por imposición del Ministerio de la Vivienda, el estadio Vicente Calderón hubo de arrimarse excesivamente al río para dejar sitio a unos edificios del patronato de funcionarios, invadiendo la banda de terreno prevista por la Canalización del Manzanares y contraviniendo la reserva como camino de sirga impuesta por la Ley de Aguas para todos los cauces. Ante la amenaza de una larga dilación por el enfrentamiento entre dos organismos estatales y la dificultad de derribar el estadio como quería el alcalde, se optó por pasar bajo los pórticos de la tribuna* [98:25].

De rodear a circunvalar

Ese tercer cinturón, con la denominación de M-30 que hizo fortuna y fue unánimemente aceptado, tenía un carácter completamente distinto al de las rondas. Se pensó como una autopista construida prácticamente *ex novo*, con control de accesos, sentidos de circulación separados y pasos a distinto nivel, aunque las estrecheces presupuestarias obligaron a reducir esas aspiraciones.

Conformaba una verdadera circunvalación, separada suficientemente del segundo cinturón, que discurría por los principales cauces y vaguadas conformadoras de la ciudad, pero contravenía en muchos puntos las normas básicas de una autopista (ver pág. 43).

Proyectos de nuevos anillos

El siguiente anillo tenía, en principio, otra vocación. El llamado inicialmente cuarto cinturón tenía como objetivo, según Figueroa, la conexión de los municipios y barriadas de la corona metropolitana, como Alcobendas, San Sebastián de los Reyes, Fuencarral, Hortaleza, Canillas, Barajas, Coslada, Vicálvaro, Vallecas, Villaverde, Orcasitas, Carabanchel, Campamento, Húmera, Aravaca, El Plantío. Se trataba de una vía ya por completo ajena a la propia ciudad y fue concebida sin apoyo de los planes urbanísticos, desde el Ministerio de Obras Públicas [98:25].

Sin embargo, la construcción de la M-40 supuso la consagración definitiva de la estructura polar de Madrid y de su consiguiente papel delimitador en los usos y valores del suelo. Algunos nuevos barrios logran destacar sobre

---

[11] Realizado conjuntamente por Antonio Sarabia y el autor en 1984.



Puerta del Sol, John Lewis



Puerta del Sol, nueva estación de cercanías





Puerta del Sol, vista actual

la malla polar de segmentos circulares y logran ser conocidos por su denominación, pero las referencias de ubicación son absolutamente generales.

A pesar de la expansión del Área Urbana, el centro sigue siendo referencia obligada de posición o desplazamientos y concentra muchas líneas de Metro y autobuses. La reciente construcción de una estación subterránea de cercanías en Sol ha acentuado su función de verdadero intercambiador central. Allí, no sólo se va o se viene del centro, también se transborda entre líneas de Metro, Cercanías o autobuses, como en otros Intercambiadores de la ciudad o quizás con mayor número de posibilidades, a pesar de no haber autobuses periféricos.

Un centro bien marcado

El esquema radial ha tenido también una fuerte influencia en el reconocimiento y valoración, incluso económica, de las áreas delimitadas por las vías de comunicación. La 'almendra' central está definida por la autopista M-30 y el exterior sigue entendiéndose como 'extrarradio', otra denominación claramente centralista. Y los sectores definidos por las 'radiales' concentran usos específicos: entre la A1 y la A2, residencias de un cierto nivel y aeropuerto, entre la A2 y la A3, dotaciones, servicios y logística, entre la A3 y la A4, más transportes y residencial, entre la A4 y la A5, residencias populares, entre la A5 y la A6, Casa de Campo, viviendas dispersas, educación y comercial, y entre la A6 y la A1, la reserva verde con unas pocas residencias y edificios de lujo.

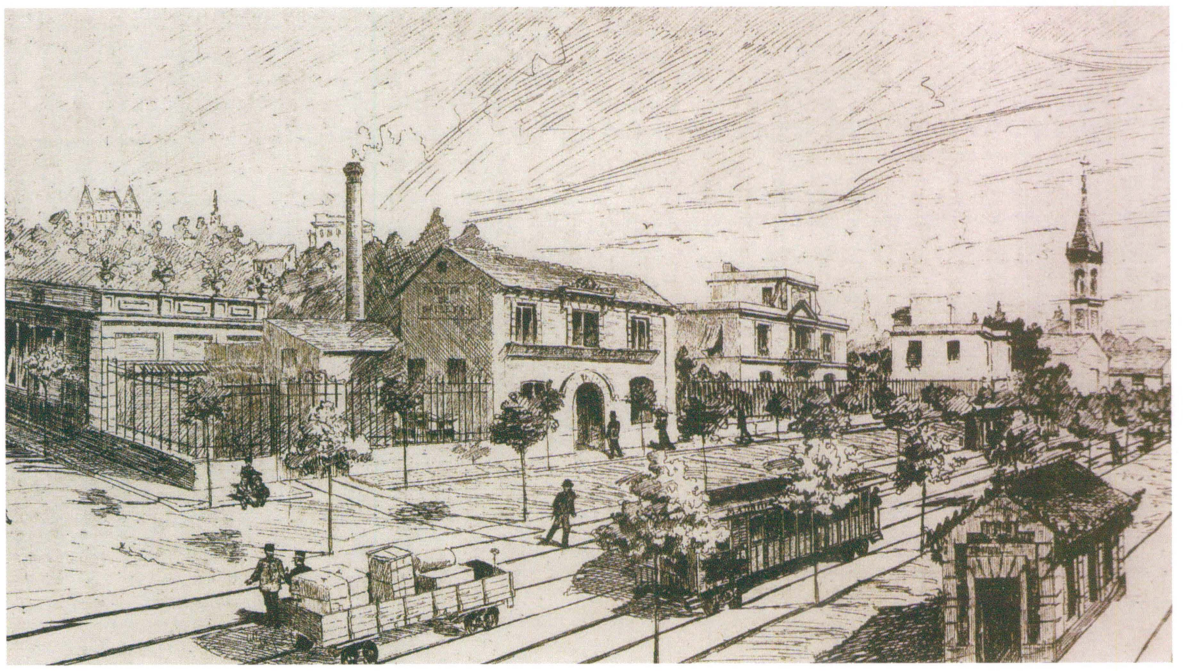
Estaciones de ferrocarril

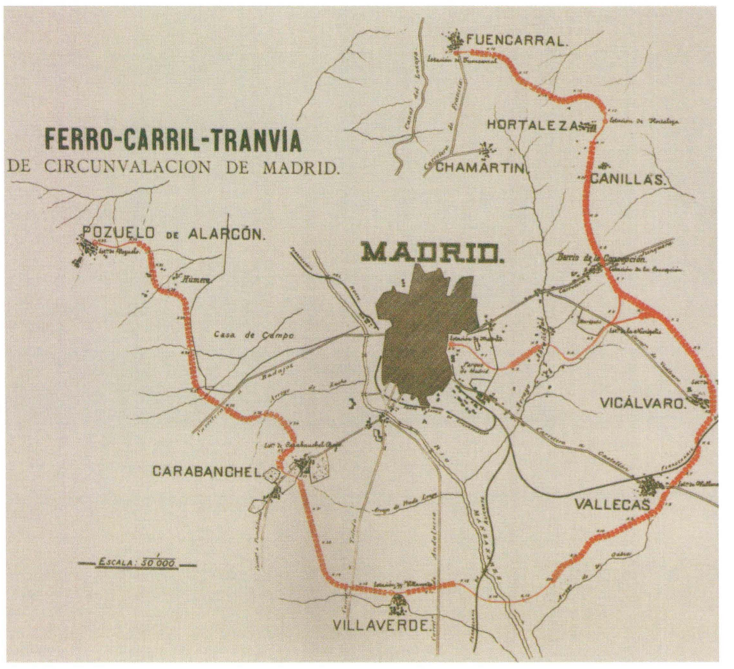
En principio, la presencia de carreteras tiene gran influencia en la ordenación espacial, pero su aparición o proliferación no suele generar dinámicas de población. Inicialmente, según Fernando de Terán, su materialización tuvo escaso efecto en el comportamiento demográfico. Sin embargo, se aprecia que las líneas de ferrocarril producen dinámicas expansivas en los términos de su entorno y dan lugar a modificaciones importantes en los asentamientos donde se colocan las estaciones. Lo ocurrido con la red madrileña de Metro, inicialmente utilizada para promover nuevos barrios de viviendas, es muy significativo al respecto.

En el siglo XIX, el ferrocarril demostró mayor incidencia territorial y más capacidad para producir una intensificación vital a su alrededor que la carretera [224:346]. No resultaría fácil determinar si las actuales pautas de ocupación resultan tan determinadas por las vías de comunicación, tanto carreteras como ferrocarriles. Antes del ferrocarril, se circulaba por los caminos en carros y diligencias, a velocidades muy bajas y con firmes malamente conservados. El ferrocarril supuso una verdadera revolución pero, desde hace años, unas líneas periféricas de autobuses bien gestionadas han demostrado plenamente su capacidad para proveer de transporte público de calidad, con costes mucho menores que los del ferrocarril.

Intervención del Metro por el Estado

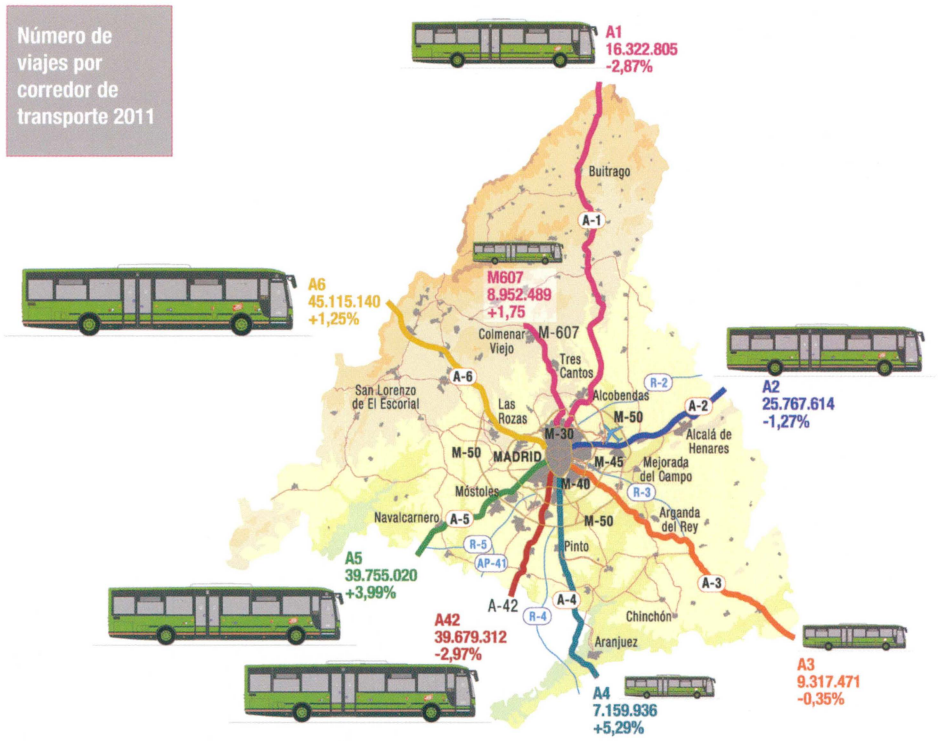
En el interior de la ciudad, el tranvía fue la opción inicial para el transporte público, primero con tracción animal y luego eléctrica, más tarde complementados con autobuses tanto en el casco como hacia los nuevos barrios. Madrid apostó pronto por el ferrocarril subterráneo. Desde su creación en 1917 el Metro fue ampliando de manera sostenida la red y el número de viajeros hasta el año 1969, cuando alcanza los 500 millones de viajeros al



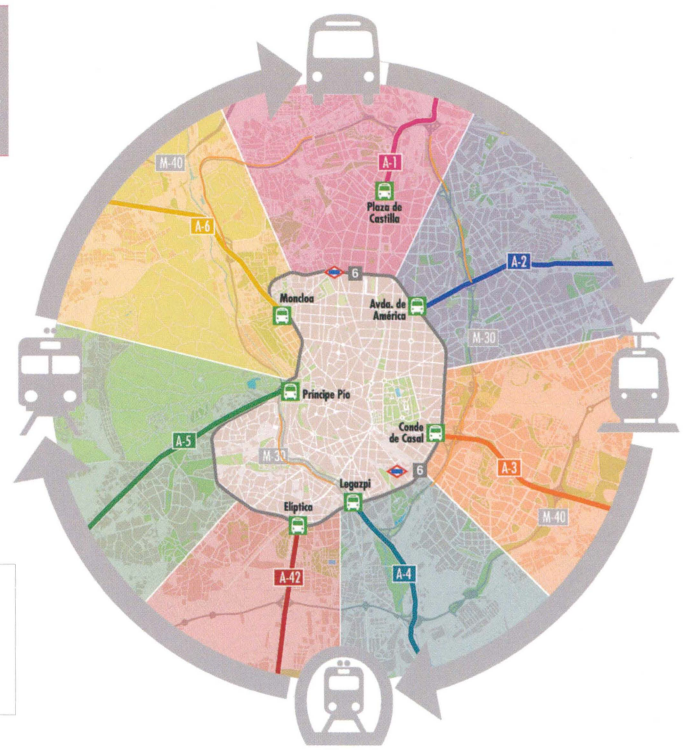


Presentación editorial del proyecto de Arturo Soria: 'Ferrocarril-tranvía de circunvalación de Madrid a Canillas, Hortaleza, Fuencarral, Vicálvaro, Vallecas, Villaverde, Carabanchel y Pozuelo. Datos y noticias referentes a su construcción y explotación', Madrid, 1892. Plano e ilustración

Número de viajes por corredor de transporte 2011



Reparto de corredores por intercambiador



Autobuses interurbanos e intercambiadores.
Fuente: Consorcio Transportes CAM

año. En 1967 se plantea su ampliación, siempre a cargo del Ministerio de Obras Públicas que fue responsable de la construcción de las líneas desde 1955.

A partir de 1969, el Metro pierde el favor de los madrileños, cayendo la ocupación hasta los 300 millones de viajeros de 1985 y empeorando la cuenta de explotación. En 1978, el Ministerio nombra un consejo de Intervención, que es presidido por el Ingeniero de Caminos Juan Torres Piñón y al año siguiente la sociedad se nacionaliza pasando a depender del Ayuntamiento y la Diputación Provincial de Madrid. A partir de entonces se retoma la construcción de líneas, realizándose 36 km en cinco años con la financiación del Ministerio de Transportes (ver pág. 30).

A mediados de los 1980 se empieza a contemplar el problema del transporte de una manera global y se puede desarrollar de manera eficiente. Como señala José Manuel Vasallo, *El transporte público es más eficiente que el vehículo privado en términos de consumo energético, ocupación de infraestructura y contaminación. Consecuentemente, el fomento del transporte público es positivo desde el punto de vista medioambiental.*

Transporte público

Es sin embargo difícil o imposible de financiar por los usuarios y requiere subvenciones sólo justificadas por esa eficiencia. *En cualquier caso*, concluye Vasallo, *no debe olvidarse que determinados modos de transporte, especialmente el metro, son muy costosos y sus subvenciones no han parado de crecer, por lo que debería llegarse a una solución de compromiso entre reducción de externalidades y la viabilidad de su financiación* [235:51].

En los 1960, la Empresa Municipal de Transportes (EMT) empieza a tomar decisiones significativas para la movilidad. Creada en 1947, sobre los restos de la antigua Empresa Mixta de Transportes Urbanos de 1933, había subsistido durante los 1950 sin muchos hechos relevantes. Gestiona la red de tranvías sin nuevas extensiones, pero pone en marcha la primera línea de trolebuses en 1950. En 1966 se suprime el servicio de trolebuses. Tres años antes se había suprimido la circulación de los antiguos tranvías abiertos, que permitían subir y bajar a los pasajeros en cualquier momento.

Autobuses urbanos



Intercambiador de Príncipe Pío

Red de Metro y Metro Ligero

Metro ML

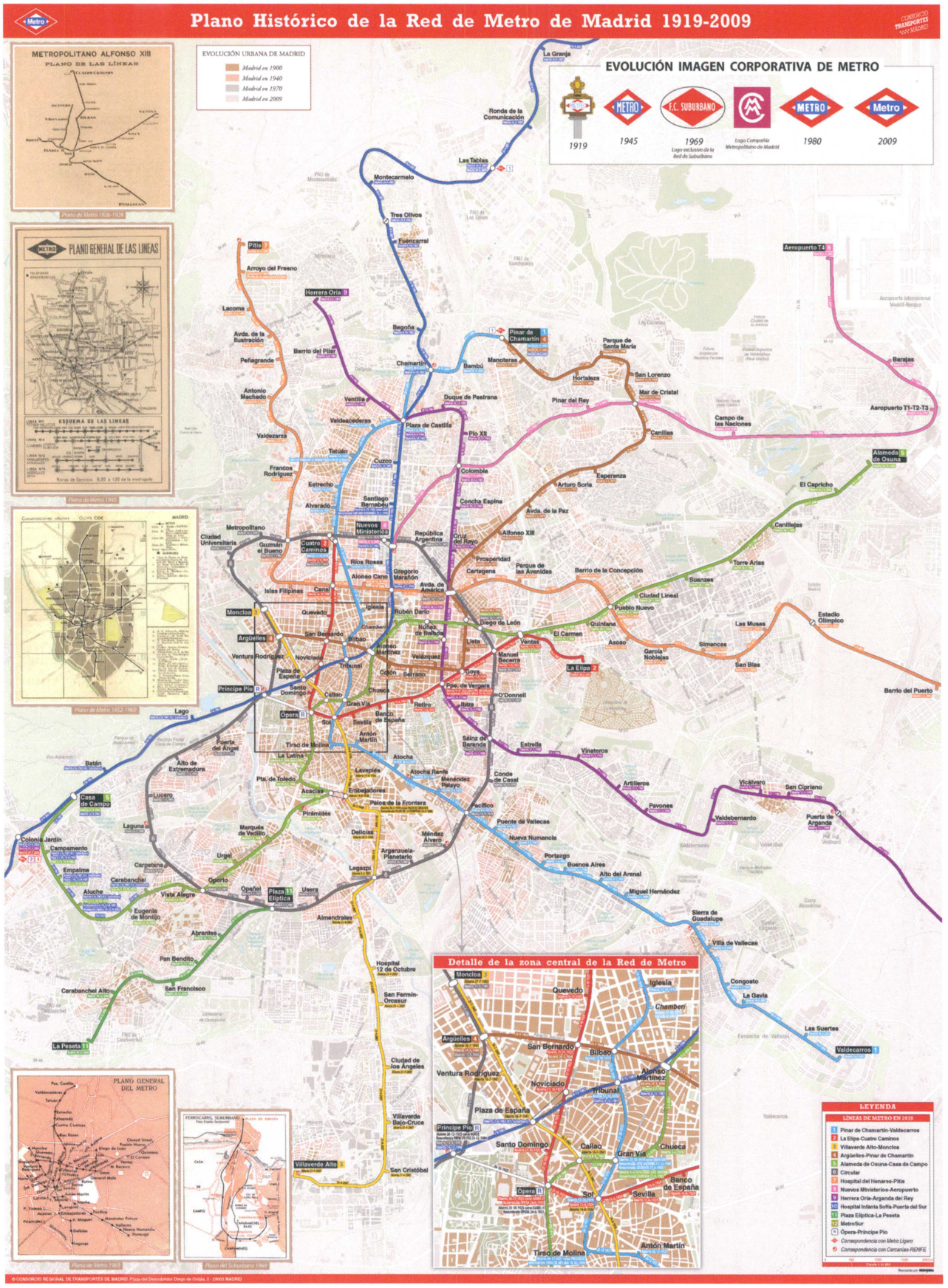
2013

LONGITUD DE RED (km)	294
Nº DE LÍNEAS	13
Nº DE ESTACIONES	237
Nº DE VIAJEROS (millones)	595

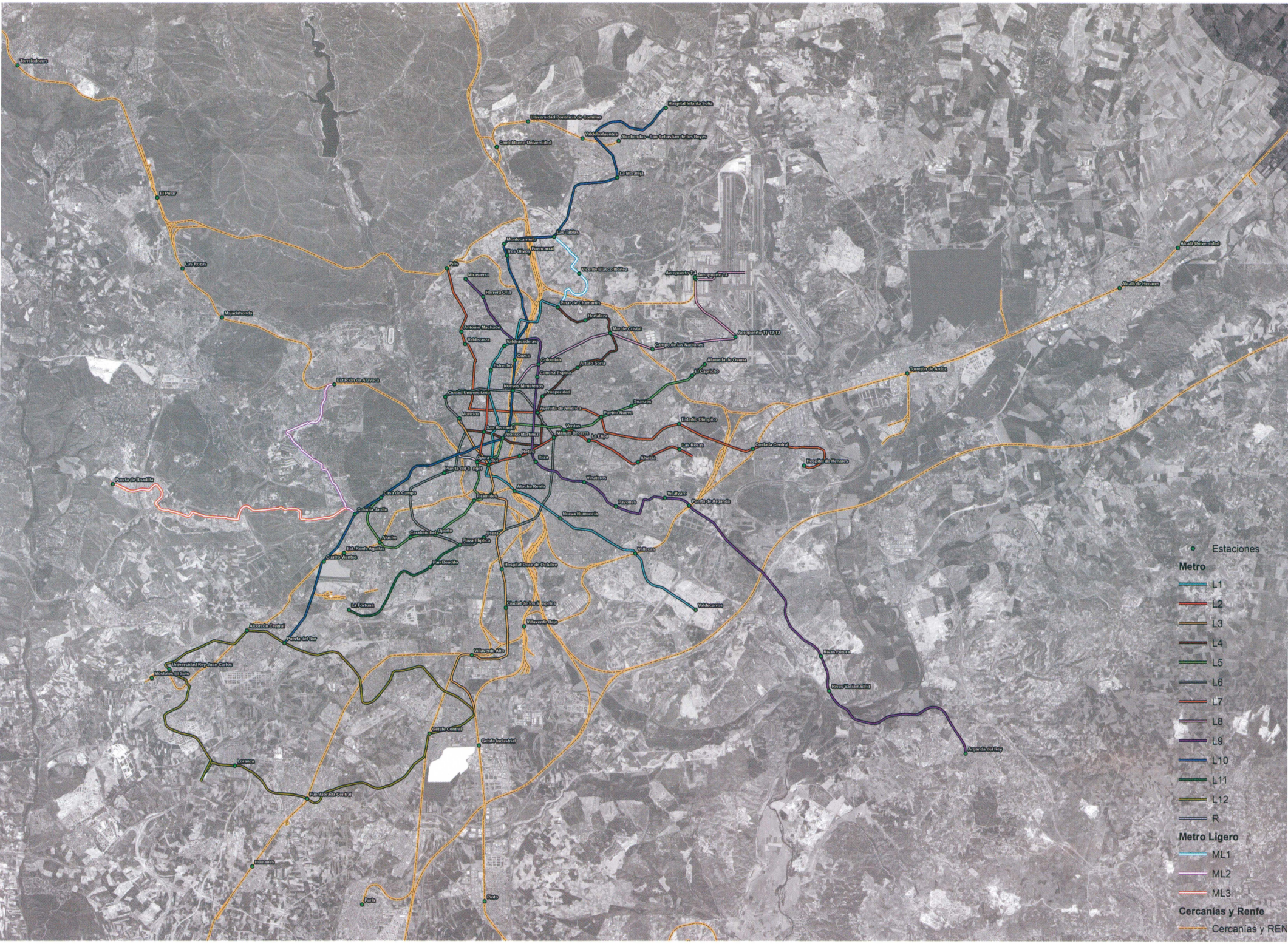


Esquema del Metro de Madrid 1919-2013.
Fuente: Consorcio Transportes CAM





Plano histórico del metro. Fuente: Consorcio Transportes CAM



Metro de Madrid [María José Ramiro Nuño]

La apuesta de la EMT por distintas formas de autobuses es ya definitiva. En ese mismo 1966 se sacan a explotación por empresas privadas ocho líneas de microbuses, en principio adecuados para líneas de pocos viajeros o recorridos por calles estrechas, que sólo aguantan hasta 1990. También entran en servicio los primeros autobuses articulados en las líneas de muchos viajeros y se disponen los primeros carril-bus en la ciudad. La red se extiende con las nuevas líneas a la Ciudad Universitaria y al Parque de Atracciones, y se cierra en 1970 con la línea circular Cuatro Caminos-Embajadores.

En los 1970, la EMT se fortalece como empresa y reafirma la supremacía del autobús sobre otros modos de transporte público. El 1 de junio de 1972 cierra las últimas líneas 70 y 77, con lo que desaparece definitivamente el servicio de tranvías. En 1974 crea la línea Colón-Aeropuerto y los búhos nocturnos. En 1975 municipaliza el servicio de microbuses, que se va sustituyendo por autobuses normales, y en 1976 crea las líneas Express. Se preocupa también por su imagen, sustituyendo el color azul por el rojo como color corporativo del material móvil en 1973, al modo de otras grandes ciudades, aunque ha vuelto al azul recientemente. También introduce mejoras de productividad en la flota, con nuevos vehículos sin cobrador y saca a la venta los primeros bono-bus de diez viajes en 1979.

Transporte aéreo

En países donde no existían medios rápidos de comunicación terrestre, el aeropuerto fue un punto de partida en la constitución de la primera malla de estructura territorial. En los más desarrollados, sin embargo, el avión simplemente suele consagrar los triunfos urbanos. En esa labor, la situación de un aeropuerto es más importante que su emplazamiento. Cuando su distancia al centro urbano es del orden de veinte minutos, el éxito es mucho más probable. El sitio natural importa menos en definitiva que el sitio creado, interpretado y transformado por el hombre, pues normalmente se pueden acondicionar las pistas y el área de aviones con un coste asumible dentro de la inversión.

Barajas se abrió al tráfico en 1930 y fue el primer aeropuerto civil español [229]. Tuvo durante largo tiempo un desarrollo esquemático, debido a que las directrices del transporte aéreo no podían prever la enorme evolución del avión y a que este desarrollo fue interferido muchas veces por criterios no estrictamente aeronáuticos. La explosión de la Guerra Civil española destruyó la navegación aérea que comenzaba a establecerse.

En 1958 se aprobó un plan que previó el importante desarrollo del transporte aéreo, contrastando con el deficiente estado de nuestros aeropuertos, incapaces entonces de atender el tráfico, y mucho menos el que se podía prever para el futuro. Esas consideraciones eran válidas, pero quedaron muy por debajo de la realidad al no tener en cuenta el aumento efectivo del turismo [79:313].

Crecimiento del tráfico de pasajeros

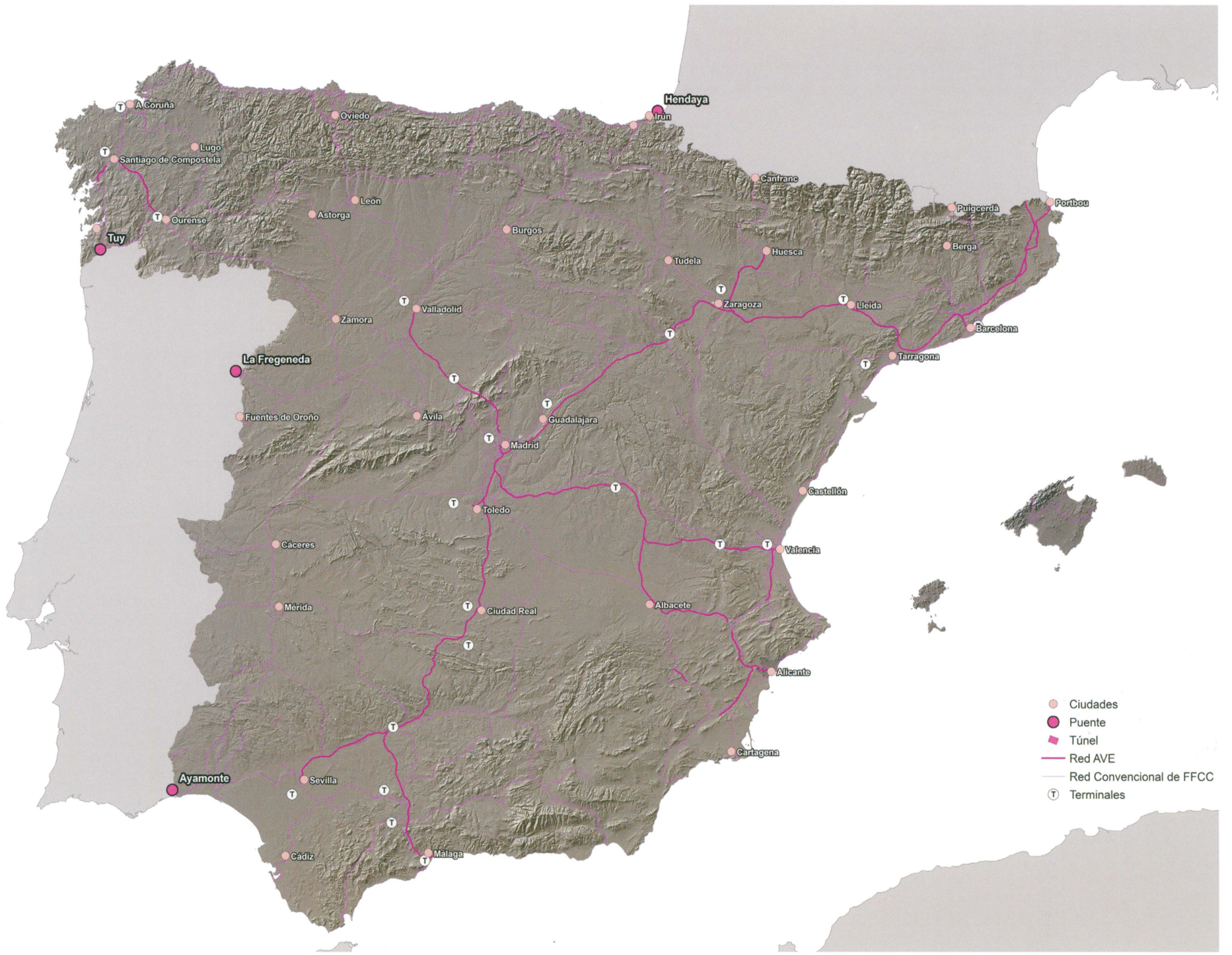
El aumento de tráfico de pasajeros superó en forma insospechada las previsiones que se hicieron al formular el primer plan y fue necesario ampliar el edificio terminal. Barajas resolvió los problemas de comunicaciones internacionales, pero no los domésticos. Se consiguió aproximar la capital a los grandes núcleos del litoral y a las islas, pero no se desarrolló el tráfico al resto de regiones, concentrándose en Madrid, Barcelona, Las Palmas, Málaga y Palma de Mallorca. El movimiento de pasajeros entre esos aeropuertos, que constituyen la Red Primaria de Comunicaciones aéreas Españolas, absorbían el 80% del tráfico aéreo total de pasajeros, mercancías y correos.

En España, las características de incremento del tráfico aéreo son sorprendentes. Cuando el aumento mundial de pasajeros responde a una cifra del 12%, la de Barajas es del 20% acumulativo anual, con puntas del 21% en 1968 y del 25% en 1969. En aeronaves, las cifras son del 8% y del 12%, respectivamente [79:317]. Como causa probable de ello se han apuntado las malas condiciones de las carreteras españolas, que propiciaron un tráfico aéreo doméstico insólito para un país de esas dimensiones. A pesar de ello, durante muchos años, en Barajas no se programaron sino las inversiones inmediatas.

Tráfico aéreo en España

	1941	1943	1945	1950	1955	1956	1960	1965	1970
Miles de pax	43	19	38	249	515	607	906	2.038	4.227
Miles aviones	3.5	-	2.9	13.6	23.5	-	31.0	49.1	82.0

Fuente: Dstis, 1973 [79:321].



Plano de la red ferroviaria [María José Ramiro Nuño]

Red ferroviaria de Alta velocidad

Cuando se decidió atender los problemas crónicos de la red de ferrocarriles, se presentó la oportunidad para una profunda revisión de tramos enteros de la red desde una nueva filosofía. Ya no se trataba de 'reparar' o 'rehacer' un tradicional punto negro, sino de afrontar un salto cualitativo de servicio, acorde con las prestaciones de los ferrocarriles de los demás países europeos. De ese modo, la idea inicial de instalación de vía doble en tramos conflictivos se transformó sobre la marcha en la adopción de la alta velocidad y el ancho de vía europeo.

El AVE acerca ciudades

Madrid es sin duda el gran beneficiario de la nueva red española de Alta Velocidad, pues todas las líneas la toman como origen. Esta racionalidad, llámese centralista o como se quiera, supone una nueva manera de encarar la problemática del ferrocarril, totalmente ajena al sistema concesional inicial. El primer AVE Madrid-Sevilla no sólo iba más deprisa, era un producto distinto al ferrocarril tradicional. Fue diseñado pensando en la comodidad del usuario y vendido como una nueva experiencia inspirada en el avión. Debía ser tratado de forma independiente al resto de los servicios ferroviarios que, instantáneamente, dejaron de existir. En consecuencia, el éxito inicial del AVE Madrid-Sevilla multiplicó las demandas de las demás ciudades y autonomías de todo el país para conseguir un servicio similar y el AVE se convirtió en una irrenunciable aspiración territorial. Como no podía ser de otro modo, Madrid era su centro.

Para distancias largas, el avión sigue siendo el medio preferido, o el único si se trata de acceder a islas o zonas separadas por el mar. Para distancias cortas, de menos de 100 km, el AVE es un modo de transporte rígido e inadecuado y cercanías da mejor servicio. Pero para distancias intermedias, el AVE se ha demostrado insustituible. Las ciudades situadas a distancias de una hora, o de una hora y poco más, pueden ser grandes beneficiarias de la alta velocidad, pues su alternativa no está en el avión sino en el coche. El tren ofrece un viaje cómodo de 60 o 70 minutos como máximo, frente a la alternativa de tres horas de carretera, que no puede competir salvo en precio cuando el vehículo es utilizado por tres o más personas [15:51].

Estructura y usos del suelo

Para ciudades como Ciudad Real, Valladolid o Cuenca el AVE se convierte casi en un cercanías respecto a Madrid. Guadalajara y Segovia están demasiado cerca pero, además, se perdió la oportunidad por la alejada ubicación de su estación. Zaragoza, Córdoba o Valencia están más lejos y aunque no se pueda hablar de cercanías, el AVE proporciona una imbatible conexión con Madrid. Como paso obligado para encauzar esas nuevas conexiones rápidas, la estación de Atocha ha sido remodelada dos veces, primero en 1992 para acoger el AVE Madrid-Sevilla y luego en 2010, para ampliar su capacidad con motivo del AVE Madrid-Valencia.

Todas esas mejoras en las vías de comunicación y los transportes han influenciado de forma decisiva la *estructura* de la ciudad. Pero el efecto del planeamiento en la determinación de los usos no puede ser desdeñado.





Máquinas y línea del AVE

El grado de ocupación del territorio urbano por elementos construidos o edificios suele utilizarse como primera aproximación, aunque nuevamente surgen similares problemas a los comentados con la concentración.

La definición de lo construido viene, como antes, afectada por la manera de situar los límites para medir el área ocupada por los edificios. En zonas de viviendas aisladas, por ejemplo, cabe considerar como superficie construida sólo la huella de la casa o hacerlo con toda la parcela. Lo mismo sucede con edificios de varias plantas que disponen de zonas verdes comunes. En general, suele computarse la ocupación o superficie artificialmente ocupada, considerando separadamente la parte de ella que corresponde a la edificación.

Comparación con otras ciudades

También vuelve a ser necesaria la comparación con otras ciudades, para disponer de niveles de comparación que permitan apreciar mejor las cifras abstractas. La comparación está ahora más centrada en las ciudades españolas, dada la dependencia de las normas locales respecto a la legislación nacional. Y de nuevo se han elegido las ciudades más pobladas para efectuar la comparación entre entidades con cierto grado de homogeneidad.

La ciudad con mayor porcentaje de superficie artificial no es Madrid, que ocupa la tercera posición con un 55%, sino Barcelona con un 78,8%, seguida de Sevilla con un 61%. Probablemente, las zonas verdes de El Pardo y Casa de Campo rebajen el índice de Madrid, mientras que las áreas verdes de Barcelona situadas a similar distancia del centro pertenezcan a otros términos municipales.

Crecimiento de lo artificial

La evolución de esa superficie artificial es reveladora del elevado nivel de construcción de los últimos veinte años. La ciudad donde más se ha incrementado porcentualmente la superficie artificial es Murcia con un 99,3%, es decir, prácticamente se ha doblado en veinte años. Madrid ocupa el cuarto lugar con un 45,3%, detrás de Zaragoza y Palma de Mallorca. Barcelona y Bilbao ocupan los últimos lugares, con un proceso de ocupación del territorio municipal prácticamente detenido.

En cuanto al porcentaje de la edificación sobre esos suelos artificiales, Madrid tiene un 26,7% y ocupa el séptimo lugar de la tabla. Ello puede ser debido a la gran cantidad de superficie artificial dedicada a dotaciones y viales. La ciudad con mayor porcentaje de edificios respecto a la superficie artificial es Barcelona, con un 51,8%, seguido de Valencia con un 45,6% y Las Palmas con un 41,2%.

Ocupación del suelo en 2010

		Corine Land Cover			Superficies artificiales (% sobre superficie municipio)	Edificación	
		Ocupación artificial en 1987 (ha)	Ocupación artificial en 2006 (ha)	Evolución ocupación artificial 1987-2006 (%)		Total edificación sobre artificiales (%)	Edificios entre medianeras %
1	Madrid	21.931	31.869	45,3	55,5	26,7	58,3
2	Barcelona	7.964	8.339	4,7	78,8	51,8	54,4
3	Valencia	4.061	5.176	27,5	40,3	45,6	64,9
4	Sevilla	6.341	7.446	17,4	61,1	20,0	49,2
5	Zaragoza	7.183	12.130	68,9	14,4	29,5	15,3
6	Málaga	5.615	6.839	21,8	21,6	24,2	30,0
7	Murcia	3.480	6.938	99,3	10,7	32,4	37,2
8	Palma	4.592	6.973	51,9	28,9	40,9	29,0
9	Las Palmas	2.643	3.626	37,2	41,4	41,2	32,9
10	Bilbao	1.522	1.528	0,4	46,7	25,8	44,5
Valor medio		6.533	9.086	42	45	38	45

Fuente: Ministerio de Fomento, 2010 [167:236].

Compacidad

Por último, el porcentaje de esos edificios que están situados entre medianeras da una idea de la 'compacidad' de lo construido o de su formalización en manzanas cerradas, frente a la 'dispersión' de las viviendas aisladas. Así entendido, la ciudad más compacta sería Valencia con un 64,9%, seguida de Madrid con un 58,3% y Barcelona con un 54,4%.

En principio, un alto porcentaje de edificios entre medianeras implica una mayor definición de las calles, una distinción más marcada entre los espacios públicos de tránsito y los privados de residencia, aunque puede haber otros factores que expliquen las diferencias.

Detalle de la ocupación

Esa hipótesis sobre el significado comparativo de los anteriores parámetros se desvela con el estudio pormenorizado de la ocupación del suelo y la cobertura artificial en Madrid, ya sin compararlo con otras ciudades. El área verde, suma de parques y zonas verdes urbanas más las zonas forestales y dehesas, más las láminas de agua ocupa el 46,6% y asciende al 52,2% si se añaden los cultivos, en total más la mitad del territorio municipal.

Otros usos

Por su parte, el porcentaje de suelo urbano en su conjunto es del 22,1% y el dedicado a vías de comunicación y elementos de transporte es del 10,3%

En la siguiente tabla se pueden apreciar con mayor detalle los valores absolutos de cada una de estas clases de ocupación de suelo. Aparecen también algunas categorías no mencionadas, como las 5.574,1 ha de suelo no edificado, un 16,6%, y las 2.697,1 ha en construcción, un nada desdeñable 8% del territorio municipal. La suma de las dos últimas cifras supone prácticamente la cuarta parte del territorio municipal, cifra que cualquier planeamiento responsable debería corregir a la baja dado el gran número de residencias vacías existente en la ciudad.

Es también notable la existencia de un 8,9% del territorio dedicado a extracción y vertidos, que en otras grandes ciudades se mueve entre el 1 y el 4%. Dado que los grandes vertederos de residuos sólidos están

Ocupación del suelo de Madrid

Urbano. Casco	0,8
Urbano. Ensanche	20,9
Urbano. Discontinuo	0,4
Otras construcciones	0,1
Artificial no edificado	1,8
Agrícola residencial	0,1
Huerta familiar	0,0
Dotacional	7,4
Parques y zonas verdes urbanas	5,6
Terciario	1,5
Industrial	3,4
Infraestructuras de transporte	10,3
Infraestructura energía, agua y otras	1,4
Explotaciones agrarias y forestales	0,1
Minas y canteras	1,4
Cultivos	5,6
Zonas forestales y dehesas	38,1
Aguas continentales	0,9
Zonas húmedas	0,0
Terrenos con poca o nula vegetación	0,2
Total	172

Fuente: Ministerio de Fomento, 2010 [177:66].

Detalle de las coberturas simples artificiales

	ha	%
Edificación	8.956,0	26,7
Edificio entre medianeras	5.221,2	58,3
Vivienda unifamiliar adosada	365,4	4,1
Vivienda unifamiliar aislada	675,3	7,5
Edificio aislado	1.419,6	15,9
Naves	1.274,5	14,2
Otros	0,0	0,0
Zona verde artificial arbolado urbano	6.265,9	18,7
Lámina de agua artificial	330,1	1,0
Vial, aparcamiento, peatonal sin vegetación	7.194,9	21,4
Suelo no edificado	5.574,1	16,6
Otras construcciones	2.278,8	6,8
Zonas de extracción o vertido	2.984,4	8,9
Coberturas simples artificiales. Total	33.584,1	100,0
Coberturas simples artificiales en ha y % de construcción	2.697,1	8,0
% Coberturas artificiales sobre sup. municipal		55,5

Fuente: Ministerio de Fomento, 2010 [177:66]

ubicados mayoritariamente fuera del territorio municipal, se trataría de zonas de extracción, graveras o minas, como la de sepiolita situada en el propio aeropuerto de Barajas.

A principios de los 1990, el resultado de tanta construcción no era excesivamente brillante. Como decía Arturo Soria, *Considerada como artefacto o conjunto de construcciones, Madrid nunca fue una maravilla. Su situación era buena y también lo eran su cielo, su aire y su agua. Pero las construcciones que sobre su solar se levantaron no fueron particularmente llamativas si se las compara con las que hay en otras grandes ciudades europeas* [221:9]. Y tampoco las vías de comunicación y el transporte público eran comparables en funcionalidad o monumentalidad, quizás con excepción del eje de la Castellana.

El Madrid construido

Pero, desde la caída de la dictadura, los acuerdos políticos entre las fuerzas sociales hicieron que la ciudad tomara otro rumbo y se convirtiera en la nueva imagen de España que señalaba Juan Pablo Fusi. En los últimos 30 años se ha construido mucho y bien en Madrid [11], [12], [13], [14], [15]. La estructura viaria y el transporte público son modélicos y sólo se les podría acusar de excesivos. Se han construido nuevos y excelentes edificios institucionales y se ha restaurado todo el patrimonio valioso e incluso muchas piezas de escaso interés. También, quizás, en exceso a la vista de las dificultades de mantenerlo en épocas de crisis. Y es, ya sin duda, excesiva la urbanización y la construcción residencial en el área urbana, resultando en un paisaje de solares y viviendas vacías ciertamente desolador.



Edificios en el complejo AZCA

EL PERÍODO DE INTERVENCIÓN EN EL METRO

Juan Torres Piñón
Ingeniero de caminos

El Metro de Madrid, inaugurado en octubre de 1919, fue en sus inicios ejecutado y gestionado por la Compañía Metropolitana Alfonso XIII, sociedad privada constituida en enero de 1917, en la que el rey Alfonso XIII participaba personalmente en el 10% del capital.

Su evolución, a partir de entonces, se adecuó a las necesidades de movilidad de los ciudadanos, al crecimiento de la población de Madrid y a la situación de la economía del país; pasando por relevantes y muy traumáticos avatares de forma significativa desde 1936 a 1940.

En septiembre de 1955 se promulgó el Decreto Ley del Régimen Compartido de Financiación de la Compañía Metropolitana de Madrid, en el que se estableció que de la financiación del Metro se encargaría por una parte el Estado, ejecutando las infraestructuras de las nuevas líneas y por otra la Compañía Metropolitana de Madrid que a partir de ese momento se encargaría de la explotación comercial y del mantenimiento de las instalaciones y servicio, así como de la compra del material móvil y de su mantenimiento.

Previendo la tendencia de crecimiento de la población de Madrid, se planteó en el año 1967 la ampliación de la red metropolitana.

Desde el comienzo de los 1970 el Metro de Madrid comenzó a tener serias dificultades económicas. El Gobierno controlaba el régimen tarifario y los salarios del personal de la Compañía, y dada la descompensación de los mismos, se produjeron los resultados económicos negativos que llevaron al Metro a un importante proceso de descapitalización y disminución del mantenimiento de las Instalaciones. En esta fecha el Metro tenía una red cuya longitud era de 64,3 km.

Ante esta situación, el Estado decidió intervenir la compañía mediante el Real Decreto Ley de 7 de julio de 1978 y puso en manos del Ministerio de Transportes su control; transfiriendo su gestión a un Consejo de Intervención.

El 9 de noviembre de 1979 la Sociedad se nacionalizó y pasó a ser propiedad del Ayuntamiento y de la Diputación Provincial de Madrid. La nacionalización permitió disponer de medios para mejorar las infraestructuras y tomar las medidas de seguridad que eran demandadas imperiosamente.

La construcción de la ampliación prevista se puso en marcha y la financiación corrió en su totalidad a cargo del Ministerio de Transportes, consiguiendo que a primeros de junio de 1983 el Metro alcanzase una longitud total de 100 km.

A mi llegada a la Presidencia del Consejo de Intervención, a principios del año 1979 me reafirmé en la necesidad y acierto de la decisión tomada. La situación en aquel momento del personal de la Compañía era de inquietante expectación, porque aunque tenía claro que era el Metro un Servicio Público, sabía que no había sido factible mantenerlo como empresa privada debido a las pérdidas acumuladas producidas por el incremento de los gastos de explotación y mantenimiento y por el menor crecimiento de los ingresos directos de los usuarios provocado por estar limitado el incremento del coste de billetaje, debido a las necesarias consideraciones de tipo social y económico y además por la disminución significativa del número de usuarios en los últimos años.

Se tenía claro por parte del Estado que Madrid precisaba de una infraestructura subterránea que posibilitase el mantenimiento de su desarrollo metropolitano como capital y mantuviese el atractivo tradicional de su convivencia.

Es de destacar que en los primeros sesenta y nueve (69) años de la Compañía se construyeron 64 km, es decir menos de un (1) km por año. En los cinco años transcurridos, desde 1978 a 1983 se construyeron treinta y seis (36) km, es decir más de siete (7) km por año, todos ellos proyectados, financiados y construidos por el Ministerio de Transportes.

Fue aquel impulso el que ha conseguido que hoy el Metro de Madrid cuente con una red viaria de 284 km siendo la sexta del mundo y la tercera de Europa en extensión y la quinta del mundo por número de estaciones

Es evidente que la decisión de nacionalizar el servicio público tomada en el año 1978 ha posibilitado que Madrid tenga hoy un transporte público, soportado básicamente por el Metro, que ha proporcionado a los ciudadanos una importante mejora en su movilidad. Ha sido también significativo el cambio de mentalidad en la gestión de la Compañía que ha supuesto y posibilitado su positiva evolución durante estos últimos años.

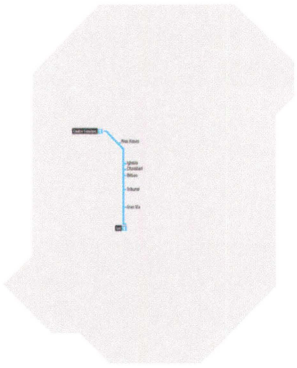
En el año 1979 se iniciaron las campañas de publicidad para atraer viajeros al Metro, campañas que se han mantenido durante largos períodos y que consiguieron acercar a nuevos usuarios e incrementar significativamente el número de viajeros. En el año 1977 el número de viajes anuales no alcanzó los 390 millones y en el año 2007 se alcanzó la cifra de 680 millones de viajes anuales.

Entonces se cambió y actualizo la señalización para facilitar al usuario la circulación por la red, posteriormente puesta al día con sucesivas ampliaciones. También se comenzó a dotar a las estaciones de Metro con servicios comerciales que han permitido al viajero encontrar locales de consumo y puestos de servicios; lo que le ha dado un mayor atractivo y animación al ambiente subterráneo.

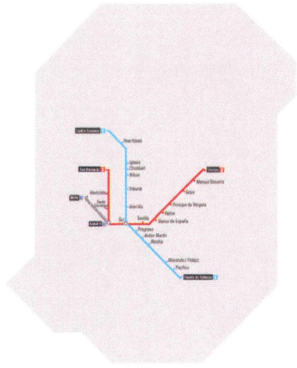
Fue en estos años cuando se aceleró la renovación e innovación del material móvil. A su vez se incrementó el despacho automático de billetes. También se implantaron distintos sistemas de abono al transporte público municipal y autonómico, lo que ha posibilitado al usuario de dicho transporte que el coste del mismo haya ido disminuyendo, contabilizado en moneda constante.

En definitiva no parece desproporcionado asumir que uno de los aspectos más significativos de la renovación y mejora de la ciudad de Madrid como urbe, haya sido la renovación y crecimiento de la infraestructura viaria y de su transporte público.

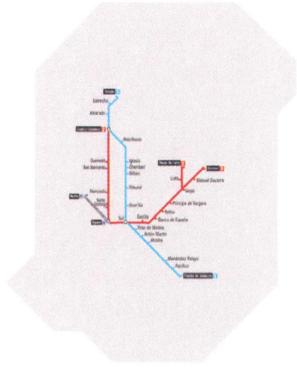
(Texto de Juan Torres Piñón, presidente del Consejo de Intervención desde 1979 a 1983).



1919 3,5



1925 13,5



1935 20,3



1945 25,6



1955 27,6



1965 42



1975 62



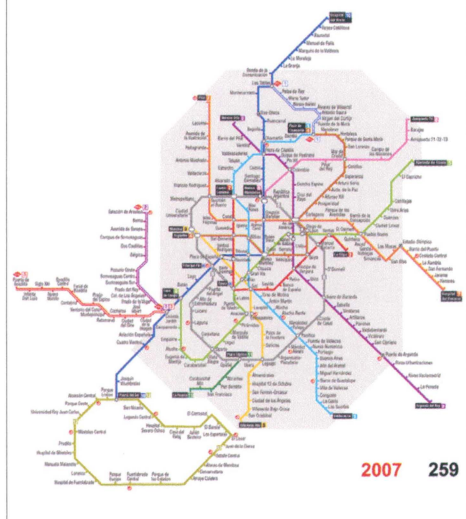
1985 99



1995 116



2003 226



2007 259



2013 294

EL PLAN DEL 85: OTRA VEZ UN REFERENTE

Eduardo Leira
Arquitecto y redactor del Plan

El Plan de Madrid de 1985 fue un gran plan, no exento de polémica, en el que se introdujeron muchas innovaciones. La primera de ellas fue la constitución de un ente específico para acometerlo: la Oficina del Plan. Estaba en unas parcas oficinas en las antiguas cocheras de la EMT, al lado de, pero no en, la propia Gerencia Municipal de Urbanismo.

Conseguimos constituir una empresa pública, del Ayuntamiento, pero con personalidad jurídica y económica propias. Negociábamos una vez al año el presupuesto. Lo gestionábamos casi como una empresa privada. Ahora, 30 años después, no choca. En aquel momento fue un verdadero hito.

Respondíamos a un singular entusiasmo, producto del momento histórico que tuvimos la suerte de vivir: el de la transición política, estrenando democracia. Es difícil de trasmitir sin haberlo vivido, resulta ciertamente irrepetible.

Fuimos unos cincuenta a lo largo de 4 años. En el Plan, como colaboradores externos, trabajaron más de 400 personas, incluyendo los que participaron en el innovador ejercicio de las '50 ideas'. Se gastaron algo más de 200 millones de euros, lo cual estaba enmarcado en el orden de gasto reconocidamente cabal para un plan de una gran ciudad.

Hicimos el Plan en cuatro años, todo un récord que se mantiene. En el camino hicimos, como pensábamos que correspondía, bastante ruido. Innovamos también en lo que después se ha prodigado pero seguramente no con tanta convicción y dedicación. El plan, obra colectiva, tenía que ser conocido y difundido, para poder ser, como también se pretendía, participado. Lo conseguimos. Hicimos para ello varias campañas publicitarias. La primera, la del Avance del Plan, en 1981, fue la pionera y de mayor alcance.

Todavía me emociona oír la canción de Sabina 'Pongamos que hablo de Madrid'. La utilizamos como base, con mensajes del Plan intercalados, para las cuñas de radio. Un día, Madrid amaneció 'empapelado', con más de 400 vallas diciendo 'Tenemos un Plan' y esas cuñas. Anunciábamos un libro, *Recuperar Madrid*. Ello nos permitió contar con una tarifa reducida en los anuncios en TV. En aquel momento se subvencionaba la cultura. Hicimos lo que creo que fue un hito en una campaña institucional, un spot de la restauración de un cuadro de la Puerta de Alcalá cuyo final era una fantasmagórica imagen invertida, tan surrealista como ilusionante, en que la Puerta se recortaba en un cielo azul con nubes muy blancas. El libro anunciado, que se vendía en los kioscos, fue durante semanas un best-seller.

Un Plan de Urbanismo, un plan de ciudad, constituía algo totalmente nuevo e inusitado para una agencia de publicidad. Tuvieron que aprender cómo comunicarlo, como nosotros y con nosotros. Todos, en ese fascinante momento, estábamos aprendiendo.

Rechazamos la primera propuesta de campaña, con organillo y casticismo. No era eso. Se diseñó una segunda campaña, la de la *Puerta del Alcalá, que no por casualidad pasó a convertirse en símbolo de Madrid*. De un nuevo Madrid pleno de modernidad que, junto a su modernización, contribuimos a implantar, y después a construir, con el Plan. El símbolo perdura: ha sido la base del logo del Madrid olímpico 2020.

No hay que olvidar que, liderados por el gran Alcalde Tierno, estábamos en los primeros años 80, en el momento de la *movida madrileña*. Movimiento impreciso, constituyó sin duda una autoafirmación de Madrid, de un Madrid que quería superar el lastre de haber sido el centro político del franquismo. El lema del Plan, 'Recuperar Madrid', aunque pudiera suscitar controversia, constituyó un lema adecuado. Respondía, y así se constató, a *un creciente nuevo sentimiento: nos gustaba Madrid y queríamos mejorarlo.*

Más allá de su reconocido impacto mediático y su aceptación ciudadana, fue un *Plan técnicamente sólido.* El Premio Nacional de Urbanismo estuvo plenamente justificado. El Plan constituyó un referente en los años 80, en el momento que, con acierto, el gran maestro Solá Morales acuñó como el del *urbanismo urbano.*

Se hizo la disección y sistematización de cada rincón de la ciudad, diferenciando las áreas que se regulan de forma finalista y directa, de las porciones que se remiten a un planeamiento de detalle posterior. Ello constituyó una verdadera innovación técnica, incluso reconocida por sus detractores. Hoy, 30 años después, todos los planes lo hacen como si fuera obvio. No lo era entonces.

Pero, más allá de su sistematización, *el Plan introdujo muchas innovaciones*, algunas enseguida cuestionadas por su 'peligro' ante ciertos intereses, y otras sólo reconocidas de hecho con el paso del tiempo.

En 1989, transcurridos los primeros cuatro años de la entrada en vigor del Plan 85, y en ausencia aún de toda nueva urbanización, escribí un artículo de reflexión posterior sobre su condición de *Plan de Transformación*. En ese enfoque, y con ese carácter, fue realmente pionero y adelantado a su tiempo. *La extensión de la ciudad, en definitiva su crecimiento físico, fue contemplado de hecho en un segundo término*, pese a haber sido siempre considerada, hasta entonces, como expresión del 'modelo de ciudad' que todo plan encerraba. Quizás por primera vez, *el Plan de Madrid aborda abiertamente la puesta en valor de la ciudad existente*, frente a su relativo abandono, de hecho, ante el protagonismo siempre otorgado a la sempiterna extensión. Esa valoración se hace mediante su conservación y en su caso remodelación, introduciendo conceptos como el de sutura y continuidad de los tejidos, que tan en boga

puedan estar hoy. Ello sí que significó adelantarse a su tiempo. También lo fue la introducción de la reparcelación económica que, anulada por los tribunales, no hacía sino monetarizar la economía de trueque, a la que parecen estar relegadas excluyentemente las compensaciones de suelo. Bien se hará necesario ese tipo de reparcelación en Suelo Urbano si se quiere aplicar hoy la reciente Ley 8/2013, en que por fin se ha tenido que reconocer el protagonismo que merece la ciudad consolidada. Ha hecho falta la gran crisis para que se produzca ese reconocimiento, pero más vale tarde que nunca.

La focalización en la ciudad existente, junto a la intención, declarada de inicio como pragmático objetivo, de que el Plan fuera útil y aplicable desde el momento mismo de su entrada en vigor, constituyó uno de sus nunca reconocidos éxitos. En el segundo quinquenio de los 80, con la entrada de España en la Unión Europea y sus consecuencias, estalla la primera explosión de sobredemanda financiera de vivienda. Ante ésta el Plan 85 resulta claramente funcional: *ha desbloqueado en términos de gestión, y por tanto puesto en valor, enclaves en el área central de la ciudad* que permiten canalizar, de forma inmediata (sin largos procesos previos de ordenación y urbanización), el ímpetu inversor que esa demanda genera. El ejemplo más claro es quizás la prolongación de Príncipe de Vergara (extraño trozo de avenida del centro de Madrid que estaba sin hacer), donde ahora se ubica el nuevo Auditorio Nacional de Música. Además de poner en juego y valor un enclave atractivo, en términos de mercado, esta área muestra también lo que el Plan propició en el seno de toda la ciudad: *la incorporación de nuevos equipamientos*, tanto singulares, de nivel ciudad, como es el Auditorio, como de ámbito menor, distrital o local.

En ese sentido, el éxito del Plan no tiene discusión, sobre todo en lo que respecta al manifestado objetivo de *reequilibrio Norte/Sur de la ciudad*, una vez constatadas, tras el concienzudo diagnóstico previamente realizado, las grandes diferencias acumuladas entre las dos mitades de Madrid, tanto dentro de la Almendra (al interior de la M-30) como fuera de ella. Ese éxito ha sido después plenamente reconocido, al haber puesto en marcha una labor continuada durante décadas, con el apoyo del siguiente Plan que, en esto, mantuvo la tendencia iniciada por el Plan 85. De hecho, con la lógica aproximación más contenida con que podíamos formular las propuestas de Actuación, nuestra *enfática propuesta estructural sobre el Manzanares*, sólo estaba en el Sur, y trataba de compensar a éste.

Baluarte del Plan fue su *política de transporte. El Plan 85 abogaba sin ambages por el transporte público*, como una necesidad de las metrópolis actuales, que no pueden amoldarse al coche, en sociedades plena y altamente motorizadas. Se nos tildó incluso de 'anticuados' cuando fuimos claramente precursores. Con el tino y moderación de nuestras realistas estimaciones de inversión (ante las que no cabía hacer previsión de gran endeudamiento) sólo conseguimos que el Plan recogiera *13 nuevos kilómetros de Metro*. Los mismos que entonces nos acusaron de 'trasnochados', por insistir tanto en el metro, fueron años después los que propusieron e hicieron decenas de kilómetros cuando, felizmente para los madrileños, descubrieron que, además de mantener activas las tuneladoras, las extensiones de las líneas del metro daban votos.

Nuestra apuesta por los *trenes de cercanías*, dentro de nuestra estrategia metropolitana, fue todo un éxito. Se consiguió demostrar que, contrariamente a lo que nos decían (con gran convicción y conocimiento de causa) nuestros colegas técnicos de Renfe, sí podía haber trenes rentables.

Si hay un símbolo y un icono que represente el Plan del 85, creo que habría de ser la *estación de Atocha*, máxima expresión de un nuevo concepto: los *intercambiadores de transporte*. Tanto el concepto como el propio término, los introdujimos y acuñamos desde la Oficina del Plan. Además de su condición de gran intercambiador, dos elementos refuerzan el carácter que puede atribuírsele a la estación de Atocha. Por un lado, su condición de Puerta del Sur, en la decidida pretensión de tirar de la ciudad hacia el Sur, con todo lo que significó de transformación de Arganzuela, otrora la sala de máquinas de la ciudad. De otro lado, Atocha inauguró la dedicación a una saga de elementos que, por su entidad urbana, requerían desde el propio planeamiento, y como parte de éste, de una especial atención proyectual. Es decir, hacía falta contar con un Proyecto arquitectónico y no sólo con una solución funcional. Con la convocatoria de un concurso, desde la Oficina conseguimos que hubiera un auténtico Proyecto, que perduraría y marcaría un referente, tanto en la ciudad como fuera de ésta.

Hablando de los grandes proyectos en la ciudad, como el de Atocha, cabe traer a colación nuestra confrontación con el Banco de España. Sin pretenderlo, fue un precedente de otros muchos casos posteriores.

Sin tener en cuenta al Ayuntamiento, ni a la Oficina del Plan, que en ese momento pilotaba la aplicación del Plan de Conservación Villa de Madrid, el Banco de España convocó un concurso para la ampliación de su sede. Para ello había comprado el edificio colindante, que antes había sido el Banco Pastor. Este era un edificio catalogado que según aquel Plan no se podía demoler. Ni lo tuvieron en cuenta al convocar el concurso. Antes al contrario, pusieron sin más en sus bases que se iba a proceder a su demolición, como se había ciertamente venido haciendo en años anteriores con tantos otros magníficos edificios, de los que ya no nos quedan vestigios. Ganó el concurso Moneo, con una propuesta de mimética reproducción del edificio del Banco de España para completar la manzana en uniformidad, como años más tarde se ha llegado a construir [41].

Cuando finalmente se nos comunicó, nos opusimos. No se podía demoler el edificio del Banco Pastor. Constituía un muy mal ejemplo y precedente. Por encima de ello, y en ciertos ambientes profesionales, se nos retaba: ¿cómo Madrid iba a renunciar a 'un Moneo'?

Convoqué al Director General del Banco de España a mi modesto despacho. Acudió entre sorprendido y ofendido. Le propuse que estaba dispuesto a convocar (y pagar) un nuevo concurso entre los mismos primeros espadas de la arquitectura española antes convocados, sobre nuevas bases. En el nuevo concurso, el Banco de España propondría sus necesidades sin una precondición que significara de entrada la exigencia de la demolición del edificio contiguo. Serían los grandes profesionales convocados los que, alertados de la condición catalogada del edificio, decidirían si podían (o no) cumplir las exigencias del Banco de España en el que había sido edificio del Banco Pastor.

Fue una entrevista curiosa. El financiero no podía dar crédito. Me dijo que a él le gustaba la solución de Moneo. Le contesté que si íbamos a hablar de estética urbana bajábamos al bar de la esquina y, como dos contertulios ciudadanos, podríamos seguir hablando de los edificios, cada uno opinando como fuera. Allí, en ese despacho, yo era el que tenía la responsabilidad de establecer qué edificios se conservaban y cuáles no. Él sólo podía hablar de las condiciones óptimas para guardar las reservas del país y de cualquier otra cuestión relativa a las muchas e importantes competencias del Banco de España. En relación a la ciudad, carecía de ellas.

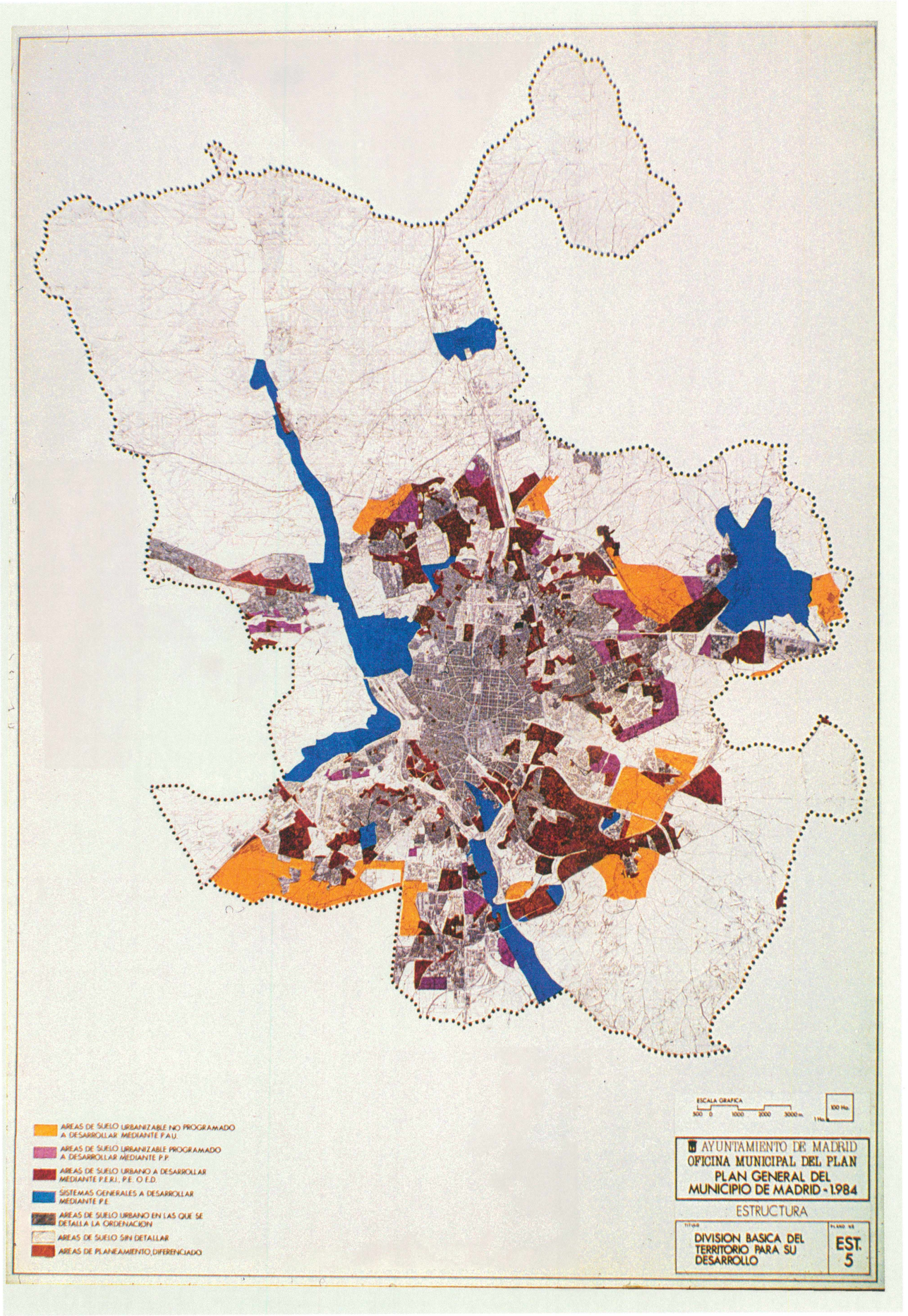
Estábamos convencidos de nuestra tarea. Nos tomábamos muy en serio el modo de ejercerla. Sin duda, mi propuesta de nuevo concurso no tuvo acogida y nuestra negativa, ante la demolición del Banco Pastor, no prosperó. El Ayuntamiento finalmente eliminó su condición de edificio protegido.

La anécdota, que no pasa de ser curiosa y que sólo se explica quizás por nuestra inexperiencia político-administrativa, pone sin embargo de relieve un gran tema que allí se iniciaba. Después, tras décadas de euforia económica, ha proliferado lo que ya en aquel momento, con acertada lucidez, tildamos de 'tonterías muy bien hechas'. Con la correcta propuesta de Moneo no se hacía sino responder a un error de planteamiento que, con el acierto del maestro, tendía a obviarse.

¡Cuántas decisiones políticas se han adoptado después, cuestionables aun en mayor medida que ese antecedente, que han quedado 'cubiertas' por el gran proyecto (y a veces no tanto) de la gran firma arquitectónica! Ello dificulta, cuando no impide, la crítica a la propia decisión de acometer el proyecto, que es lo que realmente debe ponerse en cuestión. *La lista de esas 'tonterías bien hechas' podría ser muy larga.*

Volviendo al Plan de Madrid del 85, que dejamos en Atocha, habría que señalar además sus soluciones, igualmente pioneras e innovadoras, en la *concepción y diseño de las vías urbanas.*

Fuimos criticados por no propiciar, como había venido haciéndose desde los años 60, la incesante ampliación de las vías de circulación rápida para el coche en la ciudad, en esa carrera, siempre perdedora, entre nueva oferta y cre-



ciente demanda, tanto en general como la provocada por las propias mejoras.

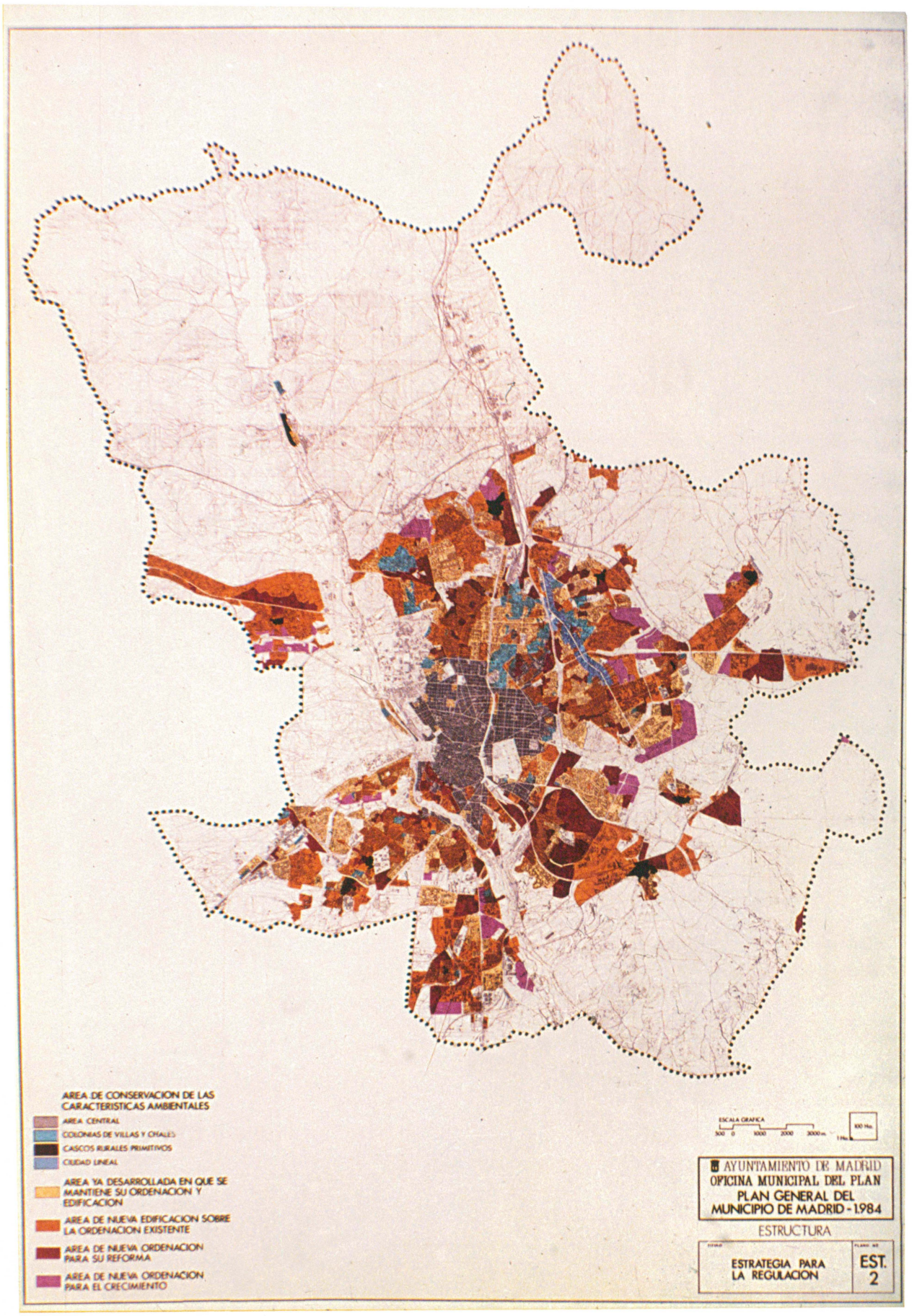
Lejos de una genérica negación a las grandes obras de infraestructura, absolutamente necesarias, elevamos el llamado 'by-pass del Sur' a la categoría de una de las grandes actuaciones estructurales del Plan. Ahora bien, no en el seno del tejido urbano consolidado.

Frente a esas críticas, tan tópicas y de hecho tan anticuadas, *el Plan del 85 fue el primer plan moderno que empezó a introducir fórmulas nuevas*, frente al incesante y nunca suficiente aumento genérico de capacidad 'arterial'. También en Barcelona se había llegado a proponer años antes una vía rápida en sustitución de las Ramblas. Nadie creo que se atreviera a cuestionar hoy la idoneidad de su rechazo, ni de lo que a mi juicio fue la mejor 'obra olímpica': las Rondas Urbanas de la ciudad del 92. Años antes, en Madrid, cerramos nuestra necesaria pero erróneamente planteada M-30 (para la circunvalación de Madrid y el tráfico de paso), mediante la malla Nor-Oeste formada por tres vías: Herrera Oria, Sinesio Delgado, con túnel, y la Avenida de la Ilustración, paradigma de una vía urbana de alta capacidad que mostraba que, a lo largo de su recorrido, no necesariamente había de ser siempre una autopista.

Hasta la californiana Los Ángeles, 'la metrópoli del coche', tuvo que inventar un transporte público, para intentar que el coche no se utilizara para todo, como años antes ya lo había hecho San Francisco, con el BART. Había pues un *nuevo mensaje que el Plan se empeñó en trasmitir*. Resultaba aún más nuevo en España, ante nuestra mucho más reciente y acelerada motorización: *el coche no debía (ni podía) emplearse en la ciudad para todo tipo de desplazamientos*, aunque lo tuviéramos 'todos', como se empezaba ya a decir entonces.

La apuesta por el transporte público, que el Plan hacía, no era pues una consecuencia de nuestra insuficiente motorización. El transporte público debería dejar de concebirse como solución para la demanda cautiva de los que no tenían coche. Había que plantearlo como medio para atraer también a una demanda más exigente, de los propietarios de coche, para que dejaran de usarlo. Esa apuesta era una alerta, anticipada a su tiempo, de la necesidad imperiosa, en las actuales metrópolis, de que no se podía usar el coche para todo.

No cabe aquí desarrollar lo que, en último término, constituyó la supuesta base de la revisión anticipada del Plan del 85. Esto es: *el dimensionado del Suelo Urbanizable*, de extensión de la ciudad. Enseguida fue considerado 'insuficiente' por las presiones especulativas de los que habían quedado fuera de la acotada delimitación de aquella clase de suelo. Con todo, en términos cuantitativos, el Plan del 85 estableció, como holgura, una significativa superficie de suelo urbanizable, de cerca de 3.500 hectáreas. Desde su aprobación, hace ya casi 30 años, Madrid no ha urbanizado y ocupado esa dimensión agregada de nuevo suelo, incluso tras años de burbuja. Significaba una media



Plan General de 1985

de más de 100 hectáreas/año de nueva ciudad, un ritmo realmente importante.

Hoy, cientos, cuando no miles de hectáreas, en una pequeña proporción urbanizadas y en su mayoría sólo 'mareadas' (de tantos 'pases' sobre el suelo), están ahí, 'atesorando' millones enterrados y detraídos del sistema productivo, bloqueadas y en los 'arsenales' del Banco Malo y de los malos bancos. Necesitaríamos otra vez, y en el mismo sentido, el optimismo del Plan 85.

Retomando el título, al que ya se han hecho alusiones, el Plan del 85 sigue siendo un referente. Exhibió una prudencia y contención, sin embargo optimista, que ahora se echa en falta en posteriores episodios del urbanismo madrileño. Su optimismo pareciera entroncar, 30 años antes, con el que desde el Gobierno de la Nación se nos reclama hoy, en 2013 y tras denostar el 'ladrillo', de cara a la recuperación económica.

INFRAESTRUCTURAS Y LA CONSTRUCCIÓN DEL TERRITORIO

Eduardo Mangada
Arquitecto

Otto Wagner, al asumir la redacción del Plan de Viena, 'enfatiza la importancia de las infraestructuras como instrumento clave que organiza un extenso crecimiento urbano'. En la época en que se formula este Plan la palabra infraestructuras se refería, casi exclusivamente, a las infraestructuras ligadas al transporte, se tratasen de carreteras o calles, ferrocarriles o tranvías y, en menor medida, a las redes de saneamiento y conducción de agua. Es decir, aquellas infraestructuras con una huella en el territorio que requerían una definición geométrica y una ingeniería para su ejecución.

Hoy este entendimiento de las infraestructuras podemos calificarlo como reduccionista, ya que cabe y deben entenderse como 'infraestructuras', como partes estructurantes de un territorio urbano, otros elementos tales como una universidad, un gran centro comercial, un gran hospital, un complejo deportivo o un centro cultural, sin olvidarnos, en las grandes metrópolis, del aeropuerto, no sólo ligado al transporte por avión, sino como un potente contenedor de actividades, cada día más complejas, constituyendo en el mismo un trozo de ciudad.

En el desarrollo de Madrid-región, en las últimas décadas, las infraestructuras de transporte por carretera (circulares o radiales), el ferrocarril de cercanías y el Metro, han tenido una gran importancia en la forma y localización de los nuevos desarrollos urbanos. Para bien y para mal, pues si bien han enriquecido el territorio metropolitano con un incremento notable de la movilidad y la interconexión de los asentamientos ya existentes, también ha inducido o, al menos justificado, los perversos PAUs del este, auténticas adherencias adiposas mal llamadas ensanches.

Pero no olvidemos que la implantación de las universidades Carlos III en Getafe y Leganés y Rey Juan Carlos en Alcorcón, Fuenlabrada y Móstoles, han tenido una gran influencia en la revitalización física y social de estos grandes asentamientos metropolitanos. Pasados los años, puedo afirmar que la implantación de la Universidad Carlos III en Getafe y Leganés fue más importante en la construcción del territorio metropolitano que los planes urbanísticos con sus propuestas y normativas.

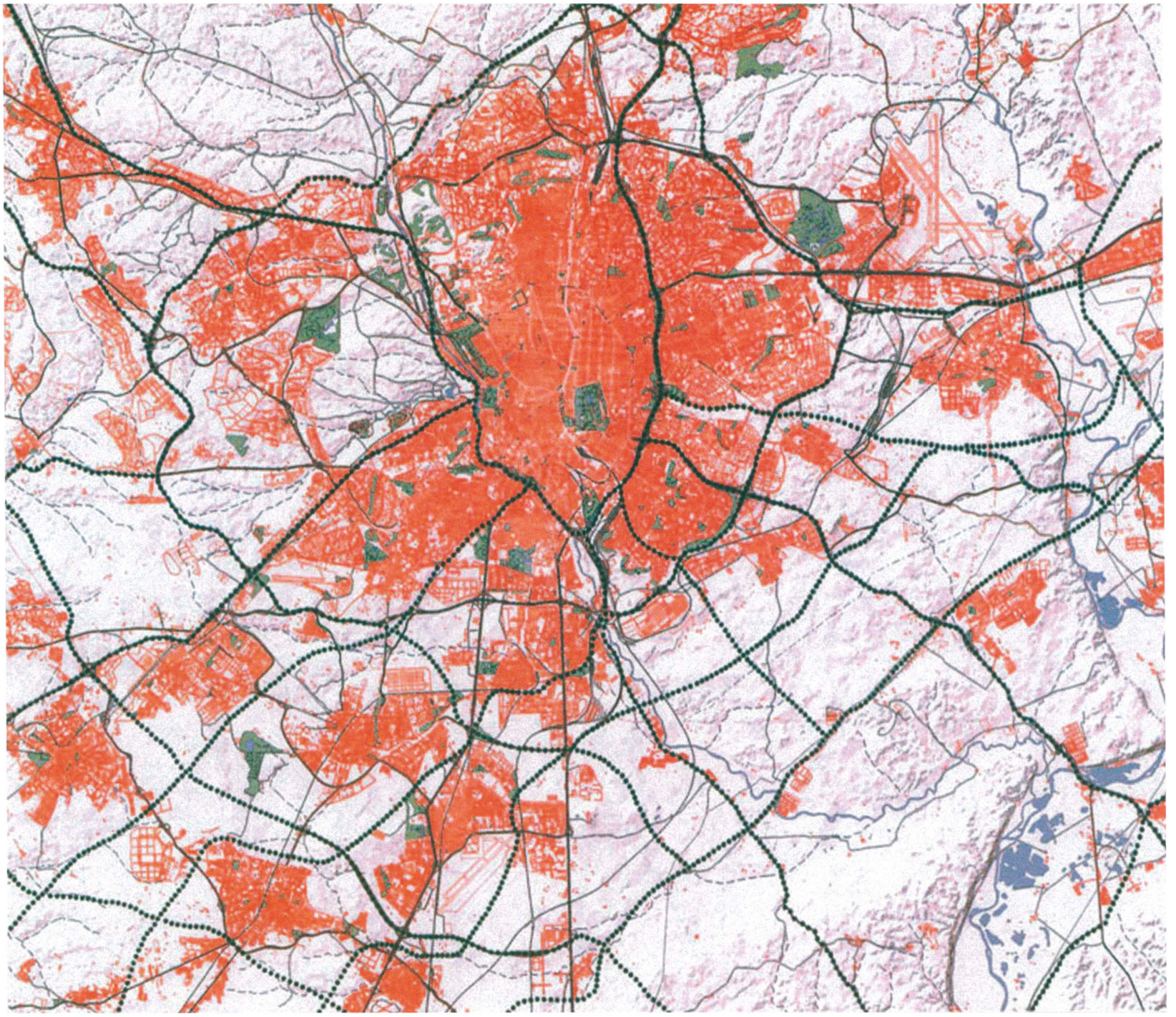
En todo caso, no cabe duda de que las infraestructuras, sean del tipo que sean, tienen una íntima relación, una influencia directa, con el uso del suelo y la localización de las actividades en un amplio territorio metropolitano o regional como es la Comunidad de Madrid. Relación más directa y asumida cuando se trata de infraestructuras ligadas al transporte.

Por ello he defendido, desde hace muchos años, la necesidad de vincular conceptualmente los planes que establecen el uso del suelo y los planes de transporte ('land use and transportation planning' en la expresión anglosajona). Usos del suelo e infraestructuras de transporte en un entendimiento y planeamiento conjunto, que se autoalimenta, así como la necesidad de un solo organismo técnico-político responsable de su planificación y del control de su ejecución, en forma y plazos. Una concepción y gestión unitaria que garantizaría (debería garantizar) una mayor coherencia en la nueva geografía y la mejor integración de las estructuras de asentamientos ya existentes o los nuevos desarrollos, evitando la irracionalidad espacial y económica de infraestructuras vacantes o nuevos desarrollos sin la imprescindible accesibilidad e interconexión.

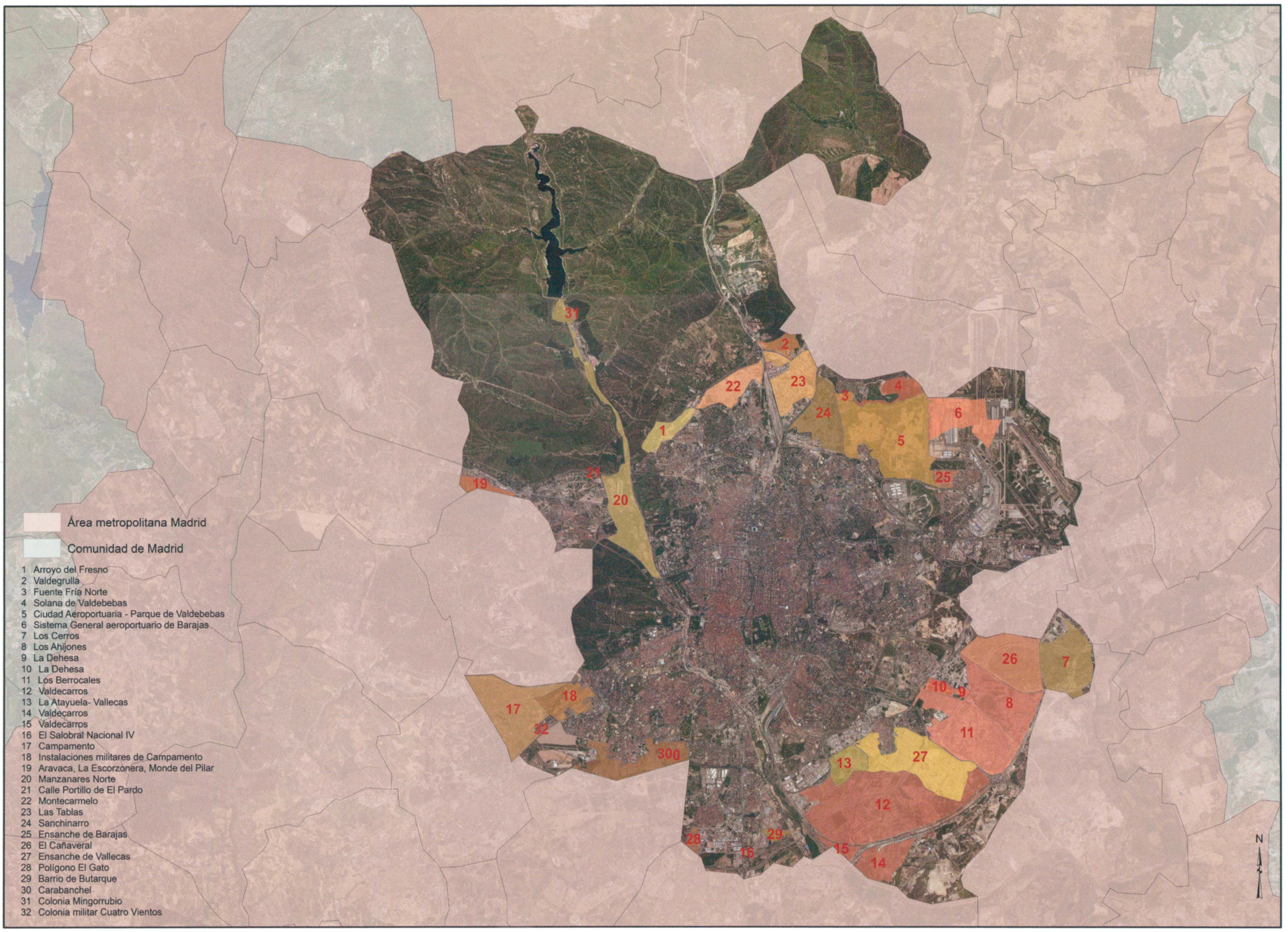
Es por esta razón que en la segunda legislatura (1987-1991) se residencian en la Consejería de Política Territorial, Obras Públicas, Transportes y Urbanismo las responsabilidades sobre el urbanismo, la obra pública, la vivienda (IVIMA) y la gestión del transporte (Consorcio Regional de Transportes), no por un afán de concentración de poder en el Consejero, sino por coherencia intelectual y la voluntad de una más equilibrada y eficaz construcción del territorio regional.

Algunas actuaciones concretas, hasta 1991, pueden ser ejemplo de una política que liga uso del suelo y transporte, haciendo realidad el discurso teórico. En Getafe, en el entorno de la Estación de Cercanías y próximo al cruce de la carretera A-42 y la variante M-45, se localizan el nuevo campus de la universidad Carlos III y el desarrollo residencial Getafe Norte. Algo similar se lleva a cabo en Leganés, ligando igualmente ferrocarril y nuevas vías rodadas con la nueve sede de la Carlos III y el nuevo ensanche Leganés Norte. En Alcalá, aprovechando y apoyándose en la renovación del ferrocarril y la construcción de una nueva estación, junto con la variante de la N-2, se propone, y desarrolla, como promoción pública el nuevo desarrollo urbano de La Garena, que acoge grandes áreas comerciales, actividades terciarias y un importante paquete de viviendas.

Más modesta y puntual, la localización de El Corte Inglés en Pozuelo de Alarcón, aprovechando la accesibilidad regional que otorgaba el enlace de la N-6 y la M-40 y que obligó a la construcción de una estación ferroviaria y un aparcamiento público disuasorio que respondía a un doble objetivo: bajar la presión sobre El Corte Inglés de Princesa, en el núcleo capitalino, y difundir los servicios centrales en el territorio metropolitano. Ejemplos, más o menos logrados, pero que concretan una voluntad política y una intervención técnica en la que se vincula el uso del suelo con el sistema de transporte regional. En otros casos ha sido una propuesta de desarrollo de nuevo suelo la que ha demandado y justificado una nueva infraestructura, como ocurrió con el Eje del Culebro, definido en la Estrategia del Sur como un encadenamiento de actividades logísticas, industriales y comerciales, junto con la regeneración y plantación del propio cauce del arroyo, lo que hizo necesaria la construcción de la autovía desde la carretera de Andalucía hasta la de Fuenlabrada, que formaría parte de la actual M-50.



Plan Regional de 1996, líneas del sistema de ordenación reticulada del territorio



Urbanizaciones residenciales, Madrid [María José Ramiro Nuño]

En las últimas décadas (1980 a 2008) Madrid, como ciudad central, y el territorio metropolitano-regional, se ha visto enriquecido con la consolidación de un sistema de carreteras circulares a la capital que ha moderado el modelo radiocéntrico, y radiales y variantes que han mejorado las conexiones con los municipios metropolitanos y de éstos entre sí. Simultáneamente se ha producido una importante y significativa modernización de la red de ferrocarriles de cercanías, con nuevas líneas, nuevas estaciones y nuevo material.

Añádase a este incremento, en cantidad y calidad, de carreteras y ferrocarril, la ampliación y renovación del Metro, incluyendo el Metro-Sur, capaz de conectar cinco núcleos urbanos importantes de la primera corona metropolitana, con una población total de un millón de habitantes. Y, más aún, estas nuevas infraestructuras buscaron su interconexión inmediata en grandes instalaciones que adoptaron el nombre de 'intercambiadores', respondiendo a la necesidad de integrar dichas infraestructuras en un sistema multimodal. Atocha, Plaza de Castilla, Avenida de América, Príncipe Pío o Moncloa son ejemplos en la capital. Alcorcón Central, El Barrial y otros lo son en la periferia de Madrid.

Ciertamente se han realizado mejoras en lo ya existente junto con la construcción de nuevas infraestructuras viarias y ferroviarias que han hecho más eficaz el funcionamiento de la metrópolis, aunque no siempre hayan sido sensibles con los condicionamientos paisajísticos y medioambientales. Un enriquecimiento, en todo caso, con algunos graves pecados, como pueden ser las radiales de peaje, el 'metro ligero' Pozuelo-Boadilla y la prioridad dada al coche privado, desaprovechando las nuevas vías como soportes del transporte público colectivo. A estos pecados me atrevo añadir el soterramiento de la M-30, hoy Calle-30 como camuflaje, considerado por muchos (incluido el profesor Peter Rowe, al que tengo en gran estima y respeto) como la operación reina en la construcción de nuevas infraestructuras en Madrid y al parecer, dados los resultados electorales, favorablemente acogida por los ciudadanos.



Madrid Río, plano general [Garrido & Burgos]

Sería largo argumentar esta valoración negativa, minoritaria y heterodoxa, pero se centra básicamente en cuatro temas. En primer lugar, el desproporcionado consumo de recursos económicos, que ha dejado una hipoteca gravosa para los madrileños durante muchos años. En segundo lugar, la falta de un análisis coste-beneficio, en el que se valorase la utilidad social de esta gran intervención frente a otras alternativas de intervención en la ciudad, tanto en el centro degradado como en los distritos periféricos. En tercero, la contradicción sustantiva entre un discurso medioambientalista que persigue el ahorro energético con la construcción y el funcionamiento de un túnel de unos siete kilómetros (vertido de residuos de las excavaciones, coste de la energía para alumbrado y ventilación constantes, etc.). Y, por último, un argumento un poco más sofisticado: la pérdida de la percepción del espacio urbano durante muchos kilómetros, de la ciudad como espacio referencial en el que el ciudadano, a pie o en coche, puede localizarse, identificarse al encontrar visibles hitos urbanos que orientan su caminar.

Un gran pecado que ha buscado su perdón con la creación de una magnífica operación urbana como es el parque denominado Madrid-Río, que ha venido a enriquecer la ciudad incorporando a la vida urbana, al placer de los ciudadanos, un territorio marginal y degradado. Sólo una nota quiero añadir a este comentario. Entre las propuestas estructurantes del Plan de 1985 ya se proponía un 'Parque Lineal del Manzanares', domesticando, que no enterrando, la M-30 y que encontró una concreción gráfica en un sensible dibujo de Juan Navarro Baldeweg. En todo caso, el actual Madrid-Río merece un aplauso sin reservas.

Si es más visible y exitosa la construcción de nuevas infraestructuras, tanto o más importante es gestionar los diversos modos de transporte que discurren por ellas. El 'traffic engineering' debe estar complementado por el 'traffic management' si queremos que no sólo se incremente la superficie de hormigón y asfalto o la longitud del hierro de los ferrocarriles, sino garantizar un mejor funcionamiento y una mayor eficiencia social de estas infraestructuras. Con esta voluntad y a esta necesidad respondió la creación por ley del Consorcio Regional de Transporte, desde el que se intentó racionalizar y relacionar los distintos medios de transporte públicos y se estableció una política tarifaria que captara más adictos al transporte colectivo (autobuses, cercanías y metro) priorizando los abonos frente al billete ocasional, y compensase la lejanía al centro regional con un menor costo para los usuarios. Una mayor cohesión territorial.

Quizás debería referirme a otras grandes infraestructuras desarrolladas en estas últimas décadas como son las referidas al ciclo del agua, tanto en la red de suministro como en la depuración de las aguas residuales, que han permitido que Madrid-Región disfrute de un agua potable de magnífica calidad, y la recuperación de sus ríos (en medida) gracias a la gran operación de saneamiento integral que se ha llevado a cabo en estas tres décadas. Un símbolo son los patos y las percas en el Manzanares. Una gestión integrada del agua gracias a la unitaria gestión de una gran agencia pública, heredada y renovada, como es el Canal de Isabel II. Gestión que prácticamente se autofinancia y que, incluso, ha intentado operaciones de mejora paisajística en los márgenes de ríos y embalses, dedicando para ello parte de sus beneficios empresariales. Desgraciadamente, una sombra amenaza esta magnífica institución, con una irresponsable privatización que responde a una opción ideológica neoliberal, que no a la racionalidad técnica, económica y social.

La importancia que he dado a la gestión de las infraestructuras, sean vías rodadas, ferrocarriles o conducciones y depuradoras para el suministro y la evacuación de aguas residuales con el objetivo de garantizar una mayor eficiencia, tanto funcional como social, cobrará mayor importancia en los próximos años, en los que la escasez de recursos públicos debida a la crisis económica que amenaza con prolongarse, va a hacer difícil, por no decir imposible, nuevas obras y será obligatoria una racional explotación de las infraestructuras heredadas.

NOTA FINAL. Al tiempo que escribía estas líneas leía un texto de Joan Busquets en el que se lamenta de 'la pérdida de valor de los espacios públicos reducidos en el Plan a una mera condición abstracta y sin atributos; se habla de viario y no de calle, de residencia y no de vivienda, de espacio verde en lugar de parque o jardín'. Me temo que en este artículo he cometido el mismo pecado de vocabulario.



3 | Moverse con caminos y calles

Camino, calle y ciudad

El camino es la obra pública por excelencia pues, además de ser producto del común, permite acceder a lo público y construye la ciudad. Es por donde se llega a lo privado, lo que se recorre para estar dentro, pero también es el afuera donde se puede actuar junto a los demás. El camino incorpora la acción al mundo de lo construido en forma de posibilidad de movimiento y reclama el ritmo del tiempo en cuanto se vive como recorrido.

Los caminos surgen de la acción colectiva: sirven para el refuerzo y mantenimiento del orden social, para vincular al lugar central todos los espacios que constituyen el territorio de una comunidad. Un territorio que nace, precisamente, con la aparición de los caminos: al realizarlos, se construye el territorio, se hace posible la ciudad.

Distancias y movimiento

La posibilidad de convivencia ofrecida por lo construido depende de la delimitación de espacios sobre la tierra y de la apertura de caminos que por vez primera creen las distancias y hagan posibles las relaciones. La imagen clásica asociada a la ciudad es la de sitio cercado, definido por su centro y límites que marcaban un adentro y un afuera, un lugar en definitiva. En Egipto, el signo para representar la ciudad es una cruz dentro de un círculo, esto es, un cruce de caminos en un lugar cercado.

Como individuo, al hombre le gusta echar raíces, pertenecer a un lugar y no moverse de allí: el camino es una amenaza. Como ciudadano, le gusta salir y buscar el lugar de la acción y el discurso. La ciudad, donde el hombre se vuelve ciudadano y puede ser visto, empieza justo al lado de su puerta, donde están los caminos para la vida pública. Y desde esa distinción dentro-fuera empieza a construir las ideas de distancia y de entorno [19:35].

Un espacio en el que uno puede entrar y del cual puede salir, un espacio que no se define únicamente por lo que está adentro, sino por la relación que mantienen el adentro y el afuera. La ciudad refugio es un espacio que permite simultáneamente la movilidad y la recepción. A esta visión de la ciudad como lugar se le superpone la progresiva consideración de la importancia de los flujos. A finales del XIX, el crecimiento de la población urbana industrial trastoca los valores y los flujos cobran progresivamente más fuerza que los lugares y los paisajes [19:167]. Y su movilidad es factor determinante en su comprensión.

Estructura de la movilidad

Como ya se apuntó, la movilidad en Madrid está estructurada según un esquema polar, con centro, vías radiales y anillos. La Puerta del Sol es el *kilómetro cero* de las carreteras radiales y el sistema de denominación de toda la red viaria española está basado en la centralidad. Las carreteras radiales se numeran de 1 a 6 en sentido de las agujas del reloj y las que no son radiales se referencian por las radiales de dónde nacen y la distancia de ese arranque a Madrid. Los nuevos accesos de peaje son también radiales y se han denominado de forma similar, R-2 a R-5. Los sucesivos anillos se denominan M-30, M-40, M-50, creciendo por decenas al alejarse del centro y las vías entre ellos reciben los números intermedios, como M-45.

Esa configuración es tremendamente eficaz para canalizar los movimientos de acceso al área central y genera una perfecta referencia de situación. Según el Ingeniero de Caminos Pedro Puig, las carreteras radiales y las circunvalaciones actúan como distribuidores entre radiales y permiten al conductor la selección del acceso más descargado hacia el centro, optimizando la capacidad total de las entradas. Con ello se favorecen los viajes de acceso o tránsito desde el exterior del área urbana, de acuerdo con lo que es el principal objetivo de la red arterial: *penetrar con la mayor rapidez desde la red interurbana o cruzar, rodeándolo, el centro urbano* [202:57].

Nuevas radiales de peaje

La construcción de un nuevo abanico de autopistas radiales de peaje para completar los accesos a Madrid constituye uno de los episodios más penosos de la planificación de carreteras contemporánea. Justificadas como alivio de las autopistas A-1 a A-6 ya existentes en los picos de mucho tráfico, se concesionaron cuatro nuevas radiales R-2 a R-5 con un total de 170 km, construidos desde finales de los 1990 a principios de los 2000.

Su dimensionamiento se demostró claramente excesivo, pues el tráfico desarrollado fue menor de lo previsto, con desviaciones del 25 al 50% en 2008, que fue el año de mayor tráfico. El tráfico realmente captado por las radiales respecto a sus carreteras alternativas fue del orden de un 14% en 2008, decreciendo luego hasta vaciarse prácticamente a partir de 2011 [181:46].

Esas facilidades de acceso promueven nuevas residencias en zonas alejadas del centro que, a su vez, aumentan la demanda de movilidad hacia las zonas de servicios o industriales donde radican los empleos. Como el precio del suelo es inversamente proporcional a la distancia al centro, las nuevas áreas residenciales pueden ser de menor densidad y dan lugar a una urbanización dispersa. Eso fomenta un mayor empleo del automóvil y modos de vida poco sostenibles, no sólo por el despilfarro de suelo y coste de la urbanización, sino en términos energéticos y de empleo de recursos naturales.

Automóvil, tráfico y *sprawl*

La obligada dependencia del automóvil origina esta edificación dispersa y genera lo que llaman *sprawl,* un crecimiento en mancha de aceite de la ciudad. Proliferan los centros comerciales y culturales ubicados en las proximidades de las residencias y dotados de enormes aparcamientos para acceder fácilmente en coche. Esos centros generan muchos viajes que, a su vez, requieren vías de acceso y nudos de cruce a distinto nivel, dada la concentración de tráfico generada. De esta manera, el entorno de la ciudad se convierte en una malla de carreteras y cruces que abraza las urbanizaciones y las liga con el consumo.

Accesos radiales consolidados

Los desdoblamientos, ensanches y mejoras de los accesos clásicos de Madrid han sido constantes durante las dos últimas décadas. Se han suprimido los cruces a nivel en las vías principales, multiplicando los nudos y pasos elevados con realizaciones cada vez más cuidadas (ver pág.107). Sin embargo, algunas de las entradas a Madrid propiamente dichas no se han tratado debidamente por el planeamiento, consagrando su condición anterior sin ninguna reflexión.

El caso de la N-VI, la emblemática carretera de La Coruña y ahora la A-6, es el más claro. La salida o entrada tradicional de esa vía siempre fue la carretera de Castilla, que discurre por la margen derecha del Manzanares y entra en la ciudad por el puente de Segovia. En un momento dado, se decidió pasar por en medio de la Ciudad Universitaria y cruzar el río con un nuevo puente, construido por Fernández Casado al lado del puente de San Fernando. Eso tuvo su sentido al no existir ninguna circunvalación, pero no se corrigió cuando se hizo la M-30, que fue una gran oportunidad para hacerlo. Con la M-30 se multiplicaron las posibilidades de entrada desde esa carretera, pero se privilegió la existente y se machacó una de las zonas más nobles y emblemáticas de Madrid.

Entrada por la Ciudad Universitaria

El crítico de arquitectura Antón Capitel explica lo sucedido: *En efecto, después de la guerra civil, tanto las reconstrucciones como, sobre todo, las nuevas construcciones, consolidaron este primer tramo de la Ciudad Universitaria. Se realizaron en él el edificio del Museo de América, las Escuelas de Ingenieros Navales y de Ingenieros Aeronáuticos, y nuevos Colegios Mayores, y se simbolizó esta consolidación con la construcción del Arco de Triunfo*. El *monumento jalonaba poderosamente el inicio de la Ciudad Universitaria, con un tramo de avenida desde el arco hasta la plaza del Cardenal Cisneros, a partir de la cual se abría el segundo tramo de la avenida hasta el lugar del nunca construido Paraninfo*.

Pero en los 1970, el Ministerio de Obras Públicas ignoró la condición universitaria de este tramo de calle y lo convirtió en la prolongación de la carretera hasta el interior de la ciudad, *quitándole toda otra naturaleza que no fuera ésta. Se redujeron enormemente las aceras, se talaron filas de árboles y se construyó un túnel capaz de evitar el paso por la plaza del Cardenal Cisneros y de convertir así esta avenida universitaria en un trozo de autovía* [59].



La M-30 tiene un marcado carácter fluvial, quizás olvidado o ignorado por los madrileños pero no por ello menos real. Su trazado discurre casi íntegramente por los cursos de agua que definen la forma urbana que luego se ha dado en llamar 'la almendra'. Todo el flanco o lados oeste y sur de la ciudad están limitados por el río Manzanares. En su práctica totalidad, el lado este está definido por el arroyo del Abroñigal, que discurre al igual que el primer tramo del río en dirección norte-sur, según el gradiente altitudinal característico de la provincia. El lado norte debe salvar el interfluvio entre ambos, que está peor definido y permite varias opciones.

Esa indefinición motivó que el cierre de la M-30 por el norte se retrasara unos cuantos años y, ya en el período democrático, fue motivo de una interesante polémica. Los partidarios de una solución centrada en la circulación pedían un cierre único, sin semáforos y con carácter de autopista similar al resto de la vía. Pero el Plan General de 1986 se decantó por una solución más compleja de carácter urbano. En vez de cerrar con una única autopista ininterrumpida, propuso tres vías rápidas con semáforos y plazas más integradas en la ciudad: Sinesio Delgado

al sur, Cardenal Herrera Oria al norte y la Avenida de la Ilustración entre ambas. Con ello se diluía el tráfico y se evitaba la fractura total de los barrios atravesados.

Cierre norte

Sinesio Delgado tiene un trazado sinuoso que arranca al lado de la estación de Chamartín y, tras cruzar la Castellana, baja por la ladera norte de una vaguada que abandona en Valdezarza, para internarse en un túnel y salir a Puerta de Hierro. La Avenida de la Ilustración sale de la carretera M-607 a Colmenar Viejo y toma la dirección suroeste por 'La Vaguada' para salir al Manzanares en Fuentelarreina, en la otra orilla del Hipódromo de la Zarzuela. La calle Cardenal Herrera Oria arranca algo más al norte de la misma carretera de Colmenar y sigue la misma dirección suroeste. Discurre por la antigua carretera de la Playa que, al final, circula en paralelo a un arroyo para salir al río prácticamente al lado de la anterior.

Con la salvedad de este ramal norte, situado sobre una carretera, los otros dos también discurren —aunque parcialmente— por cursos de agua. Eso refuerza el carácter fluvial de la M-30, trazada en su práctica totalidad por las márgenes de ríos, arroyos y vaguadas. Así, la llamada 'almendra central' es como una península alargada entre el río Manzanares y arroyo del Abroñigal, y pendiente general hacia el sur. Tiene un drenaje central en el eje Castellana por el arroyo del Prado y dos divisorias hidráulicas norte-sur en los ejes Príncipe de Vergara-Menéndez Pelayo y Bravo Murillo-Fuencarral. La primera está bien marcada y la segunda es más sinuosa, con puntos altos de nacimiento de subcuencas en la plaza de San Ildefonso, el edificio de Telefónica, la plaza del Ángel y la plaza de la Cebada.

Avenida de la Ilustración

La Avenida de la Ilustración fue diseñada como una Vía Parque por un equipo formado por José Antonio Fernández Ordóñez, Jerónimo Junquera, Julio Martínez Calzón y Estanislao Pérez Pita. Se trataba de una vía urbana grande, ajardinada, con semáforos y plazas, de uso mixto para coches y viandantes, jalonada por una serie de grandes esculturas.



Cierre Norte de la M-30

La idea del proyecto fue reforzar la configuración de la ciudad en una zona desestructurada y dispersa. La acentuación de las conexiones con la trama actual permitirá una fácil implantación sobre el territorio, contribuyendo a revivir las perdidas relaciones humanas, características de la ciudad europea.

Se recuperaba así un criterio próximo al implantado en Madrid por los Borbones ilustrados del XVIII, frente al criterio funcionalista, con divisiones estrictas y empobrecedoras entre zonas de un solo uso y redes de circulación pensadas únicamente para el automóvil [126:88].

Era una solución con suficiente permeabilidad transversal, radicalmente apartada de lo que se supone debe ser una verdadera autopista. Los partidarios de la solución dura criticaron duramente la existencia de esos semáforos, símbolos precisos de la coexistencia entre vehículos y viandantes.

Críticas desde el comienzo

Voces oscuras, partidarias del diseño de la ciudad como una cuestión de tránsito de vehículos, protestaron mucho entonces. Eran voces que ya se habían convertido en actuaciones muy a menudo, y que, a partir de entonces, fueron prácticamente únicas, escribe el arquitecto Antón Capitel en su blog. *Un punto de vista bastante siniestro, que convirtió casi todas las actuaciones del Madrid moderno en graves errores urbanísticos* [59:entrada 11/1/2010].

A pesar de la decisión de subdividir el cierre norte en tres vías contenida en el planeamiento, el Ministerio de Obras Públicas —entonces el propietario de la obra— otorgó la denominación M-30 a la vía central ocupada por la Avda. de la Ilustración. La primera piedra se colocó en 1986 pero las obras se prolongaron y el cierre de la M-30 no se produjo hasta 1992. Más adelante, la vía pasó al Ayuntamiento de Madrid, quien, para evitar trámites de impacto ambiental en su reforma de los 2000, defendió su carácter de calle y pasó a denominarla Calle 30.



Intervención escultórica en la Avenida de la Ilustración

Costes y funcionalidad de la M-30

Con todo, el principal problema del resto de la M-30, es decir, de la autopista propiamente dicha, era precisamente que no tenía las características de una verdadera autopista. Concebida en años de penuria presupuestaria, fue finalmente construida con unas incorporaciones y enlaces simplificados que no respetaban las exigencias de seguridad de una autopista. Había salidas por la izquierda, como la de Costa Rica yendo por el este hacia el norte, incorporaciones muy forzadas a 90º, trenzados obligados sin suficiente desarrollo, como en la intersección con la A-2 o en el nudo norte, origen de atascos permanentes.

Ello daba lugar a situaciones ambiguas para los conductores y generaba confusiones en su uso. Los madrileños tardaron bastante tiempo en aprender cómo circular por ella, pues había movimientos o desvíos lógicos que no estaban contemplados en el diseño. A menudo era preciso anticipar la salida o incorporación a las vías de acompañamiento para poder efectuar un giro o una desviación.

Sentido de la reforma de los 2000

De hecho, la vía fue objeto de bastantes cambios y las importantes obras de reforma acometidas en 2004-2007 por el Ayuntamiento cambiaron varios nudos originales para evitar numerosos atascos locales. Más allá de las críticas a la Avda. de la Ilustración, lo cierto es que la M-30 en su conjunto sólo funcionó medianamente bien a partir de la construcción de la M-40 y mejoró decisivamente con esta última reforma.

La decisión de suavizar el carácter de autopista en el cierre norte fue muy criticada, pero donde fallaba realmente la funcionalidad propia de una autopista era en el resto de la M-30. Los ahorros conseguidos con el diseño inicial motivaron un diseño escasamente funcional, con atascos generalizados permanentes, que exigió un enorme presupuesto de reforma para la construcción de túneles y pasos elevados. De hecho, de los 99 km de longitud total, en la reforma se hicieron 56 km de túneles para mejorar su funcionalidad. Es decir, se hizo completamente de nuevo y probablemente costó bastante más que si se hubiese planteado mejor desde el principio.

La reforma de los 2000 tenía sentido, como precisamente explica Manuel Melis en su descripción de las obras (ver anexo A), por la eliminación de los puntos peligrosos del total de la vía y no, como algunos pretendieron, en la eliminación de los semáforos que hubiese arruinado el tramo mejor diseñado de la vía y que finalmente se dejaron acertadamente como estaban.

Magnitud de la reforma de la M-30

En palabras de su responsable y principal impulsor, Manuel Melis, *el llamado proyecto de la M-30 consiste realmente en varios proyectos de mucha importancia para Madrid que, debido a su enorme magnitud, iban siendo dejados año tras año por inabordables. Este proyecto M-30 son 30 obras para la mejora del tráfico en Madrid y para el saneamiento del río, realizadas entre mayo de 2003 y abril de 2007*. Las obras se pueden agrupar como se muestra en las tablas y su descripción detallada se incluye en el anexo A.

Valoración de lo construido

En mayo de 2007, cenit del proceso de construir Madrid, un alcalde Gallardón entusiasmado inauguraba el final de las obras afirmando: *Hoy, la nueva M-30 es más segura, fluida, integrada y sostenible que hace apenas tres años, habiéndose convertido en un factor de cohesión, de reequilibrio y de dinamización de nuestra economía y de nuestra calidad de vida [...] se ha creado una eficaz vía distribuidora de tráfico, convertida ya en referente de un modelo de ciudad* [234:5].

Peter Rowe, urbanista de Harvard, afirmaba en 2007 que la M-30 *es mucho más que una autopista*. Como aspectos encomiables, destacaba que el tráfico mejorará y *con esta mejora vendrá una regulación más eficaz de los desarrollos inmobiliarios y de las oportunidades para creación de espacios públicos*.

Flujos y pasos

Con independencia del tráfico, creía que la vía tendría también beneficiosos efectos sobre los flujos de aire y agua de la ciudad, aunque con ciertas precauciones: *Puede que la calidad del aire no mejore, aunque se ha previsto una reducción de emisiones de 2007 a 2037*. Y en el río *se ha aumentado la capacidad de los sistemas generales de drenaje de la ciudad y aumentarán los espacios de ocio al aire libre e instalaciones comunitarias*.

Como efectos beneficiosos locales afirmaba que *también mejorará la conexión entre ambas márgenes. Se devolverá la importancia a la cornisa, que fue fundamental para la construcción del alcázar.* Y sobre el propio río, creía

A. Nuevos enlaces en el arco este de la M-30 (6/2003 a 9/2006)

	Proyecto	Mill. €
1	Acceso y conexión de la Avenida de la Ilustración con la Ctra. de Colmenar M-607	37,8
2	Construcción del Puente de los Dominicos	6,5
3	Remodelación de las Vias de servicio de la A-1, entre M-30 y la M-40	36,1
4	Rampas túneles conexión del Bypass Norte con N-I. Preparación futuro Bypass	10,4
5	Remodelación enlace M-30 (Nudo de La Paloma), Pío XII y Avda. de Burgos	61,3
6	Remodelación Costa Rica, Plaza José Mª Soler y conexión con la M-30	37,1
7	Remodelación enlace de la M-30 con Avenida de América/A-2	27,6
8	Enlace entre el Eje M-23-O'Donnell y la M-30	25,1
9	Prolongación del Túnel de la calle O'Donnell a la calle Alcalá	34,2
10	Enlace de la M-30 con la Autovía de Valencia N-III	221,1
11	Conexiones entre los Nudos de Manoteras y Sur. Tronco M-30 en el arco este	31,5
	Total	**562**

B. Nuevas conexiones este-oeste de Madrid (10/2003 a 01/2008)

	Proyecto	Mill. €
1	Túnel de Cuatro Caminos. Supresión del Paso elevado en la Glorieta	27,9
2	Conexión de la calle Ventisquero de la Condesa con la M-40	9,8
3	Construcción del Enlace con la M-40 en el PAU de Sanchinarro	10,1
4	Nuevo túnel de Pío XII bajo la Estación de Chamartín	56,5
5	Anillo distribuidor bajo las 4 torres de la Ciudad Deportiva del Real Madrid	118,4
6	Enlace del PAU de Las Tablas con la M-40	26,4
7	Túnel de conexión Avenida de la Ilustración-Ventisquero de la Condesa	73,7
8	Túnel de Sor Ángela de la Cruz-Marqués de Viana. Conexión Tetuán y M-30	84,4
9	Remodelación Vía Servicio M-30 NW y ampliación tres carriles nudo NW M-30	48,9
10	Túneles de conexión de la calle Embajadores con la M-40	198,4
	Total	**704**

C. Soterramiento del tráfico en el arco oeste

	Proyecto	Mill. €
1	Marqués de Monistrol-Puente de Segovia	508,9
2	Puente de Segovia-Puente de San Isidro	318,8
3	Puente de San Isidro-Puente de Praga	341,3
4	Puente de Praga-Nudo Sur	347,6
5	Soterramiento de la Avenida de Portugal entre Paseo de Extremadura y M-30	200,7
	Total	**1747**

D. Duplicación del Cierre Sur: los enormes túneles del Bypass Sur

	Proyecto	Mill. €
1	Bypass Sur. Túnel Norte N-III-Santa Mª de la Cabeza. Calzada Izquierda	331,4
2	Bypass Sur. Túnel Sur N-III-Santa Mª de la Cabeza. Calzada Derecha	410,3
	Total	**748**

E. Otras obras de mejora del tráfico

	Proyecto	Mill. €
1	Conexión del PAU de Montecarmelo con la c/ Costa Brava	1,9
2	Ampliación del carril solo-bus entre el intercambiador de transportes de Moncloa y el nudo de Puerta Hierro	1,5
	Total	**16**

que la *eliminación de extrañas estructuras de paso ofrecerá un justo restablecimiento a monumentos como el puente de Toledo y a estructuras de contención fluvial enormemente valiosas* [234:12-15], [208].

Construir todo de una vez

En otro orden de cosas, el urbanista Rowe destacaba las ventajas de haber construido todo a la vez. Creía, en primer lugar, que *si se puede pagar sin créditos es probable que el coste total sea inferior* (sic) [234:15]. Y luego veía positivamente *la reducción del tiempo de espera para la obtención de beneficios*, aunque no decía de qué tipo.

Algo más adelante, señala alguna razón más sólidamente anclada en el acontecer de la ciudad: *Se favorece la posibilidad de enfrentarse a la oposición, surgida últimamente, de grupos comunitarios alineados en contra de aspectos del proyecto. Es bueno centrarse en las organizaciones locales, pero no hasta el punto de que se diluya la coherencia del proyecto*.

Énfasis y olvidos en la calle M-30

Con todo, el distanciamiento de las cuestiones de circulación perfila la síntesis de su valoración: *El éxito de la M-30 dependerá de que la remodelación se vea no como una simple autopista, sino como el pretexto de una remodelación y revitalización urbana de una parte importante y en cierto modo olvidada de Madrid* [234:15].

Alcalde y urbanista coinciden en no significarse en el reconocimiento del papel de ingenieros y constructores en la rapidísima construcción de una ingente obra con un mínimo número de incidentes. Aunque eso tiende a olvidarse, es obligado recalcar que no son muchas las ciudades capaces de afrontar una obra de esa magnitud en un tiempo récord.

Trazado de la autopista M-40

La construcción de la M-40 se afrontó de manera radicalmente distinta a la de la M-30. Era una época de mayor estabilidad gubernamental y no se quisieron repetir los errores de la M-30. Se planificó cuidadosamente la actuación y se especificaron unos parámetros de diseño más ajustados a lo que debía ser una autopista de mucho tráfico. El único incidente de planificación se produjo en el cierre norte en el borde de El Pardo. La negativa del Ayuntamiento a hacerse cargo de unas expropiaciones motivó una propuesta que alteraba la valla del parque y fue duramente rechazada (ver pág. 100).

Las autopistas posteriores M-45, M-50, M-10, etc. son propuestas de menor repercusión sobre la propia ciudad, aunque significan mejoras importantes para resolver problemas circulatorios o tienen funciones específicas, como los accesos al aeropuerto de Barajas. La M-45 (2002) une la A-2 del Corredor del Henares con la M-40 a la altura de la A-5 para facilitar la movilidad de núcleos del sur de la región como Leganés, Getafe, Alcorcón y Rivas y para descongestionar los tramos más compactados de ese sector en la M-30 y M-40 [183].

Apoteosis de la glorieta

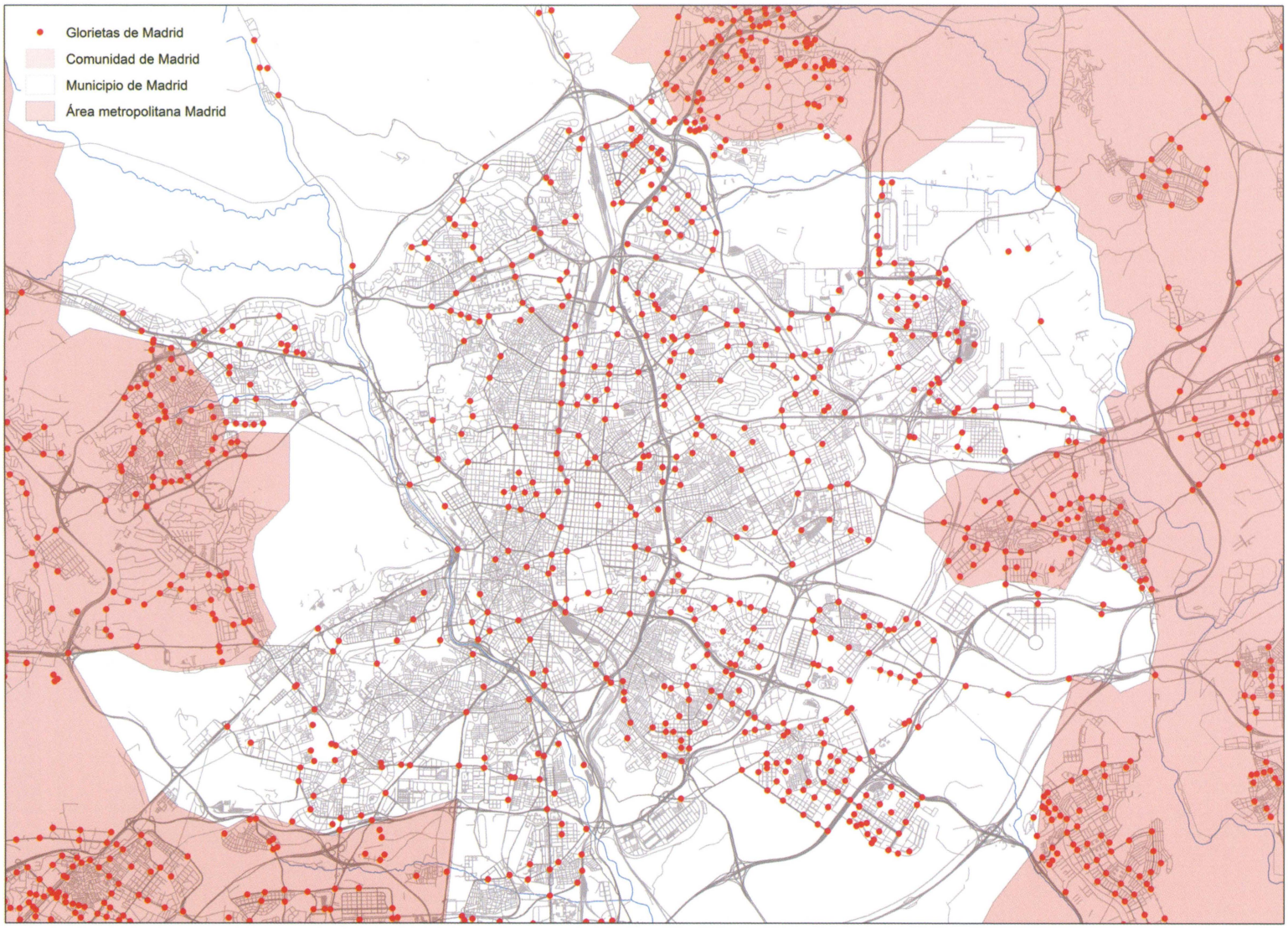
Con independencia del trazado de las grandes vías de acceso y de los anillos de circunvalación, se han construido o ampliado en las cercanías de Madrid cientos de carreteras tanto secundarias como auxiliares de las principales. La casuística de sus cruces a nivel o elevados es muy amplia pero lo construido en los últimos treinta años viene marcado por la aparición y posterior desarrollo explosivo de *la glorieta* como solución omnipresente.

Antes prácticamente inexistente en todo el país, a partir de los 1980 la glorieta es introducida a gran escala para solucionar todo tipo de cruces. Aunque parezca una solución relacionada en principio con la plaza urbana, su empleo masivo se produce para buscar solución a los cruces suburbanos e interurbanos, importando una solución muy utilizada en el Reino Unido para vías de todas dimensiones. Los primeros ejemplos fueron promovidos desde el planeamiento urbanístico impulsado por Eduardo Leira y Eduardo Mangada desde el Ayuntamiento y la Comunidad de Madrid.

Ventajas, molestias, proliferación

Una de las primeras vías en incorporar glorietas fue la Avenida de Europa, que da acceso desde la carretera de Castilla a los núcleos de Aravaca y Pozuelo, una zona en gran expansión por aquellos años. Pero las virtudes urbanísticas de claridad de planteamiento y definición del cruce sobre las irregulares isletas de los cruces clásicos, junto a la eliminación de los semáforos asociada a la obligada reducción de velocidad daban lugar a un cruce de gran seguridad[1]. La solución se impuso, pese a la incomodidad del vehículo que circula por la vía principal y se ve

[1] De hecho, sorprende cómo todavía en 2013 se sigue defendiendo que las autopistas son más seguras cuanto más grandes y rápidas. La velocidad es la mayor causa de accidentes graves y favorecerla supone asumir mayores riesgos de accidente, como señala Manuel Herce en [128:5].



Glorietas en el Área Urbana de Madrid
[María José Ramiro Nuño]

obligado a encadenar ocho o diez rodeos con su correspondiente vaivén centrífugo para efectuar su trayecto diario de entrada y salida a la ciudad.

La glorieta es adecuada para consolidar y humanizar las dispersas periferias de la gran ciudad. Pues, a pesar de las mejoras en el transporte público y como señala Manuel Herce, *El vehiculo privado continuará por mucho tiempo siendo la base en la que descanse una movilidad equitativa para ese territorio, pero ello requiere de un profundo cambio en el tipo de carreteras, en los métodos con que se conciben y en los parámetros con que se diseñan, hasta ahora centrados en la velocidad, en la seguridad (reñida con la maximización de la anterior) y en la capacidad* [128:1]. La glorieta se empezó a utilizar también para prever nuevos cruces a desarrollar en el futuro, o como eslabón de entrada y salida de los pasos elevados sobre las autopistas, con lo que su número creció exponencialmente.

Pasos inferiores

En el interior de la ciudad, la solución inicial de pasos elevados (ver pág. 107) fue reemplazada por los túneles. A ello contribuyeron factores de todo tipo, estéticos, sonoros, de ocupación de suelo y de tecnología constructiva. A pesar de la aceptación de algunos pasos superiores como obras de fábrica logradas en sí mismas y hermosas como tales construcciones, los munícipes se decantaron por enterrar los problemas.

Los puentes estaban bien, pero llevar los coches por las alturas era muy ruidoso. La presencia de tales estructuras ocupaba gran parte del campo visual de las zonas afectadas y los vehículos circulando por ellas eran muy conspi-

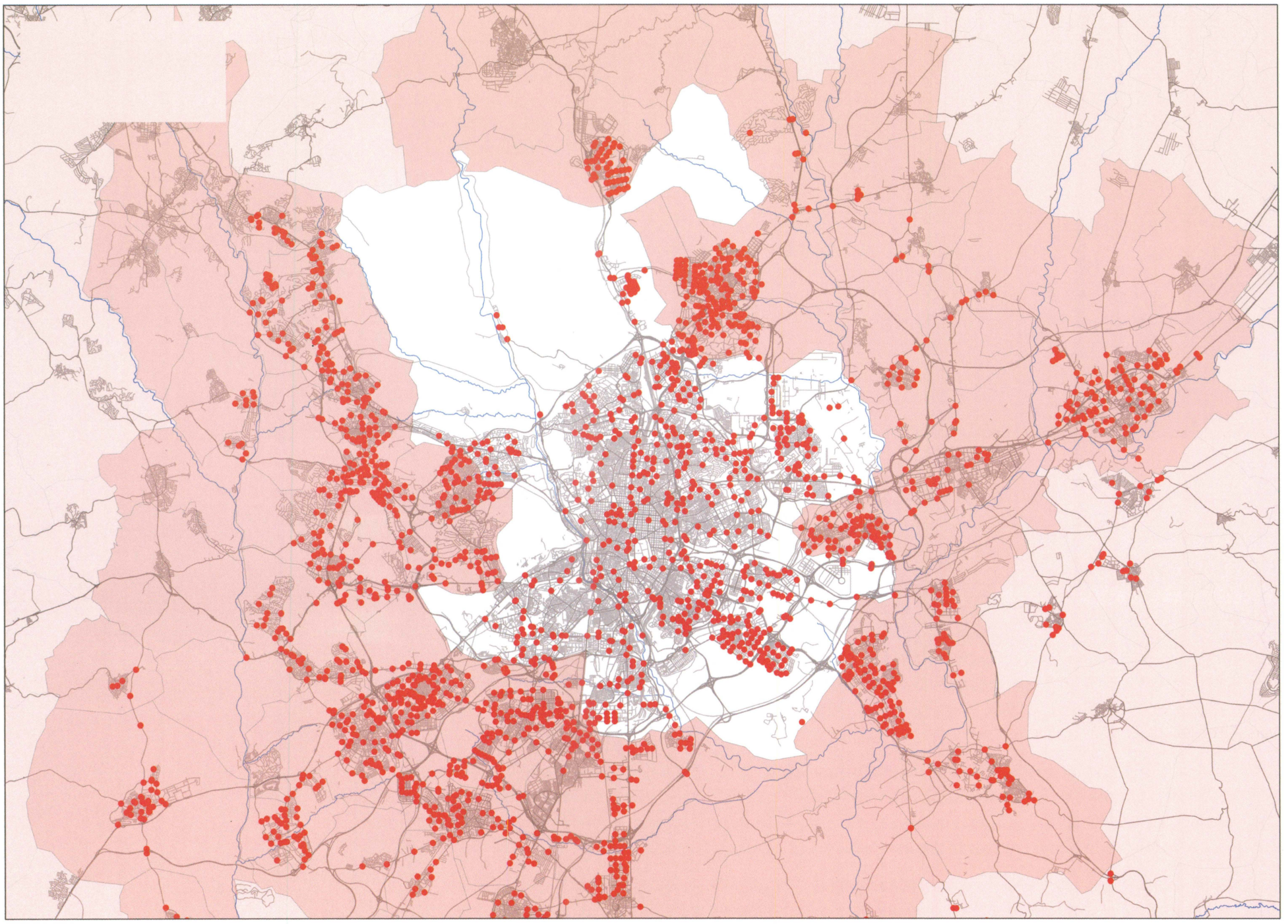
cuos. Los pisos situados en las primeras plantas de las calles de acceso se quejaban de no poder abrir las ventanas. Durante un largo período, pareció mejor ocultar los problemas bajo tierra, donde ni se oían ni se veían los coches.

Paso inferior de Cristo Rey

A veces la topografía favorecía la construcción de túneles o pasos subterráneos, como en el paso inferior de la Plaza de Cristo Rey, que respondía a un problema muy preciso de tráfico. La llegada de la carretera de La Coruña a Madrid producía unos enormes atascos cuando los coches se encontraban el primer semáforo de la ciudad. Una primera solución fue bifurcar las salidas y colocar los semáforos después de cada bifurcación. Con ello se dividía la gran cola y se conseguía espacio para formar varias colas más pequeñas, con lo que el tiempo de entrada se reducía notablemente.

Por el otro extremo, el paso se bifurca, hacia Cea Bermúdez para entrar en Madrid y hacia Islas Filipinas desde donde se sale directamente a la A-6. El tráfico en ambos sentidos por San Francisco de Sales e Isaac Peral se realiza en superficie.

Glorietas en la red viaria de Madrid [María José Ramiro]



Por otra parte, la tecnología de construcción de los pasos y aparcamientos subterráneos mejoró notablemente. Sin interrumpir el tráfico se podían construir desde la superficie unas pantallas laterales de pilotes adosados, luego cosidos por una riostra superior. Luego se alisaba la superficie de tierra entre pantallas y sobre ella se hormigonaba la losa entre ambas. Eso se hacía en dos fases, para no cortar del todo el tráfico, o de una vez si primaban las fechas.

Tecnología para pasos subterráneos

Posteriormente, con la superficie totalmente terminada, se vaciaba la tierra entre las pantallas bajo la losa con excavadoras trabajando desde abajo. Los camiones salían cargados de tierra cubierta con lonas por uno de los extremos, causando una mínima perturbación al vecindario. A medida que se retiraba la tierra correspondiente a una planta, se anclaban lateralmente las pantallas para vaciar toda la excavación. Otra posibilidad era progresar planta a planta, apuntalando las pantallas con los forjados de las plantas intermedias que se iban construyendo de arriba hacia abajo.

Con esta técnica, las obras de excavación eran más baratas, más seguras y molestaban menos a los vecinos, que saludaron con alegría la sustitución de los puentes por obras subterráneas. Los ediles y los técnicos encontraron una manera de acometer los problemas de tráfico sin generar un rechazo virulento de los vecinos. Los únicos tramos conflictivos eran las trincheras de entrada y salida, donde resultaba impedido el tráfico transversal de personas y vehículos.

Proliferan los pasos inferiores

La proliferación de este tipo de pasos inferiores respondía a una peculiar concepción del funcionamiento del tráfico. Se pensaba que la mejor manera de drenar los coches del centro de Madrid era construir túneles de sentido único de salida hasta las autopistas radiales.

Se construyeron así varios pasos subterráneos de interés, como el de Ríos Rosas-Islas Filipinas en 1998, cuyo elevado importe fue parcialmente sufragado mediante la concesión de plazas de aparcamiento. La idea inicial era construir un largo túnel desde el principio de Ríos Rosas en los Nuevos Ministerios hasta la propia carretera de La Coruña, pasada la Plaza de Cristo Rey. Se trataba de un túnel de más de 2 km y tras una cierta polémica, se decidió partirlo en dos, uno bajo las calles de Santa Engracia y Bravo Murillo, y otro que unía Islas Filipinas con el paso inferior existente de Cristo Rey.

Paso de Ríos Rosas-Islas Filipinas

La boca del primer túnel se desplazó hasta la calle Ponzano, a la altura de la Escuela de Minas y de la central de Teléfonos situada enfrente. Al tratarse de fincas no residenciales se minimizaba la conflictividad de la trinchera centrada de acceso, de por sí no excesiva dado que Santa Engracia es una divisoria y se pasaba a 22 m bajo su rasante. Luego hay un tramo bajo varios pisos de aparcamiento, tras el cual se cruza Bravo Murillo y tras una curva a la izquierda emerge frente al Depósito de agua subterráneo del Canal, al cual se adosa la salida con escaso efecto trinchera.

El túnel de Islas Filipinas-Cristo Rey es de doble sentido y discurre bajo una estación de Metro y otro aparcamiento. Ambas obras fueron muy complejas, con tramos bajo las calles ejecutados como túneles y otros como aparcamientos. También hubo que salvar numerosos servicios de agua y teléfonos de gran envergadura, que exigieron soluciones específicas, con una dirección y construcción muy cuidadosas[2].

Otro túnel que participa de la misma filosofía de facilitar las salidas de la ciudad, también construido en dos fases, es el cruce de María de Molina bajo la calle Velázquez. El paso inferior inicial tenía una novedosa sección transversal, con taludes y pilares cilíndricos en la base.

Paso inferior de María de Molina

El ramal hasta la autopista A-2 para facilitar el tránsito hacia la A-2 y el aeropuerto de Barajas se acometió posteriormente. En su conjunto, el túnel mide más de 2 km de longitud. La boca de entrada está situada prácticamente al lado del Paseo de la Castellana y el primer tramo a continuación se construyó con una losa de hormigón armado de tres vanos, apoyada en dos pilares intermedios y el borde superior de sendos taludes que arrancan

[2] Los directores de obra fueron Fernando López Ortún, Ricardo Castro Canseco y Manuel Bretones. El contratista fue ACS. Ver: 'Los pasos inferiores de Ríos Rosas e Islas Filipinas en Madrid'. *Revista de Obras Públicas*, 3374 (1998): 51-57.

de su base. El borde superior izquierdo se apoya sobre una pantalla y el derecho sobre pilotes. La curva posterior hacia López de Hoyos se construye de forma similar, utilizándose luego un túnel con pantallas de protección en diversas zonas hasta la salida en la A-2 [64], [74].

La atención dedicada al automóvil dejaba en la sombra al transporte público y, sobre todo, al ferrocarril, a pesar de la gran cantidad de recursos que el Estado había volcado en ellos. Para Indalecio Prieto, las aportaciones del Estado a la mejora de las redes ferroviarias en manos de las concesiones privadas ya eran *cuantiosísimas, desmesuradas*, pero se debían seguir apoyando porque veía próxima su reversión: *yo preveo que pasen al Estado muy anticipadamente*, decía en 1932. Efectivamente, eso sucedió con la constitución de RENFE el 24/1/1941 [201], [106:215].

El transporte de cercanías fue también una cuestión tempranamente anunciada pero sólo resuelta a partir de los 1990 (ver pág. 67). En su discurso *Cómo cooperará el Estado a la transformación y ensanche de Madrid. Enlace y electrificación de ferrocarriles. Acceso y extrarradio*, de 1932, Indalecio Prieto preveía que habría que transportar *masas de viajeros de cercanías, no solamente los días festivos, sino a diario. Porque*, argumentaba, *es de prever que con un transporte fácil, cómodo y barato, un enorme número de vecinos de Madrid han de trasladar su residencia a sitios higiénicamente aireados,* [para lo que] *es indispensable la pronta electrificación* 1941 [201], [106:217].

Olvido del eje Castellana

En el interior de la ciudad, tampoco se hizo caso del ferrocarril hasta bien entrados los 1960. El apodo de 'el tubo de la risa' con el que los madrileños bautizaron a los túneles ferroviarios siguió vigente, pues permanecieron vacíos desde los tiempos de la Segunda República hasta que, en los avanzados años 60 se realizó la estación de Chamartín[3].

Antón Capitel critica *la ceguera de la administración franquista, incapaz de sacar provecho de tan importante construcción, ni como conexión de cercanías ni como línea de Metro* [59:11/1/2010]. Con la posterior importancia otorgada a las líneas de cercanías se recuperó su uso, pero de una forma un tanto residual. Cuando el AVE puso de manifiesto la necesidad de una buena conexión entre ambas estaciones, ya era tarde y las exigencias tecnológicas parecieron incompatibles con el antiguo trazado y se decidió construir uno nuevo.

Ciudad y nuevo ferrocarril

En los 1980, sin embargo, el planeamiento urbano otorga una nueva consideración al transporte por ferrocarril. Como afirma Antonio Hernández Gil, *se ha obtenido un logro importante, reunir a los planificadores urbanos municipales y a los responsables ministeriales de las nuevas infraestructuras para trabajar en paralelo, algo que no sucedió ni en el siglo XIX ni en gran parte del siglo XX.* Eso fructificó en operaciones como el soterramiento de la vía de contorno madrileño realizado dentro de la Operación Pasillo Verde, *que fueron decisivas en la regeneración del sur de Madrid, haciendo que la función residencial de la zona que planificó Castro, en su plan de 1860, pudiera, por fin, comenzar a realizarse*.

Pero sobre todo, afirma el mismo experto en alta velocidad, *en el renacimiento del ferrocarril con la alta velocidad, lo más visible son las nuevas estaciones. La remodelación de Atocha, hasta ahora con dos fases finalizadas y pendiente de, al menos, otras dos o la incipiente operación Chamartín no sólo van a mejorar la imagen y el acceso a los trenes de alta velocidad, sino que van a tener un impacto considerable en el entramado urbano de la ciudad* [17:161]. Y cree que en el futuro ese impacto de las estaciones sobre la ciudad aumentará mucho más [95].

Estación de cercanías en Sol

En ese sentido, otra de las últimas actuaciones ferroviarias de gran calado es la construcción de una gran estación subterránea de cercanías en la propia Puerta del Sol, unida por dos grandes túneles a la estación de Atocha y a la de Chamartín. La conexión de cercanías Norte-Sur, establecida hasta entonces bajo el paseo de la Castellana (ver pág. 67), se multiplica a través de la Puerta del Sol, mientras la de Alta Velocidad se conecta bajo la calle Serrano.

La racionalidad urbanística de la decisión ha sido puesta en duda por la crítica, pero refrendada por sucesivos gobiernos de distinto color político. *Situar una gran estación de cercanías en el centro antiguo de la ciudad es un error tan evidente que ya Secundino Zuazo, al principio de los 1930, advirtió de ello para que no fuera cometido*,

---

[3] Durante la Guerra Civil se utilizó interinamente como depósito de explosivos y municiones.



escribe Antón Capitel. *La Puerta del Sol no es el centro de la ciudad, es el centro del casco antiguo [...] El centro de la ciudad, si quisiera buscarse, está en la Castellana, y es lineal. Podría situarse, más o menos, entre la Plaza de Colón y la de San Juan de la Cruz [...] Nunca debió abandonarse la Castellana como lugar idóneo para los enlaces ferroviarios*, continúa Capitel. *Si faltan túneles, deberían haberse construido, duplicados o triplicados, paralelos a los que ya existen* [59:11/1/2010].

La caverna ferroviaria

Con independencia de su ubicación, la conexión con el Metro es mejor en Sol y la construcción de la gran caverna de la estación en Sol es una verdadera proeza técnica. Se trata de una caverna de andenes con una longitud de 207 m, una anchura interior de 20 m y una altura máxima en el eje de 14,45 m. El recubrimiento de terreno sobre clave es de unos 13 m bajo la Puerta del Sol y de unos 23 m bajo la calle Jardines,

El encaje de la caverna ha estado condicionado por la presencia de las Líneas 1, 2 y 3 de Metro y por el vestíbulo de conexión entre ellas construido en los 1980. También se intentaba facilitar la conexión con la Línea 5 de Metro en Gran Vía. El nuevo trazado de cercanías discurre paralelo a la Línea 1 de Metro que sigue la alineación de la calle de la Montera. La sección transversal tiene suficiente altura para permitir una entreplanta que racionalice los accesos a los andenes y permita una mejor explotación [206:73].

Ferrocarril de Alta Velocidad

En movilidad de largo alcance, Madrid sigue obteniendo ventajas de su situación en el centro geográfico de España. Cuando se empezó la línea de Madrid-Sevilla, el ferrocarril se entendía como una conexión punto a punto que, como mucho, se prolongaría a Barcelona y la frontera francesa. Pero el éxito del AVE a Sevilla, generalizó la demanda de alta velocidad en todas las ciudades españolas y propició el cambio a un esquema de red.

Lógicamente, a la conexión de Madrid con Córdoba y Sevilla se fueron añadiendo las de Valladolid, Barcelona, Valencia, Alicante, y las ciudades asturianas y gallegas. Ello supone una enorme ventaja para Madrid pues se acumula para potenciar las ventajas de su centralidad, con conexiones rápidas a toda España [15:67].

Enlace ferroviario del AVE

Para no repetir el error histórico de unas líneas desconectadas resulta imprescindible establecer la conexión Norte-Sur para el AVE. Para realizarla se eligió nuevamente una solución ajena a la Castellana, esta vez bajo la calle Serrano que ha sido sometida a una profunda renovación. Con unos 7 km de longitud, el túnel conecta las estaciones de Atocha y Chamartín para permitir la interconexión de todas las líneas que pasan por Madrid. Una de las mayores dificultades fue la trasformación en pasante de la propia estación de Atocha, donde los AVE están más altos que las cercanías. Para ello se destinaron los dos andenes situados más al sur de la estación, donde las vías pasan la estación y giran a la derecha bajo el Jardín Botánico hacia la calle Alfonso XIII, para enfilar Serrano y colocarse bajo tres o cuatro plantas de aparcamiento subterráneo. La llegada a Chamartín es en paralelo al túnel de la Castellana en unos 400 m.

Esa posibilidad de conexión sin maniobra no será extensible a todos los trenes de alta velocidad, pero es un fundamental avance frente a lo que ocurre en otras ciudades. Madrid disfrutará así del privilegio de tener conectadas sus estaciones de alta velocidad, algo que otras grandes ciudades europeas aún no han conseguido. Los viajeros podrán elegir su estación de llegada o partida en alta velocidad a la capital, pudiendo optar por Chamartín o Atocha en ciertos trayectos y trenes [15:225].

El AVE hasta Barajas

Queda pendiente la conexión del AVE con el aeropuerto de Barajas, que los planificadores todavía no han entendido como imprescindible. La alimentación de los viajes intercontinentales en avión con líneas de ferrocarril de alta velocidad ha sido confiada a la conexión de cercanías. Eso se evidencia como un enorme error de perspectiva de los planificadores, puesto de manifiesto hace 15 años, que sigue sin afrontarse[4]. Los propios operadores Renfe e Iberia han solicitado conjunta e insistentemente la conexión directa entre el AVE y el avión en Barajas.

El reciente descenso de tráfico en el Aeropuerto de Barajas ha encendido las alarmas y el tema vuelve a estar sobre la mesa. Para un ciudadano de Valencia que quiera viajar a los Estados Unidos, la mejor solución es combinar ambos modos de transporte, sin intercalar ningún otro. Ambos operadores están de acuerdo en ofrecer billetes conjuntos con servicios añadidos como la facturación de equipaje en origen.

Se potencia el transporte público

Con todas estas actuaciones, las mejoras de calles y vías de comunicación han sido sustanciales. Pero también han mejorado las condiciones de servicio del transporte público, al considerar Metro y cercanías como opción indiscutible para una gran ciudad como Madrid. En 1977 el primer Gobierno democrático de Adolfo Suárez muestra un nuevo interés por las condiciones del transporte público. A los pocos meses, en 1978 el Ministerio de Obras Públicas asume la gestión del servicio, pues la construcción de la infraestructura estaba ya asumida desde 1955. Para ejercerla, nombra presidente al Ingeniero de Caminos Juan Torres Piñón, quien plantea la necesidad de una gran transformación técnica y de gestión de la compañía (ver pág. 68).

A principios de los 1980 el Metro se utilizaba como último recurso, es decir, sólo cuando no había otra alternativa viable de transporte. Pero los nuevos representantes democráticos comienzan a involucrar a los ciudadanos hacia una mejor valoración pública. Uno de los primeros en sumarse a ella fue el primer presidente de la Comunidad de Madrid, Joaquín Leguina, que utilizaba el Metro para desplazarse a su despacho [172:276]. El Ayuntamiento fue más reticente, pero el alcalde Tierno Galván no dejó de señalar que *la defensa del Metro es un acto de caballerosa justicia* [172:269].

El Metro y la ciudad

Los responsables de la compañía pusieron en marcha una campaña de promoción del transporte público. El apoyo al transporte público era consustancial con las reformas propuestas para la ciudad y para toda su área urbana, considerándolo como un instrumento de cohesión territorial. Con motivo del 70 aniversario del Metro de Madrid en 1990, su presidente Guillermo Vázquez afirmaba: *el nacimiento y progreso del Metro de Madrid responde, apoya, justifica y explica la evolución de la ciudad en los últimos setenta años* [172:7].

---

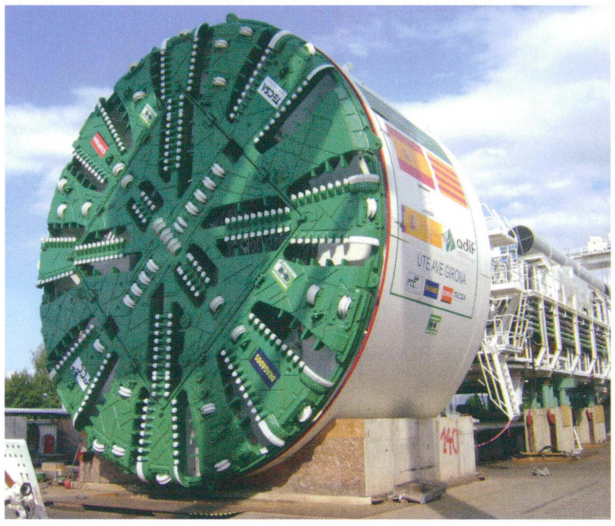
[4] El autor alertó en 1999 de la necesidad de Acercar el AVE al avión, en una Comunicación publicada en el *II Congreso de la Ingeniería Civil de Barcelona* (24-26.11.1999), tomo I: 147-150.

En 1990, los expertos técnicos de Metro de Madrid preveían una continuada expansión de la red en los años venideros. Parecían aspirar a que *se mantuviera la asignación de recursos a un ritmo máximo de 3 km/año* para ir realizando los compromisos de crecimiento asumidos [172:306] y auguraban *entre ocho y quince estaciones nuevas* [172:310]. En la década 1985-1995 se construyeron 15,9 km de red. Y se preveían también profundos cambios en el régimen de tarifas, con *aumento de las ventas en máquinas automáticas, disminución del billete sencillo y aumento de los abonos de transporte, accesos por torniquetes separados de las ventas* [172:317].

Impulso sin precedentes del Metro

El mayor impulsor del Metro fue, sin duda, Alberto Ruiz Gallardón desde su elección como presidente de la Comunidad de Madrid, donde había sido jefe de la oposición las anteriores legislaturas. A partir de entonces, el Metro de Madrid acelera su desarrollo en un contexto más amplio y complejo. Entre 1995 y 1999 se construyeron 56 km de túnel y 37 estaciones, con un esfuerzo constructor sin precedentes en el mundo. De 1999 a 2003 se han construido 40,5 km más de túnel para la línea de Metrosur, que une los núcleos de Alcorcón, Fuenlabrada, Getafe, Leganés y Móstoles formando un circuito cerrado con 28 estaciones[14:453], [228], [68].

También se ha incorporado al conjunto de ferrocarriles metropolitanos el ferrocarril de cercanías a San Martín de la Vega, con 15,5 km de línea adicionales. Sumando ambas y otras obras más pequeñas, desde 1999 a 2003 se conectaron a la red 75 km nuevos y 38 estaciones. Eso arroja un total de 131 km de túnel y 75 estaciones, de las cuales 12 son intercambiadores, en sólo ocho años, en un esfuerzo constructor sin precedentes, pilotado por el ingeniero de caminos Manuel Melis (ver pág.61).





Tuneladora para el Metro de Madrid

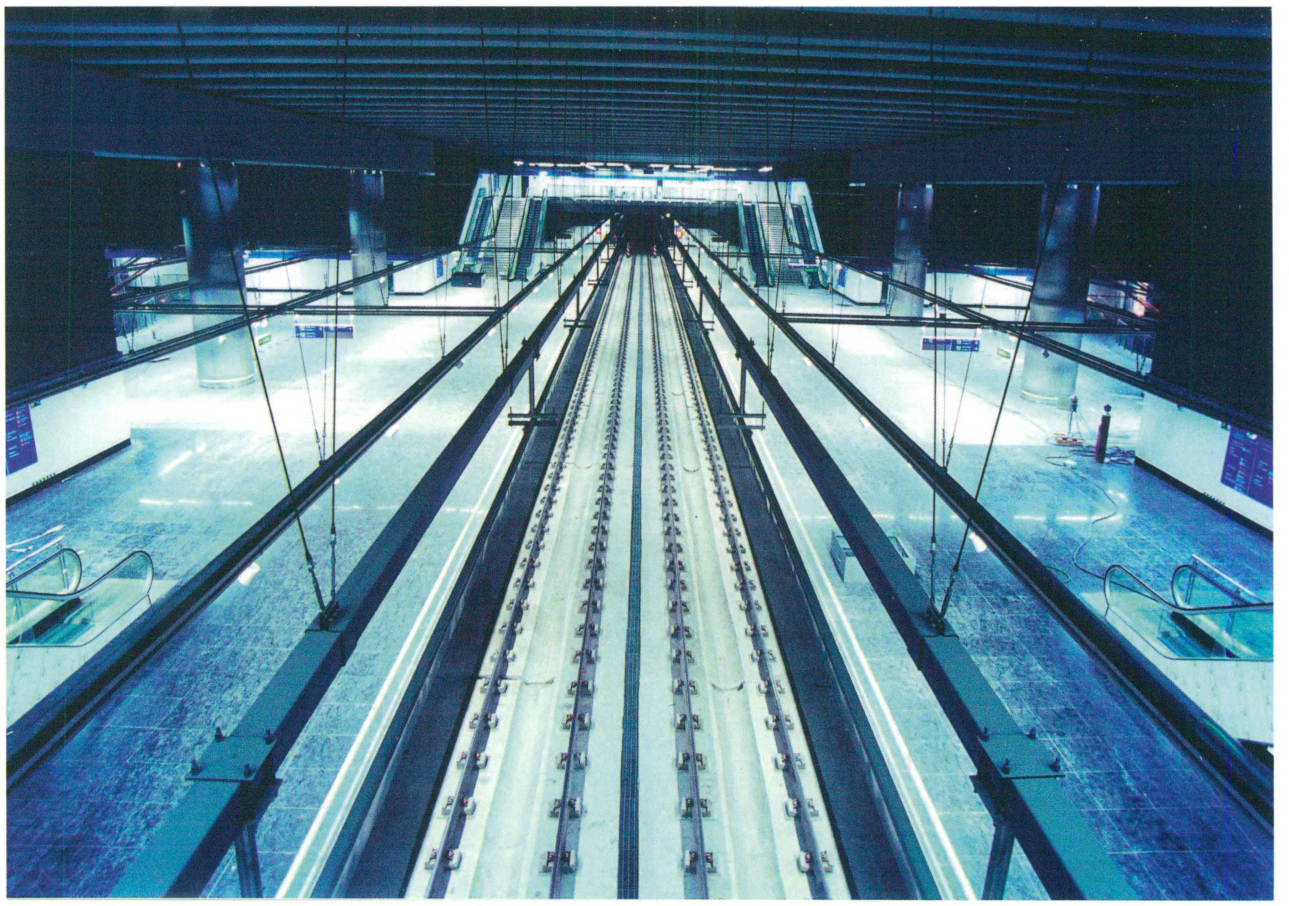
Excavación con tuneladoras

La ampliación de las redes de Metro y ferrocarril ha proporcionado un notable avance a los métodos de construcción de túneles, generalizando el empleo de tuneladoras, generalmente con escudo EPB de equilibrio de presión de tierras. Un elevado porcentaje de la nueva red se construyó con estas tuneladoras de escudo, unas grandes máquinas que funcionan como taladradoras del terreno con rendimientos muy elevados y total seguridad para el personal [9:121].

Se emplearon simultáneamente varias tuneladoras, bautizadas como *La Almudena*, para el túnel de Móstoles, *La Paloma* que ya había trabajado en la línea 7 en Fuenlabrada, *Mares del Sur* en Getafe, y la más conocida de *La Chata* que había perforado en las líneas 4 y 8 de Madrid en Leganés, con rendimientos de unos 20 m de túnel diarios y prácticamente sin incidencias.

La novedad de Metrosur

El propósito de Metrosur planteó una línea de trabajo poco habitual en Madrid, con un anillo de unión para varios núcleos de gran población sin vincularlos directamente a Madrid. El proyecto pretendía *mejorar las relaciones transversales entre los principales núcleos de población de la zona sur, interconectándolos con un medio de*



Estación de Metrosur Puerta del Sur

transporte público de calidad. Pero enseguida se añadieron las conexiones: *mejorando además los desplazamientos radiales de comunicación con Madrid capital y el resto de su Área Metropolitana* [228:7].

La mejora de los viajes a Madrid se instrumenta con las conexiones en algunos cruces con las líneas de cercanías C3, C4 y C5 y con la prolongación de la línea 10 del Metro. Las estaciones de correspondencia han sido construidas con diseños algo más ambiciosos que en el Metro de Madrid, donde se apostó por una estricta funcionalidad.

Líneas de cercanías

Si bien el ferrocarril de larga distancia estuvo ciertamente marginado hasta la aparición de la alta velocidad, los de cercanías son los servicios más demandados del ferrocarril. De esos servicios, Madrid acumula la mitad de la demanda y gracias a ellos su centralidad regional queda fuertemente reforzada (ver pág. 67).

Sin embargo, la movilidad de las zonas de ocupación dispersa de los alrededores de Madrid se seguía basando en el automóvil y no fue abordada seriamente hasta los 1980. El autobús interurbano suministra una gran y flexible capilaridad al sistema de transportes, permitiendo atender los nuevos desarrollos urbanos al establecer nuevas líneas casi al instante. Pero el ferrocarril requiere mayores concentraciones de líneas, estaciones y servicios, y precisa del vehículo privado en sus orígenes periurbanos y de eficaces puntos de transbordo en sus llegadas a Madrid para ser eficiente.

Lo primero se atendió con la construcción de estacionamientos en las estaciones de cercanías, que fueron llamados '*disuasorios*' por el interés en evitar que los trayectos a la estación se prolongasen hasta Madrid. Se construyeron bastantes aparcamientos, aunque la capacidad de algunos de ellos se demostró insuficiente. Los transbordos, en cambio, recibieron toda la atención e interés de los planificadores y, como se verá más adelante, fueron prioritariamente atendidos por el Consorcio de Transportes en estaciones e intercambiadores (ver pág. 72).

Autobuses urbanos

En 2007, en su mejor momento y antes de los recortes de la crisis, la EMT disponía de unos 2.000 autobuses, distribuidos en unas 150 líneas. En los últimos años se concedió gran importancia a la sustitución de los antiguos



Estación de Metrosur Puerta del Sur

autobuses, con dos prioridades, la altura del piso sobre la calzada y el tipo de combustible. En junio de 2007 se había transformado toda la flota, con autobuses cuyo piso desciende en las paradas y se inclina hacia la acera para facilitar el acceso. En las mismas fechas, un 20% de la flota funciona con combustibles menos contaminantes, como biodiésel, gas natural, etanol o hidrógeno. Las últimas incorporaciones son autobuses híbridos de gasóleo —eléctricos o gas natural— eléctrico, que funcionan con tracción eléctrica dentro de la almendra central y con combustibles fósiles fuera de ella.

Las apuestas por autobuses articulados de mayor longitud o microbuses más pequeños sólo afectaron a largo plazo a un 5% de la flota. En 2012 hay unos 80 autobuses articulados de 18 m, 30 minibuses de 8 m y 20 microbuses eléctricos de 5,5 m. Las antiguas cocheras que albergaban la flota han sido progresivamente reconvertidas. Actualmente hay cinco en servicio, ubicadas en Fuencarral, La Elipa, Entrevías, Carabanchel y Sanchinarro.

Ambiguo apoyo al automóvil

Sin embargo, las propuestas y actuaciones de los sucesivos responsables del Ayuntamiento y la Comunidad de Madrid no fueron tan unívocas. Con el propósito de disuadir el empleo de automóviles en la ciudad se invertía en el Metro como nunca en la historia y se emprendía una profunda reforma del sistema de aparcamiento regulado en superficie. Pero se apostaba simultáneamente por mejorar las condiciones para el empleo del automóvil. Además de construir pasos inferiores y túneles de conexión se ubicaron grandes aparcamientos junto a ellos, lo que promueve la entrada de más vehículos privados en el centro de la ciudad. Y la multimillonaria reforma de la M-30 potencia decididamente el uso del automóvil y desincentiva el uso del transporte público.

Para muchos, ese juego a dos barajas, de apostar por el transporte público y por el automóvil simultáneamente, era tanto contradictorio como excesivo. Madrid tiene, en efecto, una movilidad probablemente mejor que ninguna otra gran ciudad, pero el esfuerzo inversor la ha dejado sobreendeudada y sin capacidad para invertir durante muchos años. Sin entrar en que ello pueda haber contribuido o no a la magnitud de la crisis económica, las actuales restricciones presupuestarias unidas a la bajada en el uso de Metro y aparcamientos dificultan el mantenimiento de tanta construcción. Probablemente, los ciudadanos y el propio sector de la construcción hubieran salido beneficiados con una planificación de las obras más coherente y dilatada en el tiempo.

Consorcio de Transportes

Con la creación de la Comunidad de Madrid en 1983, los transportes madrileños entraron en una fase de coordinación entre los diferentes modos y con los sistemas de transporte de los municipios colindantes, de la mano del Consorcio de Transportes de Madrid (ver pág. 72).

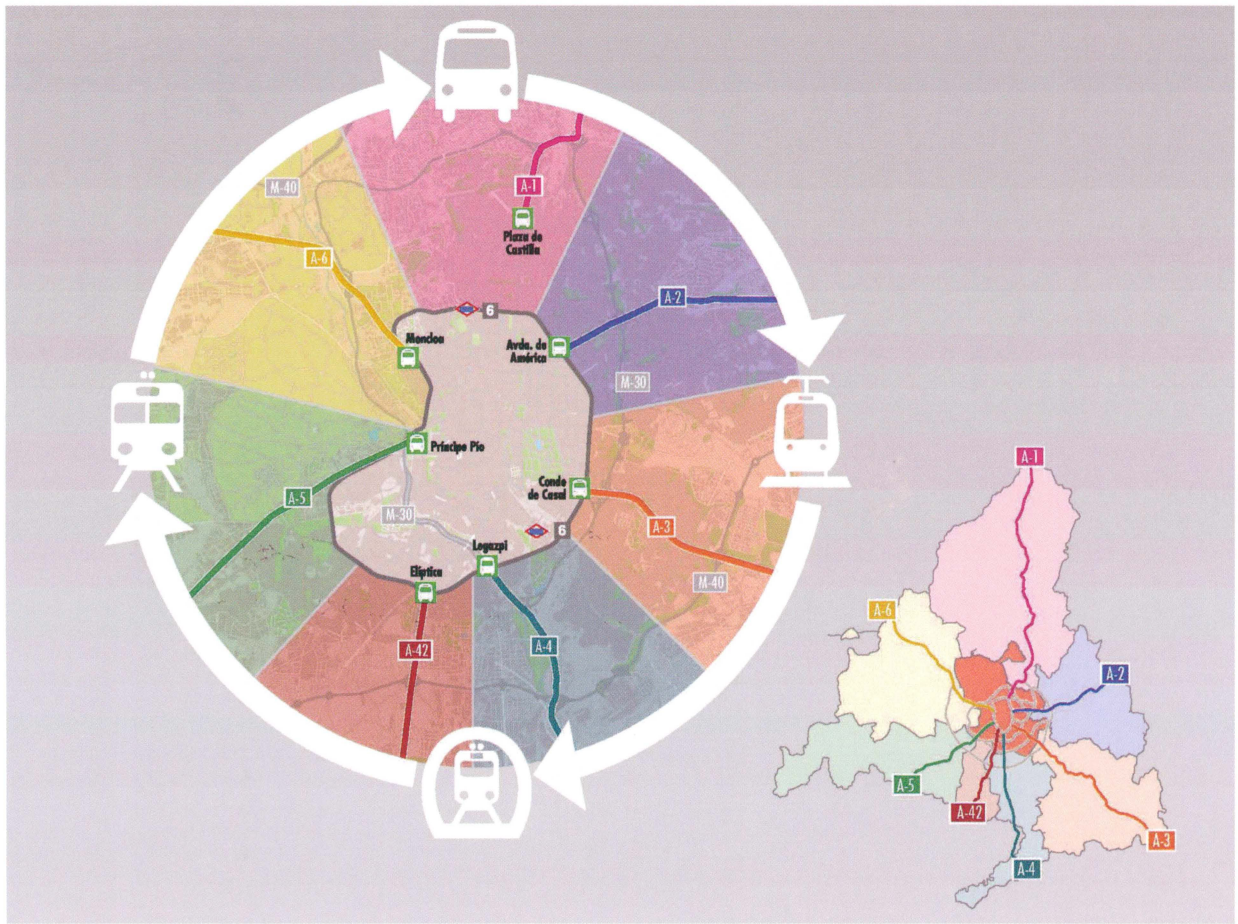
Este hecho se demostró trascendental para el transporte público en Madrid y lo convirtió en modelo a imitar o referencia a seguir por muchas otras ciudades [72]. Como señala el profesor Vasallo, *Sin lugar a dudas, gran parte del éxito del transporte público en Madrid se debe a la reforma llevada a cabo en 1985. Desde entonces, las administraciones involucradas, cedieron las competencias de planificación, gestión de concesiones y establecimiento de tarifas a una nueva figura que, desde entonces, ejerce como principal autoridad de transportes en la Comunidad de Madrid: el Consorcio Regional de Transportes de Madrid* [235:43].

Intercambiadores

Y la pieza física clave de esa integración de los transportes madrileños son los intercambiadores. Se trata de estaciones conjuntas de autobuses interurbanos y Metro, a veces también ligadas al ferrocarril de cercanías o de largo recorrido, con acceso inmediato a la red de autobuses urbanos. Con ello se minimiza el tiempo total del viaje, en el que las salidas, llegadas y transbordos tienen un peso significativo.

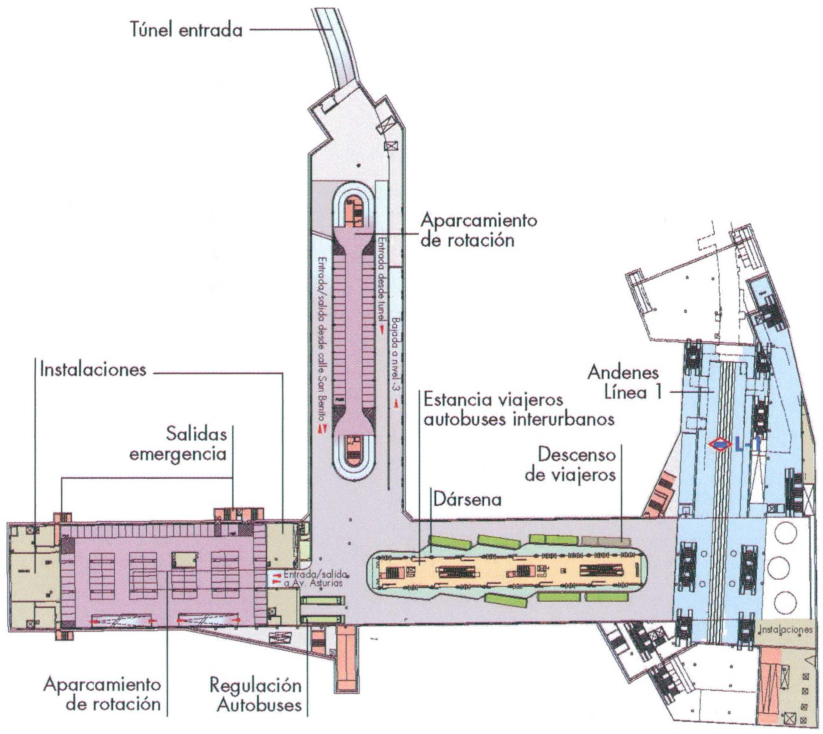
Desde su fundación, el Consorcio de Transportes ha dado una gran importancia a las conexiones para favorecer los transbordos entre distintas líneas o entre diferentes modos de transporte. Aunque sus actuaciones son numerosas y dispersas, su concreción más visible son los cinco intercambiadores principales de Chamartín, Plaza Elíptica, Avda. América, Moncloa, Plaza de Castilla [71] y el acondicionamiento de las estaciones para facilitar transbordos.

Con independencia de la indudable comodidad para los ciudadanos, los intercambiadores y la tarea del Consorcio en general aseguran una mejor movilidad para Madrid. En palabras de Vasallo, *De esta forma puede decirse*



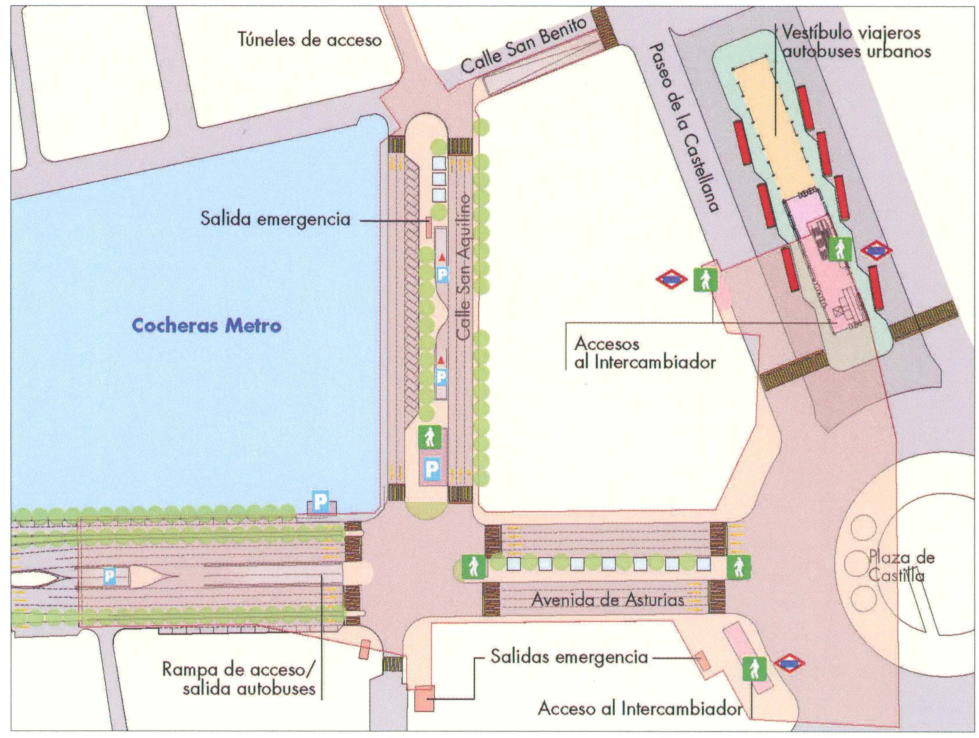
Mapa de los intercambiadores de Madrid [21:100]

Intercambiador de plaza de Castilla [21:122]



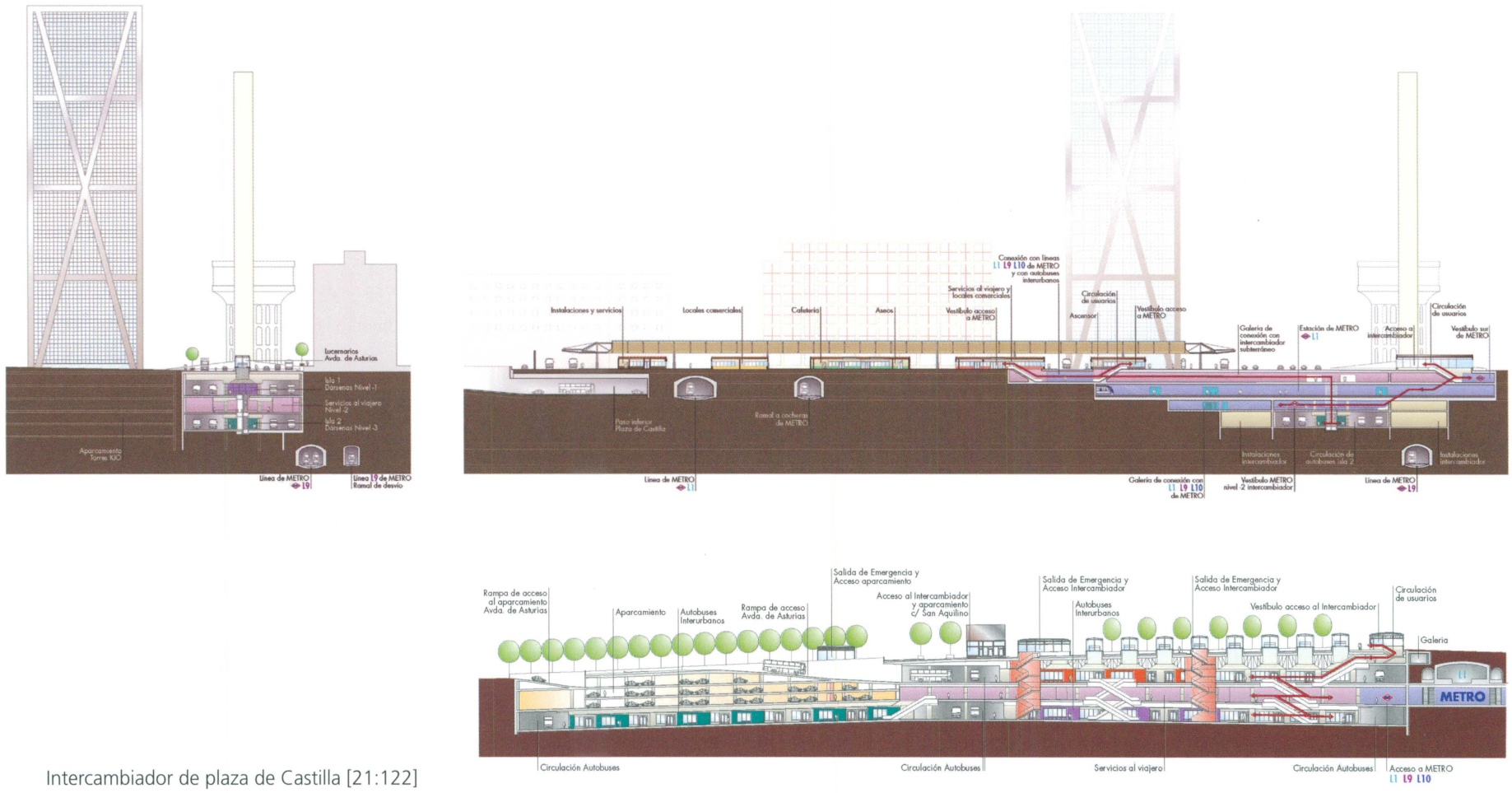
Nivel - 1. Interurbanos y aparcamiento:

▶ Superficie: 20.350 m² ▶ 10 dársenas para líneas interurbanas ▶ Andenes de L-1 de Metro
▶ Túnel de entrada P.º Castellana ▶ Área de regulación para 5 autobuses ▶ 133 plazas de aparcamiento



Nivel superficie. Accesos:

▶ Superficie: 2.550 m² ▶ 10 dársenas para líneas urbanas (EMT)
▶ T6 accesos peatonales ▶ 2 rampas para autobuses



Intercambiador de plaza de Castilla [21:122]

que el sistema de transportes en Madrid presenta integración a tres niveles: administrativo, tarifario y rnodal, este último gracias a la existencia de intercambiadores de transporte [235].

Abono de transportes

En paralelo a los intercambiadores, el máximo exponente de fomento del transporte público en Madrid se encuentra en el 'abono transportes'. Su implantación incentiva de forma notable el uso del transporte público y, consecuentemente, contribuye a la reducción de externalidades del transporte. Desde este punto de vista, esta clase de subvención, dirigida a los usuarios frecuentes del transporte público, puede entenderse como un éxito, si bien es cierto que dicha medida da lugar a una reducción sustancial en la recaudación proveniente de los usuarios [235:51].

El alto grado de subvención al 'abono transportes', junto al incremento experimentado por su utilización, han llevado a un ratio de cobertura (ingresos de los usuarios/costes de operación) del sistema de transporte público en Madrid en disminución a lo largo de los años. A raíz de ello, las subvenciones por parte de las Administraciones al transporte público tampoco pararon de crecer [235:57]. Con la crisis económica y como consecuencia del desempleo, a partir de 2008 ha disminuido en gran medida la utilización de los transportes públicos, lo que agrava sustancialmente el déficit.

Centralidad e insuficiencia de Barajas

En el transporte aéreo, en principio más favorecedor de la dispersión, sigue pesando la centralidad. Pues, aunque existan vuelos directos de un aeropuerto del Sur a otro del Norte, suelen estar poco desarrollados. Desde sus inicios, la política de transporte aéreo ha concedido siempre la máxima importancia al aeropuerto de Madrid y casi todas las líneas de las compañías aéreas hacían escala en Barajas. A ello se añaden las ya consabidas razones de capitalidad, centro económico, industrial, comercial, cultural como siempre vinculadas al alto volumen de población de la ciudad. Los nuevos vuelos *Low Cost* no precisan ni fomentan la centralidad como las antiguas redes de las compañías aéreas de bandera, aunque se benefician de la mayor oferta hotelera y de servicios de Madrid.

Durante mucho tiempo, la situación de Barajas en la capital de España le convirtió en objetivo primordial de las atenciones planificadoras. Al convertirse España en una primera potencia turística y recobrar Madrid su primitivo rango de gran capital europea, el aeropuerto de Barajas se quedó prácticamente pequeño. Desde mediados de los 1970, Madrid necesitaba desesperadamente un mayor aeropuerto para poder desdoblar un tráfico en vertiginoso aumento. *Su saturación es innegable*, escribía la geógrafa Margarita Dastis en 1973: *con un máximo de 45 aviones/hora punta se produce tal grado de saturación que es casi imposible pensar, en esas horas, en un aterrizaje sin demora* [79:354].

Ampliación siempre retrasada

A pesar de ello, la adecuación del aeropuerto a las necesidades de tráfico aéreo de la capital fue retrasada durante muchos años. Probablemente, la previsible magnitud de la ampliación precisaba una cuantía de inversiones muy difícil de financiar. Pero también, o quizás por ello, hubo grandes indecisiones e intereses contrapuestos a la hora de definir la solución más adecuada.

Opciones para crecer y reformas

Durante la transición y en los primeros 1980, la prioridad se focalizó en la mejora de las carreteras y sólo a principios de los 1990 se puso sobre la mesa la urgente necesidad de reformar el aeropuerto de Barajas. Las primeras posibilidades fueron formuladas por un efímero Ministerio de Transportes, segregado del de Obras Públicas y con escaso recorrido posterior.

La primera gran decisión fue la de ampliar Barajas frente a la construcción de un nuevo Aeropuerto. La Administración central y las compañías aéreas se decantaban por la ampliación de Barajas, mientras la Administración regional proponía un nuevo aeropuerto en Campo Real y el Ayuntamiento se debatía entre ambas. Ambos bandos tomaron las primeras decisiones de reserva de suelo para posibilitar ambas opciones, pero la decisión se retrasó varios años.

Mientras tanto, los responsables de Barajas hubieron de acometer importantes reformas del edificio terminal y la plataforma de aviones para acomodar un tráfico que no paraba de crecer. En los últimos 1980 y primeros 1990 se amplió sustancialmente la plataforma, pues se llegó a no permitir el aterrizaje de aviones al no haber espacio para aparcarlos, y también se amplió la terminal, con un nuevo edificio para vuelos internacionales y un nuevo 'Dique norte' para albergar el igualmente creciente tráfico nacional.

Pistas desdobladas y paralelas

La coincidencia política del mismo partido en los Gobiernos nacional y regional propició al acuerdo sobre la ampliación de Barajas, abandonando la opción de Campo Real. El esquema de la posible ampliación estaba ya muy maduro, con dos pistas paralelas al norte en dirección Norte-Sur y otras dos más hacia el sur, en dirección Noroeste-Sureste, para evitar sobrevuelos en San Fernando y Coslada. Ello evitaba el existente cruce de pistas de aterrizaje y despegue presente en Barajas desde sus inicios, y permitía un esquema evolutivo para seguir creciendo.

Primero se segregaron aterrizajes y despegues con la construcción de la pareja de pistas más occidental y después se duplicó la capacidad, desdoblándolas en paralelo hacia el este hasta situarlas casi encima del río Jarama que fue necesario encauzar y desviar. De ese modo, el aeropuerto de Barajas obtuvo suficiente capacidad para atender unos 70 millones de pasajeros al año y realizar 120 operaciones a la hora, convirtiéndose en el aeropuerto europeo con mayor capacidad de crecimiento de tráfico. La crisis de finales de los 2000, sin embargo, se ha cebado en la cancelación de vuelos de negocios y Barajas sufre una importante disminución de vuelos y pasajeros.

La nueva terminal T4 de Barajas

Además de la ampliación a cuatro pistas de vuelo y del correspondiente espacio de aparcamiento para los aviones, el programa incluía un edificio terminal de unos 500.000 m^2 para 35 millones de pasajeros al año, un edificio satélite de unos 300.000 m^2 segregado del anterior por razones de seguridad para los vuelos no acogidos al convenio de Schengen, pero conectado con él a través de un túnel de servicios, y un aparcamiento de 310.000 m^2 capaz para 9.000 plazas [132].

A pesar de la enorme inversión en pistas y plataforma, la actuación más espectacular de la ampliación de Barajas fue la construcción de esa nueva terminal T4, que se demoró durante más de cinco años. Sin lugar a dudas, la espera fue recompensada con la excelencia del diseño y construcción de ese impresionante conjunto de edificios (ver pág. 133).

LA M-40 Y SU RELACIÓN CON LA ESTRUCTURA URBANA Y LA MOVILIDAD VIAL DE MADRID

Justo Borrajo
Ingeniero de Caminos

Contexto general

En los estudios de movilidad la estructura urbana suele representar un factor subsidiario, primando, sobre todo, la distancia-tiempo a salvar, sin reconocer que la creación de nuevo viario condiciona el uso del territorio al ligar el mismo a sus posibilidades de accesibilidad. Por eso, la planificación sectorial del viario, independientemente del transporte en general y de la planificación urbanística en cada ciudad, condiciona de manera irreversible el crecimiento urbano y el transporte colectivo que requiere unas demandas altas para ser rentable.

En la ciudad preindustrial su estructura estaba condicionada por la dificultad de transporte de mercancías a grandes distancias, lo que originó un urbanismo denso en mancha de aceite, pero la aparición de medios de transporte de cercanías, sobre raíles inicialmente y de automóviles particulares después, cambió dicho modelo por otro de desarrollo lineal en corredores dando lugar a localidades suburbanas, superponiéndose los procesos de ensanche y suburbanización y dando lugar a un modelo territorial de crecimiento de las ciudades en general, y sobre todo en el caso español, cada vez más disperso y dependiente en su movilidad del tráfico motorizado individual; tendencia que se refuerza con la instalación de grandes superficies comerciales en lugares periféricos y, en general, cerca de grandes nudos viarios que incrementan los problemas de movilidad en horas punta.

En el informe de la Unión Europea sobre Ciudades del Mañana (octubre 2011) se señalan las causas y amenazas de la creciente dispersión de las ciudades europeas, destacando que hace más caros servicios esenciales como la enseñanza, exige mayor inversión en infraestructuras y consumo energético, contribuye al declive de los centros históricos, produce segregación espacial y social al disociar lugar de residencia y trabajo y da lugar a una sobreexplotación y degradación de los recursos naturales. Como solución propugna una estructura de asentamiento compacta con una expansión urbana limitada y un alto nivel de protección y calidad ambiental dentro y alrededor de las ciudades, resolviendo los problemas de una manera holística e integrada con diálogo entre ciudadanos y administraciones.

La planificación del viario urbano de Madrid en el Plan General de Carreteras 1984/91

El Avance del Plan General de Carreteras de 1984/91 realizado en 1983, se dedicó principalmente a dotar a España de una red de vías de gran capacidad (Programa de Autovías) que resolviesen el problema de congestión en las carreteras radiales existentes y en los ejes del Mediterráneo y del Ebro, mejorando la accesibilidad a todo el territorio y su conexión con Europa; mientras el Programa de Actuaciones en Medio Urbano, cuyos objetivos eran garantizar la continuidad de los itinerarios estatales y facilitar el acceso a las principales ciudades y a los puertos y aeropuertos de interés general, se dedicó principalmente a la supresión de travesías de poblaciones inferiores a 50.000 habitantes, destinando al viario en grandes áreas urbanas sólo dos páginas de su memoria y un índice de las 60 ciudades en las que se intervendría, con una valoración de 477 M€ de un total de 4.400 M€ (10,8%)[5].

En su diagnóstico el Avance destacaba que la política de redes arteriales desarrollada en los años 70, aunque había sido más ambiciosa en proyectos que en realizaciones, había permitido dotar a la mayor parte de las ciudades españolas de vías rápidas con funciones de circunvalación y accesos, aunque con importantes impactos físicos como ruidos, molestias visuales, peligrosidad y efectos de segregación urbana por efecto barrera. Además al no haberse adoptado las medidas para contener el desarrollo creciente de las edificaciones contiguas a las carreteras, que era estimulado por las expectativas de revalorización de los suelos colindantes, todos los problemas anteriores se amplificaron.

Las actuaciones en carreteras en áreas urbanas presentaban importantes problemas de planeamiento y gestión, puestos de manifiesto por la paralización de numerosas actuaciones por desacuerdo entre los órganos de planeamiento urbanístico y los de carreteras, principalmente debido a discrepancias en el trazado y diseño de las nuevas vías a construir. El largo plazo de maduración necesario para la planificación y programación de este tipo de vías, aproximadamente el doble del de las interurbanas, hizo que no se especificasen las actuaciones a realizar hasta la firma de convenios con los Ayuntamientos afectados, lo que además permitía que no se produjesen incumplimientos al no especificarse las actuaciones a ejecutar. La versión definitiva del Plan General de Carreteras 1984/91, aprobada por el Consejo de Ministros el 11-01-1985 y por el Pleno del Congreso de los Diputados el 20-03-1986, supuso incrementar la inversión total del Plan de 4.400 a 4.800 M€ (736.000 Mptas-83 a 800.000 Mptas-83), pero el Programa de Actuaciones en Medio Urbano sólo se vio incrementado en 64 M€, a pesar de incluir los Convenios firmados con los Ayuntamientos de Granada, Valladolid, Sevilla y Madrid, y de estar en negociación los relativos a Barcelona, Málaga y Vigo.

Hay que tener en cuenta que, además, la planificación de carreteras estatales urbanas en 1983 se realizó en un contexto económico de estancamiento, donde no se preveían

[5] Nota del editor. Se han convertido en euros las pesetas, manteniendo además las cifras originales cuando estaba indicado el año de referencia para la peseta

crecimientos de tráfico significativos y, por tanto, problemas de congestión a corto plazo. Todo esto llevó a que en el cuatrienio de 1984/87 sólo se terminasen actuaciones urbanas con una inversión global de 102 M€ (17.000 Mptas.-corrientes).

Tres años después, en 1988, los compromisos adquiridos con los Convenios firmados en las grandes ciudades, principalmente Madrid, Barcelona, Sevilla y Málaga, (con inversión superior a los 900 M€), superaron ampliamente los recursos presupuestados en el Plan General de Carreteras 1984/91, por lo que el RD 3/1988, de junio, amplió en 300 M€ (500.000 Mptas.-88) el presupuesto global de dicho Plan, debido fundamentalmente a las actuaciones urbanas comprometidas en aproximadamente 60 ciudades.

En 1990 los rápidos crecimientos de las matriculaciones anuales de turismos, que pasan de 689.000 unidades en 1986 a 1.149.000 en 1989, junto a unos precios de los combustibles especialmente bajos, al bajar de 90 ptas.-88/litro en 1986 a 72 ptas.-88/litro en 1989, hacen que los problemas de congestión en las vías urbanas de las grandes ciudades se agudicen. Por ello, el 4 de mayo de 1990, el Consejo de Ministros aprueba el denominado 'Plan para el Transporte en las grandes ciudades', popularmente denominado 'Plan Felipe', aunque desde un punto de vista riguroso más que de un Plan de Transporte se trataba más bien de un conjunto de actuaciones en ciudades de más de 500.000 habitantes para el período 1990/93, destacando principalmente las necesidades en aquellas que iban a ser sedes de eventos culturales y deportivos en 1992: Sevilla, Madrid y Barcelona.

La inversión total de dicho Plan, en el período 1990/93, se elevaba a 7.200 M€, de los que 3.980 M€ correspondían al entonces MOPU.

La M-40 en el contexto del desarrollo urbano de Madrid: el 'Plan para el transporte en las grandes ciudades' y el Convenio de Madrid

Hasta la década de los sesenta el crecimiento urbano de Madrid se mantuvo dentro de los límites del término municipal, que albergaba la inmensa mayoría de la población y de la actividad económica regional. Con la aceleración del proceso de desarrollo económico nacional y la intensificación de los movimientos migratorios campo-ciudad, la expansión metropolitana de Madrid afectó a todos los ejes radiales de crecimiento de la ciudad, dando lugar al clásico modelo de crecimiento en estrella.

El sector comprendido entre las carreteras de Extremadura y Andalucía recibió el impacto de mayor magnitud: la primera oleada de crecimiento metropolitano influyó, sobre todo, en los municipios de la primera corona Getafe, Alcorcón, y Leganés, y posteriormente se extendió a la segunda en Fuenlabrada, Móstoles y Parla. Estos asentamientos cumplen funciones predominantemente de ciudades dormitorio.

El segundo eje de expansión en importancia lo constituyó el corredor del Henares, a lo largo de la N-II, que sirvió de asiento a numerosas actividades industriales y gran número de viviendas.

En el entorno de la N-VI se establecieron segundas residencias que fueron evolucionando hacia ciudades dormitorio de alta calidad con implantación de actividades terciarias.

Por último, en el eje de la N-III el desarrollo fue más modesto y tardío.

El proceso de desarrollo sintetizado dio lugar a que el municipio de Madrid, con menos de las dos terceras partes de la población de la Comunidad Autónoma, albergase al 75% de los puestos de trabajo y más del 85% de los servicios, dando lugar a una movilidad diaria centro-periférica elevadísima.

A principios de los años 80 todas las carreteras de acceso a Madrid presentaban intensidades de tráfico superiores a los 40.000 vehículos/día, existiendo muy pocas infraestructuras de comunicación entre los municipios de la corona metropolitana.

En la situación descrita, el Avance del Plan General de Ordenación Urbana de Madrid, de 1981, en las conclusiones de su diagnóstico, estableció que: 'la región de Madrid tiende a consolidarse con un crecimiento demográfico global de ritmos decrecientes en la próxima década y con una distribución diferencial de éste en su territorio, y en particular entre el núcleo central y su entorno metropolitano [...] las condiciones que dieron lugar al crecimiento fulgurante del área metropolitana son irrepetibles'.

Ignorando las previsiones anteriores, el crecimiento económico, de la población y de tráfico en Madrid a partir de 1986 se dispara, debido en parte al ingreso de 1985 en las Comunidades Europeas, dando lugar a la congestión de todas las vías de penetración y de la parte de la primera circunvalación (M-30) construida, y sin planificación ni previsión de nuevas actuaciones, lo que hizo inevitable la firma urgente de un Convenio de Colaboración entre el Estado, la Comunidad Autónoma y el Ayuntamiento de Madrid para resolver los problemas de movilidad existentes, y que se incluyó en el mencionado 'Plan para el Transporte en las Grandes Ciudades'.

El Convenio incluyó el cierre de la M-30, que no lo estaba por el norte y se hallaba colapsada por el tráfico urbano, y desbordada por el crecimiento de la ciudad. La puesta en servicio de la llamada Avenida de la Ilustración en los primeros años del Plan supuso el cierre de dicho cinturón, junto con los tramos Puente de los Franceses-Puerta de Hierro-Enlace de la Zarzuela.

La M-40 se concibió (1984) como la segunda autovía de circunvalación del área metropolitana, con una longitud

de unos 75 km incluyendo enlaces entre la primera corona (M-30) y la periferia del término municipal de Madrid. La distancia entre ambas autovías de circunvalación oscila entre una separación mínima de unos 500 m en el arco noroeste, debido a la presencia del espacio protegido del Monte de El Pardo, a una máxima de 9 km en el oeste.

Las urbanizaciones dispersas de alto nivel económico existentes en el noroeste dieron lugar a una demanda de tráfico en vehículo privado elevada, lo que llevó a proponer una malla de mayor densidad en dicha zona.

La construcción de la M-40 se suponía que liberaría a la M-30 de las funciones de canalizar el tráfico de paso, así como de aquellos movimientos producidos en relaciones inter-periféricas (corona-corona), pero sin resolver todos los problemas. En los estudios de tráfico realizados para su planeamiento se preveía que se convertiría en vía colectora de los tráficos de paso y distribuidora de los desplazamientos generados en las periferias madrileñas y en algunas relaciones entre ellas y las áreas centrales, así como en instrumento generador de numerosos desarrollos urbanísticos en sus proximidades, al poner en valor suelos periféricos accesibles, como ha sido el caso de los Centros de Transporte de Coslada y Madrid, los nuevos recintos feriales, el Campo de las Naciones, Valdebernardo, la Ciudad Olímpica, y los nuevos PAU del sur, noreste y el oeste de Madrid.

Las previsiones realizadas de captación de tráfico e inducción de otros nuevos, fueron muy inferiores a los reales al poco de su apertura al tráfico a pesar de que se decidió su construcción con tres carriles independientemente de los resultados de los estudios de nivel de servicio realizados, que indicaban que con dos era suficiente; lo que puso de manifiesto, una vez más, lo difícil que es hacer prognosis de tráfico, sobre todo en zonas urbanas, y ser optimistas en épocas depresivas o viceversa.

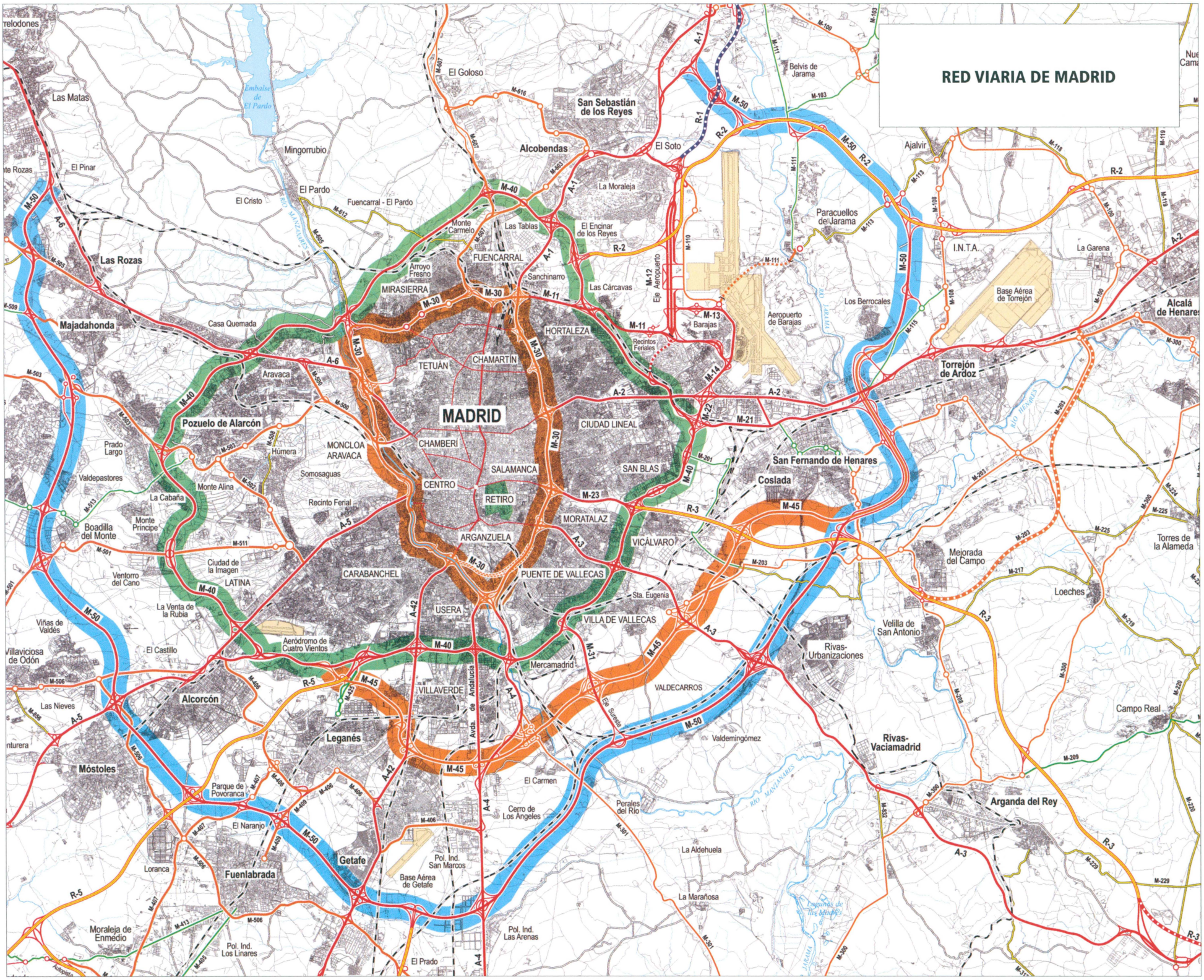
A fecha de cierre del Plan General de Carreteras 1984/91, efectuado dos años después, estaban en servicio 44 km de la M-40, entre los enlaces de Manoteras y con la N-V, y en ejecución los distribuidores norte y oeste, debido a problemas en su planeamiento por la existencia de zonas urbanas consolidadas en los márgenes de las N-I, N-V y N-VI y de los espacios protegidos de la Casa de Campo y el Monte de El Pardo.

Los problemas de planeamiento del cierre norte entre las carreteras N-VI y El Pardo (enlace de Zarzuela) son representativos de la dificultad de planeamiento de actuaciones urbanas que implican a varias administraciones. En el Convenio de Madrid se estableció que las expropiaciones correrían a cargo del Ayuntamiento de Madrid y los estudios de planeamiento plantearon y compararon alternativas por fuera de la tapia de El Pardo, afectando a tres chalets que había que expropiar por un importe de más de 1,8 M€, o tirando la tapia existente y discurriendo junto a la misma por un espacio deforestado por el que discurrían canalizaciones del Canal de Isabel II, construyendo una nueva tapia. Los ecologistas consideraban que, aunque la tapia existente no era histórica ya que se había construido con las canalizaciones de abastecimiento de agua citadas, no se debía permitir, por principio, ninguna disminución de la superficie protegida. La negativa del Ayuntamiento a pagar las expropiaciones de los chalets y de los ecologistas a admitir la reducción de la superficie protegida de El Pardo, llevó al Ministerio de Obras Públicas y Transportes a una solución de calzadas superpuestas con estructura entre la tapia existente y los chalets mucho más cara que si se hubiesen expropiado dichos chalets. Además, el cierre de la M-40 se retrasó hasta diciembre de 1996.

En 1992 los tráficos en la M-40, todavía sin cerrar, superaban los 100.000 vehículos/día en la mayor parte de los tramos en servicio, con una proporción de entre un 24% a un 55% de tráficos de penetración y distribución, frente a un 16% de tráficos transversales y un 26% de tráfico de agitación, lo que produjo la congestión de muchos tramos sobre todo en las proximidades de los enlaces, como ocurre en todas las carreteras en zonas urbanas y periurbanas al mezclarse tráficos de paso con otros propiamente urbanos.

Para reducir los tráficos locales en las calzadas existentes de la M-40 y dedicarlas a canalizar los tráficos de largo o medio recorrido se ordenó, en 1994, la redacción de un estudio informativo para la construcción de calzadas de servicio, en toda su longitud, que redujesen los accesos a las calzadas centrales y canalizasen los tráficos locales y de agitación, consiguiendo a la vez la reducción de las longitudes de desplazamiento de los mismos. A la vez, se ordenaba estudiar la posibilidad de obtener incrementos de capacidad en el tronco mediante el aumento del número de carriles.

El planeamiento de nuevos desarrollos urbanísticos (PAUS) que aumentan la carga de tráfico en la M-40 a la vez que dificultan su ampliación y el crecimiento de urbanizaciones cada vez más cercanas a la M-40, incluso reduciendo las líneas límites de edificación (Moratalaz), han hecho cada vez más difícil la construcción de vías de servicio o la ampliación del número de carriles, por lo que la solución adoptada ha sido la realización de un nuevo anillo de circunvalación más alejado (M-50) a unos 15 a 20 km de la almendra central, para servir a las relaciones corona-corona y permitir que los tráficos de paso no accedan a la M-40 descargándola, pero su gran distancia a ésta y el incremento de los recorridos a que da lugar ha hecho que, en la práctica, las reducciones de tráfico en la M-40 no hayan sido significativas, como ocurrió en su día con las previsiones de mejora en el tráfico de la M-30 por la construcción de la M-40, ya que la construcción de nuevo viario induce nuevos tráficos, sin disminuir la congestión del viario existente y sin resolver los problemas de congestión, aunque facilita la accesibilidad a nuevos suelos y la especulación y corrupción asociada que se ha puesto de manifiesto con la gran crisis económica-financiera ocurrida a partir del año 2008.


RED VIARIA DE MADRID
MADRID
Las Matas
Mingorrubio
El Pinar
El Cristo
El Pardo
Fuencarral - El Pardo
El Goloso
San Sebastián de los Reyes
Alcobendas
El Soto
Belvis de Jarama
Ajalvir
Paracuellos de Jarama
La Moraleja
El Encinar de los Reyes
Las Tablas
Monte Carmelo
FUENCARRAL
Arroyo Fresno
Sanchinarro
MIRASIERRA
Las Cárcavas
Las Rozas
Majadahonda
Casa Quemada
Aravaca
Pozuelo de Alarcón
Prado Largo
Húmera
Valdepastores
Monte Alina
La Cabaña
Boadilla del Monte
Monte Príncipe
Ciudad de la Imagen
Ventorro del Cano
LATINA
La Venta de la Rubia
Viñas de Valdés
El Castillo
Villaviciosa de Odón
Las Nieves
Alcorcón
Móstoles
Parque de Polvoranca
El Naranjo
Loranca
Fuenlabrada
Leganés
Getafe
Base Aérea de Getafe
Pol. Ind. San Marcos
Moraleja de Enmedio
Pol. Ind. Los Linares
El Prado
Cerro de Los Ángeles
El Carmen
Pol. Ind. Las Arenas
Perales del Río
La Aldehuela
La Marañosa
Valdemingómez
Arganda del Rey
Rivas-Vaciamadrid
Rivas-Urbanizaciones
Velilla de San Antonio
Mejorada del Campo
Loeches
Campo Real
Torres de la Alameda
Torrejón de Ardoz
Alcalá de Henares
Coslada
San Fernando de Henares
Aeropuerto de Barajas
Base Aérea de Torrejón
I.N.T.A.
La Garena
Los Berrocales
Barajas
Recintos Feriales
HORTALEZA
CHAMARTÍN
TETUÁN
CHAMBERÍ
MONCLOA ARAVACA
CIUDAD LINEAL
SALAMANCA
CENTRO
RETIRO
SAN BLAS
MORATALAZ
ARGANZUELA
PUENTE DE VALLECAS
VICÁLVARO
CARABANCHEL
USERA
VILLA DE VALLECAS
VILLAVERDE
VALDECARROS
Sta. Eugenia
Mercamadrid
Aeródromo de Cuatro Vientos
Recinto Ferial
Ciudad de la Imagen
Embalse de El Pardo
RÍO MANZANARES
RÍO JARAMA
RÍO HENARES
Lagunas de Las Madres
Eje Aeropuerto
Eje Sureste
Avda. de Andalucía
M-50
M-40
M-30
M-45
M-11
M-12
M-13
M-14
M-21
M-22
M-23
M-31
A-1
A-2
A-3
A-4
A-5
A-6
A-42
R-1
R-2
R-3
R-5

LAS AMPLIACIONES DE 1995 Y 1999 DE LA RED DE METRO DE MADRID

Manuel Melis
Ingeniero de Caminos

Un espectacular cambio en los plazos, los métodos y los costes de la construcción de los metros en el mundo ha tenido lugar en Madrid durante los últimos 1990.

Cuando en 1995 se comenzaron las grandes ampliaciones del Metro de Madrid, el autor, como responsable de ellas, sufrió enormes presiones de los expertos en túneles para que utilizara lo que llamaban las técnicas modernas de túneles, que fundamentalmente se basaban en la construcción con grandes secciones de frente abierto, con el Nuevo Método Austríaco, el Precorte Mecánico o las grandes entibadoras de lanzas de sección completa, protegiendo al túnel así construido con una delgada cáscara de huevo que llamaban sostenimiento provisional.

Sin embargo, a raíz de los múltiples incidentes y retrasos ocurridos con el empleo de dichos métodos, el autor tomó en 1995 una serie de decisiones para la construcción de túneles con tuneladoras muy potentes y especialmente diseñadas para el terreno de Madrid. En opinión de los técnicos consultados, era imposible construir 20 km de Metro subterráneo en 4 años. Pero cuatro años después, se habían proyectado, construido y puesto en servicio en Madrid 37,5 km de Metro subterráneo con 35 estaciones e intercambiadores de transporte y 18,5 km más de Metro al aire libre, con otras 4 estaciones.

Y se hicieron con los mismos técnicos de la Administración, sin buscar a ningún experto mundial para dirigir la operación y a unos costes sustancialmente más bajos de los habituales en el mundo. En noviembre de 1999, el World Bank lo puso como ejemplo para el resto de ciudades, diciendo textualmente: *The Madrid Metro has been expanding its network at costs substantially below the levels that were internationally considered possible. The whole world could learn from this evidently superb manner of procurement and implementation.* Este éxito de Madrid se repitió y aumentó en la siguiente ampliación 1999-2003 del metro de Madrid.

Terminadas las obras, las empresas constructoras españolas de las dos ampliaciones del Metro y de la M-30 se colocaron a la cabeza de la construcción europea y pasaron a liderar los grandes proyectos mundiales. ACS construyó un importante tramo del metro de Nueva York y otros proyectos de infraestructuras muy importantes en USA y Canadá. FCC construyó otro importante tramo del metro de Atenas, otro en Panamá City y otras en Irlanda o Panamá. SACYR construye un tramo del nuevo Canal de Panamá. Ferrovial construyó otras importantes infraestructuras en Inglaterra, y pasó a tener la responsabilidad de gran parte del metro de Londres.

Sin duda las dos estrellas de la segunda ampliación de 1999-2003 fueron el gran anillo de Metrosur, que unía las cinco grandes ciudades del sur de Madrid Alcorcón, Móstoles, Fuenlabrada, Getafe y Leganés y la gran ampliación de gálibo de la Línea 10 que permitió que circularan por ella los trenes de gálibo ancho. Recuerde el lector que desde Alonso Martínez hasta el final sur de la línea se había construido de gálibo estrecho. El 11 de abril de 2003 se pusieron en servicio los 41 km de esta nueva línea con Metrosur y la legislatura terminó así con 74,7 nuevos kilómetros de red, 38 nuevas estaciones y 8 nuevos intercambiadores con Cercanías.

Metrosur no podía ser un anillo de 41 km desconectado del resto de la red y del otro gran anillo de la Línea 6 (de 23 km). Por ello se construyó la conexión a través de la Linea 10, que se prolongó desde Casa de Campo hasta Alcorcón y a la que hubo que ensanchar el gálibo de los túneles entre Alonso Martínez y Plaza de España para que pudieran circular los nuevos trenes que se estaban diseñando, los grandes trenes continuos que circulan actualmente por esa línea. Se previó otra conexión con la Linea 11 desde Plaza Elíptica y una tercera con la Linea 3 hasta Getafe, pero no se incluyeron en esa legislatura. Al escribir estas páginas, casi 15 años después, aún no se han construido.

Ampliaciones del Metro de Madrid 1995-2003

Línea y Tramo	Km	Estaciones	Intercambiadores
1995-1999			
L-10 P. Pío-Pl. España		0	0
L-10 Lago-P. Pío	2,60	0	1
Union Líneas 8-10	1,62	1	0
Union Líneas 7-10 Avda. América-G. Marañón	1,25	1	0
L-4 Esperanza-Mar de Cristal	2,04	2	0
L-8 Ramal A Recintos Feriales	2,63	2	0
L-7 Dr.Marañon-Canal	1,02	3	0
L-11 Prolong. Carabanchel	2,60	3	0
L-9 Prolongacion Vicálvaro	4,60	4	1
L-4 Prol. Mar de Cristal-Sta. María	2,31	2	0
L-7 Canal-Guzmán el Bueno	2,10	1	0
L-7 Guzmán el Bueno-Valdezarza	2,55	3	0
L-1 Prolong. Vallecas	2,83	3	1
L-7 Valdezarza-Pitis	4,21	6	1
L-8 Campo Naciones-Barajas	5,60	2	0
L-9.- Prolong. en superficie a Arganda (Conc.)	18,30	4	0
Suma 1995-1999	**56,26**	**37**	**4**
1999-2003			
Soterramiento Getafe	3,10	1	1
Soterramiento Línea 9 Rivas	1,51	0	0
L-8 N. Ministerios-Mar de Cristal	5,90	2	1
Ampliación gálibo L-10	1,93	2	0
Prolong. L-10 1. Colonia Jardín-Cuatro Vientos	3,00	2	1
Prolong. L-10 2. Cuatro Vientos-Alcorcón	3,29	1	0
Metrosur Contr. 1-Alcorcón	9,65	5	1
Metrosur Contr. 2-Móstoles	5,99	5	1
Metrosur Contr. 2-Tramo 3b-I	1,32	0	0
Metrosur Contr. 3-Total	2,69	2	0
Metrosur Contr. 4-Fuenlabrada	6,51	4	1
Metrosur Contr. 5-Getafe	7,35	6	1
Metrosur Contr. 6-Leganés	6,99	6	1
Tren Cercanías Renfe a San Martín de la Vega	15,50	2	
Suma 1999-2003	**74,74**	**38**	**8**
Total ampliaciones de Metro	**130,99**	**75**	**12**

Se incluyó también en esta ampliación el soterramiento de la línea de Cercanías C-4 en Getafe, haciendo su conexión con Metrosur en el nuevo intercambiador de Getafe Central, soterramiento que se hizo en unos pocos meses. Se incluyó también la conexión con San Martín de la Vega, que finalmente se construyó en ancho RENFE para que se explotara con trenes de Cercanías desde Pinto. La decisión más importante de Metrosur fue construirla subterránea en su totalidad, frente a opiniones que querían hacerla en superficie porque era más barato. En la tabla se muestran las obras construidas en todo el período.

Curiosamente el camino crítico no es el túnel —si se hace con los métodos constructivos adecuados—, sino la construcción de las estaciones. En la ampliación inicial había que construir 24 estaciones y cada estación es un complejo edificio subterráneo con multitud de accesos, losas a diferentes niveles, cuartos de equipos electromecánicos, y sofisticadas instalaciones de señalización y enclavamientos de vía, línea aérea, comunicaciones y otras. Tras un estudio exhaustivo, se decidió programar las estaciones en un plazo de 24 meses, con las instalaciones incluidas.

Se planeó la ampliación de forma que trabajaran en las obras cuatro grandes tuneladoras EPB para túnel de dos vías, más dos tuneladoras EPB de una vía, ambas ya existentes en España procedentes de trabajos anteriores. Una de las pequeñas acababa de terminar el túnel del Pasillo Verde de RENFE en Madrid y la otra un tramo de la Línea 3 del Metro de Valencia[6].

Programa de Trabajos General. Proyectos y Obras

La red de Metro de Madrid tenía en 1995 una longitud de 120 km y 158 estaciones. Los Proyectos de la ampliación de 56 km de Metro comenzaron en agosto de 1995. En diciembre de 1998 estaban ya en servicio 20,8 km de red con 18 nuevas estaciones, y el resto quedó en servicio el 15 de febrero de 1999. La tabla siguiente resume los trabajos realizados en la legislatura 1995-1999.

A principios de 1997 ya podía verse que la ampliación iba en ritmo. El Gobierno Regional decidió, a través de la consejería de Obras Públicas, incluir en el ambicioso plan de ampliación una nueva obra, la conexión del aeropuerto de Barajas con la estación de Campo de las Naciones. El autor decidió la construcción con dos tuneladoras, comenzando una por cada extremo. El túnel de 5.600 metros se construyó en 7 meses y la obra se puso en servicio el 24 de junio de 1998.

Resultados técnicos de las ampliaciones

Los métodos constructivos y la gestión de este gran proyecto fueron los adecuados. Todas las obras se terminaron en los plazos previstos. No hubo accidentes en las obras subterráneas de los túneles y estaciones, ni colapsos en superficie ni daños estructurales en los edificios. La siguiente tabla resume la duración de los trabajos de cada contrato y pone de manifiesto unos rendimientos verdaderamente excepcionales, nunca antes obtenidos en España o en otros países[7].

[6] Dos de ellas Mitsubishi Φ9.40 m y otras dos Herrenknecht Φ9.40 m, más una Lovat Φ7.40 m, y una Herrenknecht, Φ6.52 m.

[7] Construir una obra civil como la línea 14, casi 6 kilómetros de gran túnel con dos estaciones en 15 meses es una hazaña única. Valga como comparación el túnel de longitud similar de Somport, en los Pirineos, que en su parte española tardó en terminarse más de 5 años, pese a no tener estaciones. Los 5.6 km del túnel de la obra del Aeropuerto se construyeron en el increíble plazo de 7 meses.

Ampliación de Metro 1995-1999. Duración de las obras

Proyecto	Km	Comienzo	Inaugurac.	Mes
1. Línea 10 Lago-P. Pío	2,60	10 jul 95	26 dic 96	18
2. Línea 10 P. Pío-Pl. España		10 jul 95	26 dic 96	18
3. Línea 4 Prolong. Hortaleza	2,04	16 mar 96	27 abr 98	23
4. Unión Líneas 8-10	1,62	30 abr 96	22 ene 98	21
5. Unión Líneas 7-8	1,25	10 jun 96	16 oct 98	26
6. Línea 9 Prolongación A Vicálvaro	4,60	22 jul 96	1 dic 98	28
7. Línea 8 Mar Cristal-Campo Naciones	2,63	15 mar 97	24 jun 98	15
8. Línea 7 Marañón-Guzmán el Bueno	2,48	11 nov 96	31 ene 99	26
9. Línea 7 Guzmán el Bueno-Valdezarza	2,74	11 nov 96	31 ene 99	26
10. Línea 7 Valdezarza-Pitis	4,51	11 nov 96	31 ene 99	26
11. Línea 1 Prolong. A Vallecas Villa	2,67	17 feb 97	31 ene 99	24
12. Línea 11 Prolong. A Carabanchel	2,60	17 feb 97	16 nov 98	20
13. Línea 4 Mar Cristal-Pque. Santa María	2,31	20 may 97	15 dic 98	18
14. Línea 8 Campo Naciones-Barajas	5,60	15 mar 97	24 jun 98	15

Ampliación Metro de Madrid 1995-1999. Datos Económicos (M € equiv)

Línea y Tramo	Km	Esta-ciones	Total	Instala-ciones	Contro y Calidad	Obra Civil
Línea 10 P. Pío-Pl. España		0	19,3	5,0	0,7	13,5
Línea 10 Lago-P. Pío	2,60	0	45,9	16,0	1,1	28,8
Union Líneas 8-10	1,62	1	58,7	11,2	1,7	45,8
Union Lín. 7-10 A. América-Marañón	1,25	1	28,3	3,1	0,9	24,4
Línea 4 Prolong. Hortaleza	2,04	2	57,0	10,3	1,5	45,1
Línea 8 Ramal A Recintos Feriales	2,63	2	77,2	6,2	2,1	68,9
Línea 7 Marañón-Canal	1,02	3	En Canal-Guzmán el Bueno			
Línea 11 Prolong. Carabanchel	2,60	3	73,1	8,8	2,0	62,3
Línea 9 Prolongación Vicalvaro	4,60	4	139,1	17,3	2,5	119,3
Línea 4 Prol. Mar de Cristal-Santa María	2,31	2	52,2	6,1	1,6	44,5
Línea 7 Canal-Guzmán El Bueno	2,10	1	123,2	28,2	2,6	92,3
Línea 7 Guzmán el Bueno-Valdezarza	2,55	3	96,4	3,5	2,6	90,3
Línea 1 Prolong. Vallecas	2,83	4	98,4	11,3	2,2	85,0
Línea 7 Valdezarza-Pitis	4,21	6	155,5	15,3	3,1	137,1
Línea 8 Campo Naciones-Barajas	5,60	2	162,8	24,7	1,9	136,2
Total obra civil, arquitectura e instalaciones	**37,96**	**34**	**1187,2**	**167,1**	**26,6**	**993,5**

Coste de la ampliación de Metro 1995-1999

El coste final de la obra civil, la arquitectura y las instalaciones electromecánicas de la ampliación de Metro fue de 1.187,2 M€, según el detalle que figura en la tabla siguiente[8]:

El material móvil comprado para esta ampliación consistió en 144 coches de gálibo estrecho (los actualmente llamados

[8] Nota del editor. Se han convertido en euros las pesetas del año 2000 del original.

Serie 2000B-burbujas, de 2,3 m de ancho) y 82 coches de gálibo ancho, 2,80 m. Como se sabe, en Metro de Madrid las líneas 1 a 5 son de gálibo estrecho, y las 6 y posteriores de gálibo ancho. Su coste total, incluida la llamada 'argandización', es decir, la adaptación de algunos coches de gálibo ancho para circular por superficie en la nueva Línea 9 en el tramo de Arganda y la instalación de aire acondicionado, se desglosa en la tabla.

Material móvil, 2000, 6000 y argandizacion, M €

144 coches tipo 2.000 ancho 2,3 m	111,7
82 coches tipo 5.000 ancho 2,8 m	103,7
Total	**215,4**

Resultados económicos de la ampliación

Entre 1982 y 1994, al fijar el Consorcio de Transportes tan extraordinariamente bajo el coste del billete por motivos políticos, Metro de Madrid aumentó mucho la utilización por los madrileños, pasando de 340,7 a 391,7 millones de viajes. Pero aumentó también mucho su déficit, subiendo de 13,5 M€ a 44,2 M€ en valores corrientes. Por lo tanto, la Ampliación 1995-1999, al aumentar la red en 38 km de túnel con 34 estaciones y sobre todo en zonas periféricas menos densamente pobladas que las cubiertas por la red existente, hacía prever un aumento enorme del déficit.

Con la estructura existente en Metro, eso llevaría efectivamente a un déficit insoportable financiera y económicamente. Por lo tanto decidió enfocar la solución de este problema desde ese momento, de forma que una vez terminada la Ampliación en 1999 la estructura de Metro estuviera en condiciones de explotarla sin que los costes ni la organización de la compañía se dispararan. La tabla siguiente presenta los resultados de las acciones tomadas en 1996 en abril de 2001. Puede verse que no sólo se absorbió el efecto de la ampliación de la red a zonas menos densamente pobladas, sino que las tendencias anteriores tuvieron un importantísimo punto de inflexión.

La idea del autor era sencilla, aumentar al máximo posible los desarrollos tecnológicos de Metro de Madrid para que el aumento de longitud de la red en la Ampliación no exigiera un aumento proporcional de la plantilla en los trabajos de mantenimiento de la vía y estaciones y en la gestión de la explotación. Pidió consejo a su antiguo profesor en el IESE, el Ingeniero de Caminos Juan Torres Piñón que había sido también Presidente de Metro en los difíciles años de la Intervención, y comenzó creando nuevos equipos de ingenieros jóvenes que junto con los experimentados téc-

Magnitudes fundamentales de Metro de Madrid

Antes de y tras la ampliación 1995-1999 (pesetas constantes año 2000 trasformadas a €)

Año	Mill viajes	Coste billete	Ingresos/ viajero	Costes/ viajero	Subven/ viajero
1980	380,7	0,32	0,27	0,57	0,29
1981	347,6	0,46	0,34	0,63	0,27
1982	340,7	0,41	0,35	0,73	0,35
1983	339,2	0,44	0,36	0,81	0,42
1984	327,4	0,46	0,41	0,86	0,40
1985	320,9	0,48	0,44	0,89	0,47
1986	329,0	0,55	0,42	0,87	0,47
1987	340,4	0,53	0,42	0,95	0,52
1988	364,8	0,60	0,43	0,85	0,41
1989	394,8	0,61	0,38	0,79	0,39
1990	415,5	0,79	0,34	0,77	0,36
1991	400,8	0,96	0,34	0,76	0,40
1992	413,1	0,98	0,32	0,80	0,43
1993	391,0	0,94	0,34	0,85	0,45
1994	391,7	0,90	0,35	0,82	0,41
1995	397,2	0,86	0,35	0,80	0,39
1996	408,0	0,86	0,34	0,77	0,36
1997	422,7	0,84	0,33	0,73	0,34
1998	437,0	0,83	0,32	0,72	0,32
1999	480,0	0,81	0,33	0,77	0,36
2000	525,0	0,81	0,32	0,71	0,29

nicos de la Ingeniería de Metro desarrollaran las soluciones técnicas.

Estos desarrollos estaban básicamente orientados a disminuir los costes de mantenimiento. Fueron fundamentalmente los siguientes: la catenaria rígida; la vía sin balasto; los aparatos de vía hormigonados; los nuevos sistemas de auscultación de vía, la instrumentación de trenes y otros sistemas de gestión de la infraestructura, y la nueva ingeniería del material móvil.

Con estos avances técnicos se logró que pudieran ponerse en explotación las nuevas líneas sin tener que aumentar la plantilla en la misma proporción, salvo en lo que respecta a los conductores y al personal de estaciones. Con todo ello, los ratios del coste de explotación por kilómetro, o por coche por kilómetro recorrido, o por estación, se redujeron sustancialmente.

Los métodos constructivos y los de gestión de las obras de la segunda ampliación fueron exactamente iguales a los de la primera. Se proyectó y construyó una nueva tuneladora igual a las cuatro anteriores, que era necesaria para construir el tramo de Getafe de Metrosur.

Las ampliaciones de Metro de Madrid posteriores a 2003

El nuevo gobierno de la Comunidad siguió con la política de ampliar la red de Metro, con los mismos procesos constructivos y construyó las obras que figuran en la tabla con la empresa pública Mintra.

Se construyeron también unas líneas de tranvía, pero que resultaron ser un gran fracaso económico, financiero y de público. Para reducir costes de la línea en varias zonas importantes como Pozuelo se situó el tranvía en zonas periféricas y poco habitadas, aunque en la siguiente legislatura ya no se volvió a construir ese modo de transporte a pesar de ser más barato que el Metro. En la siguiente legislatura 2007-2011 comenzó la grave crisis económica y financiera, con lo que se recortaron las inversiones. Finalmente en julio de 2011 se cerró la propia empresa Mintra y se cesó al equipo directivo que había dirigido Metro durante los últimos años.

(Textos y tablas de Manuel Melis, responsable del Metro y su ampliación hasta 2003)

Ampliaciones de Metro y Tranvía Madrid 2003-2007

Lín	Metro Subterráneo	Km	Estaciones	Intercambiadores
1	Pza. Castilla-Intercamb. Chamartín	6,8	3	2
1-4	Lín 1 y 4 Inter. Chamartín-Pque. Sta. María	incluidas en L1		
1	Congosto a PAU de Vallecas	3,1	3	
2	Ventas a La Elipa	1,6	1	
3	Legazpi a Villaverde Alto	8,7	6	1
5	Canillejas-Alameda de Osuna	2,4	2	
7	Las Musas-Peineta-Coslada-S. Fernando (MetroEste)	12,1	7	1
10	Tres Olivos-Alcobendas-S. Sebas. Reyes (Metronorte)	15,7	11	
11	Pan Bendito a Carabanchel Alto	2,7	3	
	Nueva Estación Lín. 6 (Bolívar-Arganzuela)		1	
	Nueva Estación Lín. 8 en Pinar del Rey		1	
	Nueva Estación Lín. 10 (Darío Gazapo-Aviación Esp.)		1	
	Total Metro	53.1	39	4
Lín	**Tranvía en superficie**	**Km**	**Paradas**	
A	Pinar Chamartín-Sanchinarro-Las Tablas	5,4	9	
B	Colonia Jardín a Aravaca-Pozuelo	8,7	12	
C	Colonia Jardín a Boadilla del Monte	13,7	13	
	Total Tranvía	27,8	34	

Ampliaciones de Metro y Tranvía Madrid 2007-2011

Línea	Metro Subterráneo	Km	Paradas
2	La Elipa-Las Rosas	4,6	
9	Mirasierra	0,9	
11	Carabanchel Alto a La Fortuna	3,3	
	Total Metro	8,8	

LA FUNCIÓN DE CERCANÍAS EN LA SOSTENIBILIDAD DEL ÁREA METROPOLITANA DE MADRID

Javier Pérez Sanz
Ingeniero de caminos

De la significación y alcance actual del servicio ferroviario de Cercanías da buena idea el hecho de que durante 2012 los trenes de Cercanías realizados por Renfe transportaron 410 millones de viajeros, demanda que equivale a un promedio de 1,4 millones de viajeros transportados cada día laborable.

Cercanías, es, con creces, el servicio ferroviario más demandado socialmente, pues cerca del 90% del total de los viajeros que utilizaron el ferrocarril el año pasado en España lo hicieron en el servicio de Cercanías. Esa demanda de Cercanías de Madrid supone más del 50% de la demanda total y su servicio está muy prestigiado a nivel interno e internacional y es evocado como referente modal.

El actual concepto de Cercanías como oferta altamente especializada gestionada con visión de negocio específico, es una noción de servicio relativamente reciente, aún no ha cumplido el cuarto de siglo, pero sus bases estructurales y fundamentos de servicio se remontan incluso a los propios orígenes del ferrocarril.

Desde sus comienzos el ferrocarril nació con vocación de servicio de transporte de proximidad. Mientras el ferrocarril mantuvo su hegemonía como transporte terrestre, la oferta de proximidad solía realizarse de forma integrada y subordinada a la oferta de mayor alcance territorial, pero cuando se desarrollaron nuevas modalidades de transporte, básicamente el transporte por carretera y la motorización privada, el ferrocarril tuvo que reaccionar especializando su actividad en los sectores de movilidad que le son más propicios por su tecnología.

De los comienzos del ferrocarril y de su etapa más pujante, la oferta actual, además de esa vocación original de servicio de proximidad, ha heredado posiciones y componentes estructurales muy estratégicas, especialmente espacios con gran centralidad y pasillos/corredores dedicados con alta conectividad en torno a los que se fue asentando buena parte del crecimiento de la población en las principales ciudades. Estas bases han sido fundamentales para configurar una oferta de servicio acorde con los requerimientos derivados del desarrollo urbano sobrevenido con el crecimiento económico, que en las grandes ciudades se plasmó en su metropolización y en la de su movilidad.

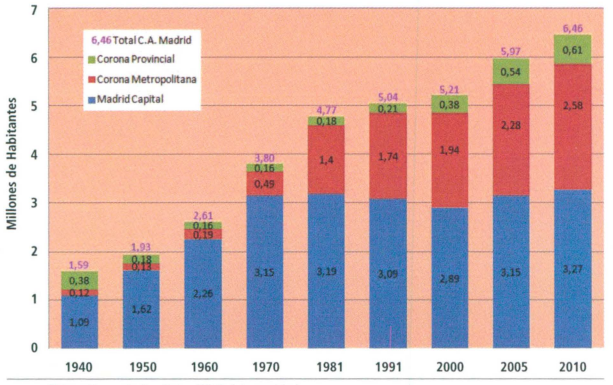
Sin duda el factor desencadenante de la creación de Cercanías como oferta específica ha sido el hecho de la metropolización de las ciudades, proceso consustancial con el crecimiento económico y que se apoyó en el auge de la motorización privada generada por ese crecimiento. En el caso de Madrid su proceso de metropolización se aprecia claramente en los dos gráficos que se acompañan, el primero de ellos presenta la evolución histórica del asentamiento de la población en la C. A. de Madrid según coronas territoriales y el segundo la tendencia de esa localización territorial comparada con la del crecimiento económico y el desarrollo de la motorización.

Estos gráficos ayudan a entender cómo la dinámica de crecimiento de la población ha venido modificando las pautas de la movilidad en Madrid y en consecuencia ha guiado la evolución de las redes y servicios de transporte.

En 1970 la población de la C. A. de Madrid rozaba los 4 millones de habitantes, tras experimentar un crecimiento muy importante desde finales de la Guerra Civil, una tasa media interanual del 3%, que aportó un aumento poblacional de más de 2,2 millones de habitantes. Más del 93% de ese crecimiento fue absorbido por Madrid capital, que pasó de 1 a más de 3 millones de habitantes. La nueva población de la capital se asentó colmatando primero la almendra central y se extendió posteriormente por la corona orbital suburbana.

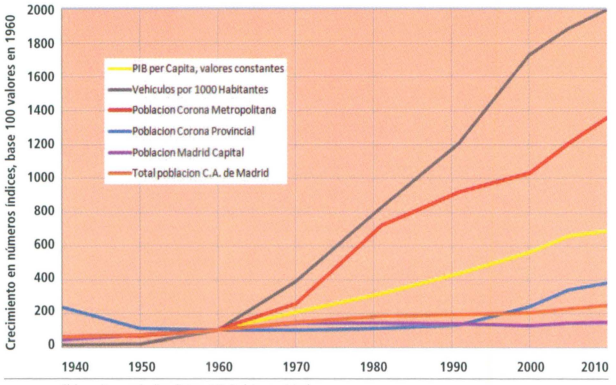
A partir de 1970 la población de Madrid capital se estabiliza en el entorno de los 3 millones de habitantes, lo que suponía el 83% del total provincial. Posteriormente, un 80% del crecimiento total de 2,6 millones de habitantes hasta 2010, se localiza en la corona metropolitana y un 17% se localiza en la corona provincial. En la actualidad, de los 10 millones de viajes diarios generados en la Comunidad de Madrid, más de la mitad tiene su origen y/o destino fuera de la capital.

Crecimiento económico, motorización y asentamiento de la población en la C.A. de Madrid



Elaboración propia. jjps Datos. INE. Padrón municipal

Tendencias en el crecimiento económico, motorización y asentamiento de la población en la C.A. de Madrid



Elaboración propia. jjps Datos. INE. Padrón municipal

La respuesta ferroviaria a la metropolización. Configuración de la red. Las Cercanías precursoras del modelo actual

Ante esa realidad metropolitana especialmente desencadenada a partir de 1970, los entonces responsables del transporte ferroviario de ámbito estatal percibieron las posibilidades que para la resolución de la nueva movilidad 'urbana' podría tener el impulso de los servicios ferroviarios de proximidad y promovieron la realización de estudios y planes específicos dirigidos a mejorar cuantitativa y cualitativamente la oferta ferroviaria de carácter metropolitano.

En el caso de Madrid es oportuno recoger como un hito precursor el estudio que realizó Ineco por encargo de Renfe en





el año 1972 para analizar la viabilidad de una red de Cercanías en Madrid y su área metropolitana. Sus propuestas fueron la base de los sucesivos planes y programas utilizados para definir los principales proyectos que han ido configurando el servicio de Cercanías en Madrid. De estos planes cabe destacar el Plan Ferroviario para el Área Metropolitana de Madrid que tras una larga gestación fue rubricado en 1983 y que con una inversión de 20.000 millones de pesetas de entonces incluía un conjunto de actuaciones en la infraestructura que se han constituido en los pilares de la actual red.

El lanzamiento de la red y servicios precursores del actual sistema de Cercanías de Madrid arrancaría con la apertura del primer túnel Atocha-Chamartín en 1969, y la inauguración de la propia estación de Chamartín, ambos concebidos por Indalecio Prieto en el Ministerio de Fomento. Este período finalizaría con la constitución de Cercanías como una marca y negocio ferroviario diferenciado, en el que las de Madrid constituyen desde su nacimiento en 1989 el principal exponente.

Durante esos veinte años se realizó una importante modernización de las líneas preexistentes así como la incorporación de nuevas líneas específicas de Cercanías aprovechando líneas en desuso que discurrían por ámbitos metropolitanos que experimentaron una explosión demográfica. También el parque de trenes fue objeto de una profunda modernización e incremento de vehículos mediante la adquisición masiva de nuevas unidades eléctricas que aunque no específicas se dedicarían mayoritariamente a prestar servicios de Cercanías.

Entre las principales realizaciones de este período destacan: la electrificación y puesta en explotación en 1975 con las nuevas unidades eléctricas (UT440), en la que se puede considerar como la primera línea de Cercanías de Madrid: la línea Madrid-Alcalá-Guadalajara, por el Corredor del Henares. También ese año se puso en servicio el ramal a Canto Blanco, para dar servicio a la Universidad Autónoma. En 1976 se inauguró el primer tramo, Móstoles-Aluche, de la actual línea C-5, la de mayor volumen de viajeros, que se vio prolongada hasta Laguna en 1984 y hasta Embajadores en 1989. En 1981 se inauguró la línea Atocha-Parla, sección Sur de la actual línea C-4. En 1986 se puso en servicio la cuadruplicación de vía Atocha-Villaverde Bajo, lo que posibilita el acceso independiente a Atocha de los trenes de las actuales líneas C-3 y C-4. En 1989 se inauguró el triángulo de Pinar de las Rozas, creando la conexión entre Chamartín y Príncipe Pío y preparando el cierre del anillo de Cercanías de Madrid, ese mismo año también se puso en servicio el nuevo acceso Villaverde Alto-Méndez Álvaro-Atocha que independizaba la línea de Fuenlabrada y posibilitaría la creación de la actual línea C-5.

Las primeras unidades eléctricas UT440 fueron el soporte de los servicios de Cercanías de Madrid en los 1970 y 1980 manteniéndose con las correspondientes actualizaciones hasta 2007, cuando fueron sustituidas por los nuevos trenes Civia. Entre 1975 y 1985, las Cercanías de Madrid recibieron un total de 150 trenes de esta serie lo que supuso una inversión de 18.000 millones de pesetas a valor de 1979.

Fue también en este período cuando se remodelaron íntegramente las vías e instalaciones en la estación de Atocha y se construyó la actual Estación de Atocha Cercanías, inaugurada en 1988, verdadero pulmón del sistema por el que pasan la totalidad de los actuales servicios de Cercanías de Madrid y principal intercambiador modal del sistema, por ella llegaron a transitar medio millón de viajeros diarios. Este nodo de la red de transporte público se ha constituido en una pieza urbana imprescindible en la vida cotidiana de Madrid y su arquitectura se ha integrado en la fisonomía más característica del perfil urbano de la ciudad.

Conscientes de la importancia del papel de la intermodalidad en la proyección del transporte público, además de aumentar y mejorar las interconexiones con Metro y la red de autobuses, en 1987 la red de Cercanías de Madrid se integró en el sistema tarifario común implantado por el Consorcio Regional de Transportes de Madrid.

A finales de 1989 la red de Cercanías de Madrid tenía una longitud de 316 km, disponía de 150 trenes que realizaban más de 880 servicios diarios con un índice de puntualidad del 92%. En ese año, transportaron 80 millones de viajeros, un promedio de 312.000 viajeros por día laborable, que accedieron al servicio por las 81 estaciones con las que contaba la red y que cualificaron la calidad con 6,3 puntos sobre 10. Con ello, los fundamentos estructurales de la red de Cercanías estaban configurados a finales de los 1980.





Cercanías se constituye como marca específica y se consolida como servicio de transporte metropolitano de referencia.

Pero sin duda el hito más significativo de la consolidación de Cercanías como transporte metropolitano de referencia, fue la creación por Renfe en 1989 de Cercanías como un negocio específico dedicado al desarrollo de ese servicio en el ámbito estatal. Se implantó una organización *ad hoc,* totalmente responsable de gestionar Cercanías como una marca que englobaba todas las componentes del servicio y a la que le fueron adscritos todos los recursos de Cercanías de la compañía, personales, económicos, técnicos, de planificación y de control.

A partir de ese momento se inició la fundación del servicio tal como lo conocemos en la actualidad, comenzando por el diseño del producto, la implantación de su imagen de marca, la creación del primer mapa identificativo de la red y la implantación de controles de accesos, máquinas automáticas de venta, teleindicadores e información.

En la consolidación del servicio de Cercanías tuvo también un papel muy importante su visualización como un eslabón de la cadena modal del transporte público. No en vano, la gran mayoría de los viajeros de cercanías procede o se dirige a otro modo de transporte público. Por ello, Cercanías apoyó su desarrollo en la intermodalidad, tanto a través de la integración tarifaria como participando en el desarrollo de los intercambiadores. En la actualidad la red está presente en cuatro grandes intercambiadores y 20 estaciones de cercanías tienen conexión con metro.

A partir de 1989 se produce una progresión espectacular del servicio de Cercanías de Madrid. El Ministerio de Transportes aprobó en 1990 el Plan de Transporte de Cercanías 1990-1993, específicamente diseñado para Cercanías entonces existentes. En el caso de Madrid supuso una inversión de 73.500 millones de pesetas del año 1990. La actuación más notable fue la adquisición de 298 nuevas unidades, de las que 181 fueron para Madrid. El nuevo tren de Cercanías, series 446 y 447, era ya un tren concebido técnica y ambientalmente para servicios metropolitanos, por su potencia de aceleración/eceleración, rápido acceso y deambulación, climatizado, diseño avanzado, asientos ergonómicos, comunicación interior y música ambiental, y nueva imagen exterior.

Entre las actuaciones dirigidas a la red destacan: la tercera y cuarta vía San Fernando-Alcalá, la doble vía Canto Blanco-Tres Cantos y su posterior extensión a Colmenar, el ramal Canto Blanco-Alcobendas-San Sebastián de los Reyes, el tramo Embajadores-Atocha que en 1991 posibilitó la creación de la nueva línea C-5 Fuenlabrada-Atocha-Móstoles, el nuevo ramal al centro de Parla y la apertura del Pasillo Verde que en 1996 posibilitó la creación del anillo de Cercanías de Madrid.

Entre las mejoras en estaciones destacan la construcción del intercambiador de Príncipe Pío, las remodelaciones de vías en las cabeceras de Atocha y Chamartín, la adaptación de andenes en toda la red para facilitar el acceso a los trenes y la ampliación de las plazas de estacionamiento 'Park and Ride', que cuenta actualmente con un total de 22.000 plazas distribuidas en 59 de las estaciones de Madrid. Por último, al amparo de este Plan se realizaron importantes mejoras en las instalaciones de tracción, electrificación y refuerzo de potencia, así como en sistemas de seguridad y gestión del tráfico, Control Centralizado de Tráfico en el Puesto Central de Cercanías y la puesta en servicio en 1999 del primer sistema automático de seguridad y control de tráfico en una línea de Cercanías, la línea C-5 y sus trenes se equiparon con el sistema LZB, el mismo implantado en la línea de Alta Velocidad Madrid-Sevilla.

Desde aquel momento de la creación de Cercanías como negocio específico con decidida orientación al mejor servicio al cliente en 1989, se produjo el mayor crecimiento sostenido de las Cercanías de Madrid que sólo se ha visto truncado por la crisis económica desde 2007. En la antesala de la crisis, Cercanías de Madrid contaba con una red de 345 km de longitud, por la que circulaban 1.234 trenes en día laborable que con una puntualidad del 98,2% eran realizados con un parque de 285 trenes. A través de 99 estaciones, el servicio transportaba más de 200 millones de viajeros anuales, más de 900.000 viajeros en día laborable, quienes otorgaban al servicio una calificación global de calidad de 7,5 puntos. La demanda se triplicó, tras crecer desde 1989 con una tasa media interanual del 6%, y Cercanías de Madrid canalizaba el 50% de la demanda de transporte público generada en su ámbito, convirtiéndose en un referente para atender la movilidad metropolitana.

El tránsito por la crisis y las cercanías del futuro

En 2004 se habían iniciado las obras del segundo túnel de cercanías Atocha-Chamartín, por Sol que, además de descongestionar el túnel inicial y la estación de Atocha, posibilitaba la capilaridad urbana a todas las líneas de la red y situaba a Cercanías en el corazón de Madrid con la estación de Sol. Se trataba de una obra que supuso un desafío extraordinario de técnica constructiva y de control de ejecución al estar en una zona urbana densamente edificada, bajo la que se construyó la caverna más grande del mundo excavada en suelo urbano. En 2007 comenzaron las obras del ramal a la terminal T4 del Aeropuerto. Estas actuaciones fueron puestas en servicio de forma completa en 2009 y 2011, con una inversión de 770 millones de euros.

Los nuevos trenes Civia suponen una revolución, pues sus especificaciones se hicieron en 'base cero', definiéndose un vehículo radicalmente diferente: aluminio en vez de acero para las cajas y articulado en lugar de coches independientes. Su diseño hace especial hincapié en la accesibilidad y comodidad del viajero, son los primeros trenes de piso bajo y adaptados para personas de movilidad reducida, en la modularidad, en la eficiencia energética y en una alta fiabilidad. Entre el año 2000 y 2007 se adquirieron 240 trenes Civia de los que en la actualidad hay 123 circulando en las líneas de

Cercanías de Madrid, lo que ha supuesto una inversión de 650 millones de euros.

En mayo de 2009 el Ministro de Fomento junto con la Presidenta de la C. A. de Madrid presentó el Plan de Cercanías de Madrid 2009-2015, que incluía una inversión de 5.000 millones de euros en actuaciones de ampliación y mejoras de la red. Unas eran estructurantes, como la nueva línea Este-Suroeste de 34 km por el centro de Madrid y otras de ampliación, con 81 km de nuevos trazados. La red alcanzaría un total de 478 km y llegaría a poblaciones con nuevos e importantes desarrollos urbanísticos.

La crudeza de la crisis ha afectado profundamente tanto a las expectativas de crecimiento de la demanda derivadas de esas importantes inversiones puestas en servicio en estos últimos años, como a la materialización del nuevo Plan, cuya única actuación puesta en servicio ha sido el acceso al aeropuerto, el resto de actuaciones no se han iniciado al paralizarse los desarrollos urbanísticos.

Desde los inicios de la crisis, que ya se prolonga 6 años, la demanda en Cercanías de Madrid se ha reducido un 11%, caída que no obstante ha sido inferior a la sufrida por la población ocupada en el conjunto de la C. A. de Madrid que ha perdido más de 400.000 empleos, pérdida equivalente a una reducción del volumen de empleo del 13,2%. Esta importante reducción de la población ocupada ha sido aún mayor en la población residente en los municipios del área metropolitana en los que Cercanías tiene sus principales focos de generación de demanda. Por ello, aún ante un anhelado pero lento crecimiento, la recuperación del empleo y en consecuencia de la demanda de cercanías de él derivada también será muy lenta.

En un horizonte de final de la crisis, cuyo mejor escenario es el de una recuperación muy lenta de la demanda, parece razonable retomar la planificación para enmarcarla en la nueva realidad 'post-crisis' de Madrid. En el futuro, las mayores posibilidades de captación de demanda se sitúan, más que en la expansión de la red, en la explotación óptima de la actual potencia y capacidad de las Cercanías de Madrid. La red llega casi al 90% de la población y cuenta con reservas de capacidad suficiente para absorber incrementos de demanda del 60%.

Simultáneamente el coche se mantiene como modo dominante en la movilidad metropolitana no urbana, con una elevada cuota del 63%. Esta situación requiere aplicar los recursos disponibles a promover transferencias modales desde el vehículo privado. Y para ello es necesario reforzar el papel vertebrador de Cercanías como red troncal para las demandas metropolitanas intensivas con la integración y coordinación de todas las redes, la implantación de un sistema de información online de la oferta en tiempo real y perfeccionar las instalaciones y equipos de la red para progresar en el objetivo de 'incidencias cero'.

Cercanías de Madrid aún no ha cumplido 25 años, por tanto es joven, no obstante, como red de transporte cuenta con un soporte estructural muy potente que le otorga una gran capacidad y fiabilidad. Como operador de transporte acumula una madurez y solvencia profesional incontestable, con una alta reputación internacional y, lo que es más importante, el reconocimiento de los ciudadanos. Cercanías es el modo de transporte público de Madrid mejor valorado, alcanzando un índice de calidad global de 7,65. Todo ello será su mayor garantía de proyección hacia el futuro mejorando su contribución a la sostenibilidad de la movilidad metropolitana de Madrid.





EL CONSORCIO DE TRANSPORTES DE MADRID

Joaquín Martínez Vilanova
Ingeniero de Caminos

Cuando en 1983 se constituye la Comunidad de Madrid y asume las competencias en transportes, la situación del transporte urbano y metropolitano era muy deficitaria, tanto en extensión de la red como en calidad del servicio, inversiones y coordinación.

El deterioro venía de varios años atrás: el Metro, medio de transporte que debería asegurar la mayoría de los desplazamientos en un área urbana del tamaño de la de Madrid, no sólo no lo hacía sino que tuvo que ser intervenido por el Estado en 1978 como consecuencia de la situación crítica de la empresa y su servicio. Su Plan de Ampliación, aprobado en 1967 y revisado en 1974 estaba de hecho completamente paralizado.

El conjunto del Metro más los autobuses de la EMT había perdido viajeros en el período 1970-1984. La demanda de Metro, en concreto, había disminuido nada menos que un 36%. Y ello a pesar del incremento poblacional cercano al millón de habitantes en la región en ese período.

La presencia del ferrocarril de cercanías en Madrid era entonces puramente testimonial (160.000 viajeros diarios en 1980). Aparte del Corredor del Henares, el único eje razonablemente servido era el Aluche-Móstoles que entró en servicio en 1976. Madrid-Fuenlabrada lo hizo en 1980.

Las 'camionetas', denominación popular de los autobuses de las líneas periféricas servidas por empresas privadas, se encontraban cerca del fin de sus respectivas concesiones y el estado del parque era muy deficiente.

No podía hablarse de sistema de transporte, pues la descoordinación entre los distintos modos era absoluta: en la concepción de las infraestructuras, los servicios y las tarifas. Eran los tiempos de campañas publicitarias del tipo de 'En bus ves por dónde vas' en alusión peyorativa al transporte en el Metro. Los transbordos estaban penalizados en cuanto a distancia recorrida, tiempo y coste, pues las infraestructuras no parecían tenerlos en cuenta y no existían títulos de transporte combinados, ni siquiera entre líneas de la EMT.

Esta descoordinación no era específica de Madrid, pues se encontraba generalizada en las áreas metropolitanas españolas, lo que no deja de resultar llamativo, ya que la autoridad única de Paris, el *Syndicat des Transports* de Paris (actualmente STIF, *Syndicat des Transports de l'Île de France*), se creó en 1959; las grandes ciudades alemanas tienen órganos de coordinación con amplia participación de los operadores privados desde mediados los años sesenta (el *Hamburg Verkehrsverbund*, un organismo integrador funcionando hasta 1996 como filial de los propios operadores, es de 1965, y las PTA, *Passenger Transport Authorities* británicas se constituyen a partir de la *Transportation Act* de 1968).

La necesidad de la coordinación en Madrid estaba ya presente en los debates en el sector y era respaldada por una amplia mayoría de los profesionales y responsables de transporte. A título de ejemplo se puede citar la referencia explícita a esta necesidad en los documentos del Plan General de Ordenación Urbana (1981-1983) o en los trabajos del equipo técnico en los últimos años de la Diputación Provincial.

Faltaba el empujón institucional, político y técnico que posibilitó la creación de la Comunidad de Madrid.

En efecto, frente a la situación precedente, 'la Comunidad de Madrid aporta la necesaria capacidad legislativa, un marco político adecuado y un ámbito territorial apropiado. Tiene atribuida la plenitud de la capacidad legislativa en materia de transportes y posee además una firme voluntad política de llevar este proyecto adelante' (Ley de Creación del Consorcio de Transportes. Exposición de Motivos, VI).

El primer presidente de la Comunidad comprometió en su discurso de investidura la constitución del organismo integrador de los transportes metropolitanos, lo que se hizo mediante la Ley 5/1985, de 15 de mayo, de creación del Consorcio Regional de Transportes Públicos Regulares de Madrid, que se aprobó justo en el ecuador de esa legislatura.

La necesidad era tan clara y el trabajo previo (político, técnico, de negociación con las distintas instituciones, empresas públicas, sindicatos y asociaciones empresariales) tan intenso que la ley fue aprobada por unanimidad de la Asamblea de Madrid.

El nuevo órgano, se constituye como Organismo Autónomo de la Comunidad. Pero adopta el nombre de Consorcio, precisamente para resaltar la idea de cooperación entre distintas Administraciones. Tiene la autoridad, representatividad y capacidad técnica necesaria para ejercer las funciones de coordinación y control, planificación de infraestructuras y servicios, determinación del marco tarifario común y de las compensaciones económicas entre los distintos modos de transporte. Pasa a ser la administración titular de los servicios de transporte urbano y metropolitano. De los que ya es titular la Comunidad de Madrid, más los de los Ayuntamientos que voluntariamente se adhieran al Consorcio. Sólo quedan fuera los servicios ferroviarios de cercanías, que serán objeto de un Convenio específico.

El Consorcio planifica, ordena y regula, pero mantiene el patrimonio, la personalidad jurídica y la autonomía de gestión de las empresas de transporte.

Hay que valorar lo que significó la entrada del Ayuntamiento de Madrid, miembro fundacional del Consorcio, en un momento en que por competencias, medios y presupuesto superaba ampliamente a la de la recién constituida Comunidad.

Los resultados de su puesta en marcha fueron patentes casi inmediatamente. La creación del Abono Transportes, un pase de libre circulación basado en la Carte Orange parisina, para incentivar la utilización del transporte público y despenalizar el transbordo, fue un éxito: la venta en 1987 alcanzó ya el millón de abonos mensuales y en 2011 el conjunto de distintos abonos superan los quince millones.

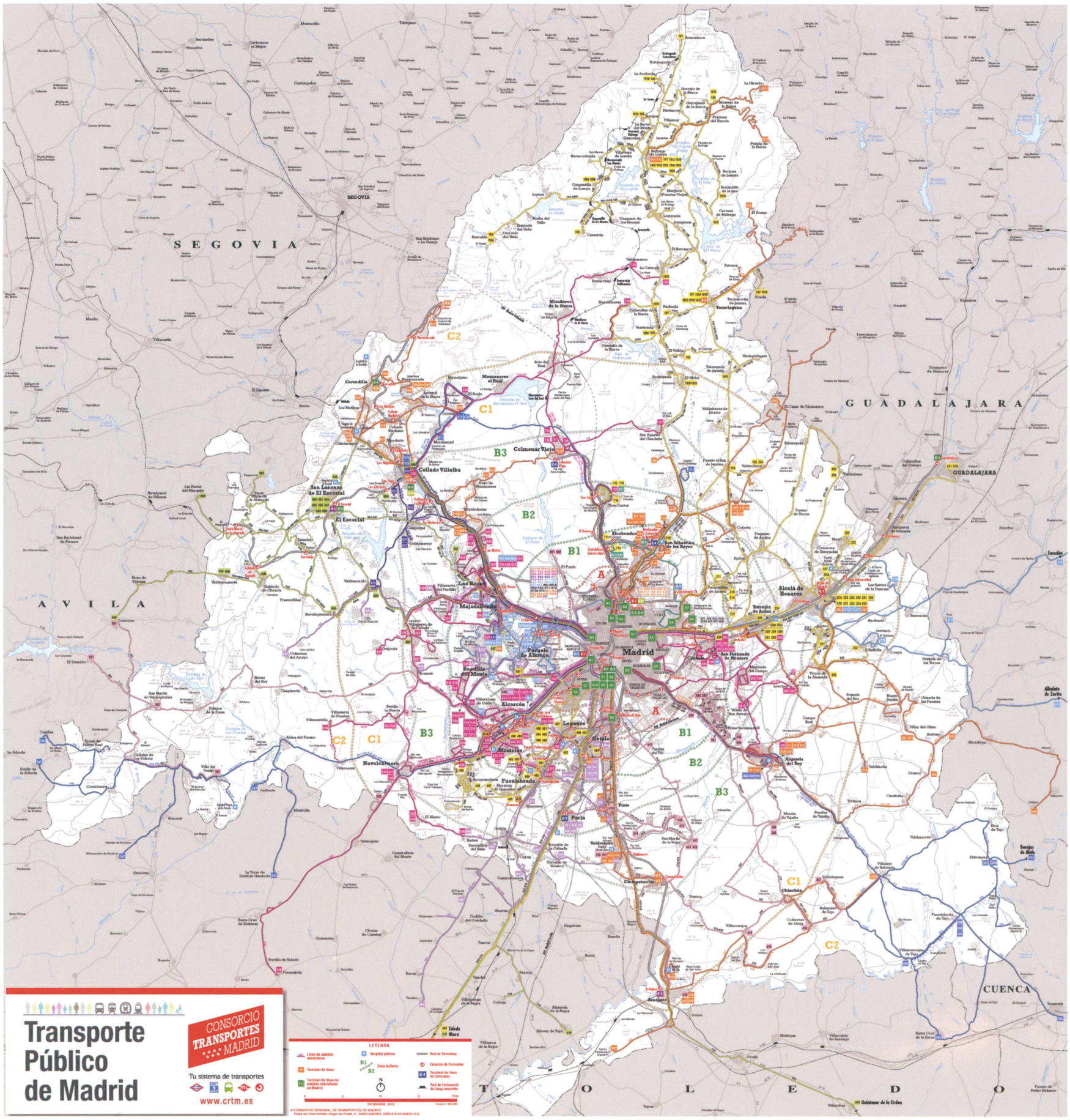
Desde el punto de vista de las infraestructuras la gran aportación del Consorcio ha sido el desarrollo de los Intercambiadores de transporte, un referente europeo, según un esquema bien planificado, proyectos de calidad arquitectónica y funcional y modelos distintos de explotación, incluyendo la concesión.

Pasados más de 25 años desde su constitución el Consorcio maneja anualmente del orden de 2.200 M€, procedentes en un 45% de la recaudación y el resto de transferencias de las Administraciones: la Comunidad aporta casi 900 M€, unos 220 M€ proceden del Ayuntamiento de Madrid y 160 M€ del Estado. De esos fondos, 950 M€ van a Metro, 430 M€ a la EMT, 140 M€ a Renfe, cerca de 500 M€ a los concesionarios de transporte por carretera y otros 90 M€ a las concesiones ferroviarias[9].

El sistema de transportes en Madrid es excelente, en gran parte debido a la creación y trabajo del Consorcio y también al de las Administraciones y empresas que lo integran. Pero el reto en la coyuntura actual es la sostenibilidad de este modelo, con actuaciones que no comprometan su viabilidad, dada la sensibilidad de la demanda tanto a medidas sobre los ingresos como de disminución de costes. Hay margen para ello y es importante que se acierte en las acciones a tomar, pues de la sostenibilidad del sistema de transportes depende la de la propia vida urbana.

(Texto de Joaquín Martínez-Vilanova, Director General de Transportes del primer Gobierno de la Comunidad de Madrid 1983-1987).

[9] Consorcio Regional de Transportes de Madrid. Informe Anual 2011.


SEGOVIA
AVILA
GUADALAJARA
CUENCA
TOLEDO
Madrid
C1
C2
B1
B2
B3
Transporte Público de Madrid
CONSORCIO TRANSPORTES MADRID
Tu sistema de transportes
www.crtm.es
LEYENDA



4 | Elevarse con estructuras

Ocupar, elevar, extenderse

La obra que se eleva y construye el mundo suele responder a un propósito pero, a menudo, lo construido es más duradero que la función originaria. Y, para entenderlo, debe abordarse según la manera en que se expresa su erigir. Y ésta se puede expresar como extensión vertical, horizontal o espacial, es decir, como torre, cubierta o edificio, con independencia de lo que la propia construcción albergue. De hecho, torre y cubierta son tematizaciones del edificio, una como especialización vertical, y la otra como superficial. El idioma alemán recoge estas diferencias en los términos Hochbau, construir en altura, y Tiefbau, construir en bajo o extensión, que se agregan en Hochtief, con el significado conjunto de edificación y obra pública.

Esta reducción conceptual facilita la comprensión del papel de la estructura, quizás parcial o incompleto para analizar la obra en su integridad, pero de utilidad en la observación del diverso mundo de lo construido. Pues cada uno de esos tres resultados del proceso de construir responde a específicos modos de confrontación con el mundo y recoloca lo estructural en la génesis de lo construido.

Edificio, cubierta y torre

El edificio es la forma básica, por sus comparables dimensiones de alto, ancho y alto, definiendo un espacio compartimentado con pisos y muros para su aprovechamiento. Su estructura debe conseguir que los elementos básicos utilizados en su formalización se relacionen cómodamente entre ellos.

La cubierta como extensión superficial protegida limita funcionalmente la altura y libera longitud y anchura. La longitud se alimenta por adición pero la amplitud o aumento de anchura confronta directamente lo resistente y debe superar esfuerzos principales de flexión, que crecen con el cuadrado de la separación entre apoyos.

La torre, dominada por la verticalidad, debe atender a su estabilidad como confrontación a la combinación de fuerzas verticales debidas a la gravedad y horizontales debidas al viento y al sismo, que también crecen con el cuadrado de la altura. La relación de la altura con las dimensiones de la planta es el parámetro que gobierna su dificultad [19:74].

Memoria monumental

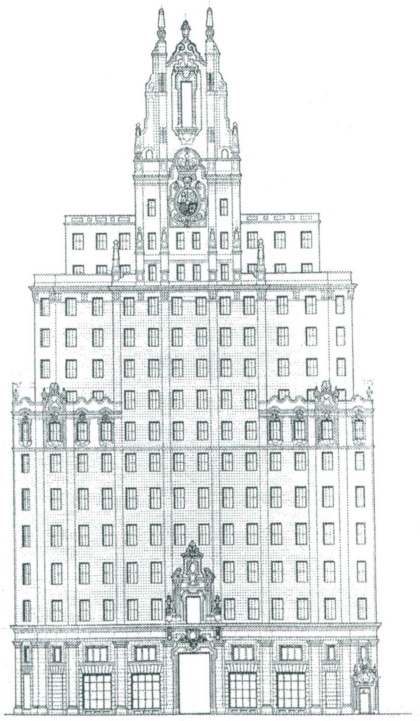
Depósito de Santa Engracia

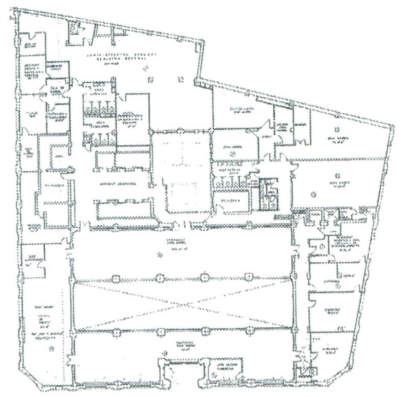
También el agua necesita altura para llegar a todas las viviendas de Madrid. Una de los primeras construcciones en altura de la ciudad fue el primer depósito elevado del Canal, situado en la calle Santa Engracia, también llamado 'el Vaso' por los madrileños. Fue utilizado para elevar 32 m el agua contenida en los depósitos subterráneos situados entre Santa Engracia y Bravo Murillo, hasta la cota suficiente para dar agua a los edificios de Madrid situados bajo la cota de 690 m sobre el nivel del mar, fundamentalmente en los barrios de Salamanca, Chamberí y Cuatro Caminos.

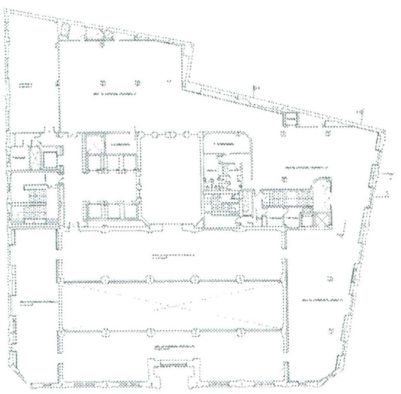
La torre de ladrillo con su depósito superior de hierro cubierto con cinc es obra de los ingenieros Luis Moya Idígoras y Ramón de Aguinaga. En su poderoso aspecto, Antonio Bonet reconoce una mezcla de modernidad y tradición: *Por un lado tiene resonancias medievales de estilo mudéjar [...] Por otro es el resultado de la Secesión vienesa, movimiento arquitectónico que influyó decisivamente el Madrid de la época*

El depósito fue recuperado en 1987 como sala de exposiciones, posteriormente especializada en fotografía, y se ha establecido como *auténtico mojón urbano, todo un símbolo de modernidad. A la manera de Georgio de Chirico,* continúa Bonet, *es una edificación que se incorpora a la memoria y a los sueños de los transeúntes más curiosos. La calle de Santa Engracia actual, sin la vertical torre del Depósito elevado, sería una vía anodina y amorfa de la ciudad tentacular* [47:43].









Edificio Telefónica

Por su ubicación y su altura, el edificio Telefónica constituye una verdadera referencia para la ciudad. Fue diseñado por Ignacio Cárdenas, quien trabajó primero como ayudante de Juan Moya, profesor de la Escuela de Arquitectura y arquitecto conservador del Palacio Real, y luego en solitario por renuncia de Moya, que pretendía un edificio más barroco. Cárdenas viajó a Nueva York para familiarizarse con el diseño de rascacielos de la mano de Louis S. Weeks, arquitecto de la compañía ITT.

El diseño del edificio sufrió pocas revisiones del arquitecto americano, no así la estructura metálica *objeto de constante vigilancia por parte de la ITT de Nueva York* [176:28]. Para los diseños ornamentales de detalle de acabado, Cárdenas contó con la colaboración del escultor Rafael Vela y del pintor Hidalgo de Caviedes, mientras las instalaciones fueron diseñadas por una firma americana. Durante unos meses fue el edificio más alto de Europa hasta julio de 1929. Terminada la guerra se culminó una ampliación por la parte posterior, concluida en 1955.

Según Navascués, la crítica ha ignorado en general este importante edificio, en parte por las dudas sobre el papel de los arquitectos americanos en el proyecto. Aunque también, probablemente, porque el edificio *no sólo excedía de todo cuanto se había hecho en Madrid hasta entonces, sino porque la propia concepción del edificio, como latino remedo del rascacielos norteamericano, obedecía a conceptos y tipologías no contemplados en las ordenanzas municipales* [176:42].





Edificio España
Joaquín y Julián Otamendi Machimbarrena, 1953

Tras una fachada escalonada de gran monumentalidad, a partir de cierta altura la planta se estructura en torno a cinco patios perpendiculares a la fachada configurando seis bloques construidos. Los dos externos corresponden a las fachadas de las calles Reyes y Maestro Guerrero y alcanzan una altura de cornisa de unos 38 m correspondientes a siete plantas, rematada por dos plantas algo retranqueadas.

Los dos cuerpos centrales alcanzan los 107 m de altura, mientras los intermedios se quedan en los 74 m. La fachada acusa estos cuerpos intermedios con un color más claro, enmarcado por los tonos rojos de ladrillo en el cuerpo central y laterales. El juego de colores y retranqueos sólo consigue a medias limitar el problema de ese inmenso volumen que extiende su dominio sobre la plaza de España. Ese cierto gigantismo no es ajeno a la retórica que acompañó su construcción como *el edificio más grande de España*, junto al lujo de los interiores en las plantas bajas, dedicadas a usos comerciales.

La estructura es un esqueleto tradicional en hormigón armado, sin mayor interés que su propio tamaño, pues la altura no llega a condicionar el comportamiento estructural como una torre, dadas las dimensiones de fachada y laterales [12:72-73].







Hipódromo de La Zarzuela
Eduardo Torroja, 1935
Restauración del Hipódromo de la Zarzuela
Jerónimo Junquera, 2008, en ejecución

Eduardo Torroja cubrió la tribuna del hipódromo con una gran visera volada de 13 m de luz por medio de unos hiperboloides que cumplen simultáneamente funciones de estructura principal y secundaria, haciendo innecesaria la presencia de elementos transversales. La cubierta se apoya en un potente pilar central que ordena toda la estructura y se ancla por detrás con un tirante que, a su vez, soporta una bóveda inferior. Todo el conjunto se autoexplica en la sección transversal, un verdadero prodigio de síntesis compositiva que integra las tribunas, la visera, los pasillos de vigilancia, las cabinas de apuestas y los espacios de reunión sobre el paddock [16:40].

El Proyecto de Restauración confía la belleza del Hipódromo a potenciar los valores esenciales del proyecto de 1934, recuperando los perdidos. La tarea principal es eliminar las adherencias a los edificios históricos y restaurar las tribunas. A ello se añaden dos cometidos para mejorar la funcionalidad del conjunto.

Primero, se adapta la topografía para segregar las circulaciones de caballos y público en dos niveles según el proyecto de 1934. El público accede al recinto por los patios sur y norte, comunicados en la galería del paddock. Desde este nivel se pueden contemplar todos los movimientos de los caballos situados en un nivel inferior sin interferir en su recorrido. Además, entre las tribunas se expanden los patios hacia las terrazas, con vistas a la pista y la ciudad.

En segundo lugar, se conservan los ensilladeros en la posición original, concentrando a su alrededor los servicios de carreras, jockeys y veterinaria en un nuevo edificio excavado en el terreno y abierto a jardines. Tienen accesos independientes y comunicación directa con el paddock y la tribuna central sin cruzarse con el público.

Las obras comenzaron en 2008 con la restauración de las marquesinas de las Tribunas, deterioradas por el paso del tiempo, y dañadas por el agua y diversas construcciones realizadas en etapas anteriores. A la vez que se restauraban las marquesinas, se realizaron tareas de prospección para descubrir y analizar los valores y sistemas constructivos originales, desvirtuados y perdidos por ampliaciones y modificaciones ejecutadas en el recinto. Esto evidenció daños estructurales importantes que exigieron obras de consolidación y reparación de la estructura.

Créditos restauración: Arquitecto: Jerónimo Junquera. Director de proyecto: Clara Eugenia Santana. Estructuras: Carlos Fernández Casado S.L. Instalaciones: Úrculo ingenieros. Promotor: Hipódromo de la Zarzuela S.A. Constructor: Dragados S.A. Fechas: Proyecto, 2004; Obra: 2008. En ejecución.

Estadio Santiago Bernabeu

El Estadio de Fútbol Santiago Bernabeu, inicialmente conocido como nuevo estadio de Chamartín, estaba previsto en el Plan Bidagor como pieza clave del eje de la Castellana. Los arquitectos Manuel Muñoz Monasterio, Luis Alemany Soler y el ingeniero Carlos Fernández Casado ganaron el concurso convocado en 1944. El estadio, previsto inicialmente para 70.000 espectadores, se construyó en varias fases, alcanzando una capacidad de casi 100.000 espectadores al combinar las localidades de pie y de asiento. El proyecto se complementaba con varias instalaciones independientes de gimnasio, frontones, piscina de 33,33 x 15 m y vestuarios, actualmente desaparecidas por la construcción de un centro comercial.

El proyecto surgió como obra de vanguardia, con una estructura de doble graderío ligeramente volado el superior sobre el inferior, realizado en hormigón armado con soportes equidistantes junto con distintos elementos seriados que dan al edificio un orden modular. La obligada representatividad de la construcción hace que su fachada se someta a un claro clasicismo [44:336].

Ha sufrido numerosas ampliaciones e intervenciones. En 1953-1954, los mismos autores proyectan un recrecimiento con un tercer graderío flanqueado con dos torres de enlaces verticales. En 1980 Luis y Rafael Alemany Indarte y Manuel Salinas Aracil lo remodelan para adaptarlo a las necesidades del Mundial del 82 y revisten la estructura inicial con placas prefabricadas de hormigón. Entre 1992 y 1994, Antonio Lamela Martínez realiza la segunda ampliación con un nuevo graderío y cuatro grandes torres cilíndricas de acceso rememorando las del estadio de San Siro de Milán. Finalmente se ha propuesto una nueva ampliación que incluye un nuevo edificio en la fachada oeste.



Estadio Santiago Bernabeu, inaugurado en 1949 (fotografía de 1994)

Torre de Madrid
Otamendi, 1957, 1960

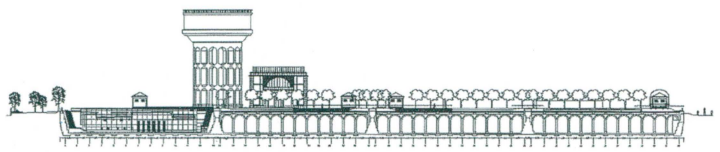
Al lado del edificio España en la misma Plaza de España se construyó otro gran edificio en altura, en este caso claramente una torre, tanto por sus más de 100 m de altura como por la decidida intencionalidad de remarcarla en los alzados. El arquitecto Julián Otamendi Machimbarrena acentuó la vocación de esquina y la altura del edificio con dos cuerpos escalonados y retranqueados más bajos en cada lado, y con unas líneas verticales entre los huecos, centradas por balcones salientes en las esquinas y rematadas por un rehundido de la fachada en las últimas siete plantas. Sólo el remate en voladizo del techo de la penúltima planta traiciona el énfasis ascensional de la composición, colocando una especie de sombrero a un edificio que no necesita protegerse la cabeza.

La primera fase se terminó en 1957 y la segunda en 1960, dando lugar a uno de los edificios más altos de Europa hasta 1967 y de España hasta 1982. El edificio se construyó usando hormigón, y en sus 112 metros de altura alberga gran cantidad de tiendas, apartamentos y 12 ascensores para recorrer todas las plantas. La planta se distribuye simétricamente respecto a la bisectriz de la esquina, con un núcleo de ascensores centrado y soportes en fachada.











Depósitos de Plaza de Castilla

Tras el primer depósito elevado de la calle Santa Engracia, se hizo preciso establecer otro depósito suficientemente alto para abastecer todo lo construido en la zona norte de Madrid. En 1925 se termina el nuevo Canal Alto y en 1930 se empieza la construcción del depósito subterráneo que almacenaría suficiente agua para 12 horas de suministro, aunque la recepción de las obras se retrasó hasta 1940.

El depósito subterráneo tiene 242 x 130 m, con una altura de agua de 6,5 m y una capacidad de 180.000 m^3 de agua. Su contorno exterior estaba formado por muros escalonados de hormigón y sus cuatro compartimentos se formaron con muros similares de gran espesor. Con una solera y sobre unos dados de hormigón se dispusieron pilares y arcadas de ladrillo, para soportar el forjado de viguetas prefabricadas de hormigón y bovedillas de ladrillo. El conjunto constituye una *obra de ingeniería excepcional que honra al organismo promotor y a los técnicos y operarios que la construyeron* [63:19].

A su lado se construyó un nuevo depósito elevado de hormigón, en forma de cuba cilíndrica de 28 m de diámetro con 3.800 m^3 de capacidad, soportada por un conjunto de pilares con una altura total de unos 40 m. Se empezó en 1935 y fue terminado en 1941, pero no fue inaugurado hasta 1951. Junto al depósito elevado se encuentra la antigua Estación elevadora, construida en 1953 por Francisco Parella, Antonio Renedo Fornos y Álvaro Bielza.

En 2002 el edificio de la estación elevadora ha sido remodelado para sede de la Fundación Canal de Isabel II por los arquitectos Gerardo Salvador Molezún y José Ramón Menéndez Luarca.
En 2004, el depósito subterráneo fue habilitado como Sala de Exposiciones y se construyó un nuevo parque sobre su cubierta, previa rehabilitación de toda la estructura.

Con el tiempo, la tecnología de elevar el agua a estos depósitos fue sustituida por la de presionarla mediante bombas contra la propia red y el depósito quedó sin uso[1]. No obstante, el depósito se mantiene con nobleza en un entorno lleno de magnificentes pretensiones de dudoso gusto.

El arquitecto Antón Capitel habla del *horror de la Plaza de Castilla*, donde se acumulan las peores arquitecturas de la ciudad: *el mediocre monumento al protomártir de la cruzada franquista, las inefables torres inclinadas de los horteras arquitectos estadounidenses, las distintas estaciones de autobuses que las acompañan y acompañaban a modo de subproducto formal, y, ahora, el estúpido monolito del ingeniero-arquitecto-escultor —¿algo más?— valenciano. Los horrores, en el caso de la Plaza de Castilla son, pues, arquitectónicos, y tan sólo una obra de ingeniería, el depósito de agua, intenta defender, ella sola, la calidad formal* [59:11/1/2010].

[1] El Canal tiene cuatro depósitos subterráneos de similares condiciones que han ido quedando sin uso. El primero está entre Santa Engracia y Bravo Murillo, el segundo al otro lado de Bravo Murillo, el tercero en Islas Filipinas (sobre el que se ha construido un parque y un campo de prácticas de Golf) y el cuarto es este de Plaza de Castilla.

Edificios de la Estación de Chamartín

La Estación de Chamartín se desarrolla en dos plataformas situadas por encima de la playa de doce vías de la primera estación provisional ya mencionada (ver pág. 44), pues se trata de una estación pasante al continuar las vías hacia Atocha por el túnel de la Castellana. Sus accesos se resuelven con calzadas elevadas desde las calles de Pío XII por el este y de Agustín de Foxá por el oeste, para superar el obstáculo de las vías pasantes.

Las plataformas perpendiculares a las vías se cierran por el oeste con un largo edificio de borde que se prolonga hacia el norte limitando toda la playa de vías. El edifico contiene un hotel desarrollado en altura y constituye la fachada de la estación. Las vías determinan la retícula de soportes de las plataformas, con un módulo estrecho de 4,2 m donde se insertan las escaleras de acceso a los andenes, intercalado entre los módulos anchos de 12,2 bajo los cuales circulan las vías. En sentido longitudinal a las vías la distancia entre soportes aumenta hasta 20 m, con grandes vigas de hormigón para soportar los forjados de losa armada.

Las luces pequeñas se cubren con losas de hormigón y las grandes con bóvedas de medio cañón realizadas con estructura metálica que, según Alberto Humanes, *crean un ritmo de gran belleza compositiva desde el exterior, sobre todo desde la plaza de peatones donde su presencia es contundente. Más discutible*, continúa, *es la creación artificial de una plaza a 13 m de altura como centro vital de la estación, donde el pretendido carácter urbano [...] no deja de ser una ingenua pretensión*[2].

[2] Humanes, Alberto; 1980. *Chamartín y su incidencia en el norte de Madrid.* En [3:103-120:119].





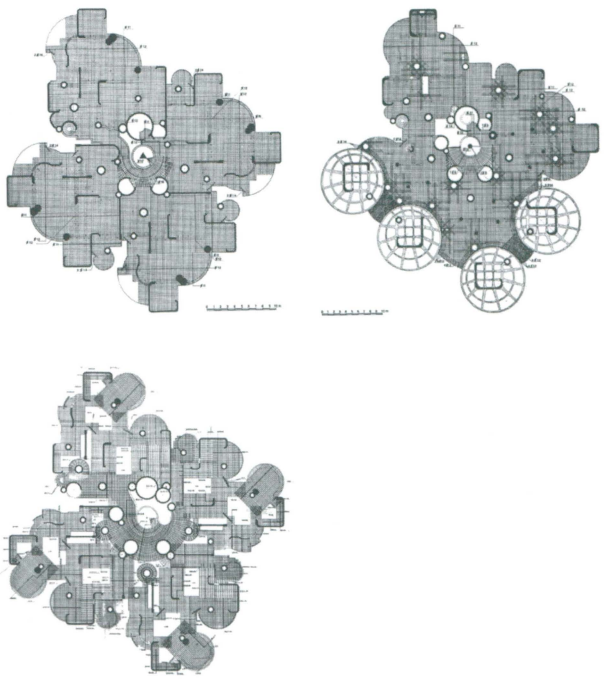


Torres Blancas
Sáenz de Oiza, Manterola, 1976

El primer trabajo profesional de Javier Manterola es el diseño de las estructura de Torres Blancas, un gran edificio de viviendas proyectado por el arquitecto Sáenz de Oiza en la salida de Madrid de la A-2. El punto crucial del diseño está en la integración de las funciones espaciales del edificio en una estructura resistente, que es mostrada como parte esencial de las secciones y alzados de la torre. En ese juego, la estructura no impone su presencia ni manifiesta detalles específicos, limitándose a ser ella misma junto con el propio edificio. La disposición de las pantallas en planta permite apreciar su simbiosis con la organización funcional del edificio, con un orden surgido del proyecto que es plenamente compartido o apoyado por la estructura.

Con una planta tan compleja, es notable la simplicidad de las armaduras, donde cada hierro parece tener su lugar natural. Esa disposición no tiene intención estética sino que responde a un criterio de ordenación de la planta, llevando el rigor a los planos y al proceso constructivo, pues las losas no tenían nervios y no podían mostrar esa riqueza al exterior: trataban de lograr una estructura cabal [22:27].

Sin embargo, la estructura juega un importante papel en la concepción arquitectónica del edificio, que hubiera sido más visible si se hubiera respetado la altura inicial y el color blanco del hormigón. William Curtis reconoce que Torres Blancas aúna posiciones en favor y en contra de la modernidad que a menudo eran opuestas: un deseo de ser leal a los principios de la función y la tecnología, pero adhiriéndose simultáneamente a un lenguaje arquitectónico organicista, expresionista y escultórico [78:552].



Torres de Colón
Antonio Lamela, Manterola, 1976, 1992

En el edificio de las Torres de Colón de 31 plantas, las 20 superiores están colgadas de una plataforma rígida dispuesta en la planta superior. Los forjados de hormigón, de 19,4 x 17,4 m se apoyan por un lado en el núcleo central de 7 x 6,9 m y por otro cuelgan de 18 tirantes de hormigón pretensado situados en las fachadas.

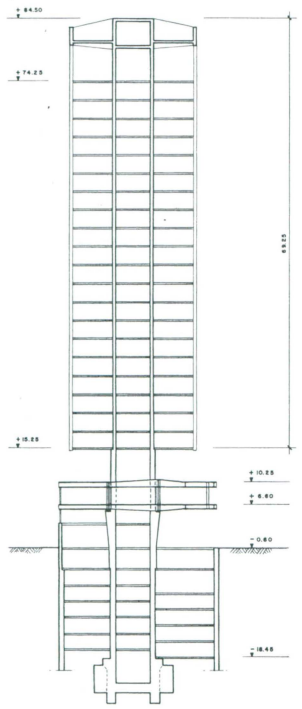
El núcleo central está comprimido por la parte de las cargas de cada planta debidas al apoyo directo en el núcleo y por las que, tras ascender por los tirantes hasta su parte superior, bajan desde arriba por él. Gracias a ello, el núcleo está muy bien conformado para resistir los efectos del viento, pero presenta el problema de la nivelación de las zonas apoyadas en el núcleo y las colgadas de los tirantes. La desnivelación es tanto más importante cuanto más baja sea la planta en consideración y cuanto mayor sea el número de plantas.

Eso se agrava cuanto más alto y estrecho sea el edificio, pues la altura aumenta el desnivel y la anchura lo reparte en una distancia mayor y disminuye el ángulo de desviación del forjado.

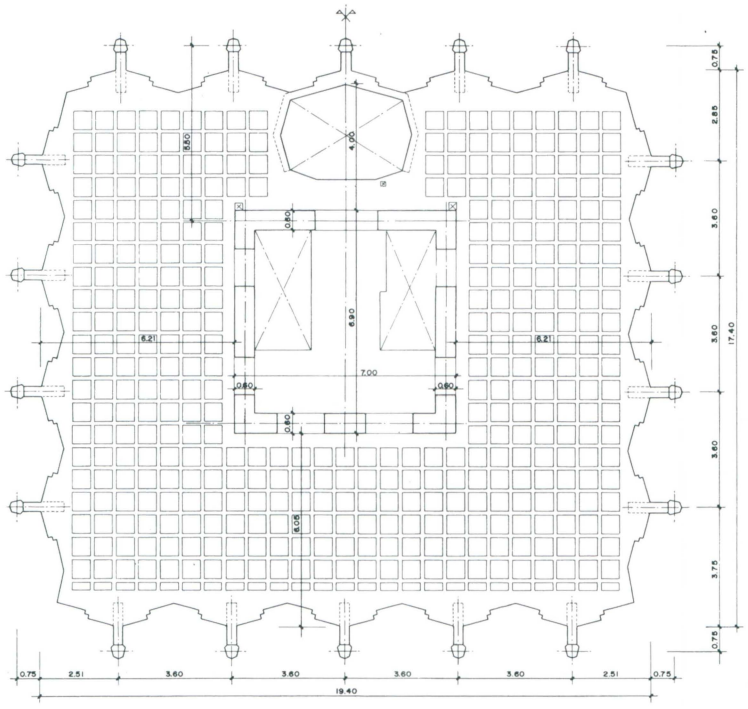
Las Torres de Colón son altas y estrechas por lo que la adopción de tirantes de hormigón pretensado tiene muchas ventajas. No responden a la carga pasivamente, como les ocurre a los tirantes metálicos, sino como soportes activos. Con el pretensado se introduce una deformación de acortamiento que puede eliminar la desnivelación de la carga permanente e incluso promediar la de sobrecarga.

(Resumen del texto de Javier Manterola [22:15-17], [12:156]).





alzado sección



planta tipo





Banco de Bilbao
Sáenz de Oíza y Manterola, 1972-1976

El edificio del Banco de Bilbao encabeza la lista de los mejores edificios de Madrid, y ha sido exhaustivamente estudiado [57]. Vale la pena dedicar aquí unas líneas a su estructura, menos conocida, realizada por el ingeniero Javier Manterola. Hacia 1972, Manterola vuelve a trabajar con Sáenz de Oiza para la construcción de la sede del Banco de Bilbao, terminado en 1976. Bajo el solar del edificio de 35 plantas pasaba un túnel de los enlaces ferroviarios entre las estaciones de Atocha y Chamartín, de 19 m de anchura, que atravesaba el solar en diagonal.

La solución elegida fue disponer dos núcleos verticales, uno a cada lado del túnel, y seis grandes plataformas intermedias que recogían cada una la carga de cinco plantas normales, de 30 por 40 m de superficie, y la trasladaban a las grandes pantallas de los núcleos. Cada plataforma está soportada por dos vigas de 2 m de canto apoyadas en los núcleos, en las cuales se empotran otras nueve vigas transversales rectangulares para formar un emparrillado sobre el que se construían cinco plantas con estructura metálica y losa de hormigón.

La estructura estaba funcionalmente integrada en el edificio, con los núcleos para los ascensores y con los vacíos producidos entre las grandes vigas para albergar los sistemas de ventilación. *Oiza*, dice Manterola[3], *era muy claro, muy directo y muy rotundo en la estructuración del edificio, que ordena estructura, ventilación y ascensores, configurando con ello todo el edificio* [22: 28].

[3] Manterola, Javier; 29-9-2000. *Coloquios sobre Oiza.*



Torre de Valencia
Javier Carvajal Ferrer, 1973

Con independencia de su valor arquitectónico, la Torre de Valencia es un producto de la acción especulativa del propio Ayuntamiento de Madrid en los 1960, que sacó a subasta un antiguo parque de bomberos y permitió una altura de 25 plantas sobre una base más amplia de otras tres plantas. El edificio rompió una de las vistas tradicionales y emblemáticas de la ciudad, al aparecer inevitablemente tras la puerta de Alcalá desde cualquier punto de vista situado en la concavidad definida por la gran vaguada de la Castellana a lo largo de la calle Alcalá. La planta fue estudiada para que el vecino parque del Retiro fuese visible desde la mayor parte de las 90 viviendas, con una estructura en esqueleto bastante tradicional, organizada en torno a cuatro núcleos de escalera [62].

La planta tiene un cierto carácter orgánico que dificulta cualquier racionalización estructural, más allá de pilares, losas y muros de arriostramiento de hormigón armado. La fachada está compuesta con elementos prefabricados de hormigón que remarcan los antepechos horizontales de las terrazas frente a la verticalidad de los machones ciegos verticales, corridos en toda la altura y que carecen de funciones resistentes globales a pesar de su rotundidad [12:153].

Edificios

Servicios Funerarios M-30
Fernández Alba, 1984

Producto de un concurso convocado en 1981 por el Ayuntamiento de Madrid, el edifico se sitúa en alto sobre la M-30 desde la cual goza de amplia visibilidad en las dos direcciones. Responde a un exigente y preciso programa funcional con una planta claramente ordenada que evoluciona en los alzados hacia formas clásicas pero deudoras de la más estricta modernidad, típicas del repertorio personal del arquitecto. El interior alberga obras de arte de conocidos artistas contemporáneos, como Chillida, Palazuelo, Canogar o Saura y cuenta con una fuente diseñada por el arquitecto Juan Daniel Fullaondo [126:88].



Ampliación estación de Atocha 1993
Moneo, Manterola, 1993

La ampliación de la estructura abovedada y cerrada de Atocha se basó en una geometría oblicua con una estructura modular abierta. La estación Terminal fue sustituida por una estación de paso, una pieza de conexión cubierta con una estructura clásica e intemporal, que no olvidaba la monumentalidad de la antigua estación mantenida como invernadero.

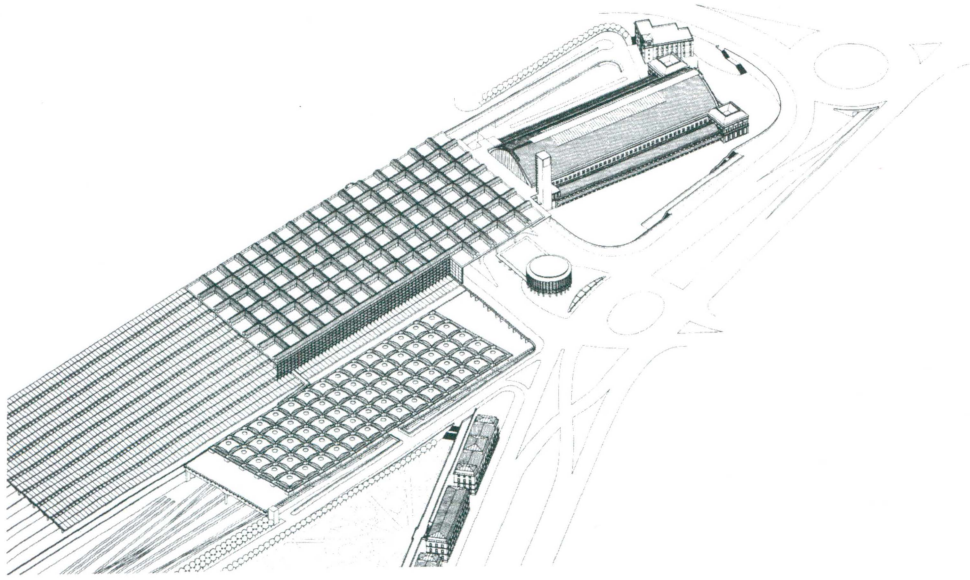
Se afrontó como ejercicio de reflexión sobre la estructura del Palazzo del Lavoro de Turín (Nervi, 1961) [177]. Nervi consiguió un volumen cúbico sobre una planta cuadrada, con unas columnas exentas de las cuales irradian unas costillas metálicas rematadas en un cuadrado opaco. Las columnas están separadas de las fachadas acristaladas y entre los marcos cuadrados quedan franjas de luz que inunda la retícula, pero también evoca una sala hipóstila antigua [78:480].

La ampliación utiliza el paraguas de fuste único y nervios, con un marco trapecial en vez de cuadrado. En Turín, del fuste arrancan veinte nervios, pero en Atocha son ocho y se genera una segunda familia de nervios secundarios de longitud decreciente hacia las esquinas. Los cuatro nervios primarios en las direcciones principales no se bifurcan, mientras que los otros cuatro en diagonal lo hacen tres veces. Los nervios primarios y los centrales de cada familia secundaria se prolongan por toda la estación y el resto se detiene en las franjas de luz.

De los 16 módulos utilizados en Turín se pasó a más de 90 en Atocha, a su vez organizados en grupos de 30, dejando una franja transversal de luz que no era cruzada por ningún nervio. La jerarquización juega un papel fundamental en el mantenimiento del clasicismo frente a unas enormes dimensiones que no se deseaba potenciar con una cubierta única.

Texto resumen de [12:80-81].



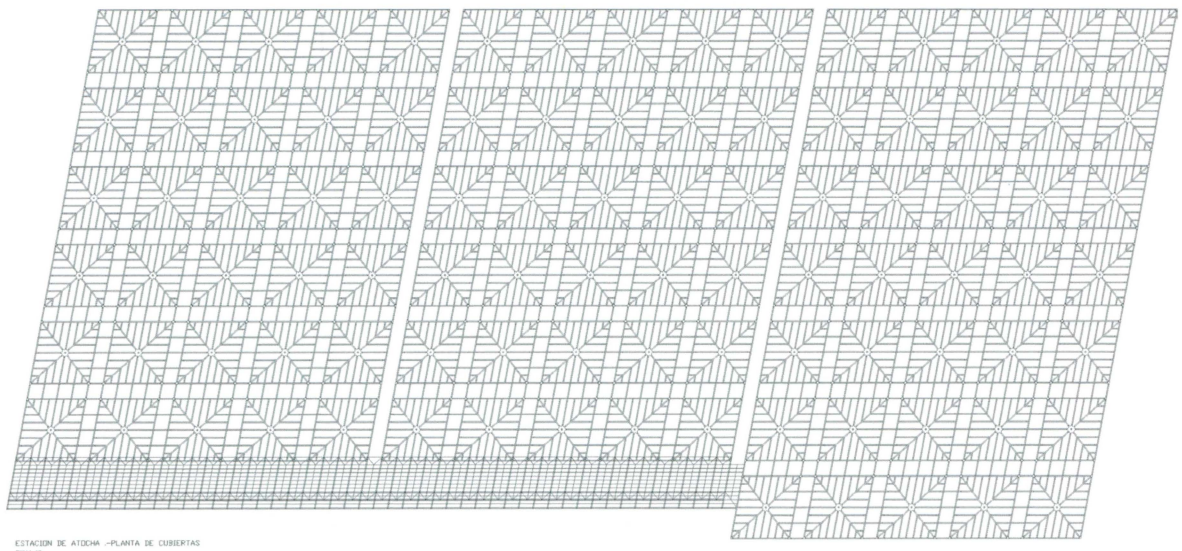




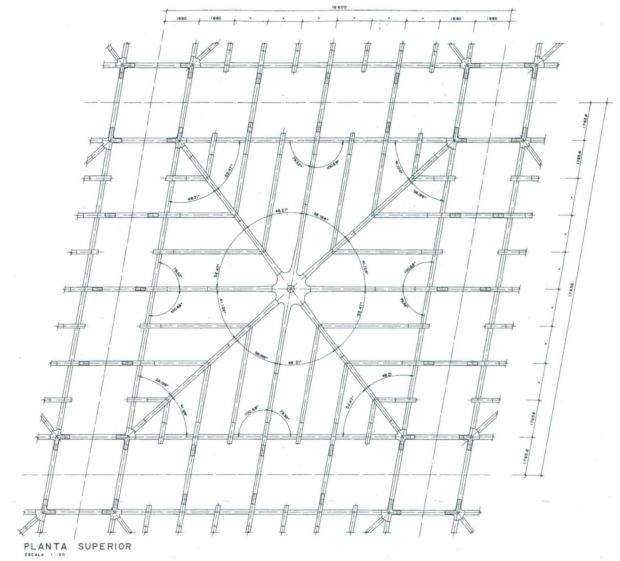




Palazzo del Lavoro en Turín (Nervi, 1961)



ESTACION DE ATOCHA -PLANTA DE CUBIERTAS



PLANTA SUPERIOR

Ampliación y separación de salidas y llegadas de 2010

La acumulación de los nuevos servicios de trenes de Alta Velocidad en Atocha introduce un nivel de ocupación de la estación que exige la separación de los flujos de salidas y llegadas. Los viajeros descenderán en la zona extrema de los andenes, para subir por medios mecánicos hasta una plataforma transversal superior, que les permitirá alcanzar en un futuro próximo el exterior de la estación. Provisionalmente, han de recorrer 200 m en paralelo a los andenes para llegar al vestíbulo de llegadas, situado cerca pero separado de las salidas. Ya vacíos, los trenes se desplazan a la cabecera de la estación para recibir los nuevos viajeros.

En esta ampliación de 2010, la estación se vuelve a alargar y se dispone una nueva plataforma superior de llegadas que la cruza transversalmente para alcanzar el nuevo acceso. En ella, el flujo transversal de los pasajeros se debe combinar con el longitudinal de los trenes, lo que se refleja y sugiere en una cubierta con superficies regladas. Su compleja geometría deja pasar la luz del norte y expresa adecuadamente la perpendicularidad de la circulación de viajeros y trenes. Además, el módulo de cubierta se encaja en las vigas celosía de enorme canto (motivado por los futuros vanos laterales) que recorren transversalmente la estación de lado a lado.

La zona de transición entre las dos ampliaciones se resuelve con una estructura sencilla de columnas metálicas, bien diferenciada de las potentes cubiertas adyacentes. La estructura pintada de blanco se suma al acero inoxidable y a la esbeltez de rampas, escaleras y pasarelas para producir un espacio limpio, con una estética casi de hospital, poco frecuente en el mundo del ferrocarril. Al salir las vías de la estación vuelven a aparecer las tupidas vigas en celosía para soporte de la catenaria, cuajadas de aisladores, cables y artilugios tecnológicos, de abrumadora presencia. Es como salir de la limpieza del quirófano y volver a los atestados pasillos del hospital.

La construcción de la ampliación y la elevación de 10 cm de todos los pavimentos ha sido un verdadero prodigio de organización del trabajo. Las líneas de AVE y el resto de servicios estaban en funcionamiento, por lo que el paso de trenes era constante, dejando unas ventanas de trabajo de cuatro o cinco horas durante la madrugada. Lo corto de los turnos obligó a disponer gran cantidad de plataformas elevadoras y medios auxiliares que prácticamente no cabían sobre los andenes.



© PEGENAUTE

Ampliación de la Estación de Atocha (Moneo, Fernández Troyano, 2010)

Vestíbulo de llegadas

Con todo, el vestíbulo superior de llegadas sólo alcanzará su pleno sentido cuando entre en servicio la salida de la estación por encima de las vías de cercanías, en prolongación del recorrido transversal hacia el nordeste. Mientras tanto, el viajero que llega a Atocha debe girar a la izquierda y recorrer unos 200 m en paralelo a las vías para llegar al vestíbulo provisional de salidas.

La direccionalidad del recorrido de llegadas ha sido cuidadosamente encajada en las preexistencias estructurales de la estación. Los casquetes esféricos de planta cuadrada que abrigaban el aparcamiento de cercanías se enlazan mediante franjas de luz para formar el largo corredor. El vestíbulo provisional de salidas es una gran sala transversal, cuyo techo bastante bajo se desvanece en un espacio diáfano y luminoso sin pilares intermedios según se progresa hacia la salida. Una gran viga en celosía es la clave de esa desaparición, al dar apoyo a ese bajo techo en su cordón inferior, permitiendo el libre flujo de viajeros bajo ella. Tres rampas mecánicas y un ascensor ocupan el volumen central para facilitar la subida al nivel superior de la calle.

El espacio de doble altura está cubierto por vigas en forma de diedros con una cara opaca y otra de cristal que deja pasar la luz del nordeste. Por el lado noroeste, estas vigas se prolongan sobre la fachada de cristal, buscan apoyo sobre un pórtico exento y vuelan para formar la marquesina que abriga el embarque en los taxis. Por el otro lado, los diedros apoyan sobre la viga en celosía, que es protagonista absoluta del vestíbulo de llegadas. La inexistencia de un cordón superior refuerza ese papel y favorece su integración con la cubierta, al recibir directamente a los diedros de la cubierta sobre las diagonales.

(Texto resumen de [17] y [16:252-255]).

Créditos: Arquitectos: Rafael Moneo y Pedro Elcuaz. Ingeniería: Ineco-Tifsa. Propiedad: Adif, Ministerio de Fomento. Colaboradores arquitectura: Andrea García, Pablo López, Sumac Cáceres, Brezo Alcoceba, Tamar Loeb, Juanjo Farrés. Estructura: Leonardo Fernández Troyano, Guillermo Ayuso (ingenieros de Caminos). Contratista, Dragados-Tecsa: Manuel Orea Palomino, gerente; Francisco González Fernández, Luis Martínez.

Terminal T4, aeropuerto de Barajas
Rogers & Lamela, 2005

El proyecto de Rogers & Lamela responde a un esquema modular lineal de repetición de ondas en forma de alas de acero de la cubierta, cada 9 m en el sentido norte sur, con una máxima transparencia hacia los aviones[4]. El edificio terminal se compone de tres volúmenes con diferentes funciones, organizados en paralelo según la secuencia de embarque de los pasajeros, que progresa en dirección oeste-este.

El primero es el edificio de facturación, donde se ubican los accesos y los mostradores para facturar equipajes, el segundo es el edificio procesador, donde se ubican los controles de seguridad y el tercero es el de embarque, de donde arrancan las 37 pasarelas para acceder a los aviones. Delante de los tres hay una zona de dársenas para vehículos, cubierta de forma similar, y delante de ella una fila de seis edificios de aparcamiento conectados por dos pasarelas elevadas con la terminal.

Entre los cuatro volúmenes paralelos cubiertos con el módulo de alas, se disponen tres cañones o espacios vacíos en toda la altura, por donde entra la luz natural a las plantas intermedias y donde se sitúan las comunicaciones verticales del edificio que siempre son vistas en todo su desarrollo. Los dos frentes principales por donde se accede a los aviones están protegidos por grandes voladizos de la cubierta, mientras la luz es tamizada por parasoles colgados de ella[5] [140].

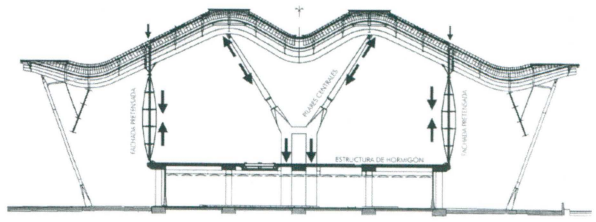
Estructura

Toda la estructura de los pisos es de pilares y vigas de hormigón, con una generosa modulación de 18 x 9 m, y secciones uniformes de 1,8 m de ancho por 0,9 m de canto para las vigas, que llevan armaduras activas, realizadas con postesado, y circulares para los pilares con diámetros de 0,8 a 1,2 m según las cargas. Las vigas de borde llevan conductos para las instalaciones y los pisos están formados por losas alveolares de 7,4 m de luz y 20 ó 30 cm de altura según las cargas. Es una estructura muy simple de gran eficacia que pasa algo desapercibida frente a la vistosidad de la cubierta.

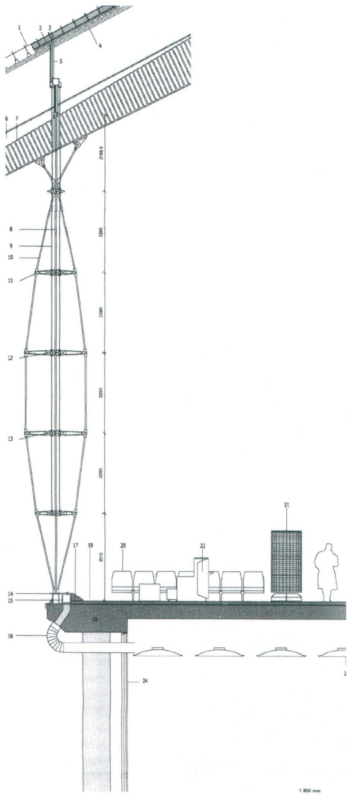
Cada módulo de cubierta comprende dos vigas en ala separadas 9 m y está soportado por un pilar doble central, cuyo primer tramo es de hormigón, primero con doble sección rectangular que luego se bifurca como dos puntales inclinados hacia afuera para terminar con sección circular. Sobre esas secciones apoyan los puntales metálicos de la cubierta que se bifurcan a su vez en dirección perpendicular proporcionando cuatro puntos de apoyo a la cubierta en las zonas más altas de las alas. De esta forma, las dos vigas onduladas de cada módulo se apoyan en cuatro puntos altos donde se disponen lucernarios y dejan tres ondas bajas, una central y dos laterales donde se alojan las fachadas de vidrio.

[4] Para la redacción del proyecto se convocó un concurso internacional y en octubre de 1997 se eligió la propuesta del arquitecto Richard Rogers, conjuntamente con el Estudio Lamela español, la ingeniería española Initec y la británica TPS.

[5] Para una descripción de todo el conjunto ver [131].







La estructura secundaria está formada por unos arcos metálicos que se apoyan en las vigas con correas metálicas sobre ellos.

Fachadas y espacios intermedios

Por su parte, la fachada acristalada se soporta en una estructura tensada, formada por un perfil central y dos cables exteriores que forman un huso y se mantienen separados por medio de unos travesaños horizontales. Esta sección fusiforme de unos 13 m de altura se cuelga de la estructura metálica de la cubierta y se tensa contra el forjado principal del edificio de embarque. El procedimiento consiste en empujar hacia abajo por medio de gatos la cubierta y, cuando está en su punto más bajo, se engancha la sección que cuelga de ella en el forjado. Luego se suelta la cubierta que tensa el huso al intentar recuperar su estado inicial [238].

En la configuración del espacio interior, la estructura tiene un papel fundamental, que se evidencia con la forma ondulada de la cubierta y con la presencia de los puntales metálicos inclinados y multicolores. Para Javier Manterola, la pila intermedia de hormigón, bifurcada en los puntales metálicos que alcanzan las zonas más altas de la cubierta, produce una extraña sensación. Si la cubierta apoyase en los puntos bajos, se obtendrían dos espacios más rotundos y no ese espacio seccionado por el plano que determinan las pilas inclinadas [150:53].

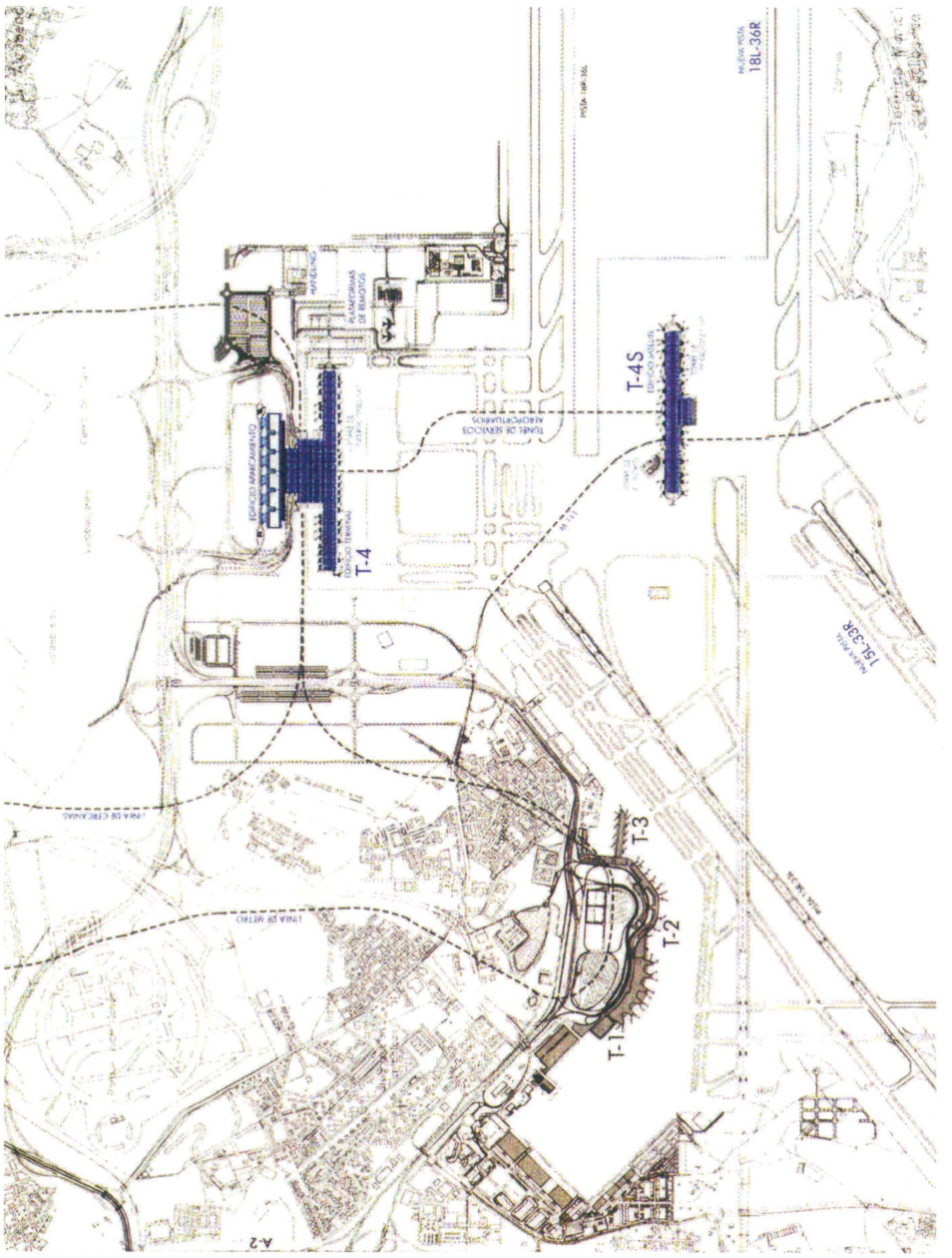
El apoyo en puntos altos genera además un problema de recogida de pluviales, que requiere el empleo de energía para el sistema de impulsión autocebante en lugar de emplear la gravedad como en las cubiertas tradicionales. En cuanto a la estructura secundaria, el forjado curvo —formalmente originado en las estructuras laminares— es aquí mera presencia formal, aunque los recubrimientos exterior e interior son adecuados.

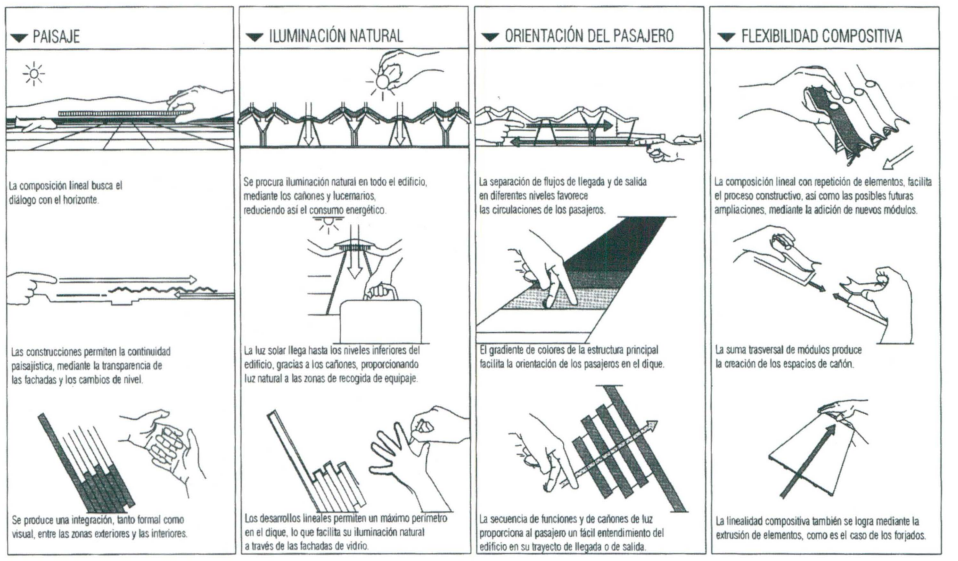
La estructura de las fachadas es también vista con dudas por Manterola, pues convertir la acción horizontal de viento en una carga vertical a la cubierta con el consiguiente incremento de flexión no tiene sentido. Se puede, pero no tiene sentido, y es en general lo que le pasa a esa cubierta, que actúan demasiadas cosas sobre ella, y ella parece quedarse imperturbable... Si fuese plana, no importarían todas estas incidencias, pero siendo ondulada... [150:54]

Todo esto sucede en el edificio de embarque, pero en los cañones o espacios vacíos y en los otros dos edificios la coexistencia de la estructura de cubierta con la de los pisos genera ciertos conflictos tanto constructivos como formales. Durante la construcción, el manejo de las piezas metálicas de la cubierta sobre la estructura de forjados ya realizada originó bastantes dificultades, por la imposibilidad de utilizar grúas adecuadas[6]. La presencia de una línea vertical de pilares al lado de unos puntales inclinados que arrancan del nivel inferior para casi juntarse con sus opuestos en la cubierta es claramente redundante. El pequeño vano del cañón no consigue expresar amplitud, a pesar del acierto del color amarillo de los puntales frente al gris del hormigón.

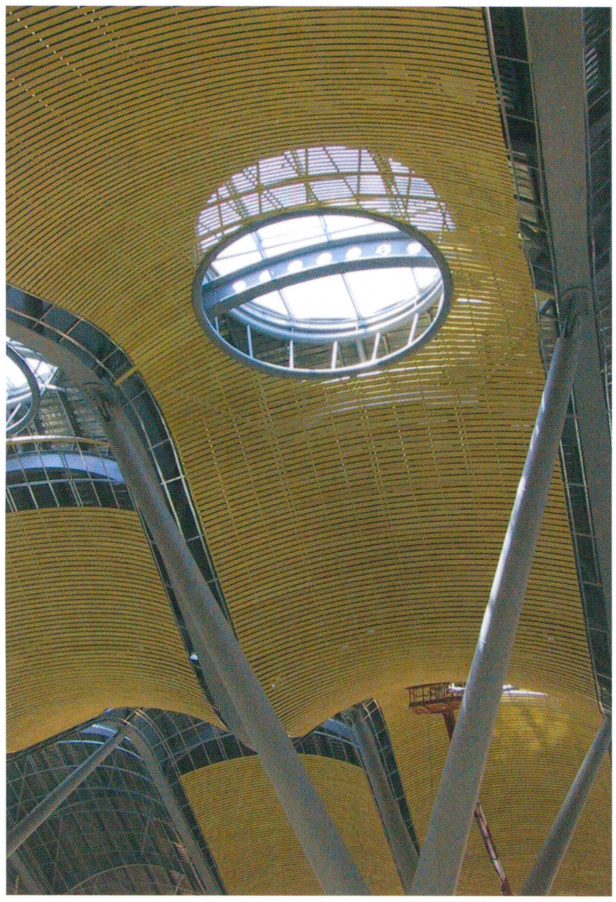
Confort de utilización

Con independencia de la estructura y a pesar de sus dimensiones, el edificio resulta agradable de utilizar. En toda la T4 hay menos nivel de ruido que en cualquier bar o restaurante madrileño, la luz

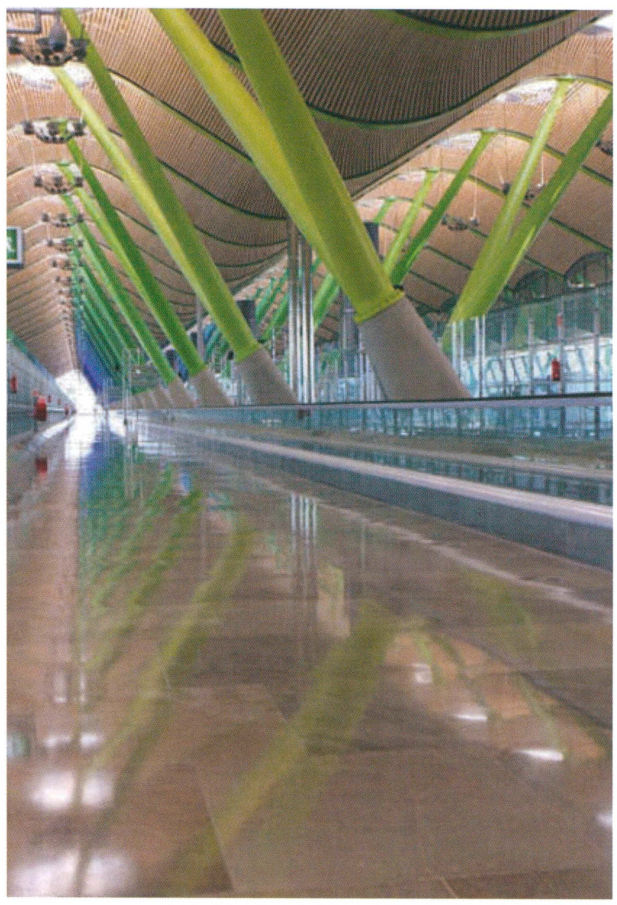




[6] (Para dificultades de construcción, ver [36], y los artículos de Jesús Gómez Hermoso [117], [118] y [119]).









Aeropuerto de Barajas T4 en Madrid





Aeropuerto de Barajas T4 en Madrid

natural es adecuada, la climatización excelente y la orientación fácil, todo lo cual es notable dado el incesante tráfago de pasajeros. En determinados servicios, como el puente aéreo, los recorridos desde el taxi al avión son mínimos y la secuencia impecable. Los servicios regionales, en cambio, han sido maltratados al llevarlos al fondo de la terminal, pues, tratándose de vuelos muy cortos, el acceso al avión debería ser más rápido y sencillo.

Por su parte, los aparcamientos son probablemente los mejores y más cómodos de utilizar de todo el país, con accesos cómodos y seguros, plazas anchas y pasillos donde se puede maniobrar. En cambio, el edificio satélite —de idéntico diseño al edificio de embarque— está demasiado lejos, con la consiguiente penalización de uso para pasajeros y equipajes en transbordo, a pesar de la automática eficiencia del 'people mover'.

Las superficies internas del techo ondulante se cubren con listones de bambú ligeramente separados. La calidez del bambú y la luz natural suavizan la agresividad de los puntales troncocónicos metálicos, a su vez aligerados con un arco iris de colores que marca la progresión del edificio, desde los más fríos azules y verdes del norte, hasta los cálidos rojos situados al sur. La vista constante de los aviones y la identificación de los colores favorecen una perfecta orientación del pasajero que siempre sabe dónde está de manera instantánea.

La cubierta del edificio Terminal y el Satélite lleva aislamientos de toda índole en capas superpuestas, para disminuir el consumo de energía en climatización. En ambos edificios se ha buscado una gran iluminación natural, tanto por vía lateral a través de las fachadas como por vía cenital, con grandes lucernarios de cubierta. Además, los espacios abiertos de dos o más plantas entre los edificios también favorecen la penetración de la iluminación natural incluso hasta los sótanos. Esta solución crea ambientes interiores muy confortables para pasajeros y usuarios [140].

(Texto resumen de [12:238-243], [16:220-222]. Ver también [233] y [78:sp]).

Créditos. Proyecto: Arquitectura: Estudio Lamela & Richard Rogers. Ingeniería: INITEC + TPS. Dirección de obra: AENA; Asistencia Técnica: Técnicas Reunidas. Estructuras: OTEP, HCA, AHA. Colaboradores externos: Anthony Hunt para estructura principal. Contratistas: UTE Ferrovial, FCC, ACS, Necso y Sacyr para edificio terminal; Dragados y OHL para satélite; Dragados para aparcamiento. Propiedad, AENA. Fechas: concurso 1997, proyecto 1998-1999, construcción 2000-2005, puesta en funcionamiento 2006, funcionamiento pleno 2010 [131:54].







Recintos Feriales
Pérez Pita & Junquera, 1985-1992

A lo largo de un eje central, en el cual se enfrentan las parejas de pabellones de exposiciones en sus extremos norte y sur se sitúan las puertas principales del recinto. En la Sur se sitúa también la gerencia del Recinto y el acceso principal. El conjunto está rodeado por un anillo de circulación para servicio de los pabellones, que están separados entre sí por espacios laterales.

Este esquema de partida, fijado por el concurso, da lugar a un edifico publico de esquema invertido: al exterior se ofrecen los espacios servidores mientras que los servidos quedan recluidos en el interior. Eso dificultaba enormemente la relación del edificio con el contexto urbano donde se inserta. El otro factor determinante para entender el proyecto lo constituye su dimensión de 520 m de largo por un ancho variable entre 45 m y 60 m, con una altura de 14 m.

Este edificio centrípeto, volcado al interior y con dificultad para establecer referencias con el exterior, se planteó como una sucesión de enormes cajas metálicas nítidamente dibujadas por sus aristas. El recorrido interno tras el espacio de acogida es una secuencia de plazas rectangulares de diferentes tamaños, cuya dimensión se fragmenta intencionadamente para buscar la segunda escala, aquélla con la que el visitante percibe la arquitectura interior del recinto, bien en las plazas abiertas o en las dependencias cubiertas anexas a los pabellones.

El conjunto de la actuación de 150.000 m^2 se completó con un edificio lineal donde se aloja una central térmica y a continuación los locales para talleres y almacenes.

Posteriormente, se procedió a ampliar el recinto ferial con un incremento sustancial de la superficie urbanizada, que incluía 90.000 m^2 de nuevos viarios y accesos, una nueva central eléctrica de 2.500 m^2, un nuevo edificio multiusos en la puerta Norte que la amplía hasta 23.500 m^2, más dos nuevos pabellones de exposición de 21.500 m^2 cada uno, el doble que los anteriores y con mejores prestaciones funcionales.

Créditos: Arquitectos: Jerónimo Junquera, Estanislao Pérez Pita. Estructuras: Carlos Fernández Casado S.A. Aparejadores: Fernando Vasco Hidalgo, Antonio Rodríguez Romero, Lucinio Pérez, Eduardo González Velayos, Fermín Ocina. Instalaciones: TYPSA, Úbeda Ingenieros Consultores. Cliente: Recintos Feriales Madrileños S.A. Constructores: Dragados y Auxini. Fechas: concurso, 1985; proyecto, 1987; construcción, 1988-1992. Constructores de la ampliación: Necso, ACS.



Creación del Museo Reina Sofía
Fernández Alba, 1987

En un texto aparecido en *El País* el día de la inauguración en mayo de 1987 y titulado *El espacio como lugar*, Fernández Alba se refiere al papel del oficio de restaurar en la construcción de la ciudad. Es además muy revelador de los principios e ideas que inspiraban la renovación de la ciudad emprendida en los 1980.

Descubrir lo nuevo que la tradición encierra, actualizar estos espacios abandonados, revelan en nuestra época una actitud que expresa con claridad el papel que juega el espacio de la arquitectura, su naturaleza y fundamento, así como el uso social que puede significar su restitución [90:141].

La rehabilitación del antiguo Hospital de Sabatini formaba parte sustancial del ambicioso plan de recuperación urbana, con el que Madrid se integraba en la corriente europea de corregir los desmanes de la desarrollista época anterior. El edificio en sí era muy valioso pero se ubicaba en la vecindad de Atocha, zona especialmente significada como emblema del cambio pretendido para la ciudad.

La fábrica, algo minusvalorada, tenía cualidades arquitectónicas innegables. *La elegancia de sus espacios, el itinerario de su secuencias ambientales, la elocuente presencia constructiva de sus fábricas y la norma compositiva de sus cerramientos y fachadas interiores hacen de estos ámbitos un lugar idóneo para poder contemplar la belleza que encierra la arquitectura cuando el espacio es protagonista del lugar. La forma de sus espacios ha sido recuperada en su sentido constructivo, acentuando las razones funcionales y sin olvidar la dimensión de su memoria histórica* [90:143].

Con la recuperación del antiguo Hospital General como Museo no sólo se dignificaba la plaza y los aledaños de Atocha, sino que se sentaban las bases de la concentración de museos que luego ha sido característica principal del paseo. Un manifiesto firmado por Juan Benet y un grupo de conocidos artistas e intelectuales[7], señalaba como *uno de los edificios más grandes, dignos y hermosos de España [...] presenta hoy la oportunidad de concentrar la zona de museos de Madrid.*

Al amparo de la Operación Atocha, en principio de carácter ferroviario y orientada a reducir el uso del coche y potenciar la utilización del transporte público, se fraguó una gran *operación de ordenación urbana* para permitir el uso ciudadano de grandes superficies de suelo e instalaciones liberadas de uso ferroviario o aliviadas de la presencia del tráfico vial. En los documentos del Plan General editados en 1985 ya se menciona la construcción de espacios de uso cultural para ocupar los excesos de las vías de comunicación [90:152].

[7] Figuraban como firmantes Juan Benet, José A. Fernández Ordóñez, Juan García Hortelano, Antonio López García, Pedro Navascués, Julio López Hernández, Fernando Higueras, Francisco Nieva, Eduardo Chillida, Andreu Alfaro, Luis Revenga, Luis Gordillo, Enrique Gran y Guillermo Pérez Villalta.



Ampliación del Museo Reina Sofía
Nouvel, Medem y b270, 2004

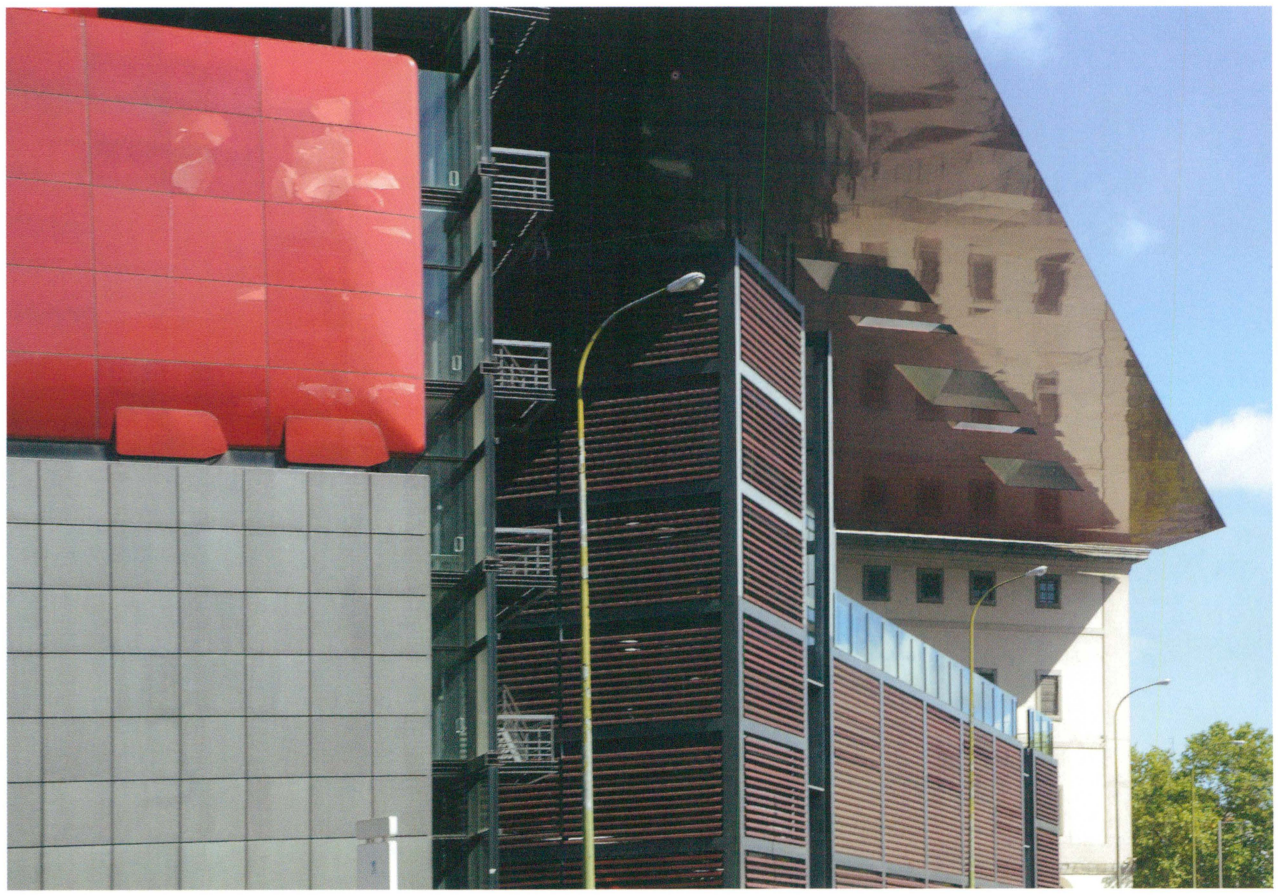
El impulso de renovación cultural surgido de los primeros gobiernos democráticos fructificó en ampliaciones y reformas de los grandes museos [108] y en la creación de una más amplia red en todos los núcleos urbanos. El éxito del Guggenheim actuó de reclamo para que todas las ciudades de España aspirasen a impulsar su desarrollo con la construcción de nuevos museos o grandes edificios culturales, lo que hizo emerger la figura del 'arquitecto estrella' capaz de conjugar todas las fuerzas en acción [169].

La ampliación del Reina Sofía, proyectada por Jean Nouvel, uno de los arquitectos más mediáticos del panorama europeo, se resolvió con la construcción de tres edificios independientes en torno a un patio, albergados todos por una enorme cubierta común, que constituye la pieza más interesante del conjunto tanto desde el punto de vista arquitectónico como estructural. Se trata de *una cubierta prodigiosa que atrapa y refleja infinitos matices de luz*. La ampliación ha *cosechado más éxito de público que de crítica* [97:84] y el rechazo unánime de los artistas que han de exponer en sus salas y de los usuarios de los dos auditorios y la biblioteca.

La gran cubierta de casi 8.000 m^2 está colocada a la altura de la cornisa primitiva del edificio original del antiguo Hospital de San Carlos y proporciona uniformidad al conjunto a la vez que establece una nítida separación entre la construcción clásica y la nueva, sin llegar a tocar el edificio original. Se apoya únicamente en los pórticos de las fachadas de los tres bloques y muestra un acabado inferior continuo, formado por paneles sándwich de aluminio, acabados en poliuretano brillante, donde se refleja el edificio y la circulación de las calles perimetrales. Los puntos donde se apoya el conjunto de su estructura no son visibles y se han dispuesto unas grandes aberturas que acentúan la sensación de inmaterialidad.









Su excepcional estructura radica en los enormes voladizos de un máximo de 36 m de luz, con un canto inicial de 3,40 m que disminuye hasta prácticamente desaparecer en las fachadas de Ronda de Atocha y Argumosa. La cubierta se diseñó con celosías soldadas, en tres cordones en sección triangular, con tubos circulares de diámetro 457 y 355,6 mm, siguiendo las once alineaciones principales que, prolongadas hacia el interior de la planta, salvan vanos de 58 m. Su trazado vino condicionado por los pilares de las tres fachadas y los huecos mencionados, y exigió varios niveles de estructura secundaria y correas para facilitar el revestimiento. Finalmente las celosías de los voladizos, proyectadas inicialmente, se sustituyeron por grandes vigas de alma llena, lo que aumentó bastante el peso de la cubierta pero redujo considerablemente el plazo de ejecución, debido a que las uniones eran atornilladas en su totalidad.

(Texto resumen de [12:234 y ss, 288] y [16:219] Ver también [193]).

Créditos: Arquitecto: Jean Nouvel. Arquitecto director del proyecto: Alberto Medem. Estructura: ESTEYCO. Aparejador: Rafael Guijarro. Propiedad: Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofía. MNCARS. Constructor: Dragados. Concurso de Ideas: noviembre de 1999. Terminación de las obras: septiembre de 2005.





CaixaForum de Madrid
Herzog & de Meuron, Jiménez Cañas, 2007

El edificio CaixaForum situado en el Paseo del Prado frente al Jardín Botánico consiste en la rehabilitación y ampliación de una antigua central eléctrica para nuevo centro social y cultural de la Fundación la Caixa en Madrid. Se conecta con el paseo por medio de una plaza, antes ocupada por una gasolinera, que se potencia por medio de dos grandes recursos. El primero consiste en eliminar la base inferior del muro perimetral de la central, de manera que el volumen del edificio queda 'suspendido' en el aire. El segundo es la creación de un jardín vertical en la medianera de unas viviendas situadas al norte que actúa como reclamo del nuevo edificio y punto de referencia. Entre ambos crean un amplio espacio público resguardado que ocupa la totalidad de la superficie del solar disponible.

La estructura principal recoge la totalidad de las cargas verticales y la transmite a la cimentación sin interferir con el espacio público de la plaza. Para ello se plantea un macrosistema estructural formado por tres potentes núcleos de hormigón, únicos elementos portantes verticales, un muro perimetral continuo de hormigón postesado, adosado y conectado al muro de ladrillo existente, y dos paredes estructurales interiores de gran canto que conectan los núcleos con el muro perimetral.

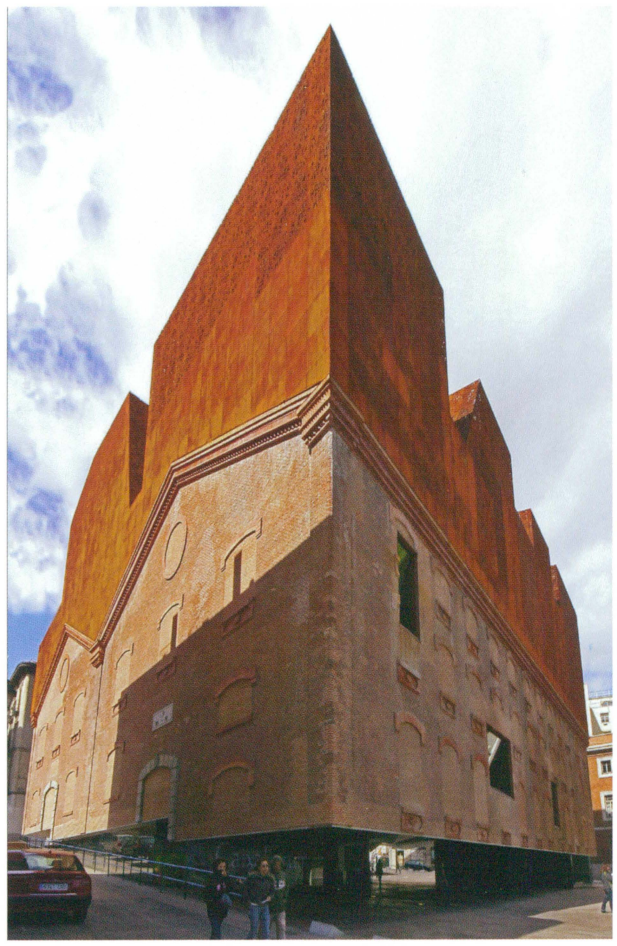
Del edificio de la antigua Central Eléctrica se mantienen exclusivamente los muros perimetrales de ladrillo, demoliéndose y desmontándose tanto la estructura de la cubierta como todos los forjados y muros interiores. El nuevo muro perimetral de 50 cm de espesor, adosado al muro de ladrillo en su cara interior, nace a nivel de planta primera y llega hasta la planta tercera, con una altura total de 11 m. El muro está postesado con cables horizontales uniformemente distribuidos que generan una compresión uniforme en toda su altura de unos 35-40 kg/cm^2. Las vigas de gran canto se disponen perpendicularmente al muro y se apoyan en los núcleos. Unas tienen una altura de 12 m entre los niveles de planta segunda y cuarta, y las otras de 17 m entre los niveles de planta primera y cuarta.

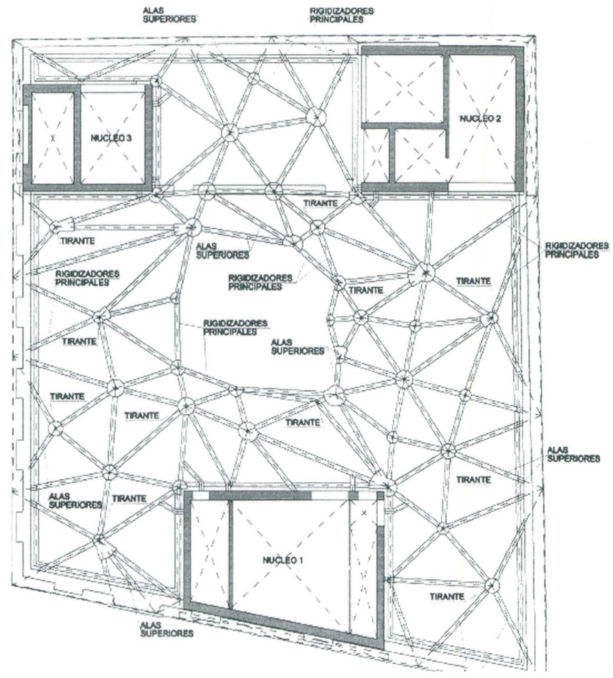
La planta de los niveles superiores está conformada por los tres núcleos de comunicación, el muro perimetral y las dos vigas pared interiores, que definen un espacio central para sala principal de exposiciones de 20 x 36 m y tres espacios laterales anexos a los núcleos. Los forjados se resuelven con vigas metálicas alveoladas de 20 m de luz y 110 cm de canto (para permitir el paso de conductos de instalaciones) y un forjado nervado de hormigón como cabeza de compresión. En el nivel 2, algunas de las vigas soportan el cuelgue del forjado de planta primera, lo que requiere un canto algo mayor y unos espesores de alas de hasta 80 mm en las vigas metálicas más solicitadas.

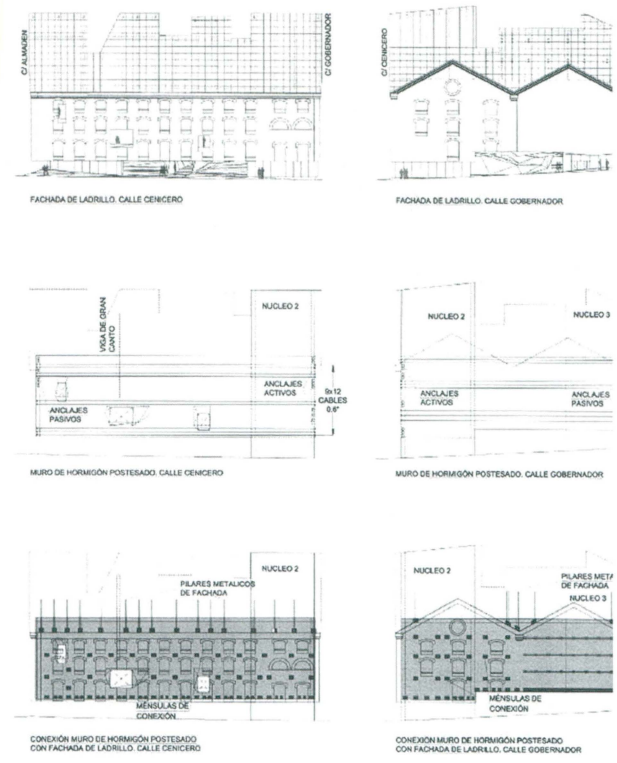
El forjado de la planta primera (techo de la plaza pública) se resuelve con una estructura metálica tridimensional con cantos de 22 cm a 183 cm y una capa de compresión de hormigón de 15 cm de espesor, que se apoya en el macrosistema general y en una serie de puntos interiores donde cuelga del nivel superior.

En el frente correspondiente al muro medianero del edificio de viviendas colindante se sitúa el jardín vertical, formado por 15.000 plantas de 250 especies diferentes. Con 24 m de altura, está dispuesto sobre una estructura vertical autoportante e independiente para evitar interferencias con el muro, que actúa frente a las acciones horizontales como una gran viga en ménsula empotrada en su base inferior.

(Texto resumido de [12:256-259:] [135]).











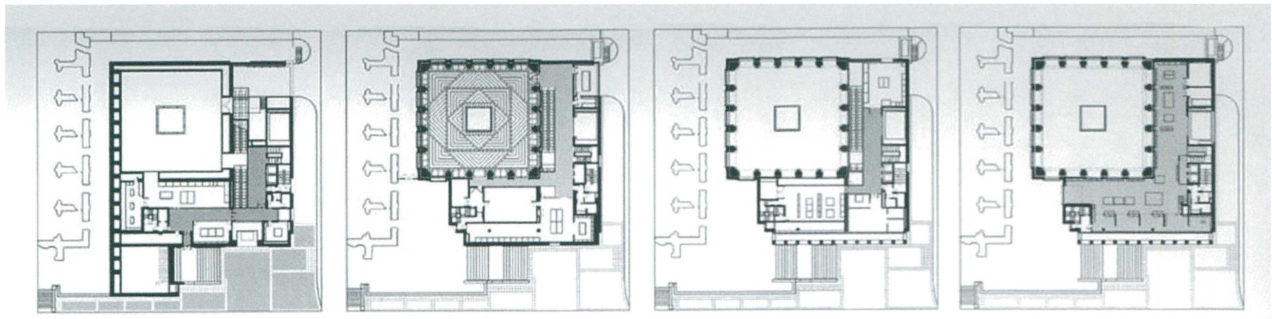


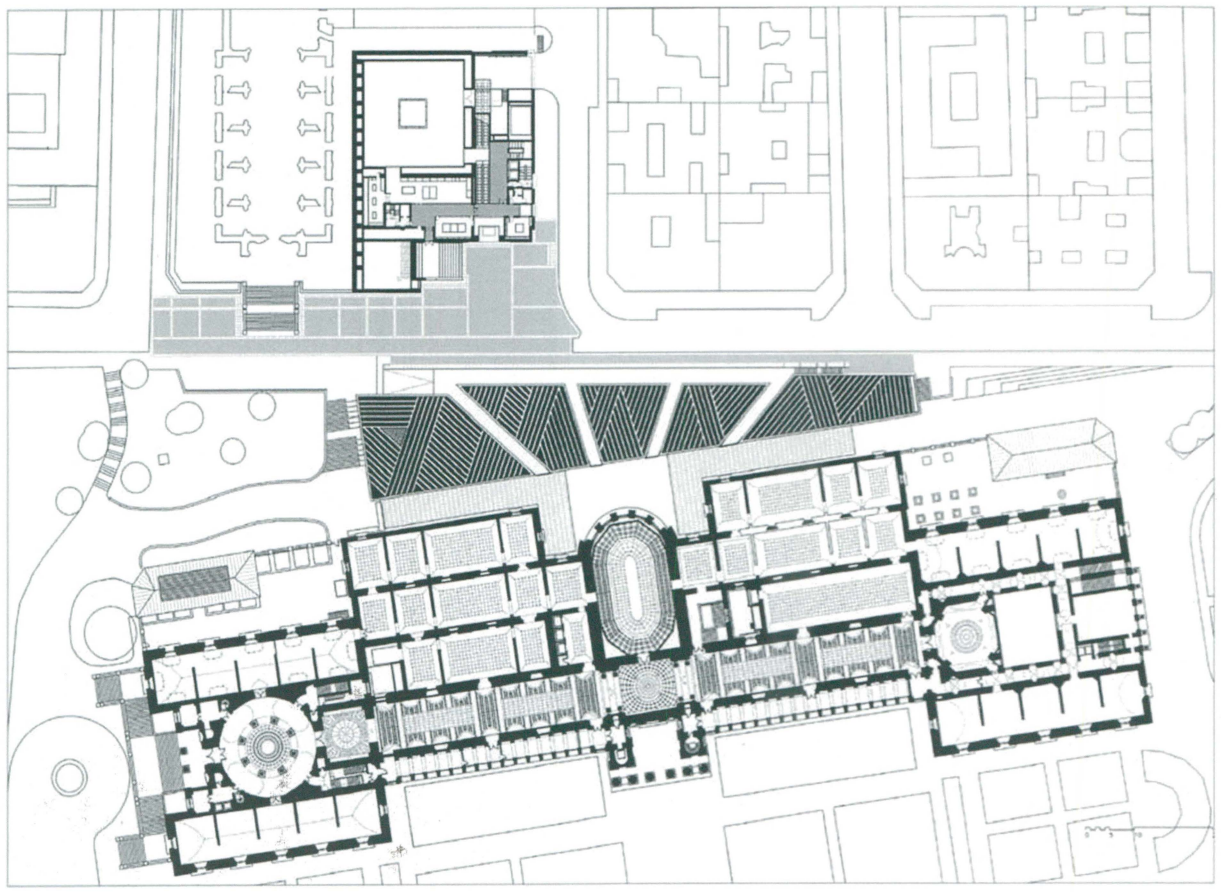
Créditos. Antigua Central Eléctrica del Mediodía: Arquitecto: Jesús Carrasco y Encina (1899). Rehabilitación y ampliación: Arquitectos: Herzog & de Meuron, con los arquitectos Mateu i Bausells. Estructura: NB35 Ingeniería, Jesús Jiménez Cañas y Alejandro Bernabeu, y WGG Schnetzer Puskas. Muro ajardinado: Patrick Blanc. Construcción: Ferrovial. Fechas: septiembre 2003 a enero 2008.

Ampliación del Museo del Prado
Moneo, Jiménez Cañas, 2007

El ámbito más visible de la intervención es el cubo de ladrillo que envuelve el claustro, cuya presencia ha sido el blanco de las críticas sobre el proyecto de Moneo [97:84]. No se trata de uno de los aspectos relevantes de la remodelación, con acierto, centrada en la mejor funcionalidad de los accesos al museo, situados en la trasera del antiguo edificio y bajo la rasante de la calle Ruiz de Alarcón, junto con el tratamiento del claustro de Los Jerónimos. La nueva entrada conecta además toda la ampliación con el museo existente y permite recuperar su puerta principal al Paseo del Prado, antes invadida por las salas de exposición.

La solución adoptada alivia la escasez de espacio existente con nuevas salas para exposiciones temporales y mejora las condiciones del antiguo Museo, respetando su génesis, su entorno y las estructuras colindantes. La colección permanente seguirá ocupando el edificio original mientras se reforma profundamente todo su sistema de circulación. Al nivel inferior se accederá por el norte (zona Goya) y por el sur (zona Murillo) mientras la comunicación de la ampliación con el actual Museo se realiza a través de los laterales del ábside del antiguo edificio, pasando por un vestíbulo situado donde se ubicaba el antiguo salón de actos, espacio de dos alturas ahora vaciado y reforzado para dejar una sola altura. En el vestíbulo de entrada se ubican las taquillas y consignas, zona de tiendas y librería, cafetería y restaurante, así como los servicios de vestuarios y aseos del personal.





En la zona del claustro, se desmontó la estructura de piedra del Monasterio de los Jerónimos para excavar tres niveles, realizando una construcción ascendente-descendente con la utilización de gatos hidráulicos para la compensación de desplazamientos entre pantallas y forjados. En su interior se ha creado una segunda piel de hormigón coloreado, que envuelve al antiguo claustro de piedra, reubicado después de su saneado y restauración.

En este nuevo espacio se sitúan los almacenes de pinturas, esculturas y objetos; las salas de exposiciones temporales, así como los talleres de restauración y salas de documentación. El claustro se utilizará como sala de exposiciones. En la misma planta del claustro se ubicará la biblioteca y un comedor de protocolo. Las cubiertas utilizadas son un lucernario para la zona del claustro y una cubierta plana solada con baldosas de caliza para el resto. También se ha construido un salón de actos con capacidad para 500 personas, situado por debajo del nivel de la calle, entre el claustro y la zona del vestíbulo.

La *estructura* más singular es una linterna de acero y vidrio que se extiende en la zona interior del antiguo claustro, entre las losas de cotas 646 y 640. Se aloja en un hueco de 6 x 6 m situado en el centro, que permite el paso de la luz natural, desde el lucernario superior hasta la losa de la planta situada en la cota 634, pues entre la cubierta y la planta 646 el interior del claustro es diáfano.

La estructura se encarga de transmitir gran parte de la carga de la losa de la planta 646 al zuncho perimetral existente en el hueco de 6 x 6 m de la losa de la planta 640, que la transmite a cuatro pilas pilote que finalizan en ella. Parte de la losa de la cota 646 apoya en los ocho pilares metálicos de la estructura de la linterna, de 300 x 60 mm y unos 6 m de altura, que se encuentran arriostrados horizontalmente mediante pletinas metálicas. El armazón portante del conjunto se completa con unas barras de acero de 40 mm de diámetro, ubicadas en las esquinas de la caja de la linterna [12:250-253:].

Créditos: Arquitecto: Rafael Moneo. Estructuras: Jesús Jiménez Cañas (NB35). Constructor: Dragados. Cliente: Ministerio de Educación y Cultura.
















MUSEO DEL PRADO







Teatros del Canal
Navarro Baldeweg, Martínez Calzón, 2008

La naturaleza intrínseca del programa hace referencia a la creación de un espacio de ilusión, a un mundo de fantasía, es decir, a lo imaginario como sustancia del proyecto. El edificio que apela a ese mundo imaginario se sitúa en una zona urbana algo desdibujada y descuidada que solicita una respuesta fuerte, rica formalmente, con vitalidad intrínseca que haga brillar y anime la encrucijada de las calles Bravo Murillo y Cea Bermúdez. Y alberga una actividad teatral que exige integración y segregación con la vida ciudadana circundante.

Esta demanda doble y divergente se traduce en una integración y continuidad de la calle en el nivel de las plantas bajas y en la elevación del resto del programa sobre la primera planta de vestíbulos, las salas de los teatros y las aulas de Danza. Las plantas bajas con los grandes vestíbulos, la tienda y la cafetería son transparentes y visibles desde la calle, incorporando su actividad a la ciudad e invitando a la participación.

Sobre esa planta baja, que es umbral entre edificio y calle, se crea un animado juego de volúmenes que se percibe como un despliegue zigzagueante de formas en el aire que promueve experiencias contrastantes de lo cóncavo y lo convexo, semejante al de unas banderas movidas por el viento, vaciándose o hinchándose y mostrando u ocultando el interior a la vista desde la calle.

La piel que envuelve esos volúmenes flotantes es como de papel, captando la luz y reflejándola con brillos atenuados. Todo esto corresponde a una idea tectónica deliberada, inteligible como 'máscara' que es idónea al carácter del teatro o la danza y que se traduce en el valor protagonista de la pura apariencia y en el juego vivo de las formas. La piel que se despliega en el espacio consiste en una superficie de cristal en parte opaco y en parte translúcido y transparente. Los cristales opacos son de color negro, rojo y plata, con una apariencia mate, aterciopelada, por tratamiento de su superficie matizando su color y el brillo superficial. El color se trata como una sustancia básica constructiva, algo que parece cortado con tijeras, o tallado directamente a partir de masas crudas. El tratamiento de esa sustancia cromática recuerda los recortables de Matisse en los que la pintura adquiere una naturaleza escultórica.

Las cajas escénicas de ambos teatros en el interior son como el hueso del fruto, y la celda íntima que se fija dentro de estos volúmenes textiles inflados. Son estas cajas también las que sirven de soporte principal organizando, a partir de ellas, la estructura física del edificio.

Las salas de Danza se disponen en torno al lado occidental del solar. Un patio propio que otorga luz natural en abundancia a las salas sin mermar sus condiciones de privacidad. Una gran rampa conecta las distintas plantas integrándolas en un vestíbulo que cierra por un lado la gran hendidura de entrada principal desde la calle a los teatros. Los planos muestran la conexión establecida entre estas aulas y salas de Danza y los escenarios de los dos teatros sin que exista, como puede verse, conflicto de esta circulación privada y la pública.

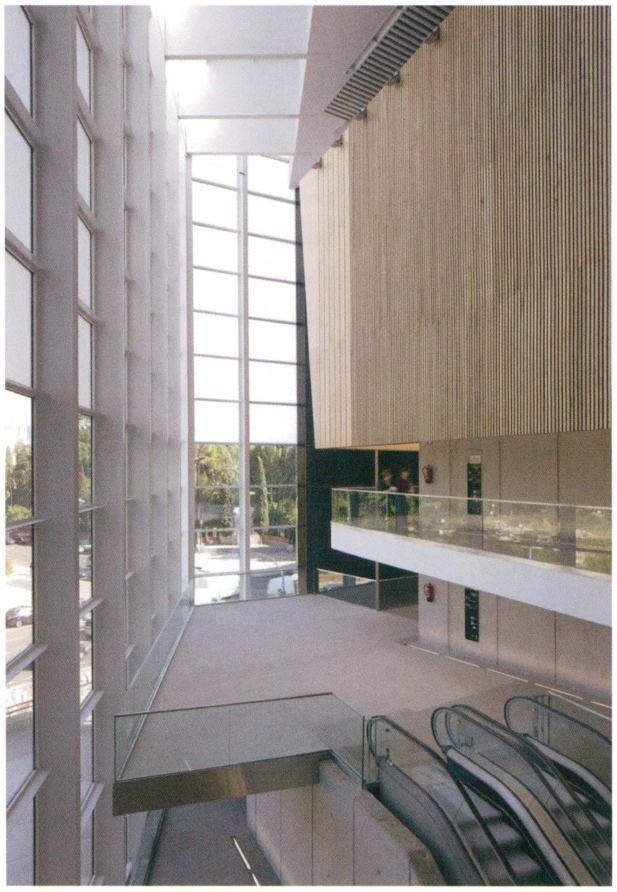
[Resumen del texto de Juan Navarro Baldeweg en [12:114-115] y también en [97:104]], [223].



© DUCCIO MALAGAMBA



© DUCCIO MALAGAMBA



© DUCCIO MALAGAMBA

Estructura

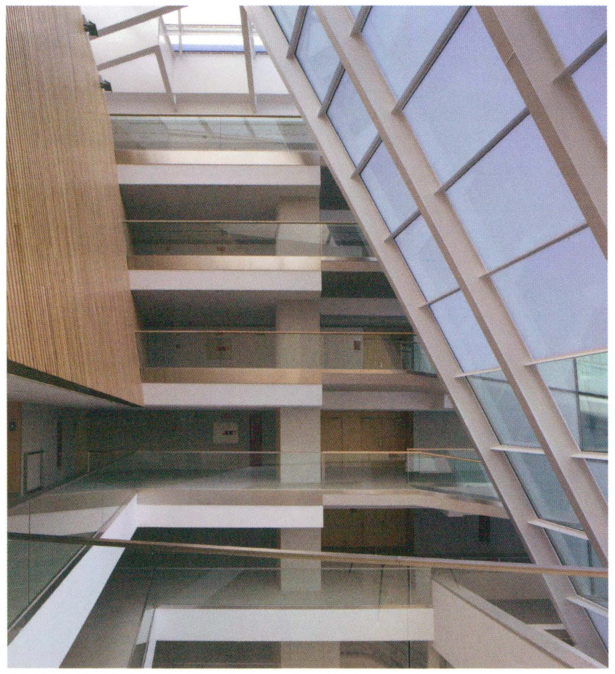
La estructura de los dos teatros se resuelve con grandes pantallas estructurales verticales de hormigón armado, conectadas monolíticamente con losas de piso macizas, armadas y en algunos casos pretensadas, combinadas según las zonas con vigas de hormigón armado y soportes de hormigón o metálicos. En los casos de grandes luces, y en los lugares situados a gran altura, se emplean soluciones mixtas con vigas metálicas de alma llena o de celosías para permitir su ejecución sin emplear cimbras.

En la zona de danza, el hormigón solamente se emplea en las plantas inferiores, en las áreas correspondientes al paso de vehículos, dársena, aparcamientos, aljibes, etc. En el resto de este edificio se utilizan soportes metálicos y losas macizas de hormigón colaborante.

La estructura de pantallas de los teatros vuela sobre el perímetro inferior de la planta baja y se adaptó al sistema constructivo para realizar una retirada controlada de los apeos provisionales con un control exhaustivo de movimientos, flechas y contraflechas.

(Resumen del texto de Julio Martínez Calzón en [12:115]. Para estructura, ver también [155] y [222]).

Créditos: Arquitecto: Juan Navarro Baldeweg. Estructura: MC2 Julio Martínez Calzón, Miguel Gómez Navarro. Fechas: concurso, 2000; construcción, 2002-2007.



© DUCCIO MALAGAMBA

Edificio Gran Vía, 48
Rafael de La-Hoz, 2013

Practicada a comienzos del siglo XX, como un 'sventramento' sobre el caserío del viejo Madrid, la Gran Vía fue ejecutada en tan corto espacio de tiempo que presenta una homogeneidad compositiva que sólo se puede dar en aquello que se realiza al unísono.



Sólo en escasísimos puntos el eclecticismo de sus fachadas se ha interrumpido con una arquitectura deslocalizada. Se propone sustituirla por una nueva que asuma el reto de restituir, sin caer en anacronismos estilísticos, la identidad perceptiva del eje urbano. El equilibrio de huecos, el encuentro entre ejes y la matización cromática son los elementos arquitectónicos utilizados.

En 1931 el arquitecto Muñoz Casayús proyectó en Gran Vía 48 el hotel Nueva York, en cuya planta baja S. Ulargui ubicaría el cine Actualidades, de estilo decó, como correspondía a este tramo de la Gran Vía denominado el 'Broadway' madrileño. En 1960, dicho volumen fue demolido parcialmente, transformado en banco y revestido de un anodino muro cortina de vidrio. En el año 2011 se procede a la demolición total de la sede del banco Atlántico que es sustituido por un bloque de viviendas de lujo que representa el primer edificio nuevo construido en la avenida madrileña desde el año 1932.

La nueva fachada del edificio, diseñada por el arquitecto Rafael de La-Hoz, se concreta en una carpintería de suelo a techo sobre la que se superpone una retícula de estilizadas pilastras de granito que dan cierto movimiento y profundidad a la fachada. Con ello se pretende emular los ritmos de la Gran Vía, sin necesidad de repetirlos. Su intervención se corona con un volumen que dialoga con el templete del vecino Palacio de la Prensa y favorece, por tanto, el juego rotular requerido por la Gran Vía en ese punto de inflexión. Se dibuja su celosía atendiendo al orden de doble planta apreciable en construcciones colindantes.

En palabras de De La-Hoz este proyecto ha supuesto 'un estimulante reto'.

(Texto Rafael de La-Hoz).



Torres

Torre Europa
Miguel de Oriol, 1985

Situada en la esquina de la Castellana con General Perón, pertenece al complejo AZCA (Asociación Mixta de Compensación de la Manzana A de la Zona Comercial de la Avenida del Generalísimo). Esta zona tiene una superficie de 190 ha y su origen se remonta al Plan General de 1946, como una gran manzana de oficinas con separación de tráficos: el rodado enterrado, el peatonal en superficie y una gran estación ferroviaria (actual estación de Nuevos Ministerios). Este gran complejo financiero y comercial se ubicaba en la zona de expansión del norte de la ciudad, al lado del edificio de Nuevos Ministerios, con conexiones de ferrocarril, autobús y metro, inspirándose en el Rockefeller Center de Nueva York.

El proyecto de 1975 es de Miguel Oriol e Ibarra y las obras finalizaron en 1985. La torre semicircular con sus 121 m de altura es uno de los edificios más altos de la capital y forma parte de su *skyline*. El edifico consta de 30 plantas dedicadas a oficinas, con locales en planta baja y subsuelo dedicados a restaurantes y ocio. Destaca su fachada portante de grandes columnas de hormigón prefabricado verticales con ventanas de cristal negro, que recuerdan a las derribadas torres del World Trade Center de Nueva York. Cuenta con un gran reloj ovalado insertado entre las columnas en el centro la fachada de la Castellana. El interior del edificio es diáfano entre el núcleo de ascensores y las fachada portantes y permite una libre distribución de las zonas destinadas a oficinas [44:626].





Torre Picasso
Minoru Yamasaki & Genaro Alas, 1988

La torre fue encargada al arquitecto Minuro Yamasaki, autor de las Torres Gemelas de Nueva York (1977) y se empezó a construir en 1984. El proyecto ganador del concurso incluía un hotel y oficinas, pero pronto se decidió la supresión del hotel y se remodeló el alzado, que separaba ambos usos.



Es una torre de de 150 m de altura con clara vocación de rascacielos y estructura típica de núcleo y pilares en fachada. La condición metálica de la estructura se traslada a la fachada con bandas verticales corridas de aluminio, que enmarcan otras bandas verticales de vidrio, también corridas hasta un leve remate superior muy contenido en forma de cornisa de aluminio.

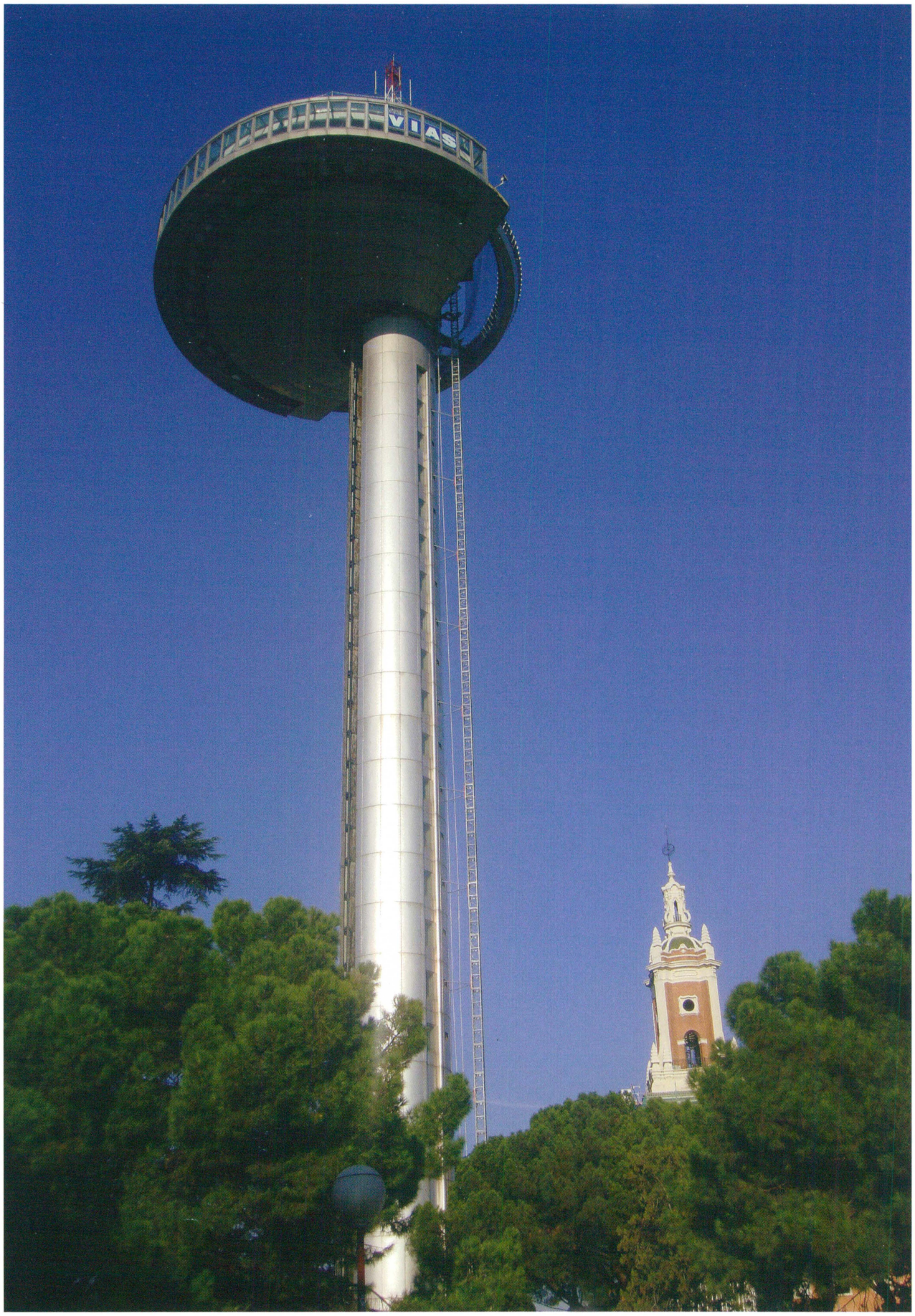
La base de la torre es más robusta y juega con un desnivel respecto a las terrazas del complejo AZCA que rodean el edificio, dándole entrada por medio de una pasarela volada que acomete el edificio a través de un arco circular de 30 m de luz. El acceso de vehículos a la torre se realiza a través de los dos niveles de anillos de circulación del complejo. De hecho, esa entrega del edificio al terreno plantea problemas de acceso de vehículos de bomberos, además de los funcionales para el acceso habitual [12:155].



Torres Puerta Europa
Philip Johnson, 1998

Las torres Puerta de Europa, comúnmente conocidas como Torres KÍO (promovidas por la empresa kuwaití KIO, Kuwait Investments Office), son obra de Philip Johnson y John Burgee. El proyecto de estas dos construcciones simétricas e inclinadas 15° hacia el eje del paseo de la Castellana es de 1990, finalizándose las obras en 1996. Se buscaba establecer un diálogo entre ambas torres, lo que resultaba complicado debido a su excesiva separación, por lo que se optó por inclinarlas formando una gran puerta entre ambas. Estas estructuras de carácter tecnológico y estructura compleja portante, tienen una altura de 114 m y constan de 26 plantas cada una, dedicadas a oficinas. Inicialmente iban a ser realizadas en vidrio y granito rosa, pero debido al peso excesivo, acabaron realizándose en vidrio, aluminio y acero inoxidable, este último se manifiesta claramente en las grandes bandas de sus fachadas que le confieren su imagen característica.





Faro de la Moncloa
Pérez Arroyo, 1992

El faro de la Moncloa es un mirador hacia la ciudad de Madrid con algunas funcionalidades suplementarias. Está concebido como una plataforma circular incompleta de estructura metálica apoyada excéntricamente sobre un fuste de hormigón. Todo el conjunto de plataforma y fuste se han cubierto de acero inoxidable. El gran voladizo de la plataforma se compensa con un sistema de postesado de cables contenido en el interior del fuste en la cara opuesta al voladizo.

El voladizo es también ampliamente compensado con un anillo exterior de hormigón que cierra el círculo de la plataforma. El fuste contiene una escalera de evacuación y un ascensor de servicio. En el exterior del fuste existe además un ascensor panorámico. Las nuevas necesidades de evacuación y seguridad exigieron la ampliación de la escalera y la colocación en el exterior de un ascensor panorámico nuevo. Desde su construcción ha ido adquiriendo una personalidad mayor en la ciudad por su desvinculación de cualquier estilo contemporáneo. Se concibió con una gran independencia formal que le otorga una mayor vitalidad e independencia en su historia.

(Texto resumido de Pérez Arroyo [12:162-163]).



Torres de la Castellana

El último episodio del panorama madrileño de los rascacielos ha sido la terminación de las torres de la Castellana. Cuatro altas torres que suman unos 300.000 m^2 de superficie construida ocupan el solar de las antiguas instalaciones de la Ciudad Deportiva del Real Madrid y se adueñan drásticamente de la silueta de la ciudad. Cada una de ellas es más alta que todas las anteriores.

Las torres pueden considerarse en dos grupos bien distintos. Las dos situadas más al norte, Torre Espacio y Torre Cristal, son representativas de la manera americana de enfrentar el problema de la altura, mientras la Torre Sacyr y la Torre Repsol se afrontan desde una visión más europea.

Las primeras denotan una familiaridad con el problema del rascacielos, con un tratamiento muy eficaz de los núcleos de ascensores junto a una cierta despreocupación por las dificultades de la planta variable, que derivan en una apariencia formal instalada en lo icónico. Más de un siglo construyendo edificios altos dejan su impronta en la comodidad de unos diseñadores en el ejercicio de trasladar imágenes simples y rotundas a la compleja construcción de unos gigantescos edificios.

No importa que todas las plantas sean distintas o que los medios para su construcción deban duplicarse o triplicarse en función de las superficies inclinadas o alabeadas de las fachadas. Todo es abordable y, como enseña la experiencia, el posible incremento de coste originado por las dificultades de construcción inducidas por la forma es irrelevante en el monto total del dispendio.

Las dos torres situadas al sur mantienen unas posiciones de diseño más tradicionales, de mayor racionalidad. La planta del edificio se adivina en el origen del proyecto y tiene claras conexiones con el esquema estructural. No resulta fácil distinguir cuál surgió antes, si la planta es consecuencia del planteamiento estructural o éste surge de la voluntad de racionalizar aquélla. Aunque da lo mismo, el mero enunciado de la cuestión da idea de la profunda imbricación de planta, alzado y sección característica de la rigurosa arquitectura presente en estas dos torres.

(Texto resumido de [12:158-159]).





Torre Espacio en Castellana
Pei & Cobb & Fred, Martínez Calzón, 2008

Torre Espacio tiene 43 plantas de oficinas, dos plantas de oficinas corporativas en la parte superior, tres plantas de uso comercial en la base y seis plantas de aparcamiento subterráneo. La planta de la torre expresa su evolución en altura, siempre inscrita en un cuadrado, que es completo en la base hasta convertirse en un huso lenticular en la parte superior. El núcleo principal se coloca en una diagonal que se convierte en el eje del huso en la zona superior y va perdiendo cajas de ascensores a medida que progresa en altura

La torre parte de una base cuadrada y evoluciona hacia una forma final ahusada, conseguida a través de la intersección de dos sectores circulares de 90°. El núcleo central del edificio tiene cuatro baterías de ascensores y organiza las circulaciones tanto verticales como horizontales. Además de los ascensores públicos, alberga los servicios, las galerías técnicas de instalaciones y dos ascensores de servicio.

La fachada es una doble piel con lamas perforadas horizontales que permiten el paso de luz natural, la privacidad de los espacios interiores y la transparencia de la fachada. Consiste en un muro-cortina de doble acristalamiento diseñado con el concepto de fachada activa, el aire interior de retorno circula por el espacio entre el cerramiento exterior y el panel acristalado interior, retornando el aire al sistema de ventilación forzada.

[Texto resumen de Pei & Cobb & Fred y José Bruguera [12:176-177].

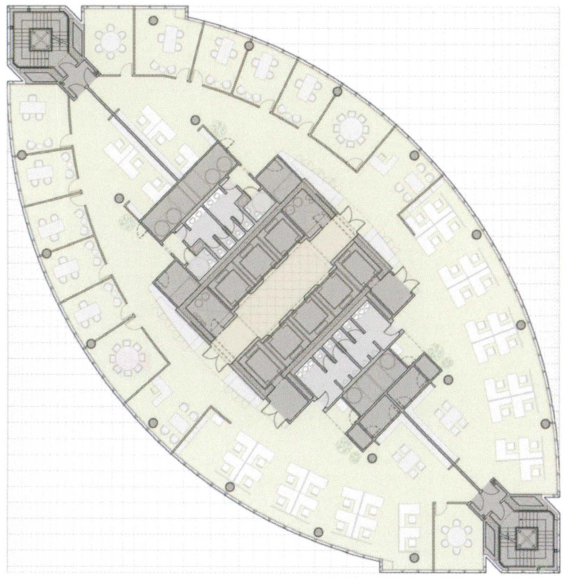
Estructura

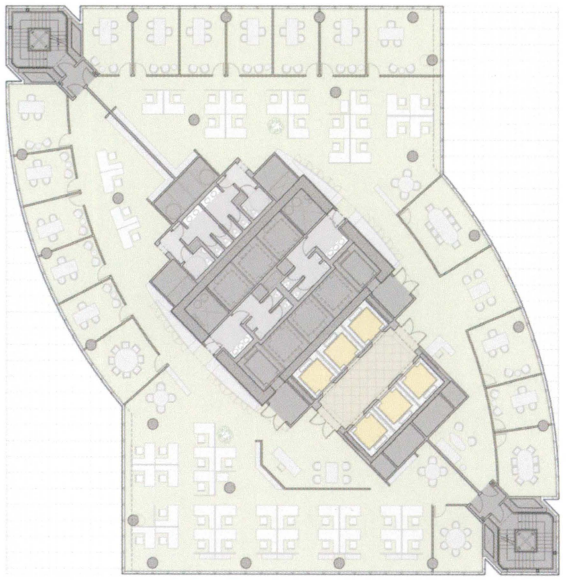
El esquema estructural básico del edificio incluye un núcleo central con sección en cajón hueco, perforaciones en cada planta para los accesos y con unos 120 m^2 de sección ideal encerrada. Los espesores de pared son variables con un máximo de 1,50 m y un mínimo de 0,40 m. Los soportes principales se ubican a lo largo del perímetro oval de las plantas altas del edificio y son continuos en toda su altura. En una planta próxima a los dos tercios de la altura total, se incluye un 'cinturón' que vincula con gran rigidez estos soportes con el núcleo central para incrementar la rigidez horizontal del sistema.

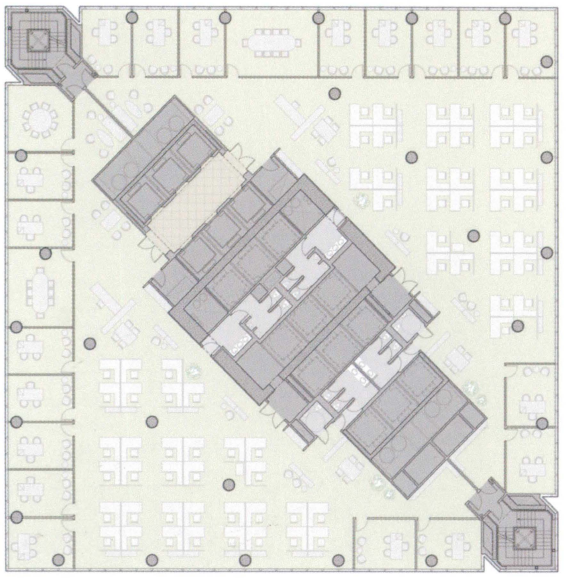
La resistencia frente a acciones horizontales queda asegurada por el conjunto de núcleo central, núcleos laterales, pilares y cinturón de rigidez. Este último está formado por un conjunto de celosías metálicas embebidas en pantallas de hormigón que permite conectar rígidamente los soportes radiales más importantes con el núcleo central. Esta estructura se ubica en una planta mecánica con el fin de importunar lo menos posible a la funcionalidad del edificio. Se compone de tres tipos de pantallas, las perimetrales que conectan entre sí los pilares de cada fachada, las radiales que llevan las fuerzas de puntos singulares de la fachada a las aristas del núcleo y las nucleares que aseguran la transmisión de esfuerzos rasantes entre las pantallas de una y otra fachada.

(Texto: Julio Martínez Calzón. Resumen de [12:178-179], [49], [153], [120], [24]).

Créditos: Arquitectos: Pei, Cobb, Freed & Partners: Henry N. Cobb, José Bruguera. Arquitectos asociados: Mark Fenwick, Javier Iribarren, Alberto Sotodosos (Director proyecto), Alfredo Vilches. Estructuras: MC2, Julio Martínez Calzón, Miguel Gómez Navarro. Cliente: Torre Espacio Castellana, S.A.U. Contratista: OHL. Fechas: Proyecto 2001, Construcción: 2003-2008.











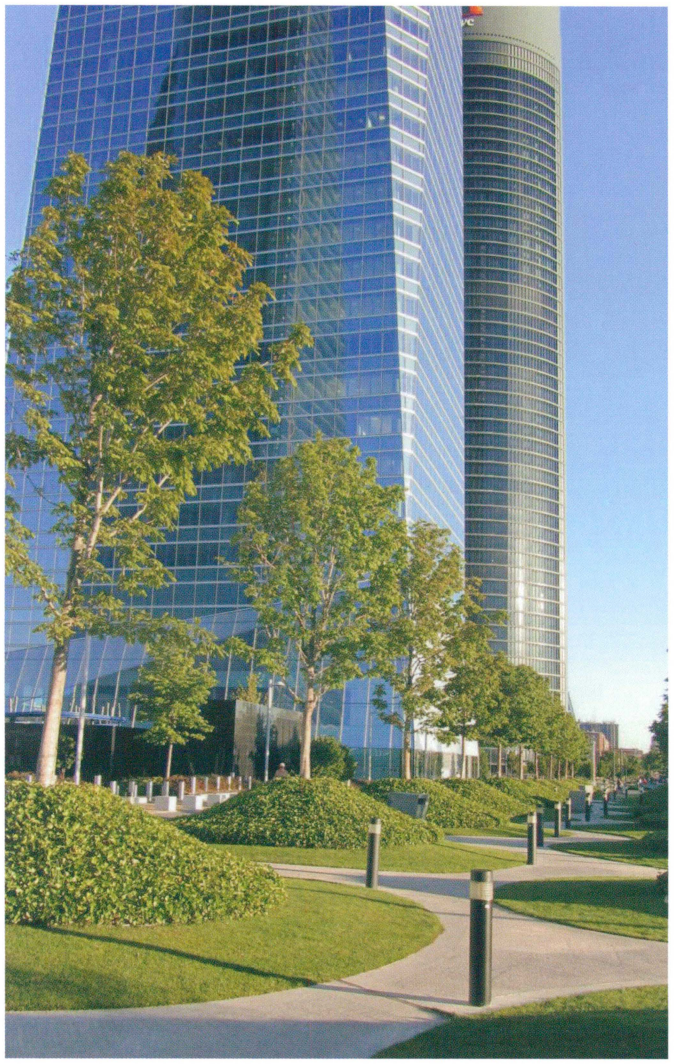
Torre Cristal en Castellana
César Pelli, Juan Blanco, 2008

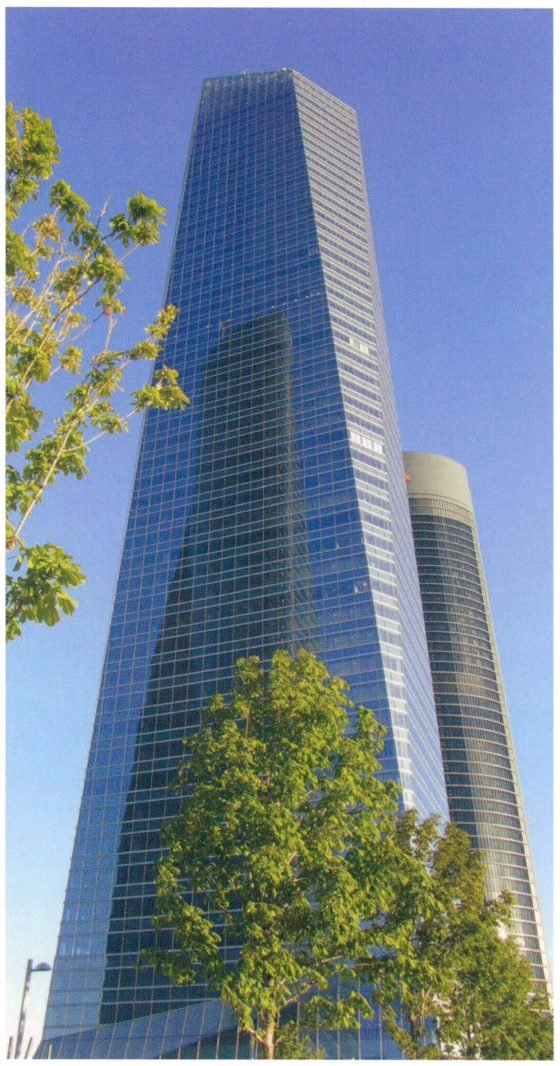
La 'Torre Cristal' tiene forma de diamante tallado, terminado en un vértice que alberga un jardín de invierno, cuya iluminación actuará como linterna de un gran faro. Con una altura de 249 m sobre el nivel del Paseo de la Castellana, dispone de seis sótanos y una planta baja que ocupan la totalidad de la parcela (100 x 75 m) y una torre de 46 pisos destinados a oficinas y cinco a plantas técnicas situadas excéntricamente. La estructura de la Torre está compuesta de un núcleo central, unos forjados mixtos de interior y unos forjados de exterior o de oficinas. El núcleo tiene planta rectangular de 35 m de longitud, con cuatro diafragmas de conexión, que determinan tres recintos. Sus muros largos arrancan de la cimentación con 1,2 m de espesor que disminuye hasta 0,7 m en la zona más alta.

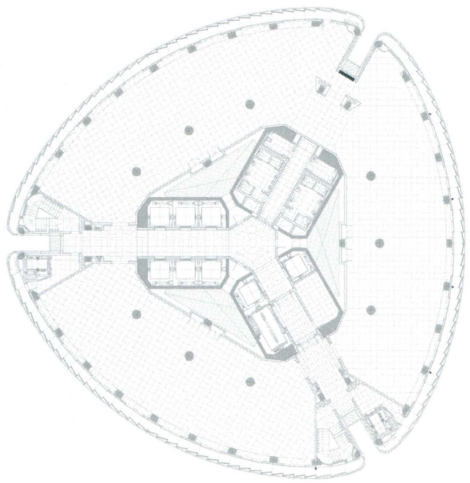
Los forjados exteriores se apoyan en 18 pilares mixtos, dispuestos a 1,10 m del borde exterior, que están enlazados al núcleo mediante vigas metálicas armadas y entre sí mediante una pieza perimetral paralela a la fachada. Para rematar la torre se ha diseñado una estructura metálica estérea compleja, con un peso de 490 t, apoyada por un lado en la cota 210,33 m, que corresponde al último piso de oficinas y por otro en la cota 215,02 que coincide con la planta técnica siguiente.

(Texto Dragados, resumen de [12:182-183, 287]). (Ver también [185], [45], [237]).









Torre Sacyr en Castellana
Rubio & Álvarez-Sala, Martínez Calzón, 2008

Para la visión lejana de la agrupación de las cuatro torres se consideró más importante la esbeltez de proporciones del volumen que la altura. Según ello, el edificio se fragmentó en tres cuerpos por unas fisuras para aumentar la sensación de verticalidad, introducir luz hacia el interior y crear la ilusión de una agrupación de piezas.

La organización de la planta compatibiliza la discretización de las habitaciones del hotel inferior con la diafanidad de las oficinas superiores. El núcleo vertical de ascensores e instalaciones recorre todo el edificio, pero se han previsto plantas técnicas de doble altura entre los vestíbulos y el hotel, entre éste y las oficinas, y en el remate superior. Una doble fachada uniforma la imagen y protege el interior de un excesivo soleamiento.

La estructura consiste en dos anillos concéntricos de pilares de sección primero circular, luego rectangular en el hotel y de nuevo circular en las oficinas, con un núcleo central de planta en forma de Y. El núcleo central se construye con un encofrado trepante y el resto de la estructura mixta crece en espiral.

En la primera planta técnica se reduce a la mitad el número de soportes de fachada e interiores, para conseguir un espacio de entrada al edificio más diáfano. En cabeza, a 215 m de altura, se ubica un cinturón de rigidez de planta triangular que vincula el núcleo central con los vértices de la estructura de borde de la planta general. Los forjados se prolongan en una bandeja de hormigón perimetral para apoyar las fachadas y para mantenimiento y limpieza. Con ello, cada uno de los niveles se comporta como un sector de incendios independiente.

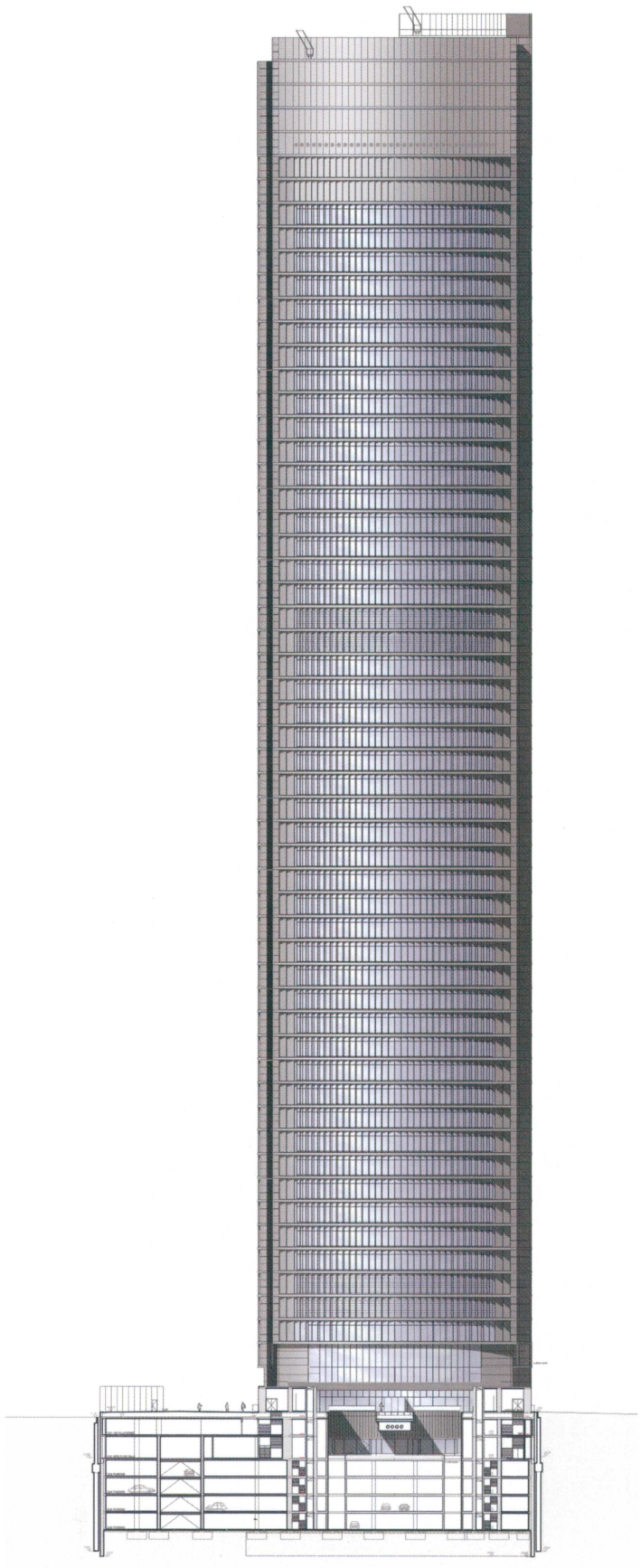
El edificio se envuelve con un doble cerramiento a partir de láminas de vidrio, dispuestas a modo de escamas, cuyas reflexiones, sombras y transparencias hacen vibrar al edificio. Una fachada interior resuelve el cerramiento, la estanqueidad y aislamiento acústico. La piel exterior desaparece en las zonas bajas del edificio para hacer visible la interior, que surge a partir de una oquedad de piedra negra tallada en la plaza y donde se encuentran los patios de iluminación y ventilación para los usos bajo rasante.

(Texto resumido de Rubio & Álvarez-Sala en [12: 180-181], [28], [154], [217]).

Créditos. Autores: Carlos Rubio Carvajal & Enrique Álvarez-Sala Walther. Arquitecto a cargo del proyecto: Juan José Mateos Bermejo. Aparejador: Jesús Fernández. Estructuras: MC2. Estudio de Ingeniería. Promotor: Testa inmuebles en renta S. A. Constructora: SACYR.




pwc



Torre Bankia en Castellana
Norman Foster, Halvorson & Partners, 2008) [Antonio Sarabia]

La torre Bankia está destinada a uso exclusivo de oficinas, con aparcamientos bajo rasante. Se organiza en tres paquetes, con dos plantas técnicas inferiores cada uno y once, doce y once plantas de oficinas respectivamente. Sobre el tercer paquete y dentro del arco-dintel que corona el edificio se ubican dos plantas técnicas más. La planta tipo está formada por un rectángulo de 32 x 42,5 m que lleva otros dos rectángulos de 23,5 x 10 m, adosados en los lados este y oeste, donde se alojan los núcleos de comunicaciones. La altura entre pisos terminados de los sótanos es de 3,3 m y en las plantas sobre rasante es de 4,7 m.

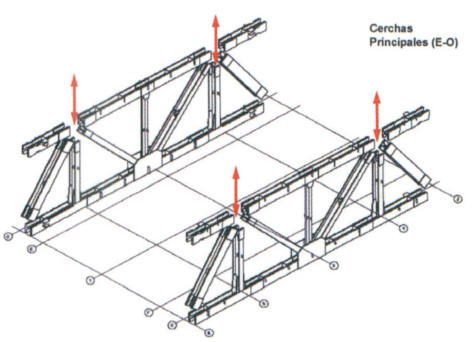
Se pretende reforzar la imagen de la ciudad con un edificio emblemático cuya imagen será más potente cuanto mejor transmita la claridad y sencillez de su concepto, manifestado en dos tipos de alzado. Uno articulado, acristalado, abierto y amplio hacia el sur y hacia el norte, enmarcado por los núcleos verticales en los lados. Otro fluido y continuo hacia el este y oeste, compuesto por un núcleo sólido y delgado en primer plano con las plantas acristaladas en segundo plano.

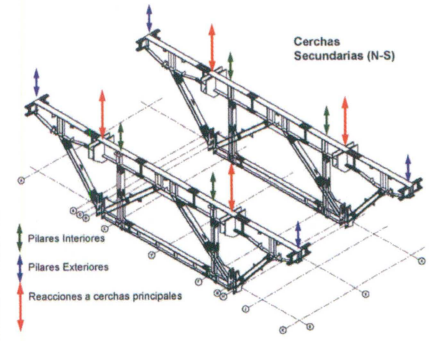
Los dos núcleos verticales están unidos por el arco-dintel superior y por tres pares de cerchas principales, alojadas en las parejas de plantas técnicas, que soportan las once o doce plantas de oficinas situadas por encima de ellas. En dirección N-S, cada núcleo resiste su parte de cargas de viento y en dirección E-O trabajan conjuntamente los dos núcleos, arriostrados por las cerchas intermedias y el dintel superior.

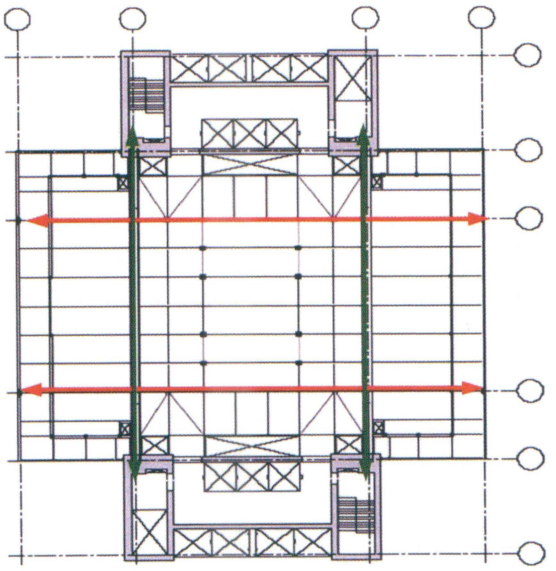
En las plantas tipo se disponen solamente cuatro pilares interiores, separados 15 m en dirección N-S y 18 m en dirección E-O, que apoyan sobre las cerchas. En la base de la torre se eliminan pilares y forjados para crear un espacio de recepción diáfano de cuádruple altura acristalada. En la parte superior de la torre se deja un vacío de 20 m, conformando un arco-dintel para aligerar visualmente la coronación. Los pilares depositan sus cargas en unas cerchas secundarias dispuestas N-S, que encajan espacialmente en las cerchas principales dispuestas E-O y apoyadas sobre cuatro pilares de acero embebidos en los núcleos de hormigón. El perímetro de cada planta está recorrido por una viga Vierendeel que forma un entramado con los pilares de fachada de cada bloque, también apoyado en los pilares embebidos en los núcleos.

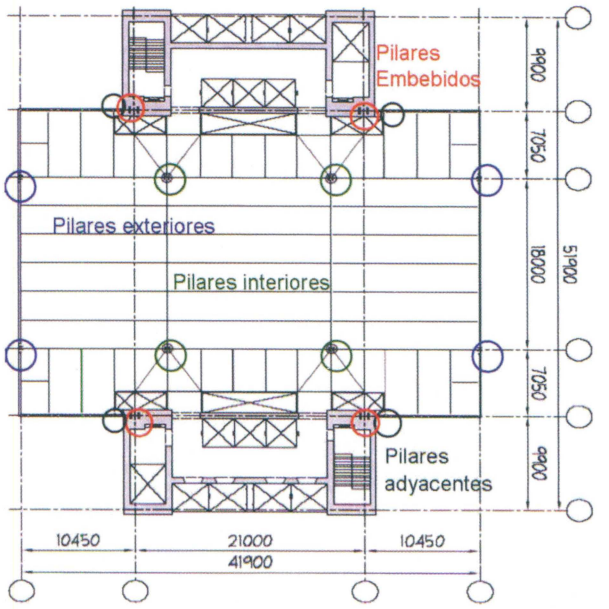
La torre fue proyectada después del atentado de 11/9/2001 sobre las Torres Gemelas, e incorpora criterios de solidez y redundancia para hacer independientes cada uno de los bloques de once o doce plantas. El sistema de cerchas y pilares está calculado para resistir la carga de dos de esos bloques y, si desaparecieran las



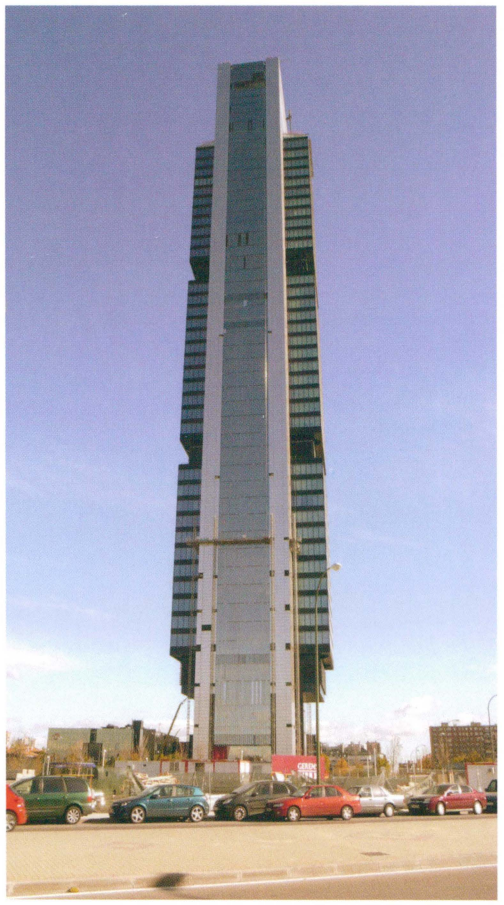




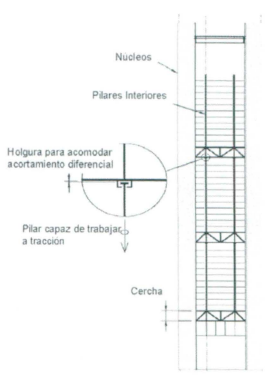


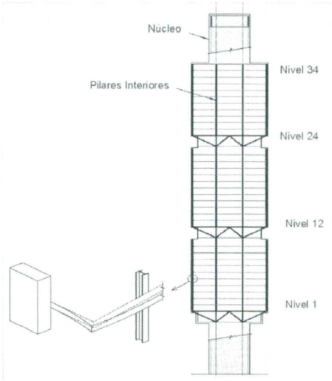


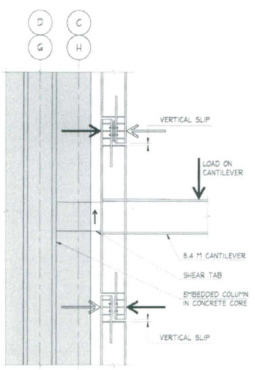












cerchas del primer nivel, los pilares del primer bloque pasarían a trabajar a tracción y el bloque de once plantas quedaría suspendido de las cerchas del segundo nivel. Si fallara la segunda cercha, el bloque colocado sobre ella podría gravitar sobre la primera o colgar de la tercera. Si fallara la tercera cercha, el tercer bloque descansaría sobre la segunda. Con ello se evitaría el derrumbe total, aunque las deformaciones serían tan grandes que las plantas de oficinas quedarían inhabilitadas.

(Textos resumidos de José Ramón Burgos [50] y Gregory Lakota & Arántzazu Alarcón [139]) [12:184-187] , [50], [138], [162]).

Cubiertas

Estadio de la Peineta
Cruz & Ortiz, Martínez Calzón, 2006

Situado al este de la ciudad, entre la M-40 y el final de la Avenida de los Arcentales, el Estadio de Atletismo era la pieza central del conjunto de instalaciones que integrarían la Ciudad Deportiva de la Comunidad de Madrid. Se adoptó una solución unitaria con una plataforma cuadrada donde descansa el estadio y los futuros pabellones deportivos. Este plano sirve de apoyo a un graderío que se recorta en el horizonte e identifica en la distancia al conjunto.

Su posición, contigua a la recta de llegadas, concentra el mayor número de espectadores allí donde acontecen los momentos más importantes del atletismo, además de permitir la celebración de espectáculos musicales. Al exterior, el graderío se apoya sobre una serie de muros de hormigón de diferente curvatura, perforados por ranuras horizontales y estrechas que permiten la iluminación y ventilación, a la vez que provocan efectos luminosos inesperados en distintos momentos del día.

(Texto resumido de Cruz y Ortiz [12:74-76]).

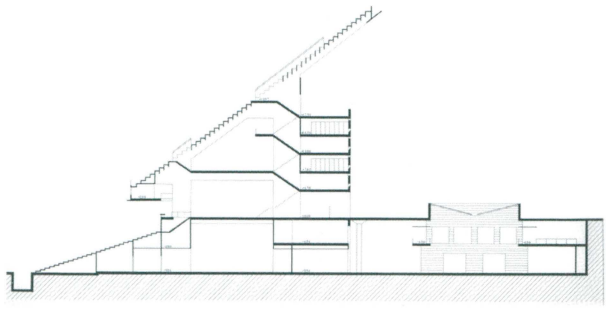
Está proyectada una ampliación del estadio, destinada en principio para la entonces posible designación de Madrid como sede de los Juegos Olímpicos[8]. Con la ampliación puede desaparecer la característica silueta que le ha valido el apodo de La Peineta al ocultar la grada única, bajo una gran cubierta anular del tipo de membrana tesa. La cubierta se sitúa a una cota uniforme en la zona del graderío y se eleva suavemente al acercarse por ambos lados a la zona de la tribuna. Esta suave ondulación le confiere un carácter dinámico y espacial, tanto desde el exterior como del interior. La cubierta se apoya en las estructuras existentes mediante potentes soportes de hormigón separados a unos 45 m.

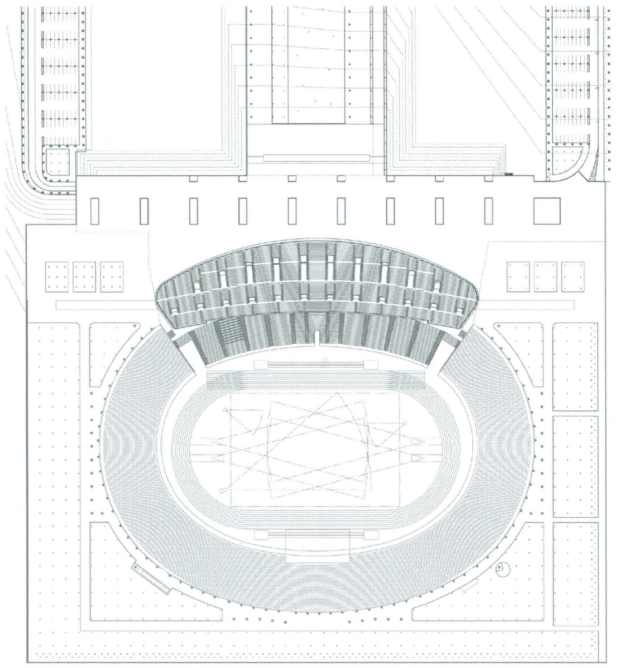
(Texto resumido de Julio Martínez Calzón [16:145]).

Créditos: Arquitectos: Antonio Cruz/Antonio Ortiz. Estructura: MC2, Julio Martínez Calzón. Constructoras: Cimentaciones, Entrecanales S. A, Dragados; OCP; Ferrovial; Cubiertas y MZOV. Cliente: Comunidad de Madrid. Fechas: Proyecto 1989, Comienzo de la Obra 1990, Terminación de la Obra 1994.

[8] Proyecto de ampliación redactado por los arquitectos Antonio Cruz y Antonio Ortiz, el ingeniero estructural Julio Martínez Calzón, y la firma Schlaich, Bergermann und Partners para el diseño específico de la cubierta anular de membrana tesa.







Madrid community sports stadium

cruz y ortiz arquitectos





Cubierta tanatorio de la M-30
Castillo-Puche, Cesma, 2003

La cubierta del patio central del tanatorio de la M-30, de 47 m de longitud y 10 m de ancho, tiene la forma de una bóveda con una relación flecha-luz de1/5. Está dividida en cinco franjas longitudinales de diferentes materiales: la central de 4,5 m es de vidrio, las adyacentes de 1,50 m son de panel sándwich y las laterales están abiertas.

La estructura se conforma con arcos tubulares separados 4,66 m, apoyados sobre vigas cajón de acero situadas por encima de los edificios laterales y unidos entre sí mediante cuatro correas cuyos ejes coinciden con las separaciones entre las distintas franjas de la cubrición. Como la separación entre arcos es superior al máximo vano de los vidrios comerciales, se dispuso un apoyo intermedio formado por rigidizadores con cables para reducir su luz a 2,33 m.

Los dos cables de cada rigidizador están tensados uno contra el otro mediante tres bielas de compresión que mantienen los cables separados en el centro del vano, mientras sus extremos están retenidos por las correas extremas de la franja de vidrio, quedando ésta por encima de la estructura.

(Texto resumido de Peter Tanner & Juan Luis Bellod [16:204-205]).

Créditos: Arquitectura: José Luis Castillo-Puche Figueira. Ingeniería estructural: Peter Tanner & Juan Luis Bellod CESMA Ingenieros. Propiedad: Servicios Funerarios de Madrid, S.A. Constructor: Murillo-Muriel, S.A.





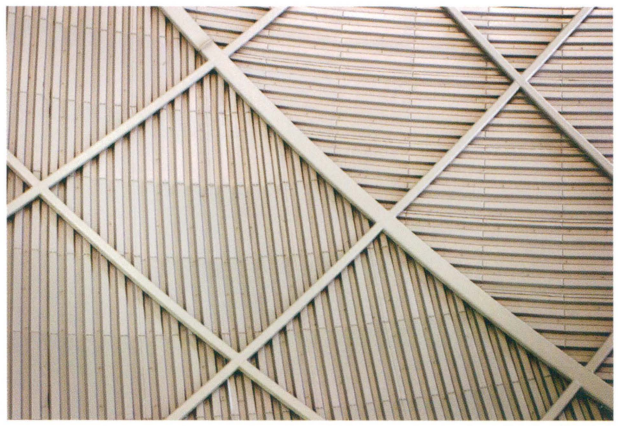
Cúpula en Observatorio Astronómico
Fernández Alba, Cesma, 2004

La cúpula del edificio para el telescopio de Herschel situado en el parque del Retiro de Madrid cubre una superficie cuadrada de 13 m de lado y alcanza una altura máxima de 5 m sobre la coronación del edificio. Su concepción se basó en una serie de ideas estructurales destinadas a conjugar la eficacia de la solución con criterios funcionales, estéticos y constructivos. Así, cada uno de los elementos estructurales, incluidos los arcos de borde, están constituidos por un arco meridiano de 11 m de radio, por lo que la forma de la cúpula se obtuvo mediante la intersección de la superficie esférica con cuatro planos, definidos cada uno de ellos por dos esquinas adyacentes del cuadrado a cubrir y el centro de la esfera. Los arcos se fabricaron con perfiles tubulares mientras que la chapa resistente de la cubierta, grecada y con doble curvatura, se apoya directamente sobre esta estructura. El comportamiento estructural de la cúpula se puede asimilar a una membrana, en la que la superficie continua se sustituye por nervios metálicos. La solución conceptual adoptada, sin arriostramientos innecesarios y con uniones soldadas, condujo a una estructura de gran limpieza formal. Estéticamente, el resultado fue tan atractivo que se renunció a la colocación del falso techo inicialmente previsto.

(Texto de Peter Tanner & Juan Luis Bellod). (Más información en [16:210-211]).

Créditos: Arquitectura: Antonio Fernández Alba. Ingeniería estructural: Peter Tanner, Juan Luis Bellod, CESMA Ingenieros. Propiedad: Instituto Geográfico Nacional, Observatorio de Madrid, Ministerio de Fomento. Constructor: EJUCA, S.A.







Rockódromo Arena
Cano Laso, Martínez Calzón, 2005

A partir de las dimensiones y forma oval propuestas para la planta (120 m por 110 m y 350 m de perímetro) se dispuso una cubierta con un sistema radial superior de seis radios de gran potencia, que la segmentan en seis zonas periféricas con una luneta central. En cada una de las zonas se dispone una estructura espacial estérea formada por barras y esferas, que jerarquizan el conjunto y lo dotan de expresividad.

La cubierta se sustenta sobre doce parejas de soportes situadas en las líneas de los radios principales y en los puntos intermedios. Los exteriores atraviesan como columnas el espacio inferior de graderío y acceso, y los internos forman parte de una pantalla discontinua de pilotes, para permitir la excavación del recinto en una segunda fase de ejecución sin operaciones adicionales.

Esta segunda fase consistía en ganar profundidad para la construcción de las gradas definitivas del escenario, que albergó la segunda edición del Masters Series de Madrid del 13 al 21 de octubre de 2003, ya con capacidad para 12.000 espectadores. Concluido el Masters, las obras se reanudaron hasta su conclusión definitiva antes de verano de 2004.

El principal elemento de la tercera fase es el pabellón auxiliar de zinc, edificio anejo multiusos con capacidad para 1.700 espectadores, dotado de gradas retráctiles y que puede ser utilizado con diversidad de usos para todo tipo de exposiciones y espectáculos, con excelentes cualidades acústicas y una gran versatilidad para permitir el montaje de cualquier tipo de evento.

(Texto resumido de Ricardo López Pietsch y Luis Catalá Burón [16:224-225]). (Ver también [214]).

Créditos: Arquitecto: Estudio Cano Lasso. Estructura: MC2-Julio Martínez Calzón. Directores de proyecto: Javier Martínez de Miguel, arquitecto; Sara de la Mata Medrano, arquitecta; Enrique Ramírez Guadalix, ingeniero de Caminos. Propiedad: Empresa municipal Campo de las Naciones, S. A. Constructor: UTE ACS-ORTIZ, FCC.



Palacio de los Deportes
Hermoso, Martínez Calzón, 2005

Tras el incendio del antiguo Palacio en el año 2001, la Comunidad de Madrid decidió su reconstrucción y reforma, respetando las gradas laterales que sobrevivieron al incendio, buscando convertirlo en un espacio multiusos funcional y moderno.

La estructura fue realizada con un proceso ascendente-descendente, para simultanear la ejecución de las losas de hormigón de los aparcamientos y los pórticos de cubierta, formados por vigas curvilíneas tubulares de celosía espacial en sección triangular, empotradas en los montantes inclinados que sustentan los graderíos y las plataformas voladas de los accesos. La estructura de las gradas es de hormigón armado y se han realizado tres niveles de sótanos por debajo de la antigua pista.

(Texto resumido de Julio Martínez Calzón [214] [16:223]).

Créditos: Arquitecto: Enrique Hermoso Lera. Proyectistas: AEPO Ingeniería. Diseño conceptual de la estructura: Julio Martínez Calzón, MC2. Cliente y constructor: UTE NECSO y FCC.



Cubiertas móviles para Caja Mágica
Perrault, Typsa, Viñuela, 2010

La cubierta da la forma de 'Caja' imaginada por el arquitecto, con tres 'tapas' practicables que permiten liberar totalmente cada una de las tres pistas, dando la posibilidad de celebración de competiciones o eventos al aire libre o a cubierto. Cada una de estas tres tapas móviles está apoyada sobre la cubierta fija que unifica el conjunto y sobresalen sobre ella en todo su canto.

La cubierta del edificio debía resolverse con luces de cerca de 100 m y un canto obligado de 4 m, con capacidad para elevarse y desplazarse para despejar totalmente las pistas.

La estructura general se divide por una junta estructural en la zona del estadio 1 y la de los estadios 2 y 3. Ambas zonas se resuelven con un emparrillado ortogonal de celosías capaces de cumplir los condicionantes de canto y luz gracias a la flexión bidireccional de unas celosías secundarias, perpendiculares a las principales.

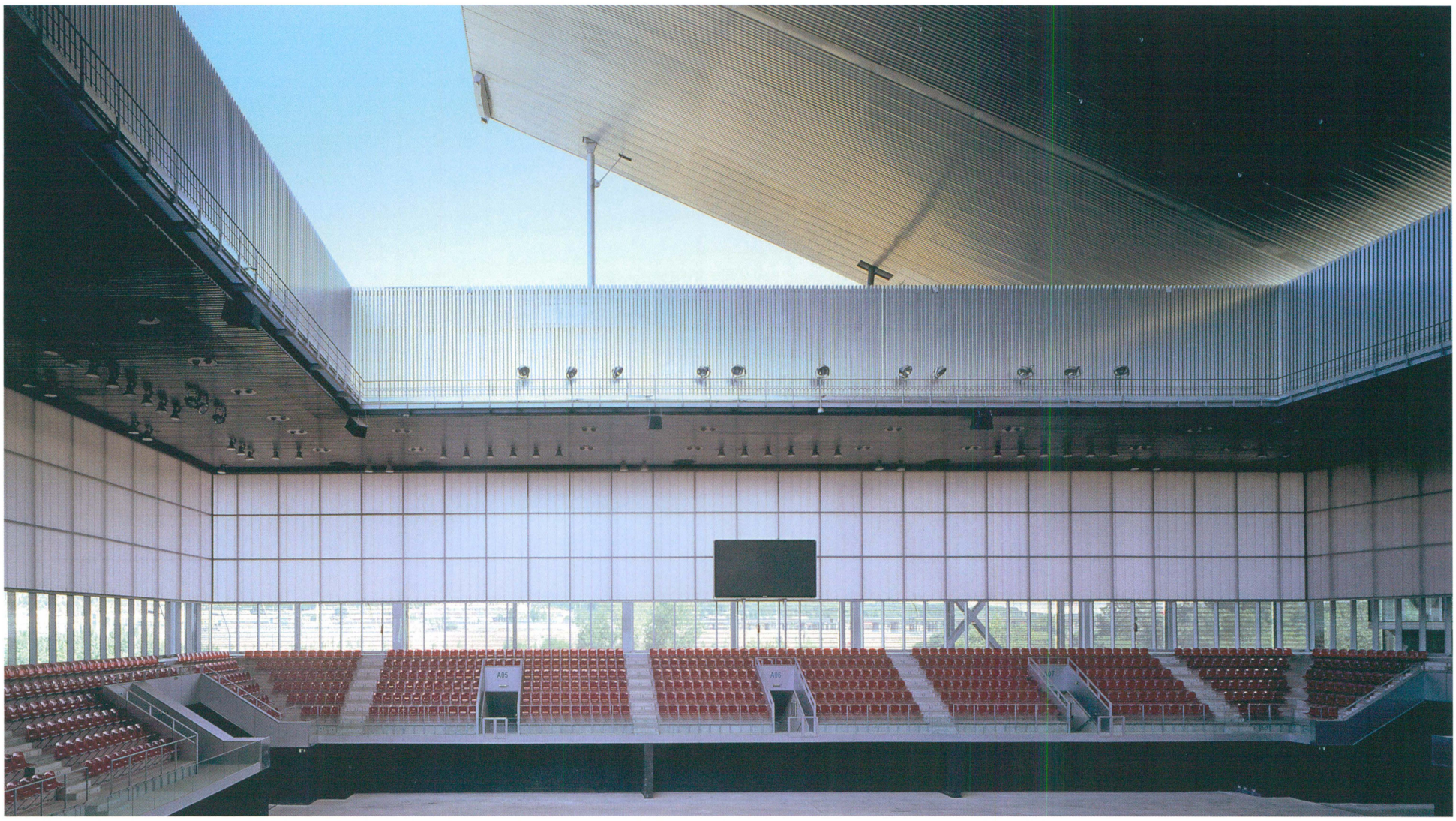
El tipo adoptado para estas celosías consiste en la ejecución de las barras de la estructura con perfiles laminados en los casos de cargas reducidas y perfiles armados en el caso de las celosías más solicitadas, de forma que se consigue una geometría uniforme de estructura, un buen aprovechamiento del material y una sencilla fabricación. Las almas de los perfiles se han colocado horizontales de manera que se simplifican las uniones y los cruces de celosías que no tienen por qué tener la misma dimensión en sus cordones.

En los laterales de la cubierta fija en esta zona, y con el objeto de permitir el desplazamiento de las cubiertas móviles de los estadios 1, 2 y 3 se disponen vigas mixtas, que recogen los carriles sobre los que se moverán los mecanismos de desplazamiento de las cubiertas, y que permite la mitigación efectiva de los posibles ruidos y vibraciones de la estructura durante su desplazamiento, así como de una plataforma efectiva de acceso a los mecanismos de elevación y desplazamiento.

La Cubierta 1 (73 M), basculante y móvil, tiene unas dimensiones aproximadas de 103 x 73 m. Se abre 12° girando alrededor de la charnela de 103 m y se mueve, perpendicularmente a esa charnela, 65 m. El tiempo de apertura de giro es de 15 minutos y la velocidad de traslación de 5 m/minuto.

[Texto resumido de Salvador Fernández Fenollera [16:160-161]).

Créditos: Arquitecto proyectista: Dominique Perrault. Proyecto Estructuras e Instalaciones: TYPSA. Proyecto Cubierta: Luis Viñuela (FCC Construcción). Promotor: Madrid Espacios y Congresos. Ayuntamiento de Madrid. Constructor: FCC. Fechas: inicio de la obra: abril 2006. Finalización de la obra: abril 2009.



Salón de la Villa en Cibeles
F. Partearroyo, D. Márquez, A. Martínez, F. Martínez, 2010

La cubierta del patio exterior del Palacio de Cibeles responde a la necesidad de conseguir un nexo de unión entre lo público y lo administrativo, entre lo exterior y lo interior, y que se convierte en el Gran Salón de la Villa de los Madrileños. La primera plaza cubierta de Madrid. Se planteó una cubierta en forma de burbuja de agua autoportante de malla triangular, apoyada en la única imposta común a todas las fachadas del patio, que fue el remate del edificio, situada a una altura de 21,60 m sobre el suelo. El perímetro de esa cornisa es un polígono irregular de difícil descomposición geométrica. Nos planteamos la forma de una superficie elástica presionada uniformemente que se adapta en sus bordes a la forma del patio a cubrir y adquiere mayor peralte en las zonas de más luz a salvar y es más plana en las zonas estrechas.

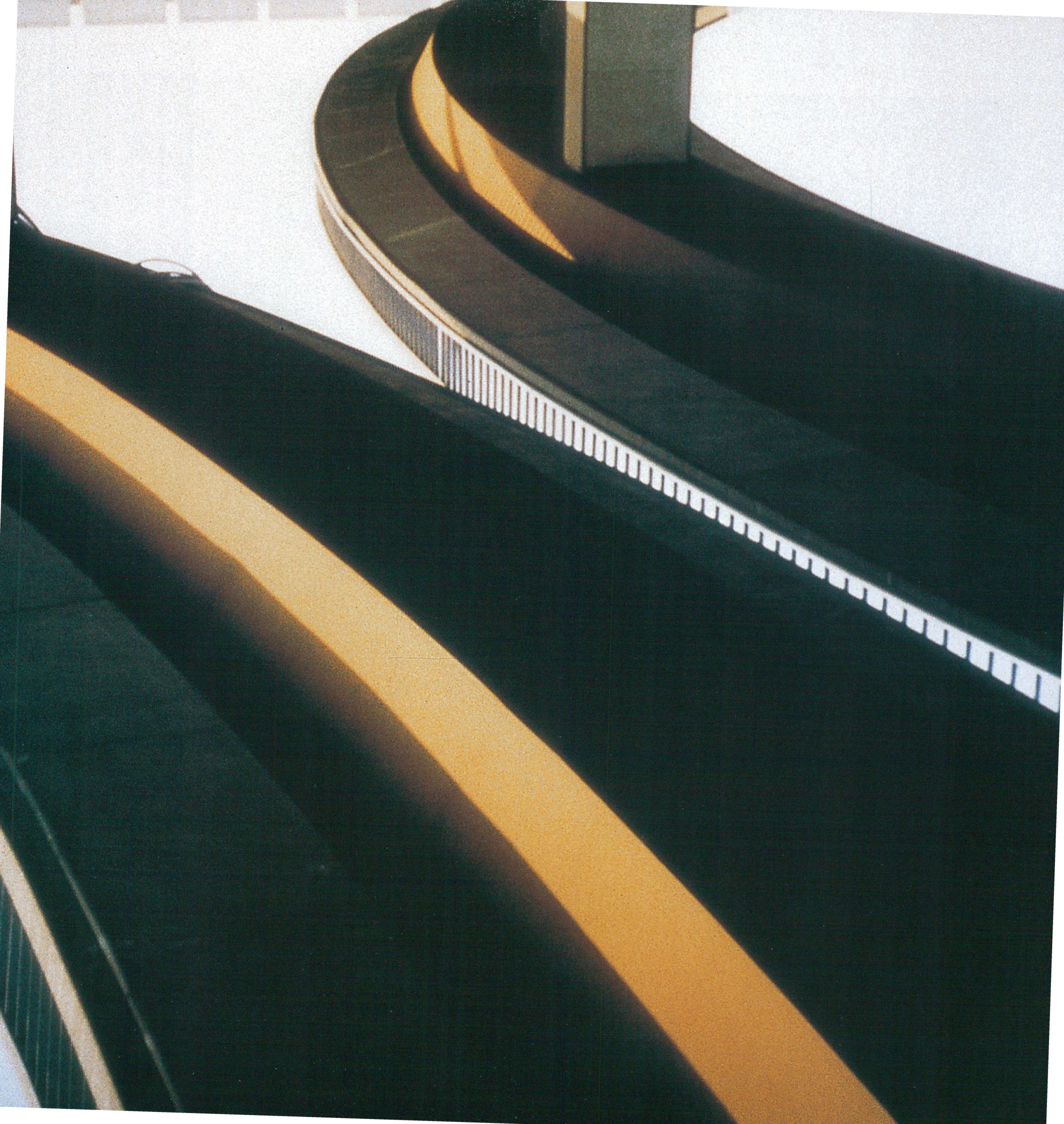
La cubierta no sobresale del volumen actual del edificio, por lo que no puede percibirse desde el exterior, es una plaza cubierta circundada por edificación más alta. El apoyo de la cubierta se realiza sobre los muros perimetrales al patio en distintas condiciones. El muro en su mayor parte es de carga con pilares metálicos a partir de la cota de apoyo de la cubierta. La malla triangular se resuelve con barras de 1,60-1,80 m de lado y 120 x 80 mm de sección. La viga de borde de la cubierta de vidrio aloja los canalones y se resuelve con un tubo de 0,76 m de diámetro, apoyado mediante 43 patas en los machones del edificio y en la estructura de pilares y vigas de la girola.

Paralelamente a la construcción de la nueva cubierta de vidrio se han conseguido dos niveles de sótano y uno de planta técnica. Los primeros se destinan a almacenes, talleres, vestuarios y camerinos, un auditorio para 300 personas, y el segundo para instalaciones, almacenes y zona de carga y descarga. El tercero se utiliza como ampliación de la sala de máquinas y galerías de conductos. El segundo sótano se comunica bajo el Pasaje de Ruiz de Alarcón con el aparcamiento y núcleo de rampas bajo la calle Montalbán hacia el Paseo de Recoletos.

(Texto resumido de [16:256]).

Créditos: Autores del proyecto: Arquimática SLP Arquitectos: Francisco Rodríguez de Partearroyo Conde, David Márquez Latorre, Ángel Martínez Díaz, Francisco Martínez Díez. Estructura de la bóveda: Mike Schlaich, Luis Casas de ARQUING SLP. Constructor: Dragados y FCC UTE. Ejecución bóveda: Lanik S.A. Cliente: Ayuntamiento de Madrid.





5 | Salvar con puentes

El paso del camino crea el lugar

El puente destaca entre lo construido por su privilegiada significación, como símbolo mismo del vínculo por encima del obstáculo. Responde a un avance simultáneo en vertical y horizontal. El camino, producto de la voluntad de extensión, encuentra obstáculos a superar y ha de separarse del suelo. Confronta gravedad y distancia para salvar el obstáculo de una vez o con varios saltos. Como el obstáculo más frecuente son los ríos, el puente confronta lo hidráulico y hace frente en sus pilas a la corriente del río. Como estructura resistente debe resistir la flexión introducida por el vano.

El puente cristaliza la posibilidad de cruzar el río o de salvar el obstáculo y con ello construye un lugar. Al materializarse, reúne el paisaje de su derredor en torno al río y significa el sitio de paso como lugar. De hecho, el puente es elegido por Heidegger como imagen teórica del construir identificado en el habitar y su fructificación en lugar [19:53].

Nombres, centralidad y capitalidad

La configuración radial de los accesos a Madrid y su influencia sobre la estructura urbana se dejan sentir también en sus puentes, empezando por su propia denominación hasta su ubicación y articulación. Los dos 'grandes' puentes históricos o clásicos de Madrid parecen prescindir del río y son conocidos por el nombre de las ciudades donde se dirigen sus caminos, puente de Segovia y puente de Toledo.

Otros son bautizados con el nombre santificado del monarca de turno, siguiendo la norma o costumbre de las fortalezas, los arsenales o los grandes edificios del Estado. Los puentes de San Fernando, del Rey, de la Princesa o el de la Reina Victoria parecen también ajenos a sus parajes y son deudores de quienes los hicieron construir. Centralidad y capitalidad siguen marcando el rumbo de lo construido en Madrid con excepción de las estaciones de ferrocarril, más pendientes de los barrios, Atocha, Chamartín, Delicias… El paso del ferrocarril sobre el Manzanares recibe así mismo y significativamente el nombre de Puente de los Franceses

Apropiarse del territorio

En ambos casos y de manera reiterada Madrid tiende a apropiarse de lo que le rodea, probablemente sin ninguna intención de grandeza o monumentalidad, sino más bien por razones prácticas y cotidianas. Madrid ha sido capaz de llamar calle 30 a una denostada autopista M-30 sólo porque así era más fácil arreglarla y apropiarse de ella. De esa manera de entender el territorio surgen algunas denominaciones como las de los puentes de Segovia o de Toledo, inicio del camino real por idéntica razón. El puente del Rey, se dispuso para el paso del monarca hacia sus jardines de la Casa de Campo, aunque luego haya sido utilizado para otras conexiones.

Del mismo modo, muchos puentes de las cercanías de la ciudad adquieren relevancia porque dan paso al sistema de carreteras que irradia el dominio de la Corte hacia todo el país[1]. El puente de Arganda permite superar el Jarama y el de Fuentidueña pasa el Tajo (descrito conjuntamente con los del río), ambos para el camino hacia Valencia. El puente largo sobre el Jarama o el colgante sobre el Tajo conectan la capital con el Sitio Real de Aranjuez, y abren el camino hacia Andalucía. El del Guadarrama tiene similar función para el sitio de San Lorenzo del Escorial, y el de Buitrago sobre el Lozoya para el camino de Burgos y Francia. Sólo el viaducto de la calle Bailén tiene un carácter independiente de los accesos, surgido de su papel urbanístico en la configuración del barrio más emblemático de la capital [11:401].

Puentes clásicos del Manzanares

La distinción planteada por Fernández Casado entre los dos principales puentes de Segovia y Toledo, como cumplidos representantes del renacimiento purista del siglo XVI y el barroco del XVIII, sigue plenamente vigente [92]. Se trata de dos puentes con la misma longitud y soluciones técnicas casi iguales, nueve arcos de similar luz, pero se manifiestan con lenguajes diferentes.

En el de Segovia, Herrera acude a la composición clásica de los puentes romanos, con tímpanos planos y tajamares biselados aguas arriba y semicirculares abajo, con sombreretes al nivel de arranques. En el de Toledo, Ribera

[1] Para puentes históricos en la Comunidad de Madrid ver [99].

parte de puentes como Almaraz para encontrar unos elementos tan rotundos como los torreones, coronados mediante balcones volados que hacen de capiteles y se asoman a la calzada como descansaderos. Un listel marca los arranques y rebordea el contorno de la pila, y supera a unos leves tajamares apuntados aguas arriba.

Esa diferente concepción obligó a tratarlos de distinta manera para su ampliación. En el puente de Segovia los frentes son planos, con tajamares adosados pero independientes entre sí. En el segundo la composición es volumétrica y la trabazón transversal es más profunda que la longitudinal. Por ello el primero se pudo ensanchar trasladando el frente y construyendo una nueva sección central, mientras el de Toledo no pudo transformarse de manera similar y fue desdoblado [92:843].

Jardines en los puentes clásicos



Jardines de Madrid-Río en Puente de Segovia

El puente de Segovia esta declarado Bien de Interés Cultural. Fue construido a finales del siglo XVI por el arquitecto Juan de Herrera, por encargo de Felipe II. El proyecto de ajardinamiento de su entorno conforma una excepción en el ámbito del Salón de Pinos, constituyendo un ensanchamiento de éste y ofreciendo un modo diferente de aproximación al río. Los jardines se ordenan mediante una serie de líneas de traza orgánica que modelan sucesivas terrazas que descienden hacia el río. Estas líneas están construidas con unas piezas de granito de gran formato que sirven también de bancos. Entre ellos se extiende una superficie de hierba de bajo consumo hídrico arbolada con diferentes especies de árboles frondosos de ribera de la familia de los *Populus*. En las inmediaciones de la fábrica almohadillada del puente se han construido dos estanques de agua limpia sobre los cuales, por un lado alza una fuente monumental de 16 chorros con forma de ciprés y por otro se extiende un pequeño jardín de lirios acuáticos. Los estanques son accesibles mediante unas gradas de piedra que se acercan a ellos hasta sumergirse.

(Texto de Ginés Garrido & Francisco Burgos).



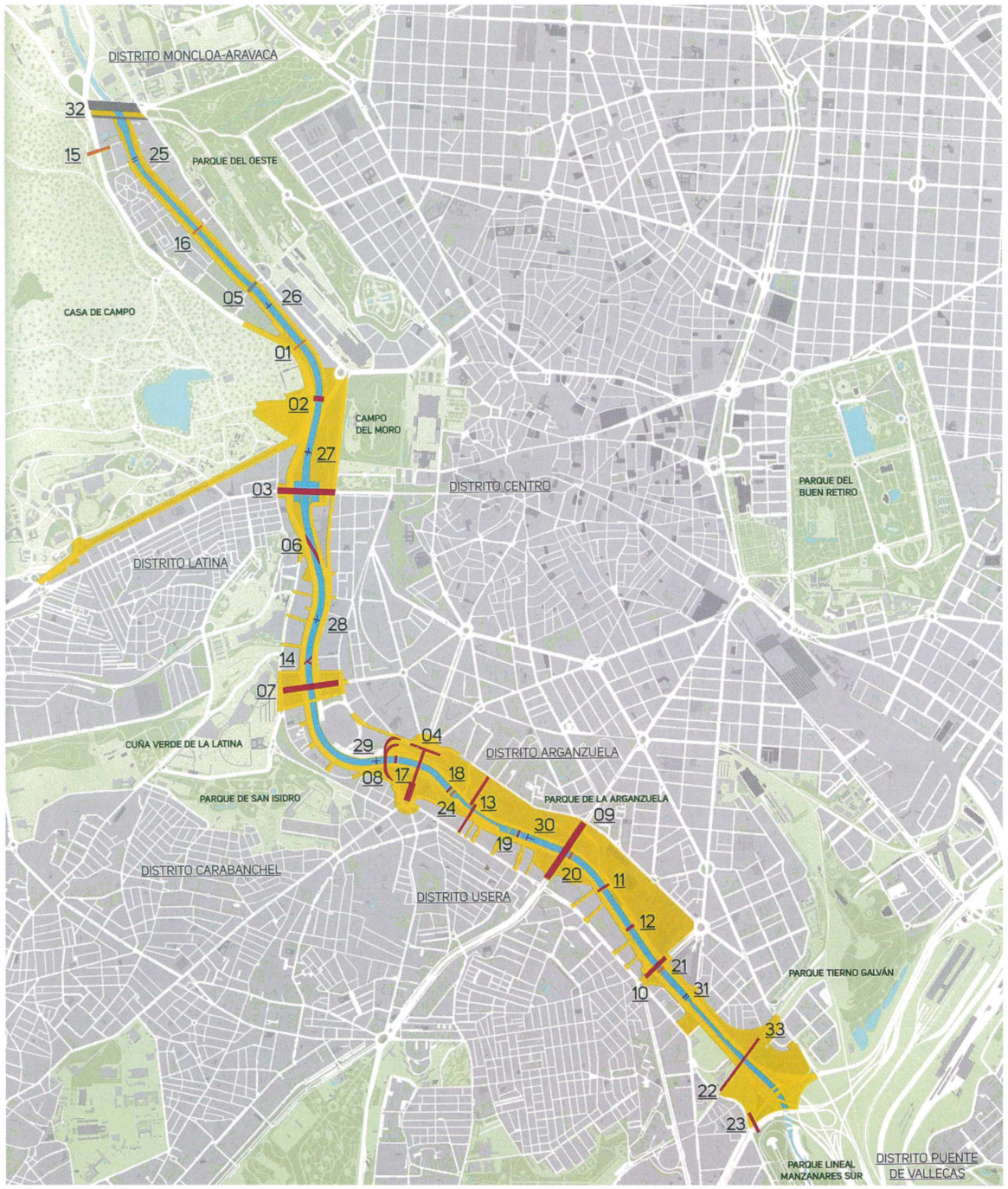
Jardines de Madrid-Río en Puente de Toledo

Los jardines del Puente de Toledo constituyen una de las áreas más significativas del Proyecto Madrid Río, ya que están situados en un enclave de excepcional importancia en el que el Salón de Pinos se encuentra con uno de los puentes monumentales de Madrid, el puente de Toledo, construido entre 1718 y 1732. El proyecto aprovecha dicho monumento en un doble sentido: Por un lado se compone un espacio concebido para ser visto desde lo alto del puente que se convierte así en un mirador privilegiado. De este modo los jardines ofrecen una nueva e inédita panorámica de Madrid ya que sus trazados dibujan un enorme tatuaje que se extiende como una alfombra sobre la superficie, reproduciendo un motivo figurativo vegetal. Por otro lado, los jardines incorporan el Puente de Toledo, que es una estructura barroca diseñada por el arquitecto Pedro de Ribera, como un objeto al que admirar, al que tocar y bajo el que pasar. La disposición de los setos está organizada de modo que conforma una serie de líneas que toman como referencia los jardines barrocos de la época borbónica, aunque están trazadas con un lenguaje contemporáneo. Así mismo en este punto se ha construido un graderío que permite la máxima aproximación a la lámina de agua del río, y la mejor contemplación de los arcos del antiguo puente.

(Texto de Ginés Garrido & Francisco Burgos).

Con motivo de las modificaciones de la M-30 en su tramo oeste y de la realización de los jardines de Madrid-Río, se ha puesto a punto un listado completo de todos los puentes, pasarelas, pasos y presas sobre el Manzanares en su tramo urbano. El listado clasifica los 33 pasos en categorías, de acuerdo con su papel en la remodelación.

La lista deja fuera varios pasos situados en Madrid, como el puente de El Pardo de Fernández Casado, la presa de El Pardo, el puente urbano de El Pardo, el de San Fernando, el de Fernández Casado bajo la A-6, la cercana pasarela a la altura del INIA, la pasarela del Club de Campo y el puente carretero de los Franceses de Javier Manterola, todos ellos situados aguas arriba del Puente ferroviario de los Franceses. Aguas abajo del Madrid Río hasta el último cruce situado en el límite municipal correspondiente al azud del Rey, sin paso público.



Plano de situación de los pasos urbanos sobre el Manzanares [Madrid Río:++++]

Relación de pasos en el Manzanares

PASOS DEL MADRID-RÍO SOBRE EL MANZANARES

REHABILITACIÓN DE PUENTES HISTÓRICOS
Pasarela Aniceto Marinas (01)
Puente del Rey (02)
Puente de Segovia (03)
Puente de Toledo (04)
Puente de la Reina Victoria (05)
REMODELACIÓN DE PUENTES RODADOS
Puente Oblicuo (06)
Puente de San Isidro (07)
Puente rodado al norte del Puente de Toledo (08)
Puente de Praga (09)
Puente de la Princesa (10)
PUENTES ARTÍSTICOS Y MONUMENTALES
Pasarela Lámina frente a Matadero Madrid I (11)
Pasarela Lámina frente a Matadero Madrid II (12)
Puente monumental de Arganzuela (13)
Pasarela en Y (14)
PASARELAS PEATONALES Y CICLISTAS
Pasarela Puente de los Franceses (15)
Pasarela de Almuñécar (16)
Pasarela-pontón al norte del Puente de Toledo (17)
Pasarela sur del Puente de Toledo (18)
Pasarela Arganzuela III (19)
Pasarela junto al Puente de Praga (20)
Pasarela junto al Puente de la Princesa (21)
Pasarela en Salón de Pinos Sur (22)
Pasarela Parque lineal Manzanares Sur (23)
Pasarela Histórica de Arganzuela (24)
REMODELACIÓN DE PRESAS HISTÓRICAS
Presa n.º 3 (25)
Presa n.º 4 (26)
Presa n.º 5 (27)
Presa n.º 6 (28)
Presa n.º 7 (29)
Presa n.º 8 (30)
Presa n.º 9 (31)
PASOS FERROCARRIL
Puente de los Franceses (32)
Nudo Sur (33)

Fuente: Ayuntamiento de Madrid.



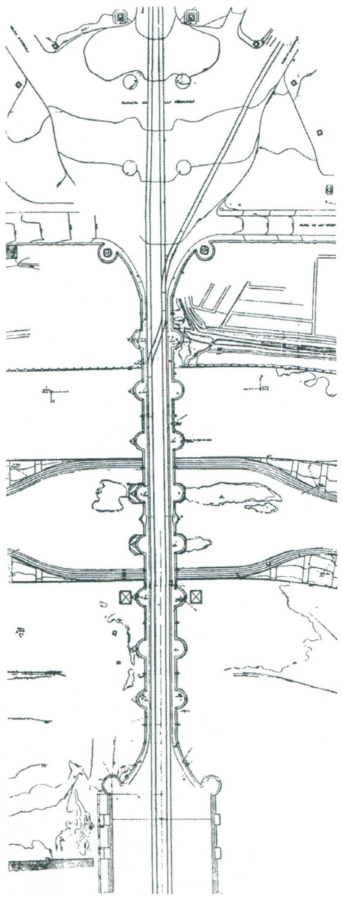
Puente de Segovia
Herrera, 1584

Construido por Juan de Herrera después de terminar el Escorial, se organiza en nueve arcos de fábrica con luces de 9 a 12,8 m de luz. Tiene un aire severo y sólido, con un simple almohadillado de sillares y algunas bolas de piedra típicas de finales del XVI, como único ornato.

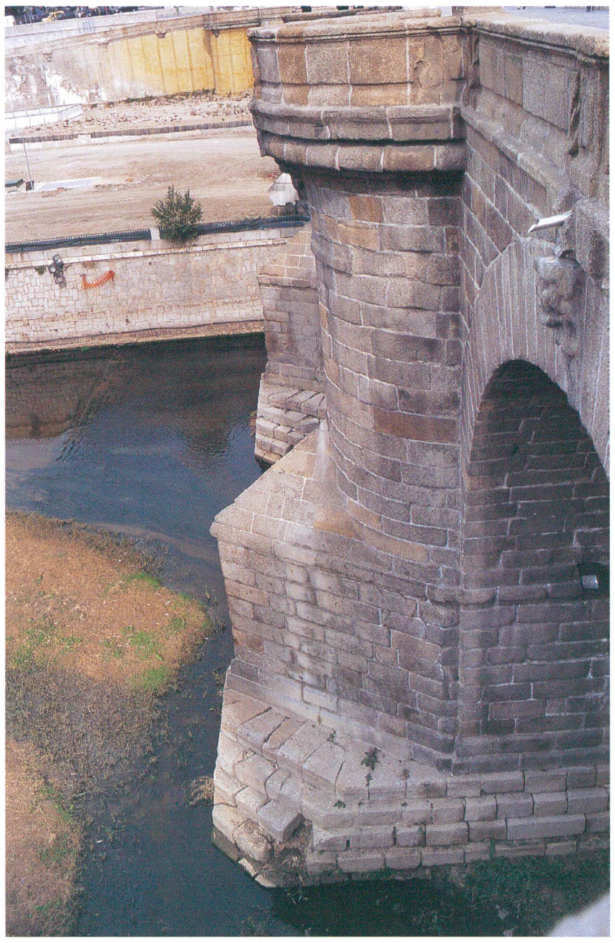
Fernández Casado [92:11] le otorga valor como *el primer puente moderno*, pues la rasante horizontal introducida por Herrera *da tensión a la obra, aparentemente tan serena*. La fábrica es muy homogénea, con pilas robustas en relación con los arcos y tajamares semicirculares con sombreretes cónicos. En 1933 se construyó el puente de Viveros, paralelo al de los Franceses, para dar acceso a la carretera de Castilla, relevando al de Segovia de esta dedicación. Fue destruido en la Guerra Civil y reconstruido después con el mismo proyecto.







Puente de Toledo, según Fernández Casado [92:607]



Puente de Toledo (1732)

El puente de Toledo da salida también a las carreteras de Andalucía y Fuenlabrada. Su construcción comenzó en 1682 y se terminó en 1732, por diversas vicisitudes administrativas y por los destrozos causados por la avenida de 1720. La obra está atribuida a Pedro Ribera con la colaboración del escultor Juan Ron. También se organiza en nueve arcos de medio punto de 11,2 m de luz, con pilas que se prolongan hasta el tablero como apartaderos y todo está construido con sillares de granito.

Fernández Casado distingue [92:606] un barroco esencial al puente de Toledo, probablemente atribuible a la aportación de Pedro Ribera, en el perfecto encaje de alineaciones rectas y curvas, desde los 9,5 m de la calzada festoneada con los apartaderos hasta los 35 de las entradas, por medio de amplias curvas simétricas que enlazan los pretiles con los muros de la plaza de las Pirámides. Y un barroco adventicio, surgido de la decoración barroca que destaca independiente de la estructura como algo sobrepuesto a ella, como los templetes colocados en el pretil a la altura del arco central y las fuentes que remataban las curvas de ampliación de la planta.



Puente de San Fernando (1750)

Está situado en el km 7 de la carretera de La Coruña, fue construido en dos tramos, unidos por un largo machón situado en una isla. El tramo izquierdo tiene cuatro arcos, dos de medio punto de 6,2 y 5,7 m de luz y dos rebajados de 8,45 y 7,95 m de luz. El tramo derecho tenía dos arcos, pero la reparación tras una crecida se hizo con tres arcos de 9,75 m de luz. En 1921, José Eugenio Ribera ensanchó la parte derecha con hormigón armado, conservando las formas.

Sustituye a uno de los cuatro Puentes Verdes de madera originales, llamados así por el color de su pintura. El más antiguo fue sustituido por el puente del Rey, otro estaba en San Isidro, otro en la ermita de San Antonio y éste se llamaba Puente de los Rastrillos [92:837]. El acceso al puente estaba cerrado por la Puerta de Hierro, que daba acceso al monte de El Pardo y sólo se abría cuando el río bajaba crecido, haciendo impracticable el vado de los Jerónimos, para permitir el atajo hasta la carretera de Castilla.





Puente ferroviario de los Franceses (1857)

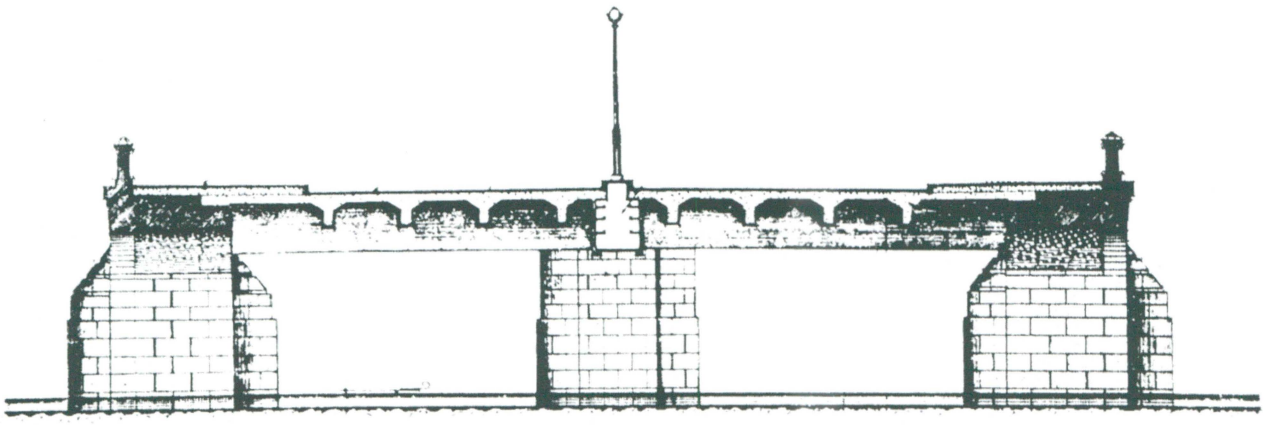
Fue construido por técnicos y contratistas franceses del ferrocarril del Norte, con cinco arcos oblicuos de sillería y ladrillo de 16 m de luz con 11 m de altura de rasante. Se ensanchó en los años 1920 con dos aceras de hormigón armado.



Puente de la Reina Victoria, Ribera (1909)

Se sitúa cerca de San Antonio de la Florida, para enlazar la antigua carretera de Castilla con la de La Coruña, y sustituyó a otro de los puentes Verdes. Fue construido por José Eugenio Ribera, con un arco central de 30 m de luz y dos vigas laterales de 5 m de luz para avenidas, todo en hormigón armado.



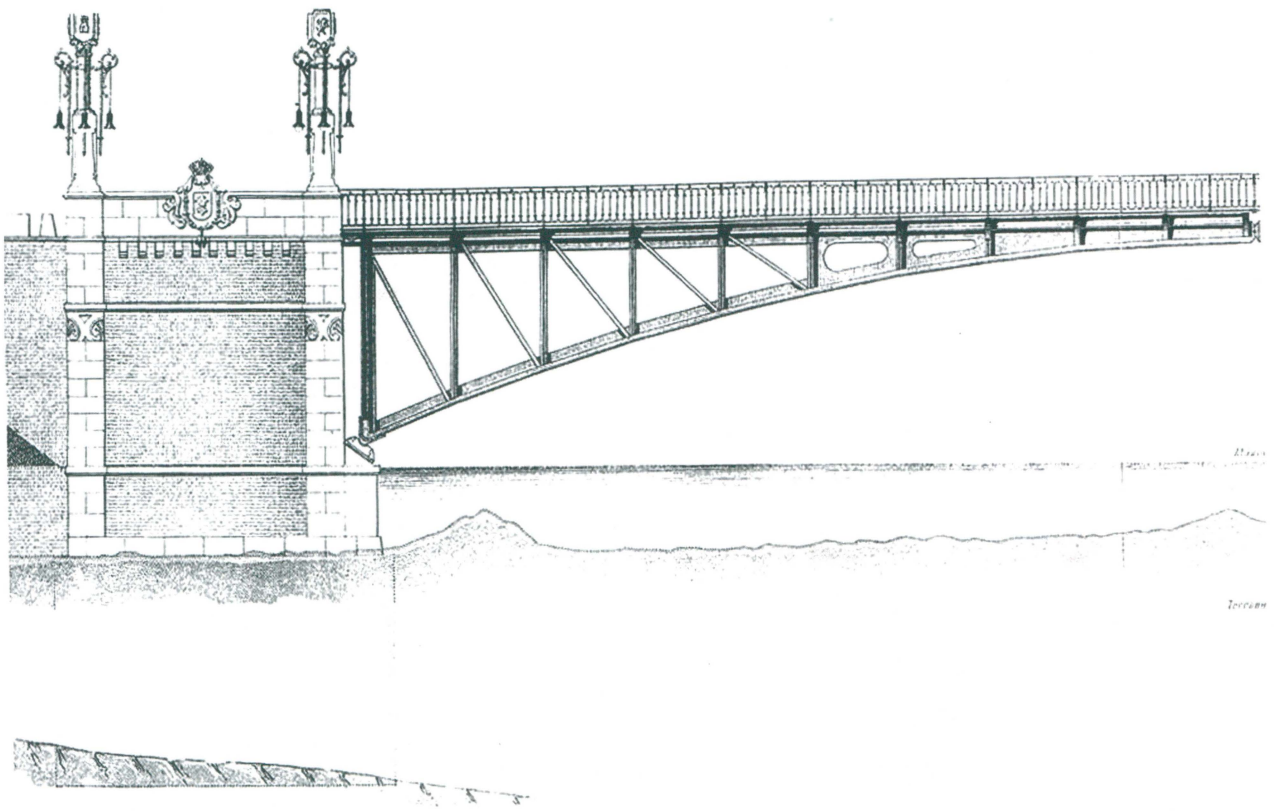


Ampliación del Puente del Rey [ROP 1974: 84]

El puente del Rey
Silvestre Pérez (1825)

Encargado por Fernando VI al arquitecto Silvestre Pérez para comunicar los jardines del Palacio Real con la Casa de Campo. Tiene seis arcos rebajados de ladrillo de 8 m de luz, con estribos, pilas y boquillas de sillería. En la entrada izquierda había una puerta y dos jarrones sobre pilares de granito que aún quedan.

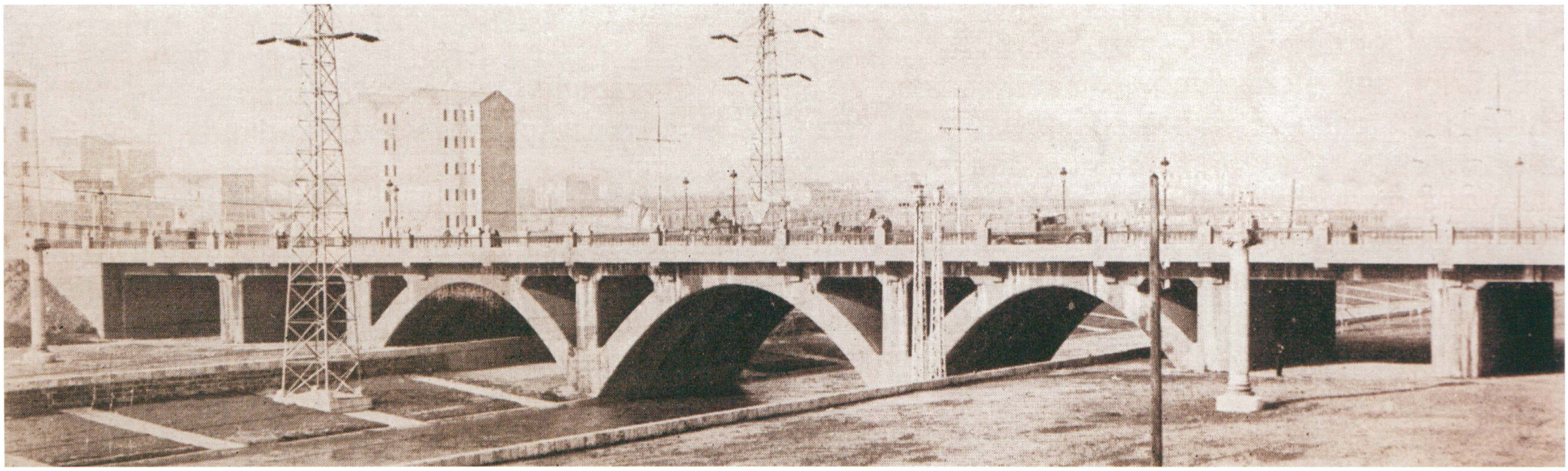
Los tajamares forman cuerpos cilíndricos de superficie lisa, mientras los sombreretes cónicos están cortados en tres fajas horizontales, cada una sobresaliendo de la superior. Sobre los sombreretes se incrusta un disco saliente de piedra de Colmenar, como la dovela de clave. El puente ha sido muy reformado, con una ampliación aguas abajo que reproduce el alzado de aguas arriba y una franja intermedia resuelta con vigas.



Puente de la Princesa de Asturias
Machimbarrena y Beamonte

Enlaza el paseo de las Delicias con la carretera de Andalucía. El puente de 1910 constaba de un solo vano resuelto con tres arcos metálicos triarticulados de 50 m de luz, rebajados a 1/10 y sostenidos en estribos de sillería y ladrillo [146:400]. Este puente quedó enseguida obsoleto por su reducida anchura de 8 m y fue sustituido por otro (Alberto Latón, 1929) de tres arcos parabólicos de hormigón peraltados, con dos vanos adintelados a cada lado. Su tablero de hormigón de 18 m de anchura también se quedó pequeño y fue nuevamente sustituido por un puente de vigas continuas.

Puente de la Princesa de Asturias en Madrid (Machimbarrena y Beamonte, 1910) [146:1]



Puente de la Princesa de 1929 [92:149]

Pasos de la canalización

Posteriormente, con motivo de la canalización del río, se construyen en Madrid una serie de pasos de carácter local sobre el río Manzanares: son ya puentes urbanos y no de acceso a Madrid, aunque se incluyen aquí, junto a los más importantes.

Se trata del puente de Praga en la prolongación del paseo de Santa María de la Cabeza con dos vanos de 21 m de luz, y cinco pasarelas de cuatro vanos de 10 m, dos entre el puente de los Franceses y el de Reina Victoria, una entre éste y el del Rey, otra entre los puentes de Segovia y Toledo, sustituyendo el antiguo pontón de San Isidro, la quinta entre el de la de Asturias y el del ferrocarril de Madrid, Cáceres y Portugal, y por último dos pasarelas iguales para conectar la isla de 17 m de luz cada una, que forman otro paso a 160 m aguas arriba del puente del Rey.

El puente tiene 12,4 m de ancho (2,2 + 8 + 2,2) y las cinco pasarelas 5 m (1,25 + 2,5 + 1,25), mientras las de la isla son de 1,6 m de ancho, todas ellas son tramos metálicos rectos de piso inferior, dada la escasa altura de la rasante. Con estas obras, la distancia media de 610 m en la parte que circunda el casco es ya aceptable [100:38].

La pasarela atirantada sobre el Manzanares y la M-30 (Manterola, 2003) en Madrid, estaba situada en el cruce de la calle Virgen de Puerto con la transversal Ruy González Clavijo en la margen izquierda, y a la altura de la calle Daimiel, en la derecha. El esquema estructural elegido consistía en una única torre situada en la margen derecha, de la cual cuelgan dos tramos circulares de 147 m de luz que se juntan en el centro.

La estructura era un ejercicio de maestría estructural, cuyo resultado es bien expresivo de los esfuerzos atípicos de flexión en el plano horizontal. Debidos a su planta curva, son perfectamente legibles en la configuración disimétrica de la sección transversal y en los refuerzos laterales de los apoyos de los dinteles en los accesos. Al igual que el puente de Cuatro Caminos, la obra fue condenada a la demolición esta vez por la reforma de la M-30 en esa zona.



Puente de Praga

Puente de los Franceses
Manterola, 1998

Este pórtico ocupa el lugar por donde entraba la carretera de Castilla en Madrid, aunque la presencia del ferrocarril y de la autopista M-30 situados prácticamente encima, consigue agobiar el paso. Rodeado de todo ello, el puente brilla como una joya y se afirma en la primacía de lo bello y cuidado. Está formado por un dintel mixto que se bifurca hacia la Ciudad Universitaria y hacia el parque del Oeste, con sección triangular de chapa pintada de blanco pulido. Su tramo principal de unos 40 m apoya sobre trípodes invertidos metálicos configurados según la bifurcación del dintel, cuyos brazos llegan a separarse hasta 25 m.

El brillo del blanco con el sol, la iluminación nocturna o el reflejo del pavimento mojado lo destacan del trasfondo construido. La perfecta terminación de los bordes en un filo con breve barandilla anula el fuerte canto de la sección y convierte el dintel en algo leve y flotante. Todo el diseño revela una enorme capacidad de innovación al servicio de una depurada expresión formal del esquema resistente. Con todo ello, el puente consigue sacar partido de ese emplazamiento escasamente atractivo y logra fluir limpio y brillante para depositar los vehículos en Madrid.





Viaducto de hierro sobre la c/ Segovia

Para salvar el arroyo encajado de la calle Segovia, en el entorno del Palacio Real, Sachetti previó una galería del palacio sobre un puente de piedra hasta las Vistillas, que no llegó a realizarse. El paso hubo de esperar hasta los 1870 para encontrar solución, con un proyecto que afrontaba una nueva manera de entender la calle Bailén, al margen ya del Palacio. La posición del puente fue fijada desde una visión urbanística, con una nueva vía (la calle Bailén) que pretendía ser una de las mejores de la capital, con vistas sobre el curso del río Manzanares y de la Real Casa de Campo[2].

El paso propiamente dicho se resolvió con un puente de hierro de vigas de alma llena sobre pilas mixtas de fundición con base de sillería [170]. Desde su inauguración en septiembre de 1872, el viaducto adquirió una negra popularidad por el elevado número de suicidas que se arrojaban de la calle Bailén a la de Segovia. En los primeros cuatro años se registraron 17 casos, y el Ayuntamiento tomó algunas medidas como elevar la barandilla y colocar un servicio de vigilancia.

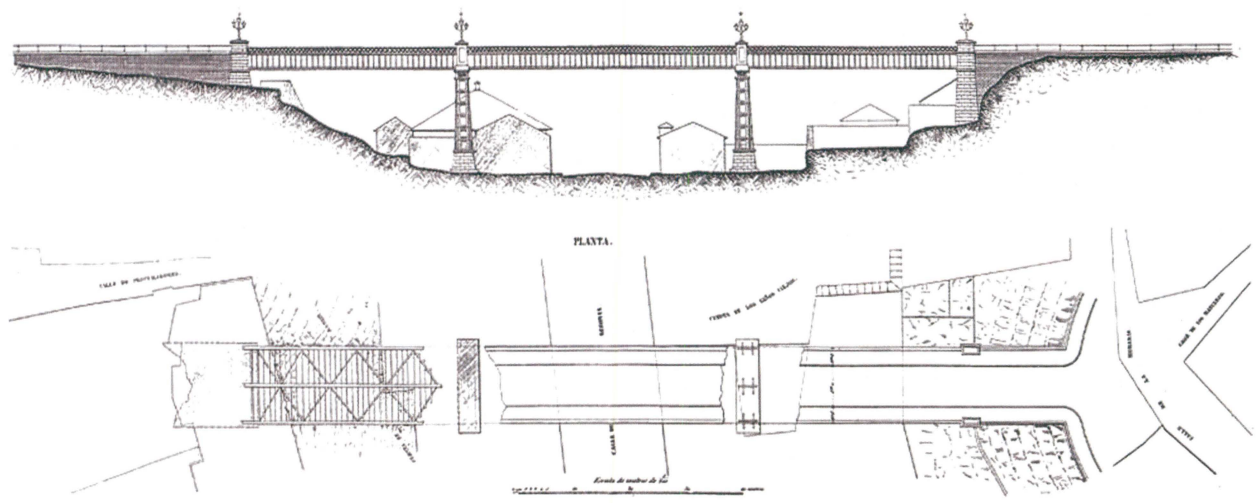
Concurso de 1932

A finales de los años 1920, el viaducto de hierro estaba en mal estado y los madrileños no la consideraban una estructura suficientemente digna para estar situada al lado del Palacio Real. Se quería un puente *bello, ligero y sólido, con elegantes y monumentales farolas, de manera que constituyese una más a admirar entre las muchas cosas buenas que encierra la capital de España* [152:473].

En los 1930 se tomó la decisión de construir un nuevo viaducto y para ello se convocó un concurso. Como era previsible, un concurso de proyecto y obra para un puente en ese lugar y en el efervescente año de 1932 generó interesantes propuestas. Entre ellas, una especialmente atractiva de Eduardo Torroja y Secundino Zuazo, formada por una viga continua de hormigón de 75 m de luz en el tramo central y 30 m en los laterales, sobre dos pilas muy esbeltas. La sección en cajón abierta albergaba las galerías de servicio. Los autores se decantaron por una viga, *no sólo por el agradable efecto que producen las líneas horizontales que enlazan las laderas, sino porque el arco nunca se podría ver completo*[3].

El viaducto de 1942

La obra se demoró hasta después de la Guerra Civil, y se construyó con una solución en arco que, efectivamente, es muy difícil de ver en su totalidad. Su fama, más bien negra, no proviene de su diseño formal y sigue radicando en la atracción de personas que quieren acabar con su vida.



El viaducto de hierro en la calle Bailén en Madrid (Barrón, 1872) [ROP 1861, 271]

[2] Madrid: Prolongación de la calle de Bailén y puente de hierro para la de Segovia. *Revista de Obras Públicas,* 1861, 9, tomo I (18): 217-224; (19): 229-233.

[3] Concurso de proyectos para el nuevo viaducto sobre la calle de Segovia. *Revista de Obras Públicas,* 1932, 80, tomo I (2611): 564-570; 1933, 81, tomo I (2612): 18-22; (2613): 46-49; (2614): 70-71.



Nuevo viaducto de Madrid
Aldaz, 1942

El proyecto de Luis Aldaz, José Juan-Aracil y el arquitecto Francisco J. Ferrero había sido redactado en 1933, para el concurso de proyecto y obra. De carácter muy tecnológico, proponía tres arcos de 36 m de luz bastante económicos. La única concesión a la monumentalidad fue llevar a paramentos las bóvedas o nervios exteriores, pero en seguida se nos advierte que el piso está dispuesto de modo que *fácilmente y sin alterar en lo más mínimo ni la estructura ni el efecto estético* se pueden volar las aceras dos metros por cada lado[4].

[4] *Revista de Obras Públicas,* 1933, 81, tomo I (2613):49.





Primeros pasos elevados

Los puentes fueron los primeros en incorporar las nuevas influencias de diseño, en un panorama hasta entonces algo desolador. Dos importantes precedentes, ambos de puentes urbanos y en Madrid, marcaron referencias formales de cierta trascendencia en todo el país [14:415]. En la década de la transición brillaron con fuerza propia los puentes de Juan Bravo y Cuatro Caminos, ambos construidos en 1969 para resolver un problema funcional nuevo en España, el paso elevado urbano.

Se trataba de resolver una serie de puntos potencialmente conflictivos en las vías de mayor tráfico, fundamentalmente las rondas (M-20) y el eje del Paseo de la Castellana. Aunque la intención era principalmente funcionalista, para resolver problemas de tráfico en Madrid, el Ayuntamiento tuvo el buen reflejo de adjudicar los puentes mediante concurso, práctica habitual antes de 1936 y restaurada desde entonces.

Puente de Cuatro Caminos

A similar problema funcional, los proyectos premiados responden con soluciones inspiradas por contextos muy diferentes. En Cuatro Caminos, Javier Manterola apuesta por un dintel recto en hormigón pretensado que ofrecía el mínimo obstáculo material a los desplazamientos de los ciudadanos. Planta, alzado y sección se disponen para que la masa desaparezca visualmente de la escena urbana; a pesar de la anchura, la sección se afina en los voladizos laterales que surgen de una pila central, a su vez desmaterializada por la abierta fuga de sus aristas, mientras los estribos se afilan para estorbar mínimamente las perspectivas visuales de vehículos y viandantes. Todo ello realizado con un hormigón liso y cuidado para suavizar su presencia en una plaza de escaso atractivo, que no mejoraría con tan leve y elegante diseño.

Con los años, la premisa general de que el coche supone una molestia para paseantes y vecinos ha triunfado sobre tan excelente logro particular y el puente ha sido sustituido por un túnel, solución entonces desechada por su elevado coste. Con ello, la glorieta ha recuperado su anodino aspecto anterior y los madrileños se han visto privados de una gran obra pública. No obstante, el éxito del puente de Cuatro Caminos supuso el punto de arranque de la brillante trayectoria de Javier Manterola en el diseño de puentes de todo tipo y condición.



Puente de Cuatro Caminos en Madrid (Javier Manterola, 1969)

Puente de Juan Bravo

El puente de Juan Bravo-Eduardo Dato sobre la Castellana (1971) supuso también una importante apuesta por los valores estéticos, urbanos y de presencia ciudadana, muy por encima de la anterior primacía otorgada a lo funcional. Con una solución tecnológica de radical novedad, basada en la utilización por primera vez en España de una estructura mixta de hormigón-acero, José A. Fernández Ordóñez, Julio Martínez Calzón y Alberto Corral consiguieron un diseño respetuoso que dignificó un paraje algo descuidado en una de las mejores zonas de la ciudad.

Una cuidadosa selección de los materiales buscando el contraste entre el novedoso acero auto-oxidable de color marrón oscuro y el blanco de un hormigón pulidamente encofrado, junto a una configuración de aire sereno apoyada en lo clásico de los capiteles de las pilas y la escalonada superficie del terreno, generó un habitable ámbito bajo el puente, enriquecido años después con la realización de un museo de esculturas al aire libre. Ordóñez culminó el museo a mediados de los setenta colgando del puente una pieza de Eduardo Chillida, motivando una encendida polémica que consiguió movilizar el apoyo de los estamentos culturales madrileños.

Ambos puentes fueron punto de partida de una trayectoria profesional, compartida o separada según los casos, que produciría buenos ejemplos de puentes en toda España durante las dos décadas posteriores.



Puente de Juan Bravo sobre la Castellana en Madrid (Fdez. Ordóñez, Mtnez. Calzón, Corral, 1971)

Puente de Raimundo F. Villaverde

El cruce de las Rondas sobre la Castellana era especialmente conflictivo por partida doble, dado el importante tráfico de la vía superior y de la inferior. Dada la longitud del cruce, se decidió que sólo serviría para el tráfico rodado, sin aceras para viandantes. Eso le otorga un carácter menos urbano y, dada la morfología de vaguada que presenta la Castellana, se presenta como un verdadero puente.



Nudo Norte

La Castellana termina, algo abruptamente para tan noble vía, en un nudo de comunicaciones, el nudo Norte, donde se cruza con la M-30. Como estructuras, los pasos elevados del nudo proyectados por Javier Manterola son impecables, pero la gran avenida no se merece terminar así. Existe un proyecto de prolongación de la Avenida, ligado a una profunda reestructuración de la Estación de Chamartín, que no termina de resolverse.

Mientras tanto, señala Antón Capitel, *la gran avenida, con el significativo anuncio de dos túneles, renuncia a ser en su final un elemento urbano para convertirse sin más en un complicado artificio viario. La ingeniería de tráfico, ha sustituido espúreamente, y una vez más, a la urbanística [59:11/1/2010].*



Nudo Norte en La Castellana
Manterola, 1973

A principios de los 1970, se planteó una nueva actuación urbana relevante en el norte de Madrid en la confluencia del final del paseo de la Castellana con la M-30. El denominado Nudo Norte es un cruce a tres niveles, uno de los primeros planteados en España, con geometría muy bien resuelta pero de suficiente complejidad para condicionar el diseño de los diferentes puentes incluidos en el nudo. Manterola eligió una sección transversal en cajón sobre pila circular, cuya neutralidad respecto a los cambios de orientación y curvatura de los tableros producía una estructura muy limpia desde cualquier punto de observación.

Los generosos voladizos de la losa sobre una viga cajón de anchura bastante reducida y el cuidado diseño de estribos y terraplenes producen una estructura ligera y limpia. A pesar de los 40 años transcurridos desde su construcción mantiene todo su valor de referencia como estructura, independientemente de lo que el nudo supone como abrupto final de una gran Avenida como el Paseo de la Castellana.



Acceso a Estación de Chamartín
Manterola, 1973

Casi simultáneamente al nudo Norte y muy cerca, Manterola proyecta y construye los accesos a la estación de Chamartín, unos vanos igualmente estrictos resueltos con la misma sección transversal de cajón y losa volada, donde la geometría del trazado es clara protagonista. Es de resaltar el enriquecimiento de la solución de bifurcación de dos tramos en Y, cuyas calzadas divergentes circunscriben un triángulo curvilíneo inverso, formado con unos nervios de rigidez.

Paso sobre carretera de Colmenar
Tanner & Bellod, 2005

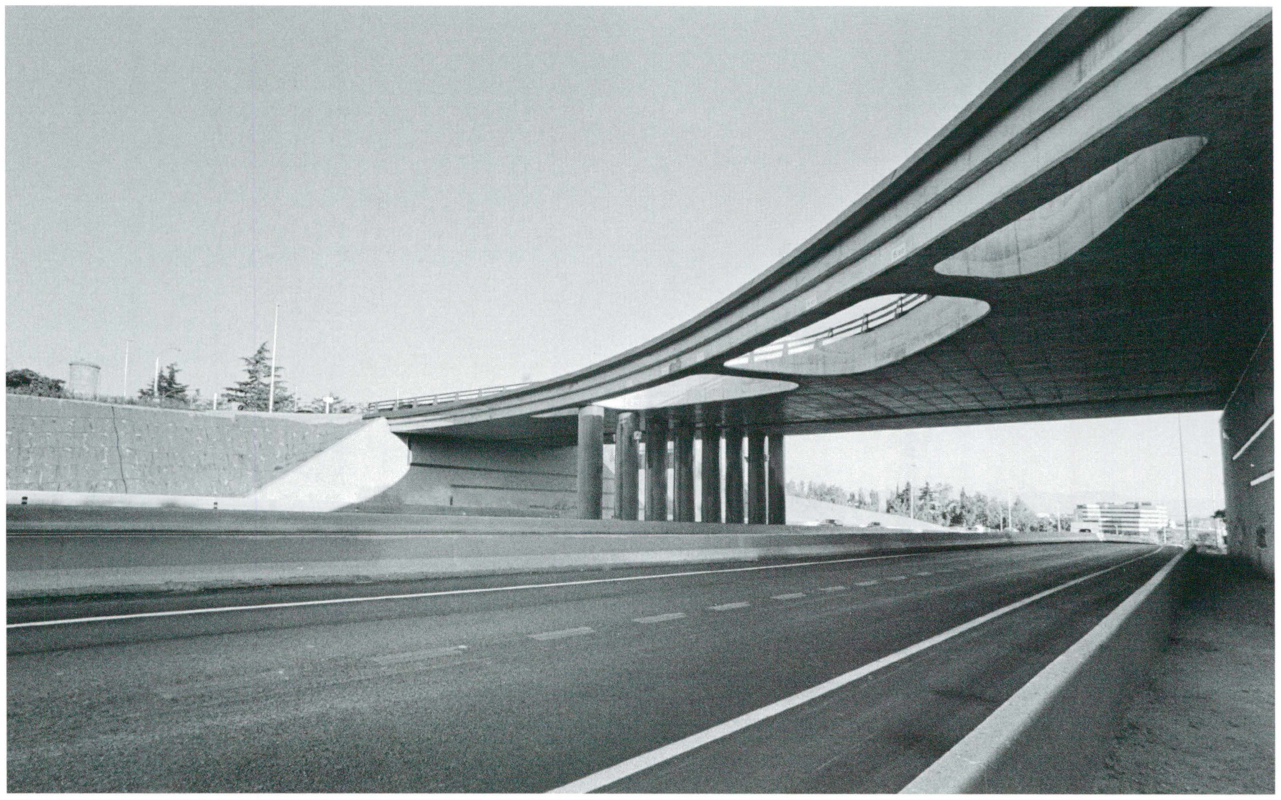
El cruce de la avenida del Cardenal Herrera Oria sobre la carretera de Colmenar transcurría por una estructura abovedada de dos células. La necesidad de ampliación de la calzada inferior obligó a la demolición de la estructura existente y a la construcción de un nuevo puente, manteniendo en todo momento el tráfico de las vías afectadas. La solución adoptada consistió en la construcción, previa a la demolición de la estructura existente, de una losa pretensada aligerada de dos vanos de 25 y 34 m de luz. Cada estribo se resolvió con una pantalla de pilotes empotrada al tablero, mientras que las pilas están formadas por pilotes aislados rematados por apoyos de neopreno. En el vano de mayor luz, el tablero se ensancha con una fuerte curvatura debido a la existencia de un ramal. Para limitar los movimientos horizontales en la zona del estribo, donde los empujes están desequilibrados, se dispuso una singular viga curva pretensada unida al tablero por medio de costillas, conformando unos atractivos aligeramientos.

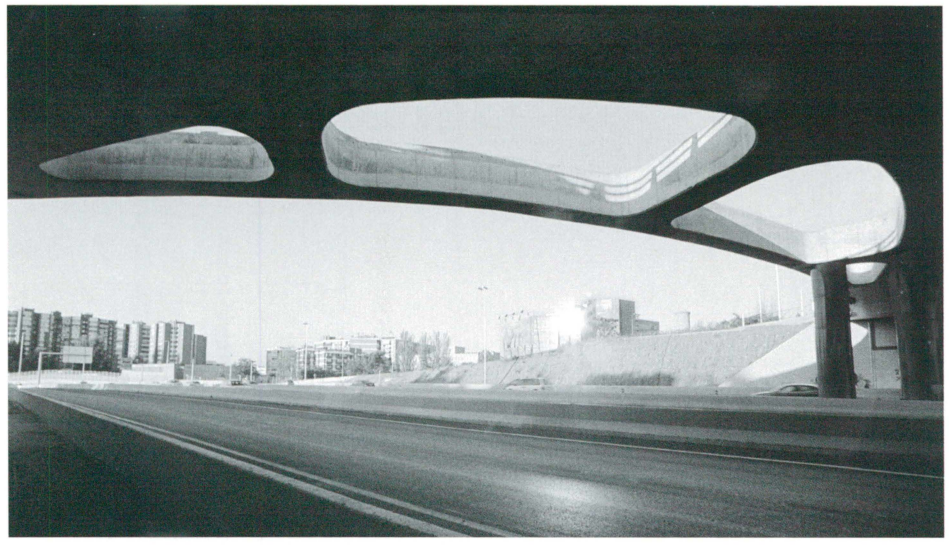
El pretensado exigió un cuidadoso análisis debido a la descompensación de luces, la gran ampliación de la calzada hacia el lado de mayor luz, el empotramiento del tablero en los estribos y la necesidad de limitar las deformaciones horizontales para no dañar la bóveda del ferrocarril existente junto al estribo derecho.

(Texto Peter Tanner & Juan Luis Bellod).

Créditos: Proyecto constructivo y asistencia técnica: Cesma Ingenieros. Constructor: OHL.

Paso elevado Herrera Oria sobre M-631 a Colmenar





Puente en Intercambiador de Vallecas
Tanner & Bellod, 1998

El intercambiador de Sierra de Guadalupe en Vallecas permite la comunicación entre la línea de ferrocarril de Cercanías y la línea 1 de Metro. Entre las obras realizadas destaca una estructura mixta que permite el paso de cuatro vías de ferrocarril sobre la rotonda que rodea al intercambiador. Las condiciones de ejecución por fases, con cortes y desvíos del tráfico ferroviario, así como el gálibo estricto que exigía un canto reducido, propiciaron la adopción de una solución de cajones mixtos unidos inferiormente por vigas transversales mixtas y una losa de hormigón que soporta las vías. Las losas superiores de hormigón, apoyadas respectivamente sobre los dos cajones intermedios y sobre los cajones extremos, contando en este caso con sendos voladizos, sirven de andén y zona de espera de los viajeros. Los cajones mixtos son de canto constante y sección rectangular y en la zona de apoyo sobre las pilas se estableció una doble acción mixta hormigonando el fondo del cajón metálico.

(Texto Peter Tanner & Juan Luis Bellod).

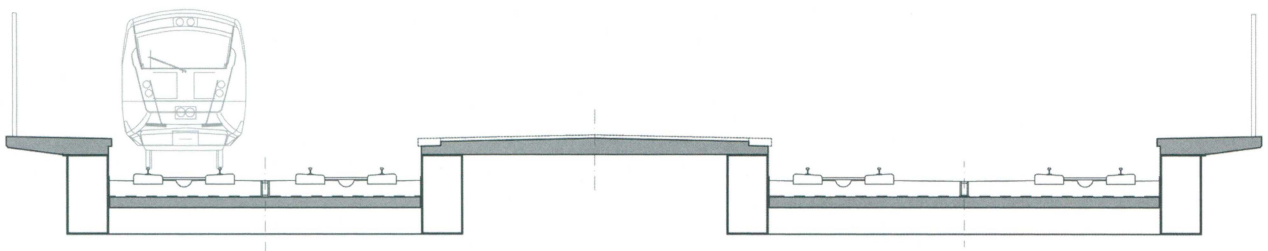
Créditos: Proyecto constructivo y asistencia técnica: Cesma Ingenieros. Constructor: UTE Agromán-Auxini-ACS.



Intercambiador de Sierra de Guadalupe en Vallecas









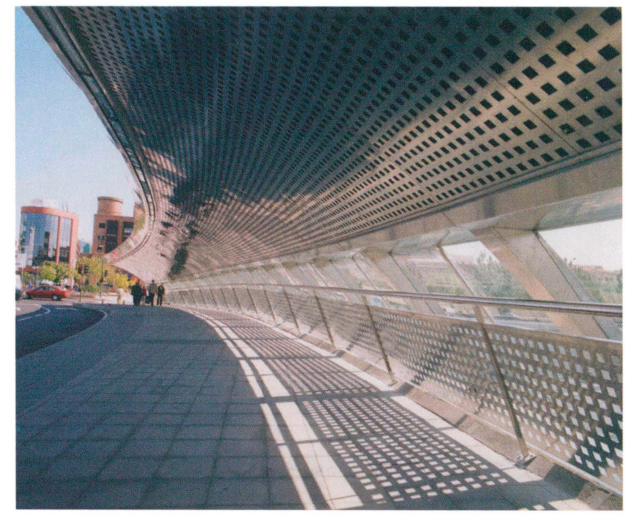
Pasos de los anillos

Puente de Ventas sobre la M-30
Manterola, 1997

El carácter urbano de la M-30 exigió cruces a distinto nivel y numerosas pasarelas de peatones. Uno de ellos fue el Puente de Ventas (Manterola, 1997), con una novedosa tipología de puentes en glorieta esbozada por Manterola en el Puente del Pilar de Zaragoza de 1992 y que culminaría luego el magnífico puente de Cizur en Pamplona, en 2002.

La primeriza utilización de plantas curvas en el puente del Pilar de Zaragoza se hace más compacta en el puente de Ventas en Madrid, donde ambos puentes curvos se funden ya en uno solo. El esquema concede gran atención a los peatones para crear un espacio urbano, con aceras protegidas y un nuevo arco superior central cuyo único papel es de gigantesca luminaria.

La planta curva y cubierta genera unos interesantes problemas de diseño del borde. En un puente abierto de tipo tradicional, el borde debe ser afilado para mostrar la esbeltez del tablero, pero en un puente cubierto la estructura se manifiesta con rotundidad en el borde. Eso va unido a la mayor presencia de la anchura sobre la luz (90 contra 60 m) resultante del empleo de una planta curva, que se proyecta hacia arriba con el empleo de un arco exento por encima de la obra para alojar la iluminación. Todo ello da lugar a un puente ciertamente atípico, cuyos presupuestos serán luego refinados y potenciados en otros puentes posteriores del mismo autor, tan importantes como la glorieta de Cizur, donde los pasos curvos se unifican en un disco único, apoyado en cuatro puntos [151:26].



Pasos elevados del cruce de la M-45 sobre la N-II
Azcón, 2002

En el proyecto se buscaba una solución que *presentara una singularidad formal y estética acorde con la importancia del emplazamiento* para lo que se decidió eligir un *tablero apoyado sobre pilas de perfil triangular aligerado en el centro inspiradas en las del Puente del Diablo en Martorell, proyectado por J. A. Fernández Ordóñez, J. Martínez Calzón* [40:2].

La estructura consta de dos calzadas independientes de 18 m de ancho y 130 m de longitud con dos vanos laterales de 35 m entre ejes de pilas y estribos. Cada tablero consta de dos cajones de acero CORTEN de sección trapecial abierta en su cara superior de 1,50 m de canto y bases de 2,80 m la inferior y 3,40 m la superior.

Como cada puente tiene dos cajones y dos pilas, el motivo se repite cuatro veces en cada lado y es de dimensiones mucho más pequeñas que el memorable *tetrapilono invertido* de la pila del puente de Martorell. Al pasar bajo el puente, las pilas se 'empastan' con las anteriores y posteriores, sin que se pueda apreciar su riqueza volumétrica, reducida a un mero 'motivo' en virtud de su pequeño tamaño y de su repetición.





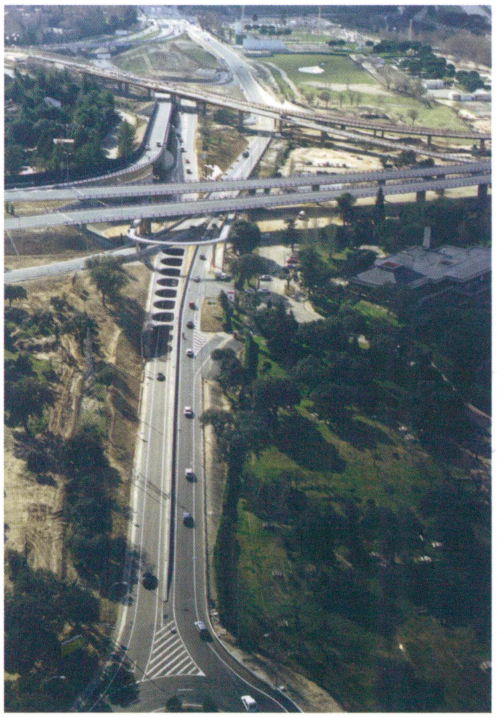


Puentes del ensanche de Vallecas sobre la M-45
Manterola, 2005

Se trata de cuatro puentes mixtos de 42 m de luz máxima y 26 m de anchura sobre la M-45, resueltos con viga cajón con paramento inferior curvo y grandes voladizos, apoyados sobre pilas inclinadas de hormigón pretensado sobre pilotes. Los puentes 1 y 3 son rectos, mientras los 2 y 4 son de planta curva, con pilas inclinadas siguiendo la vía de diseño abierta en el puente del Pilar de Zaragoza, pero con tableros metálicos. Se trata en realidad de dos puentes que forman una rotonda de 60 m de radio interior. Tienen cuatro carriles más una acera de 6 m lo que arroja un total de 26 m de anchura.

La luz central de todos ellos es de 42 m, fijada por el ancho del tronco de la M-45, con vanos de compensación variables dependiendo de las vías adicionales a salvar. Los nuevos tableros están formados por un cajón con almas exteriores inclinadas, un alma interior central y el paramento inferior curvo. Los voladizos se materializan con costillas doble T con el ala inferior siguiendo la curvatura del cajón central. El canto de todos los puentes es de 1,90 m contando con una losa de 0,25 m de espesor. La curvatura del paramento inferior del tablero hace que los puentes parezcan más esbeltos [149].





Pasos del cruce de la M-40 sobre la A1
Pantaleón, 1999

Enlace M-40 con Las Tablas
Tanner & Bellod, 2007

Desde hace tiempo la solución estructural más utilizada para viaductos construidos sobre calzadas existentes, con alturas de pilas importantes, tableros con fuertes curvaturas, esviajes acusados o luces mayores de 50 m ha sido el cajón mixto, aunque en los últimos años las soluciones de hormigón, ya sea prefabricado con continuidad o in situ sobre autocimbra, han supuesto una fuerte competencia. La depuración de soluciones clásicas mixtas y el análisis en profundidad de los detalles de rigidización, soldaduras, conexión y hormigonado de la losa han permitido mejorar la competitividad de los puentes mixtos en el rango de luces medias.

Un ejemplo se puede encontrar en el enlace de la M-40 con el desarrollo urbanístico de Las Tablas en Madrid, donde se construyó un importante viaducto de 288 m de longitud y siete vanos con una luz máxima de 52 m. El tablero, de 14,8 m de ancho, se resolvió por medio de un único cajón mixto bicelular de canto constante y almas inclinadas. Las pilas son de sección rectangular rematada por semicírculos separados formalmente del núcleo del fuste por un perfil metálico embebido en el hormigón.

(Texto Peter Tanner & Juan Luis Bellod).

Créditos: Proyecto constructivo y asistencia técnica: Cesma Ingenieros. Constructor: UTE San José-Vías y Construcciones.









Pasarelas de la M-30

Pasarela de La Paz sobre la M-30
Manterola, 1976

Es la primera obra atirantada de Javier Manterola y sirvió de punto de partida para acometer años después obras tan importantes como el puente de Barrios de Luna (1983) que sería récord del mundo de puentes atirantados. El paso tenía 86 m de luz y fue resuelto con dos pilas en A, entre las cuales se introduce el tablero, que soportan dobles parejas de cables que arrancan de un punto único de cada estribo [22:38].



Pasarela sobre la M-30 en calle Miguel Aracil
Ruiz y Ruiz de Gopegui, 2002

Sustituye a una pasarela de hormigón de vigas prefabricadas de dos vanos para salvar la M-30 y la nueva vía de servicio de la margen izquierda. Se trata de una pasarela mixta con luces de 6,0-45,0-9,0 m, que posee tirantes verticales activos en los extremos de los vanos cortos. Se ha utilizado un procedimiento de incurvación de la estructura metálica previa al hormigonado de la losa de compresión, con lo que el destesado del conjunto mixto genera un pretensado indirecto del hormigón. El fin último de dicho recurso es utilizar la totalidad de la rigidez del hormigón de la sección mixta, para conseguir un comportamiento adecuado frente al Estado Límite de Servicio por vibraciones, que, de acuerdo al estudio efectuado, es el más determinante.



Pasarela sobre la M-30 en el nudo de La Paloma
Tanner & Bellod, 2010

La pasarela de la Paloma sobre la Calle 30 da respuesta a todos los condicionantes del entorno y a los requisitos funcionales definidos en las bases del concurso convocado por el Ayuntamiento de Madrid, incluida la exigencia de proporcionar confort y protección solar a los usuarios. En planta, el trazado se define por vanos laterales de 43 m rectos en la mayor parte de su longitud y un tramo central en curva de 68 m de radio, formado por vanos de 52 m cada uno. El tablero es continuo de cuatro vanos, con una longitud total de 190 m. La sección transversal de la pasarela tiene forma de C y tanto el alma inclinada como las alas están constituidas por celosías, con las diagonales y los cordones formados por secciones en cajón de acero estructural. Tiene un canto útil de 3,9 m y los anchos de las alas superior e inferior son de 4,0 m y 5,5 m, respectivamente. En esta última apoya la losa mixta, de 0,23 m de espesor, sobre la que circulan peatones y ciclistas. Las pilas en forma de Y se conforman con dos diagonales de la celosía inclinada que se transforman en un fuste único, de sección variable, hasta empotrarse en el encepado.

(Textos Peter Tanner & Juan Luis Bellod).

Créditos: Proyecto constructivo: Cesma Ingenieros. Constructor: Intersa.



EL SISTEMA DE PASARELAS EN MADRID-RÍO

La implantación de puentes sobre el Manzanares se lleva a cabo como una estrategia global, es decir, como un conjunto en que cada elemento resuelve problemas puntuales detectados en el entorno próximo, pero también forma parte a su vez de un sistema integral de conectividad transversal de acuerdo con la relación entre la ciudad y el río. Las unidades de este conjunto son de diferente carácter: puentes y presas rehabilitados o reciclados, puentes rodados existentes acondicionados al nuevo sistema de tráfico ciclista y peatonal, puentes singulares que constituyen hitos en el recorrido del río, pasarelas funcionales situadas en los nodos de máximo tránsito transversal y puentes de grandes luces que enlazan los recorridos del parque con los territorios exteriores a la ciudad al norte y al sur, haciendo realidad la principal aspiración territorial del proyecto.

Entre los puentes existentes destaca la operación llevada a cabo con las siete presas que han sido convertidas en pasarelas peatonales a través de su restauración integral y la incorporación de un tablero de madera accesible. En segundo lugar, dentro de esta serie, se debe destacar el reciclaje del puente rodado de la M-30 que cruzaba el río al sur del Puente de Segovia, reconvertido en un puente peatonal y ciclista que incorpora un talud plantado con pinos. Entre los puentes singulares cabe mencionar el puente con forma de Y construido con cajones de perfiles metálicos, que evoca el lenguaje de los puentes ferroviarios del siglo XIX colgados sobre los desfiladeros forestales y los puentes gemelos de hormigón que dan acceso al complejo Matadero, proyectados como elementos de paso capaces también de configurar un espacio al que se ingresa, como pabellones que gravitan sobre el río, pero que verdaderamente pertenecen al parque.

(Textos de Ginés Garrido & Francisco Burgos. Ver Madrid-Río en pág. 156).



Pasarela de Almuñécar

Fabricada de un sola pieza con fibra de carbono, para salvar una luz de algo más de 40 metros. Se sitúa sobre el único tramo del cauce que carece de cajero de hormigón. Su diseño final responde a las capacidades del material con que está fabricada, extremadamente ligero y resistente.

Restauración de Presas

Las siete presas que regulan el río a su paso por la ciudad han sido restauradas y puestas al servicio del nuevo sistema de pasos transversales. Sus mecanismos y exclusas han sido reparados y se les ha incorporado un tablero accesible de madera y una escala de peces para favorecer la continuidad de la fauna acuática a lo largo del río.



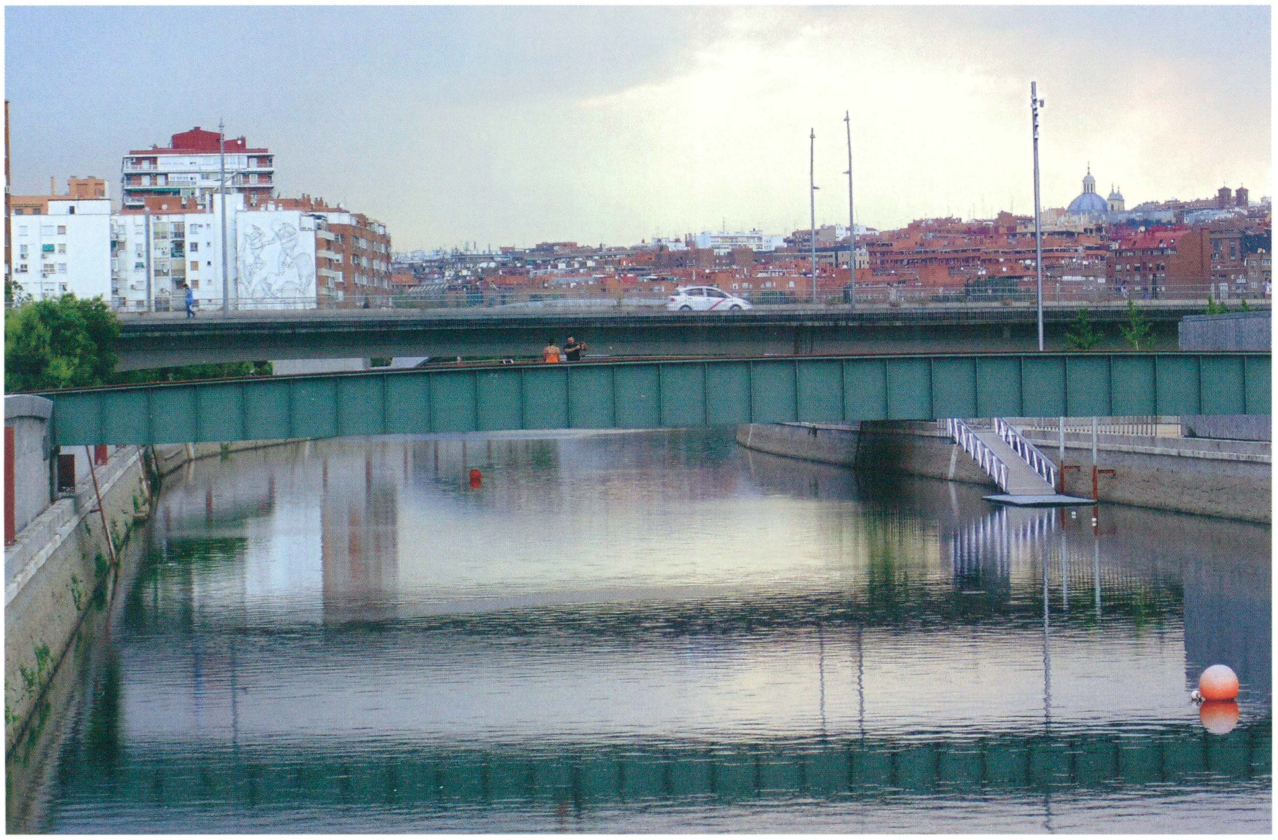


Puente Oblicuo

Esta estructura viaria coetánea de la M-30 se ha reciclado en Madrid-Río para incorporarla al Salón de Pinos como un paso privilegiado a través del cual los peatones, los ciclistas y los árboles pasan de una a otra orilla. La losa aligerada que componía el tablero de hormigón postesado se cortó y apeó reforzándose para soportar las cargas debidas a su nuevo uso.







Pasarela de la Princesa

El canto necesario para el funcionamiento de la pasarela se incorpora en las barandillas que en realidad conforman una pareja de vigas de alma llena y rigidizadores verticales. El lenguaje de la pasarela es intencionadamente sobrio.

Pasarelas Lámina

Son dos puentes gemelos construidos con una lámina de 15 cm de hormigón autonivelante que forma una superficie con doble curvatura, de la que cuelga el tablero. Se conciben como dos pabellones a los que acceder para cruzar el río. Su bóveda se ha ornamentado con un mosaico creado por el artista Daniel Canogar.

Pasarela en Y o del Principado de Andorra
Tanner & Bellod, 2011

La pasarela se formaliza mediante una estructura metálica de viga-celosía con una planta semejante a una 'Y', cuyos brazos tienen un volumen troncocónico. Dos de sus brazos se apoyan en la margen izquierda y el otro en la margen derecha. El brazo oeste y el brazo norte-este constituyen el tronco principal de la pasarela, apoyando, aproximadamente, a un tercio del tronco principal, el brazo sur-este. En el nudo de unión de los brazos se dispone una apertura en la celosía lateral a modo de mirador al río, existiendo además un balcón que sobresale de la pasarela formalizando otro punto de discontinuidad en la celosía lateral.

Las celosías están formadas por cuatro cordones principales con sección en T y por diagonales con sección doble T, elementos también empleados para los marcos o diafragmas tanto de entrada como en las discontinuidades de las celosías. Sobre los cordones inferiores se proyecta una estructura auxiliar para apoyo del pavimento formada por perfiles doble T sobre la que apoyan unos rastreles de tubo de acero inoxidable, que sirven de base para el pavimento de tablones de madera.

(Texto Peter Tanner & Juan Luis Bellod).

Créditos: Director del equipo: Ginés Garrido. Arquitectura: Burgos & Garrido, Porras La Casta, Rubio & Á.-Sala, West 8. Ingeniería estructural: Cesma Ingenieros. Constructor: Dragados.



Pasarelas en viga en Madrid

Aunque la pasarela situada a la altura de Saconia sobre la calle Sinesio Delgado es atirantada, la homogeneidad de diseño con la pasarela situada en la Cuña Verde y la escasa entidad del sistema de atirantamiento en favor de la rotunda presencia de la viga metálica sugieren un tratamiento conjunto más próximo al tipo de viga que al tirante. Una problemática de diseño muy específica de las pasarelas, como se trata en el cuadro adjunto.

EL DISEÑO DE PASARELAS

Jiménez Cañas

El primer elemento de reflexión en el proyecto de una pasarela es la escala. La condición de ser utilizada por personas limita su longitud a la mínima para resolver el problema. La dimensión transversal también es relevante: si es excesivamente estrecha provoca incomodidad psicológica además de complicar importantes aspectos formales. Si es excesivamente ancha se deberán cuidar las relaciones con los restantes elementos para no resultar inhóspita.

Como la sobrecarga de uso es menor o comparable con el peso propio de la estructura y las concargas, es posible plantearse importantes distancias entre apoyos y composiciones esbeltas. También propicia una cuidadosa reflexión sobre los materiales estructurales a emplear evitando según ello los más pesados. En cuanto a las geometrías longitudinal y transversal, parece lógico proponer soluciones estructurales de tablero inferior para evitar aumentos del canto estructural y de la longitud de las rampas, que podrían superar los 70 m.

Las soluciones atirantadas o de cajón cerrado no plantean problemas significativos y ofrecen buenas posibilidades de expresión formal. Si se optase por una sección en cajón abierto, el problema de pandeo lateral del cordón comprimido puede resolverse aumentando la inercia transversal del borde superior de la viga estructural que, además, suele coincidir con la altura de la barandilla y podría considerarse como su pasamanos. La coexistencia de estructura y barandilla, ofrece la ventaja añadida de disminuir la frontalidad del conjunto.

Las rampas de acceso son, sin duda, los elementos perversos de estos puentes. Longitud excesiva, trazados en zigzag y secuencia de apoyos desafortunados y perfil y alzado formalmente difíciles de resolver, incomodan al peatón y no favorecen su voluntad de utilizarlos. Trazados en rampa circulares o pseudo circulares con una visualización próxima del punto de cruce, atenúan ese efecto negativo y abren interesantes posibilidades expresivas dignas de ser exploradas. Lo más satisfactorio es evitar las rampas, bien por la favorable disposición topográfica del punto cruce, bien por un trabajo sutil de acomodación de su entorno próximo.

Otros elementos como iluminación, características del tapiz de rodadura, opacidad o no de la estructura, diseño específico de la sección transversal y de las pilas, etc. pueden llevar a resultados proyectuales horrorosos. Afortunadamente hay ejemplos muy brillantes de pasarelas de peatones en las que todos o casi todos estos aspectos están perfectamente resueltos, pero también hemos de reconocer que las hay sencillamente espantosas.

(Texto resumido de Jesús Jiménez Cañas [13:158]).



Pasarela en Sinesio Delgado de Madrid (Jiménez Cañas, 2008)



Pasarela en la Cuña Verde de Madrid (Jiménez Cañas, 2008)

Las continuas obras de ampliación y mejora de los accesos a Madrid y al resto de núcleos de la Comunidad dieron lugar a la construcción de numerosos puentes y pasos elevados de interés. Entre otros, cabe destacar los puentes de San Fernando sobre la A-2, y los más recientes puentes del nudo de Puerta de Hierro, El Barrial y Las Rozas en la A-6 y el puente de la M-603 sobre la M-607 en la autopista de Colmenar. El inicio de la nueva actitud de ennoblecer el diseño de los puentes actuales se encuentra, sin duda, en los pasos elevados de Carlos Fernández Casado para la carretera de La Coruña, siempre la más mimada de Madrid.

Puentes en los accesos

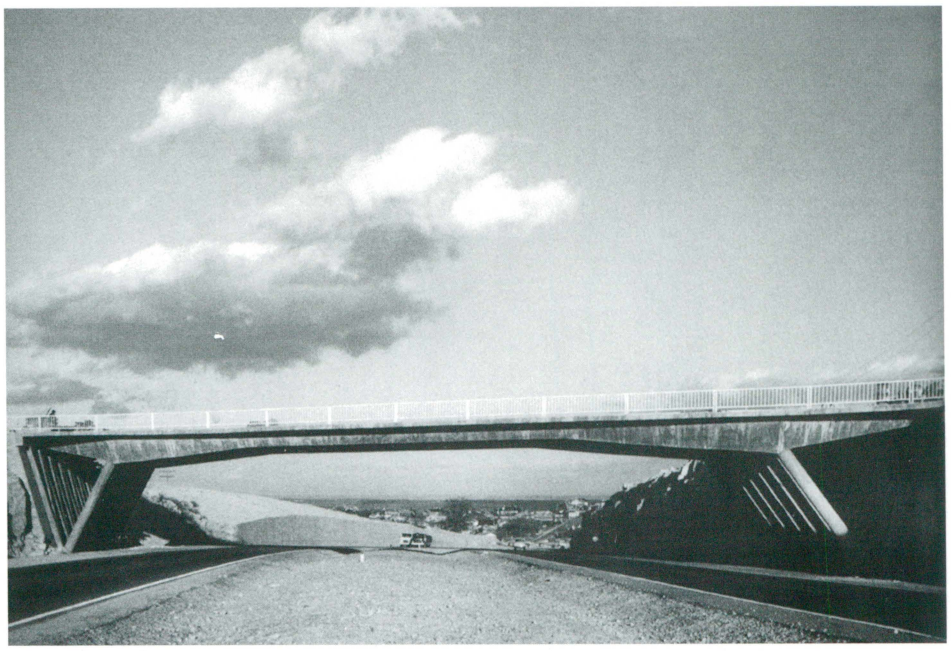
Se trata de una serie de cinco puentes o pasos superiores sobre la A-6, conformadas con diferentes soluciones que presentan alguna característica común. Todas están resueltas con pórticos de células triangulares formados por pilares inclinados que se repiten transversalmente, lo que produce una clara unidad de carácter. En alguno de ellos, los pilares delanteros o traseros de las células se inclinan también transversalmente, formando un zigzag.

La carretera se había iniciado sin pensar en los pasos, por lo que no fue posible emplear prefabricación, dada la diversidad dimensional de los puentes a realizar. Pero en todos ellos se mantuvieron dos puntos de vista: altura estricta y supresión de estribos. Además se propició la terminación con superficies planas en vez de nervios y el uso de columnas cilíndricas, cuyo espesor no cambia según las distintas perspectivas].

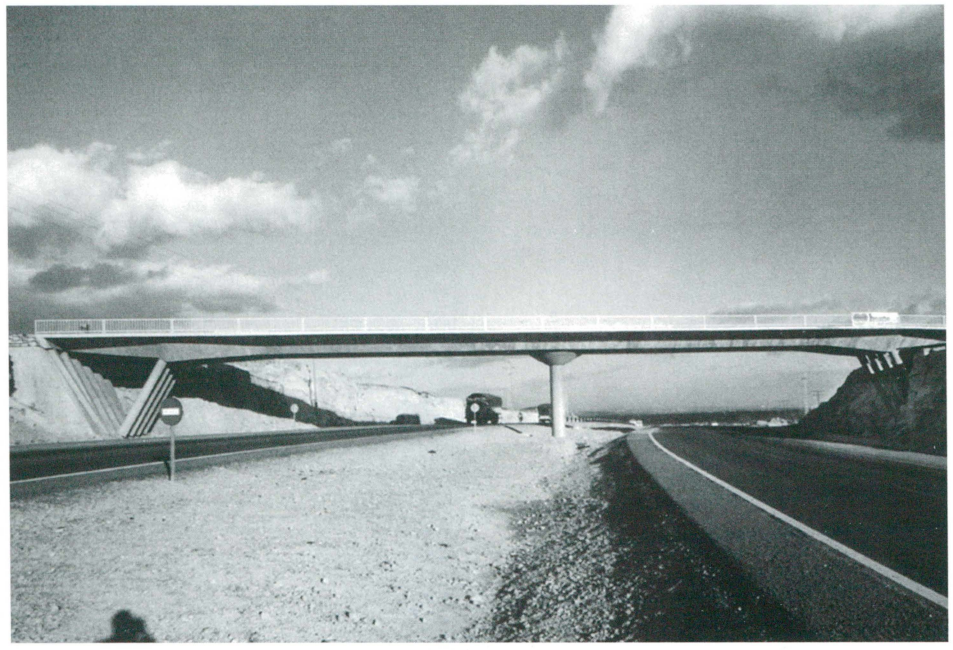
El puente de Hoyo de Manzanares tiene una pila central suplementaria en la mediana, con fuste y capitel troncocónico, para dividir el vano en dos luces de 30 m. El de Torrelodones muestra más claramente el canto variable del tablero, que alcanza aquí una luz de 40 m. El de La Navata se desdobló en dos pasos independientes de 25 y 19 m, pues las calzadas de la autopista se separan para rodear un mogote central. El de Villalba tiene 50 m de luz, y el de Navacerrada 36 m. Varios de ellos han sido profundamente afectados por el ensanchamiento de la autopista realizado en 2007.



Puentes de La Navata sobre la A-6



Puente de Torrelodones sobre la A-6 carretera de La Coruña
Fernández Casado, Fernández Troyano, 1968



Puente de Hoyo de Manzanares sobre la A6

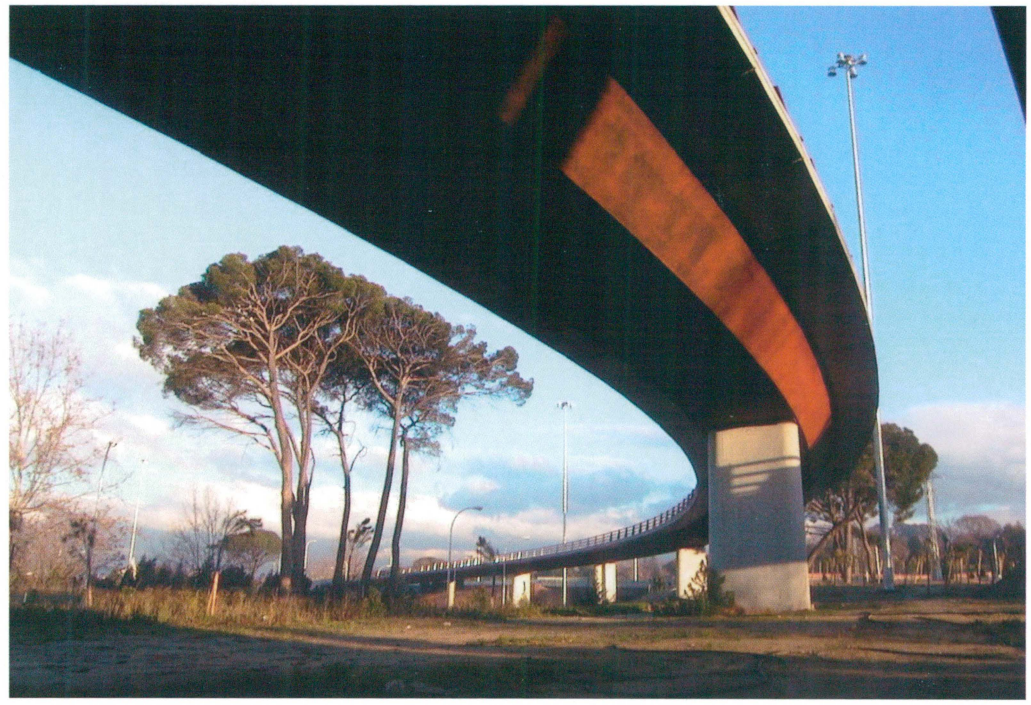
Puentes gemelos en San Fernando, en Madrid, sobre la N-II
Fernández Ordóñez, Martínez Calzón, 1982

Emplea secciones mixtas en las pilas y acero Cortén en impostas y barandillas, consiguiendo una integración completa de ambos materiales en todo el puente.



Puentes de Puerta de Hierro
Corres, 2003

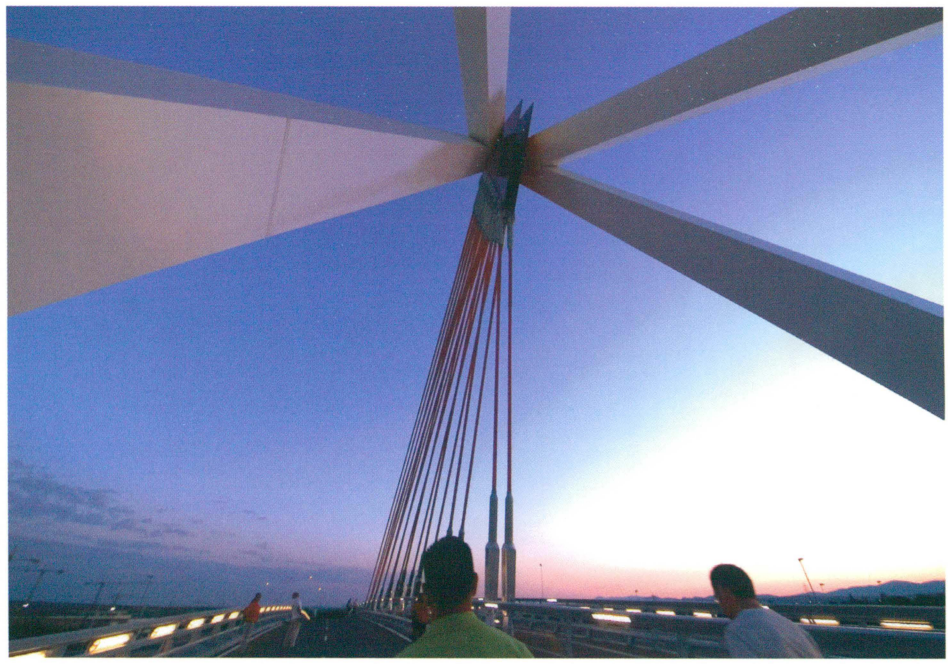
Dos estructuras paralelas de 265 y 413 m de longitud, sobre la M-30 y la A-6 en el nudo de Puerta de Hierro de Madrid, con vanos de unos 25 m de luz que alcanzan los 40 m de luz sobre la A-6, resueltas con una viga cajón metálica con losa de hormigón de 1,25 m de canto.





Puente del Barrial en Aravaca, Madrid
Arenas, 1999

Un par de arcos metálicos atirantados de tablero intermedio, apoyados sobre células triangulares de hormigón, con una imagen blanca y limpia sobre la autopista de La Coruña.



Puente atirantado de Las Rozas sobre la A-6
Arenas, 2006

Cruza sobre la autopista de La Coruña con un diseño muy agresivo, donde la pila es protagonista. Está formada por cuatro grandes barras convergentes que dan lugar a un tetraedro inclinado sobre la autopista, con un triángulo metálico del cual surgen los cables que bajan al eje del tablero. El anclaje es efectuado por las barras traseras de la pila, que hace el doble papel de pila y anclaje, funcionando como una célula triangular. El rojo de los cables sobre el blanco de las barras metálicas de la pila acentúan el carácter incisivo del puente [33].

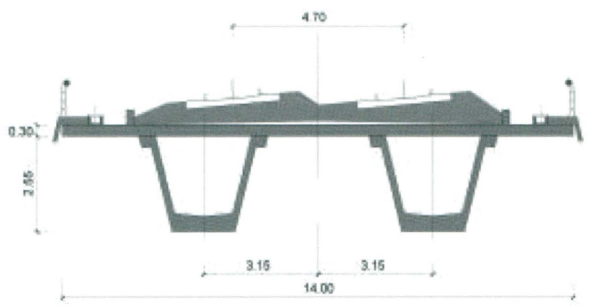


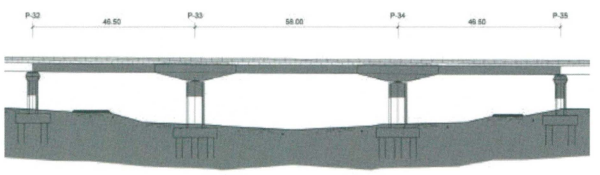
Puente de la M-603 sobre la M-607, autovía de Colmenar Viejo
Rui-Wamba, 1986

Dado el escaso plazo de la obra, se resolvió con dos cajones mixtos de almas inclinadas montados con autogrúas y losa de hormigón in situ con apeos provisionales del cajón [210:76].





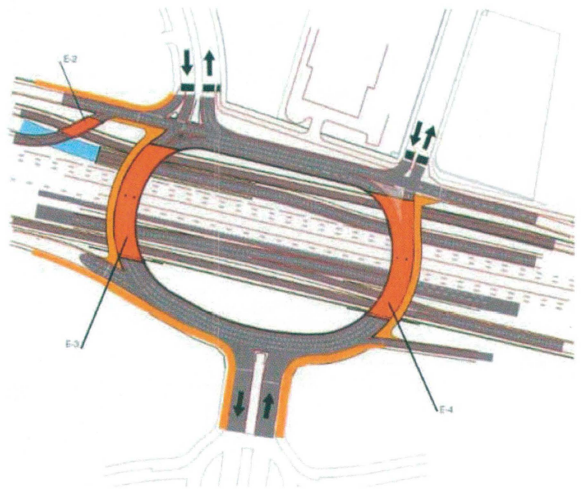




Viaducto de la LAV Madrid-Barcelona sobre el río Jarama
Millanés, 2003

El viaducto sobre el río Jarama está formado por una sucesión de vanos isostáticos de 35 m de luz, y para poder salvar el cauce del río Jarama, se plantea la necesidad de aumentar la luz del vano central hasta los 58 m. Lo hace con un tramo continuo hiperestático de 3 vanos de 46,5 m + 58 m + 46,5 m entre las pilas P-32 y P-35. El resto de los vanos está resuelto con tableros formados por dos vigas artesas prefabricadas pretensadas de 2,55 m de canto separadas 6,30 m entre ejes y una losa superior de compresión de 0,30 m de espesor.

Para dar continuidad visual al canto total de 2,85 m, se plantea realizar el tramo continuo mediante una sección transversal prefabricada similar a la del resto de vanos, cosida a unos cartabones ejecutados in situ sobre las dos pilas centrales, con canto variable creciendo de 2,85 a 5,0 m sobre pilas [166].





Pasos superiores sobre la A-1 en Sanchinarro y las Tablas
Corres, 2005

Dentro de la obras de remodelación de las vías de servicio de la Autovía A-1, entre la M-30 y la M-40, y de sus accesos a los nuevos PAU de Sanchinarro y las Tablas se procede a la demolición del puente existente sobre la A-1 (puente de la Renault) y a la sustitución del mismo por dos puentes de planta semicircular (Estructuras 3 y 4), que conforman una glorieta elevada sobre la A-1, con cuatro carriles por sentido y sus correspondientes aceras.

El esquema estructural elegido es el de viga continua de dos vanos y canto constante con pila en la mediana de la A-1. Para minimizar la afección al tráfico durante la construcción, ambos puentes se han proyectado con tablero mixto, montándose con grúas la viga metálica en tramos sobre apeos provisionales, sin necesidad de cimbras. Se trata de dos estructuras mixtas formadas por tres cajones metálicos de unos 44 m de luz con losa de hormigón armado. La planta no presenta una única alineación, sino que está compuesta por varias alineaciones circulares tangentes. La anchura del tablero de cada una de las estructuras es de 21,50 m [73].

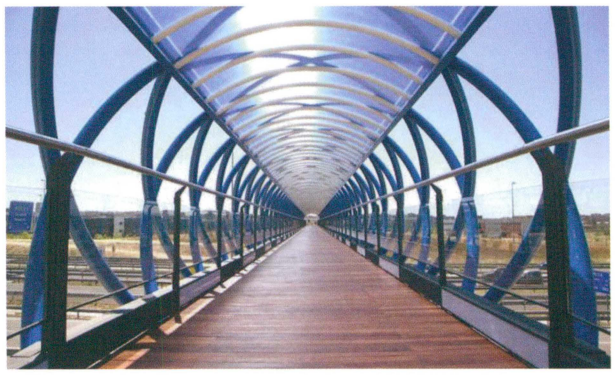
Otras pasarelas



Pasarela atirantada en acceso Aeropuerto de Barajas
Pérez-Fadón, 1990

Esta pasarela atirantada cruza la nueva autovía de acceso al Aeropuerto de Barajas en Madrid. Se construyó para permitir la conexión entre dos barriadas del distrito de Barajas que quedaban incomunicadas con la construcción de la nueva autovía. La pasarela tiene 58,2 m de longitud, con un vano principal de 45,5 m de diseño asimétrico, pues está soportado por cables desde una única torre de 25 m de altura

Los tirantes se disponen en un plano central en el vano principal y se separan hacia los lados en las retenidas. Los tres tirantes y las seis retenidas (tres en cada plano) están colocados en forma de semiarpa [191].





Pasarela Mixta Helicoidal Móstoles Tecnológico
Pérez-Fadón, 2008

La pasarela de aproximadamente 95 m de longitud consta de cuatro vanos, siendo los dos centrales de 35 m de luz bajo los que discurren los carriles centrales y vías de servicio de la A-5, y dos vanos extremos de 12,64 m. La plataforma peatonal se ha proyectado con un ancho libre entre barandillas de 2,5 m.

La estructura se plantea como una celosía tubular espacial de acero que se configura mediante el entrelazado de cuatro helicoides en dos direcciones formadas por tubos de 139,7 mm de diámetro, y cuatro tubos longitudinales continuos de 193,7 mm de diámetro. El forjado se ha diseñado en hormigón armado con chapa plegada colaborante. Las pilas son fustes verticales de sección circular de acero rellenas de hormigón de diámetro variable.

Dado que curvar un tubo según la directriz de un helicoide era mecánicamente imposible, ya que sólo es posible curvar siguiendo directrices planas, para discretizar la directriz de cada uno de los 8 helicoides se encajó un arco de círculo cuyo plano se abatía mediante quiebros en las intersecciones para ajustarse lo más posible a la directriz helicoidal teórica. Por tanto, cada tramo de tubo curvo entre intersecciones es un arco de círculo de radio 2766 m que se repite a lo largo de toda la estructura.

La sección transversal queda pues configurada por los cuatro tubos longitudinales continuos dispuestos en las esquinas de un teórico cuadrado de 2,75 m de lado, y las cuatro celosías formadas por los tubos curvos de desarrollo helicoidal que se intersectan con los tubos longitudinales en las esquinas de este teórico cuadrado cada ¼ de paso del helicoide [190].

Pasarela sobre la autovía M-506 de Fuenlabrada a Móstoles
Pérez-Fadón, 2005

Está situada sobre la autovía M-506 de Fuenlabrada a Móstoles en Madrid para dar acceso peatonal a un nuevo desarrollo urbanístico de Fuenlabrada. En el lado de la actual ciudad, se encuentran un centro comercial y diferentes equipamientos de ocio, lo que condiciona la ubicación de la pasarela. En el diseño final de la pasarela han influido tanto soluciones estéticas como un estudio exhaustivo de las condiciones de rigidez de la misma para evitar fenómenos de resonancia por vibraciones.

La estructura tiene un tablero de 52,5 m de longitud de los cuales 41 m corresponden al vano principal. El ancho es de 3 m, sustentado mediante tirantes anclados a una única torre inclinada hacia atrás un ángulo de 70° respecto a la horizontal. Los tirantes se anclan en el tablero por su parte de fuera, mediante ménsulas coincidentes con riostras. El tablero tiene dos vigas longitudinales metálicas en forma de cajón sobre las que se construye una losa de hormigón de 13 cm [192].



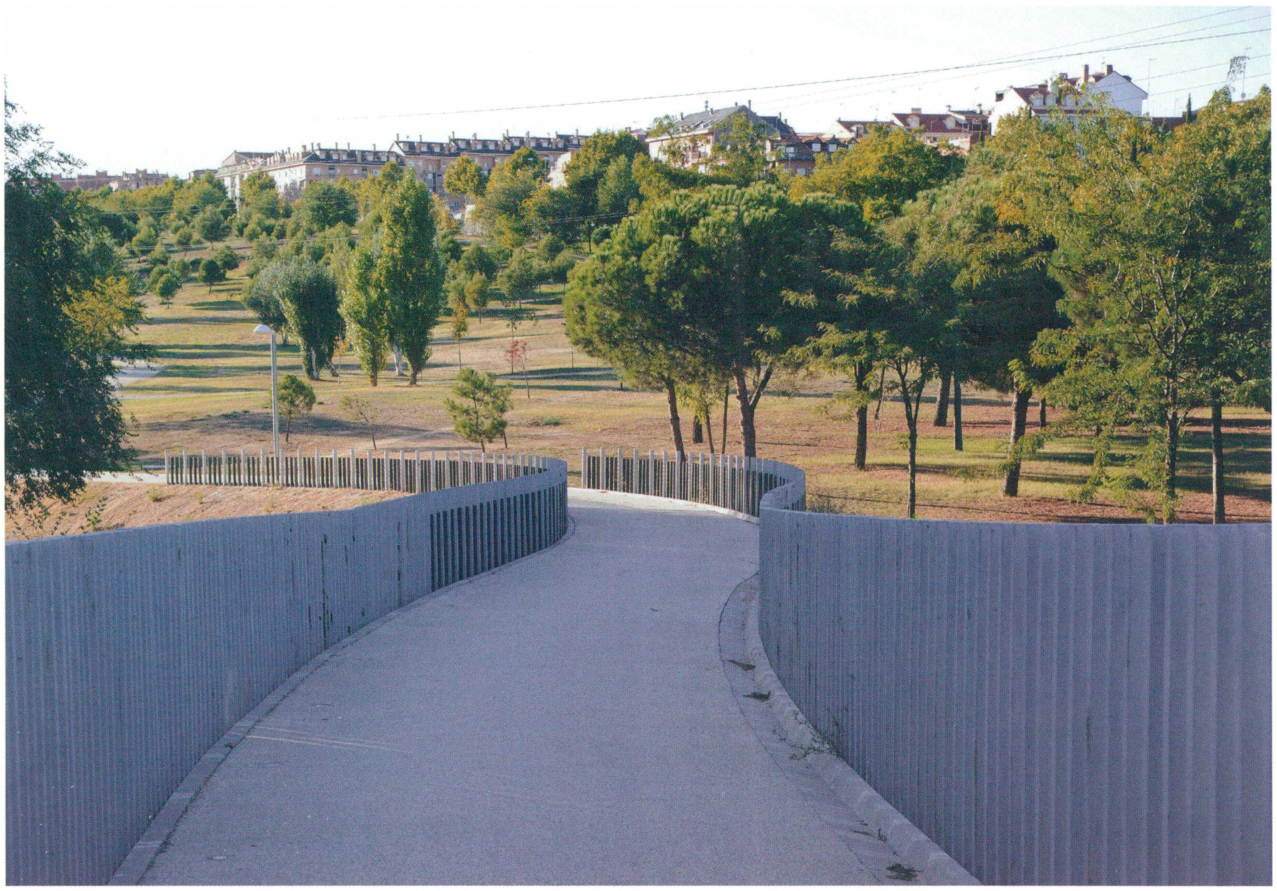
Pasarela en el Parque Butarque
Peter Tanner & Juan Luis Bellod, 2010

La recuperación de la continuidad del Parque del Arroyo Butarque se resolvió con una pasarela para peatones y ciclistas. El trazado estaba condicionado por la carretera M-411 que atraviesa el parque y el viaducto de la autopista radial de acceso a Madrid, R-5, que cruza sobre la carretera en el mismo punto. Desde el barrio de la Fortuna, la pasarela salva los cuatro carriles de la carretera, para continuar serpenteando entre las pilas del viaducto de vigas prefabricadas hasta su desembarco en el Parque.

El tablero es continuo de cinco vanos, con luces de 21-42-42-42 y 18 m y una longitud total de 165 m. Las curvas y contracurvas que caracterizan el trazado en planta, tienen un radio tipo de 58 m. La viga de la pasarela mixta está formada por un cajón metálico abierto de sección triangular, de 3 m de ancho en su cara superior y de 1,05 m de canto, conectado con la losa mixta de chapa grecada y hormigón ligero.

Las pilas, constituidas por fustes de hormigón armado, de sección variable en forma de rombo con los vértices truncados, se disponen en los puntos medios de los arcos del trazado en planta. Se empotran en los diafragmas mixtos del tablero, por lo que los momentos de torsión del dintel se transforman en momentos de flexión en las pilas, y éstos se compensan parcialmente con la inclinación de los fustes.

Créditos: Proyecto constructivo y asistencia técnica: Cesma Ingenieros. Constructor: Isolux Corsán.



Pasarela en el Parque Butarque en Leganés



6 | Regular los flujos de recursos

Toda ciudad es un elemento vivo gracias a su territorio próximo, obligado a aportar y recibir todo cuanto ella precisa o rechaza. Recibe recursos y expulsa desechos, que no son sino materia o energía así denominada precisamente por su papel en la ciudad. Agua, aire, alimentos, combustibles y energía entran en la ciudad con unas características y salen con otras muy distintas. Y eso genera servidumbres y necesidades que estructuran y condicionan ese territorio, a las cuales se debe hacer frente con obras, instalaciones y diversos sistemas de gestión.

Estructura hidráulica

El agua ha sido tradicionalmente lo primero a buscar fuera. La gran concentración de población existente en el Área Urbana de Madrid provoca un fuerte consumo que desequilibra el ciclo hidrológico natural de los ríos más próximos. El foco puntual de consumo genera tal necesidad de agua y vierte tal cantidad de desechos que estructura la provincia en función de esas relaciones de producción, consumo y vertido hidráulico.

Madrid exporta su presión a la propia comunidad y fuera de ella, obligando a cada porción de territorio a desempeñar un papel hidráulico en función del lugar ocupado respecto a Madrid. Y ello se prolonga en restricciones de usos o empeoramiento de los recursos locales de cada zona, necesarios aunque no deseados para el funcionamiento de la ciudad.

En la planificación del agua de Madrid realizada en 1983 se determinaron cuatro zonas de influencia:

Cuatro zonas

— Una franja productora de agua limpia, constituida por las cabeceras de todos los afluentes y subafluentes del Tajo, cuyas aguas son derivadas hacia Madrid y núcleos colindantes. En ella, los usos del suelo están limitados para garantizar la calidad del agua.

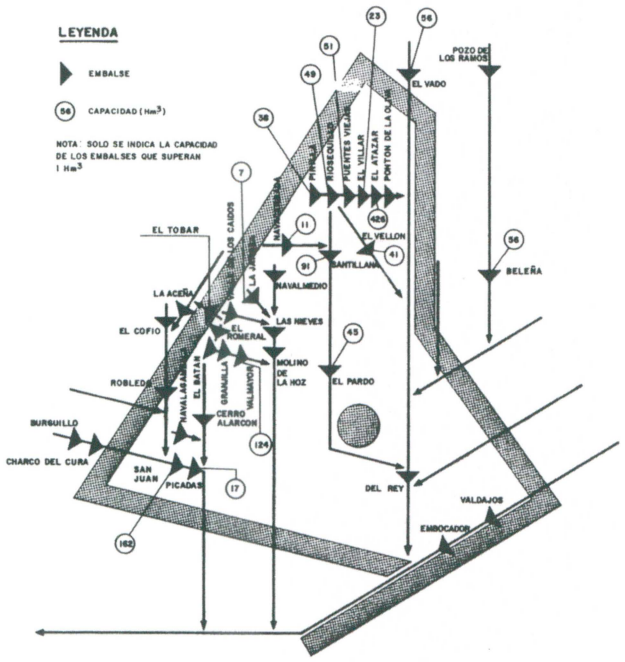
— Una zona privada de agua que, sin producir para otras, ve reducidos los caudales por ella circulantes, detraídos aguas arriba por medio de conducciones. El poder autodepurador de estos tramos es mínimo, y en estiaje hay problemas graves de circulación.

— Un foco consumidor, formado por la capital y los municipios del Área Urbana, donde se utiliza masivamente el recurso y se devuelve al sistema totalmente deteriorado.

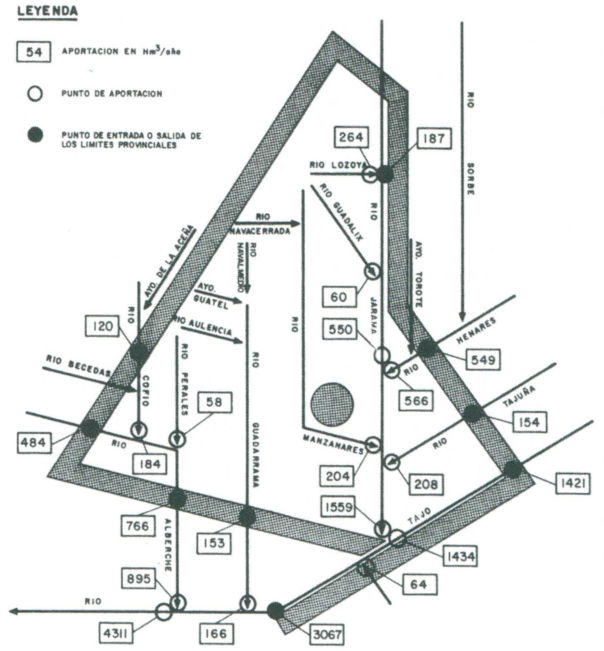
— Una zona receptora, situada aguas abajo del foco consumidor, que sufre sus vertidos de agua sucia y desechos. Las posibilidades recreativas y de uso de riberas quedan drásticamente anuladas [5:19].



Red fluvial de la provincia de Madrid. Ríos principales



Presas y embalses



Aportaciones en regimen natural

La gran concentración de población en el área urbana de Madrid genera aún mayor tensión sobre el comportamiento de los recursos hídricos. Hasta ahora, se había estudiado en profundidad el efecto del sistema de abastecimiento en el ciclo natural de agua superficial y algo menos en la subterránea. Este gran consumo concentrado hace necesarios los embalses para almacenar y los canales para transportar el agua, de forma regular e independiente de las oscilaciones espaciales y temporales de los ritmos naturales.

Huella hídrica

En 2009, un cuidadoso estudio del Canal de Isabel II, coordinado por José Manuel Naredo, ha puesto de manifiesto sus mayores repercusiones cuando se tienen en cuenta la agricultura y los productos industriales. Madrid consume agua directamente del sistema de abastecimiento, pero también a través de los productos agrarios e industriales producidos dentro y fuera de la región urbana.

Empieza por distinguir dos clases de agua, azul y verde. La precipitación entra en contacto con el suelo y pasa a almacenarse en forma de agua verde, en el suelo y la vegetación, o fluye en forma de agua azul, formando parte de cauces y retenciones naturales (lagos o acuíferos) o artificiales (embalses), a la vez que se va perdiendo por evapotranspiración [175:118].

Agua azul y verde

El gran volumen medio anual de agua azul almacenada en los embalses señala la importancia de ésta, frente al agua verde almacenada en el suelo y la vegetación. Pero, además de tener en cuenta el agua contenida en suelo y vegetación, al agua azul del propio territorio de la Comunidad de Madrid derivada para riego y abastecimiento se añade la derivada de aportaciones externas al territorio. Ese volumen supone algo más de la mitad del agua aportada para riego y cerca de un tercio de la aportada para abastecimiento urbano e industrial.

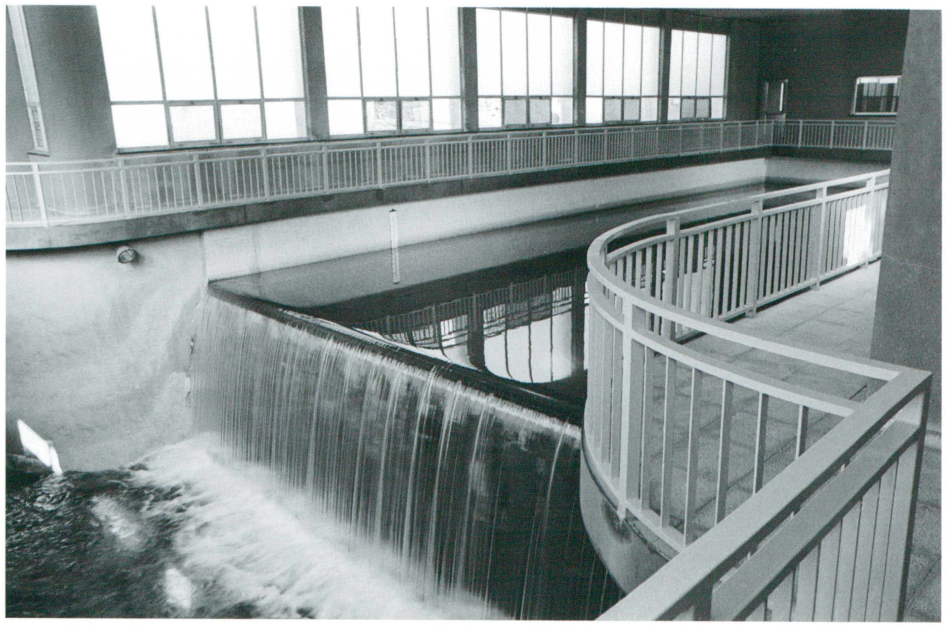
SÍNTESIS ACTUAL DE LOS 'COLORES DEL AGUA' EN MADRID, AÑO MEDIO

Componente	hm^3
(1) Precipitación	4.195
(2) Aportaciones externas	1.267
(3) Evapotranspiración real que se generaría en la CM con suelos y vegetación en estado natural clímax	3.991
(4) Agua azul que se generaría en estado natural = (1) – (3)	204
(5) Aumento del agua azul por pérdida de capacidad de absorción y 'sellado' de los suelos	495
(6) Estimación del agua azul efectivamente generada en la CM = (4) + (5)	699
(7) Evaporación en embalses	57
(8) Total de agua azul disponible en la CM = (2) + (6) – (7)	1.909
(9) Evapotranspiración inducida por el manejo y los usos del agua en los últimos cinco años	302
(9) Estimación del agua que sale del territorio de la CM	1.607
Pro memoria:	
— Stock agua verde (media anual aproximada)	700
— Stock embalses (media anual neta aproximada)	500

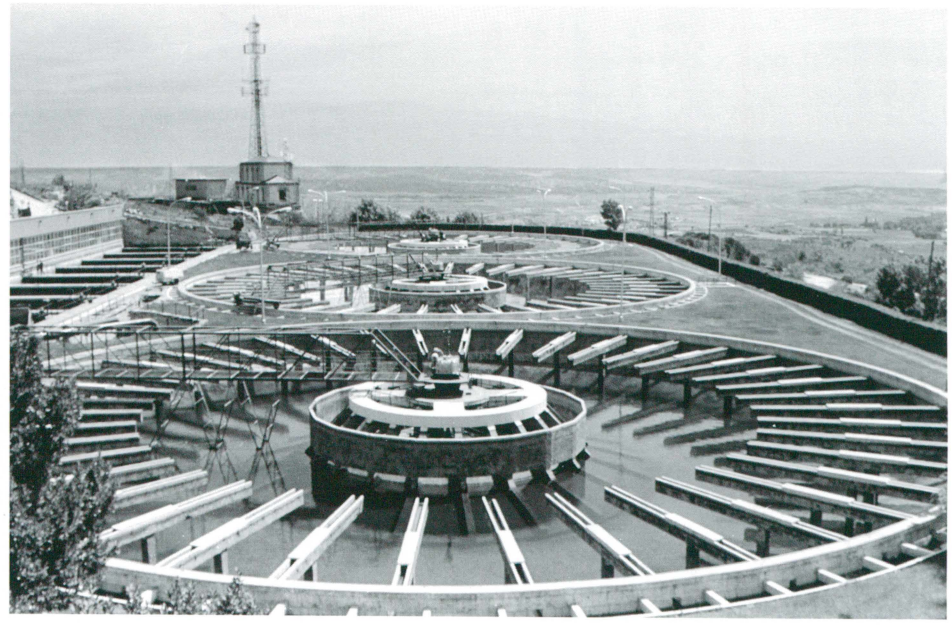
Fuente: Canal de Isabel II [175:tabla 22].

En la tabla anterior se puede apreciar el orden de magnitud de las principales rúbricas que componen el agua azul y verde en el territorio de la Comunidad. El flujo de agua azul está sometido a la estacionalidad anual y a las variaciones climáticas interanuales, por lo que el mantenimiento del promedio exige complementar la regu-

Regulación y consumo



Entrada en depósito inferior de Plaza de Castilla



Potabilizadora de Torrelaguna [Foto: Antonio Sarabia]



El Manzanares en el aliviadero de la presa de Santillana [Foto: Antonio Sarabia]

lación natural con embalses. La regulación temporal (lagos, embalses y acuíferos) y espacial (ríos y canales) son los elementos claves del sistema madrileño para atender a los usos urbanos, ambientales, agrarios e industriales.

El stock de agua verde ligada al suelo de la Comunidad de Madrid en primavera (917 hm^3) supone casi diez veces (9,2 veces) el stock de agua verde ligada a la vegetación (unos 100 hm^3). El agua verde en las cosechas apenas alcanza los 15 hm^3/año. El stock de agua retenida artificialmente en los embalses ocupa un lugar importante en el sistema [175:65].

Presión de captación y vertidos

Lo anterior refleja la importante presión sobre el territorio que ejerce la captación de recursos, pues se deriva hacia el sistema de usos cerca del 30% del agua azul recibida anualmente en el territorio. Todavía es mayor la presión de los vertidos, pues a la derivación de agua propia se añade la de las aportaciones externas que pasan a engrosar los vertidos. El inmenso río de vertidos derivado de los usos incrementa en un 65% el caudal de agua azul que fluye por los cauces superficiales y subterráneos, deteriorando su calidad. Todavía en 2009, los sistemas actuales de depuración no consiguen devolver al agua su calidad originaria, persistiendo los contaminantes más difíciles de limpiar.

Como consecuencia de lo anterior, los sólo 204 hm^3 anuales de agua azul que habría generado el territorio de la Comunidad de Madrid en estado natural clímax, se han convertido en los 1.607 hm^3 anuales de aguas grises y azules generados por la erosión y las intervenciones humanas, como se resume en la siguiente tabla [175:118].

AGUA AZUL Y VERDE EN LA COMUNIDAD DE MADRID EN AÑO MEDIO (hm^3)

(P) Precipitación 4.195 (Ecuación: AE + P= ETR+EI)				
	Agua azul embalsada (vol. medio) 500	Agua verde ~ 700	3.553 ETR (2) 302	ETR total (1) + (2) = 3.855
(AE) Aportaciones externas 1.267 : (a Urbano 195) (a Riego 186)	Agua azul 1.909	Derivada riego 327 Derivada urbana 609		 Reutilizada 6
Agua azul 973		Agua gris 634		(EI) Escorrentía e infiltración final 1.607

ETR (1): Evapotranspiración real espontánea del suelo y la vegetación natural y de los cultivos de secano.

ETR (2): Evapotranspiración inducida por los usos; incluyendo el consumo por evapotranspiración del regadío, como la parte consuntiva del uso urbano-industrial, al igual que el agua real espontánea del suelo y la vegetación natural y de los cultivos de secano.

Agua gris: Recoge tanto los vertidos urbanos e industriales como los lixiviados agrarios.

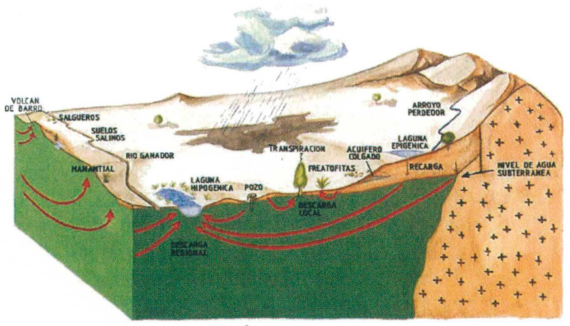
Caudales medios de los últimos 14 años y agua derivada media de los últimos 5 años.

Fuente: Canal de Isabel II [175: fig. 21].

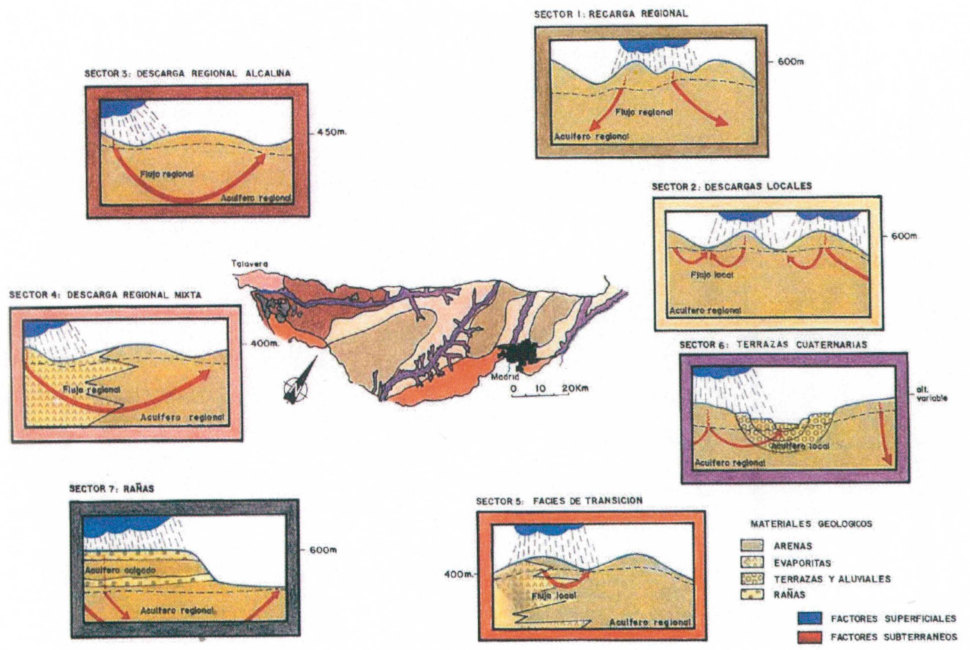
La cuestión de las aguas subterráneas

La huella hídrica tiene en cuenta las aguas superficiales y las subterráneas, pero su papel en el abastecimiento de Madrid no ha tenido similar consideración. Desde antiguo la utilización de aguas subterráneas ha constituido uno de los temas más polémicos en el abastecimiento de Madrid. Los defensores del medio ambiente se dejaron llevar por el afán de los hidrogeólogos para dar mayor relevancia a esa manifestación del recurso frente a la 'utilización indiscriminada del hormigón' por los ingenieros.

En el juicioso uso de tan importante recurso fue definitiva la aportación del ecólogo Fernando González Bernáldez. Sin entrar en la capacidad o sobreutilización de los acuíferos, el profesor se centró en el funcionamiento



Interacción aguas subterráneas y superficiales



de los flujos de agua subterránea y demostró su importancia para la conservación de los humedales de Madrid [123]. De manera muy precisa y didáctica explicó el carácter nómada de las aguas subterráneas y cómo su extracción interrumpía los flujos alimentadores de fuentes y humedales.

Hasta entonces, la discusión se focalizaba en la excesiva atención prestada por los ingenieros hidráulicos a los recursos superficiales, ignorando la existencia de las aguas subterráneas. A esos profesionales se les achacaba un desprecio absoluto por los ríos, culpándoles de distorsionar su funcionamiento natural y de ignorar un recurso que estaba ahí y era fácil de explotar. Los escritos en torno a esa temática se multiplicaron exponencialmente y constituirían una bibliografía imposible de recoger aquí y, como demostró González Bernáldez, de escasa utilidad[1].

Cuenca del Manzanares

Aunque la mayor influencia de Madrid se deja notar directamente en el caudal de los ríos Lozoya y Jarama superior, conviene dedicar algo de atención al agua del propio río de la ciudad. La cuenca alta del Manzanares vierte al embalse de Santillana. Los importantes asentamientos veraniegos que desaguan al río y sus arroyos afluentes, cuando no al propio embalse, ya deterioran la calidad de las aguas embalsadas.

El diagnóstico de 1985 era concluyente. No se consideraba significativa en esta zona la presencia de vertidos industriales, pero las aguas aliviadas en la presa relativamente autodepuradas en el vaso reciben a continuación los residuos de Colmenar Viejo. Allí se suman a sus vertidos domésticos los del matadero industrial más importante de la Comunidad, así como los tóxicos procedentes de tenerías e industrias químicas y fotográficas.

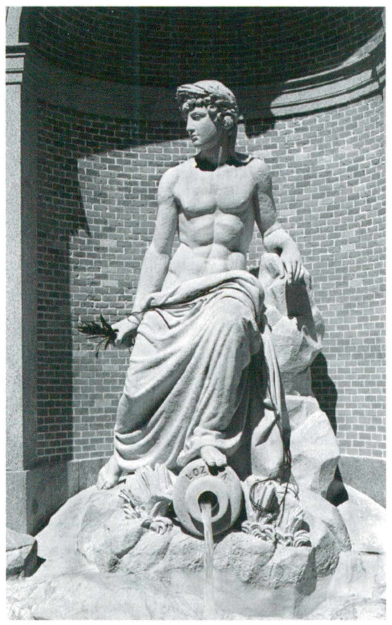
Embalse del Pardo y zona urbana

En este estado llegan las aguas al embalse de El Pardo, a las puertas del municipio madrileño. Por su parte, el arroyo de Trofa, afluente del Manzanares en su tramo medio, recibe importantes vertidos de núcleos y urbanizaciones que provocaban situaciones graves de contaminación y eliminaban la posibilidad de utilizar el embalse de Los Peñascales como agua potable.

El Manzanares alcanza el municipio madrileño con sus escasos caudales circulantes, regulados por la presa de El Pardo. Los vertidos de la zona norte de la capital, unidos a los aportados por sus afluentes Butarque y Culebro, deterioraban fuertemente la calidad del agua circulante por el tramo urbano. El caudal circulante de aguas limpias era muy escaso para diluir las aguas residuales y si se recogieran los vertidos en colectores para verterlos aguas abajo de la ciudad, el río estaría siempre seco.

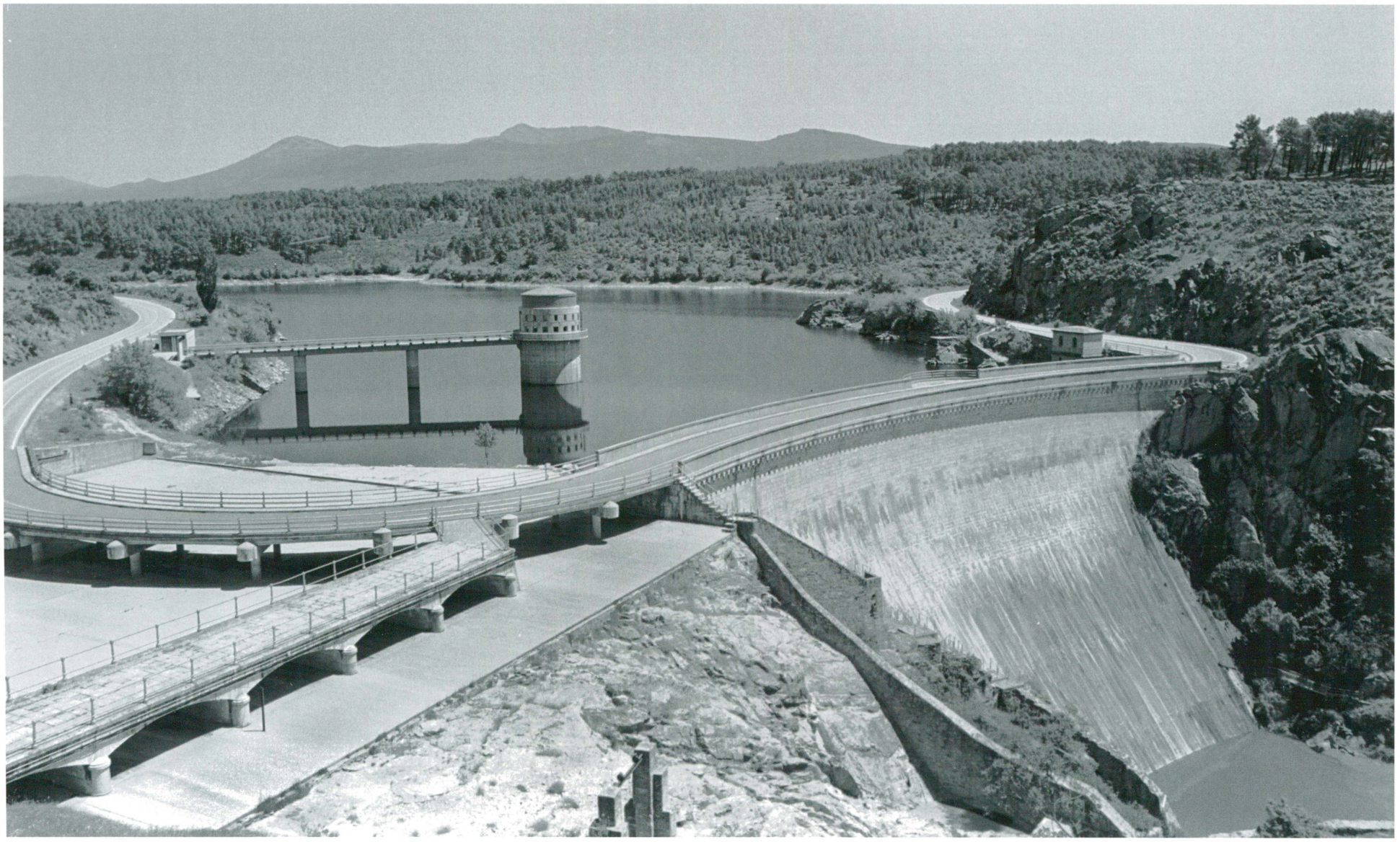
[1] El autor más prolífico fue, sin duda, el Ingeniero de Caminos e hidrogeógrafo Ramón Llamas Madurga, pero abandonó el tema tras la aparición del estudio sobre los humedales.



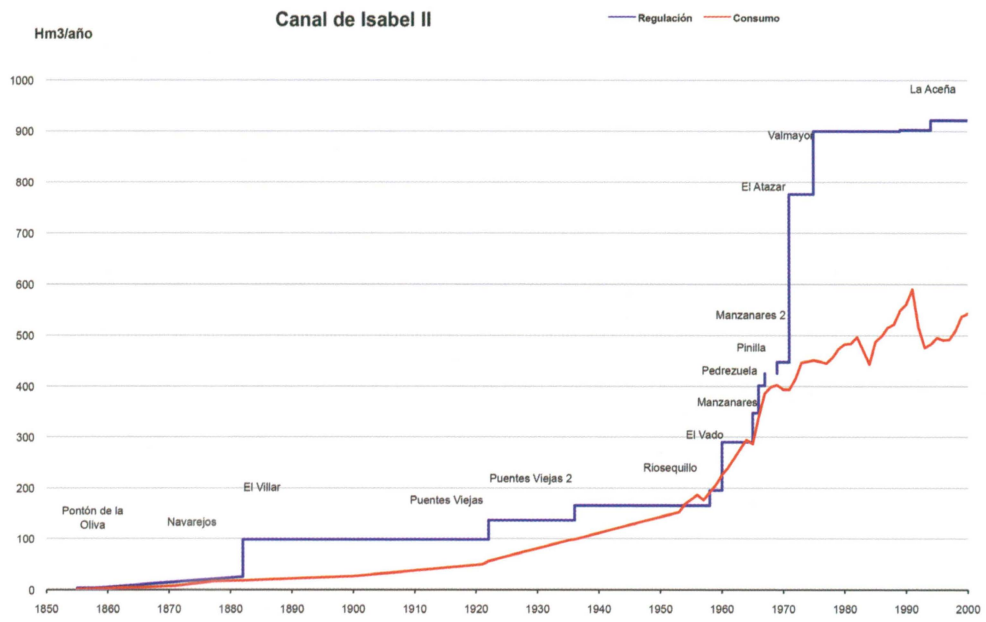


Fuente del Lozoya [Foto: Antonio Sarabia]

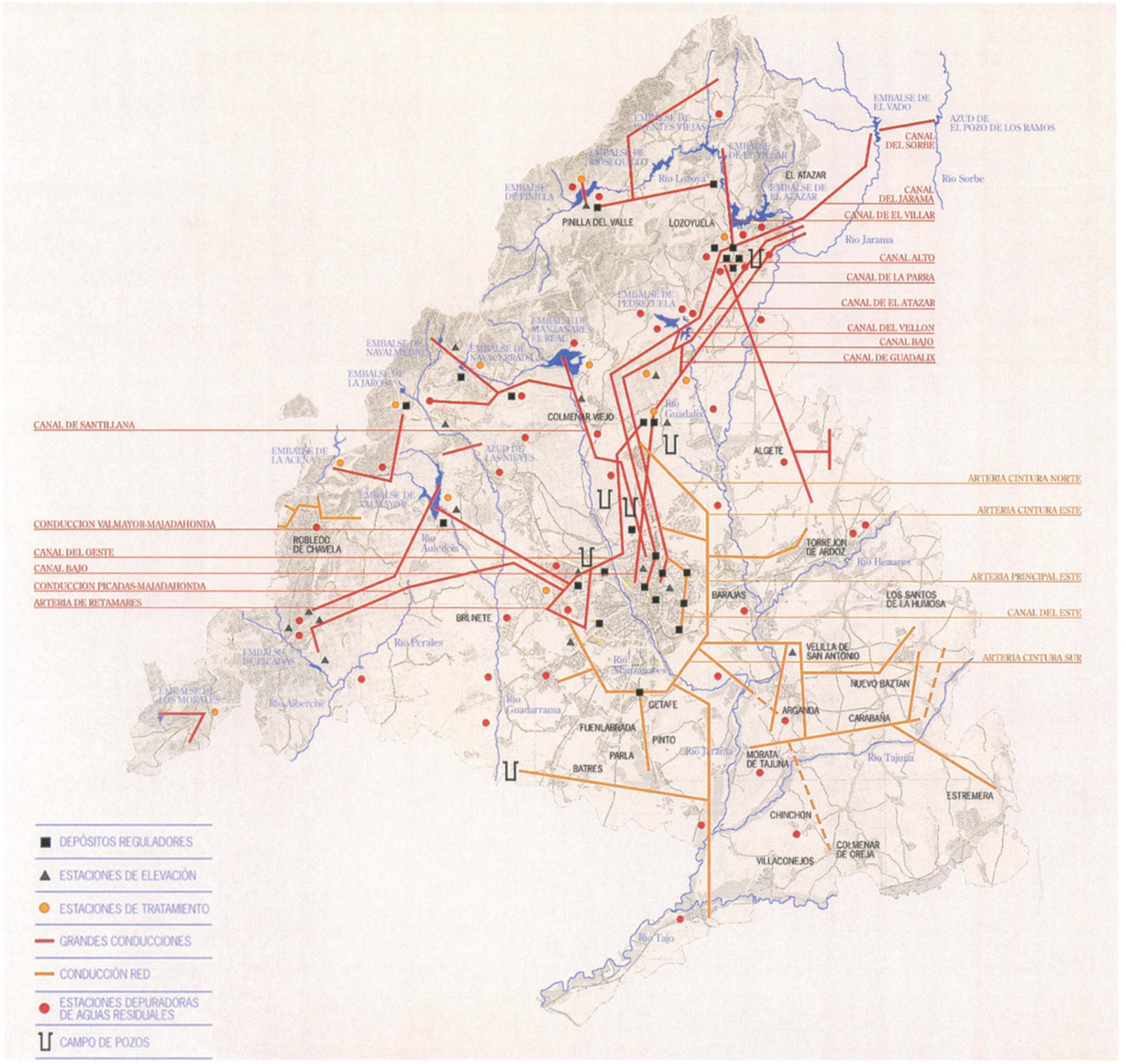
Presa del Villar

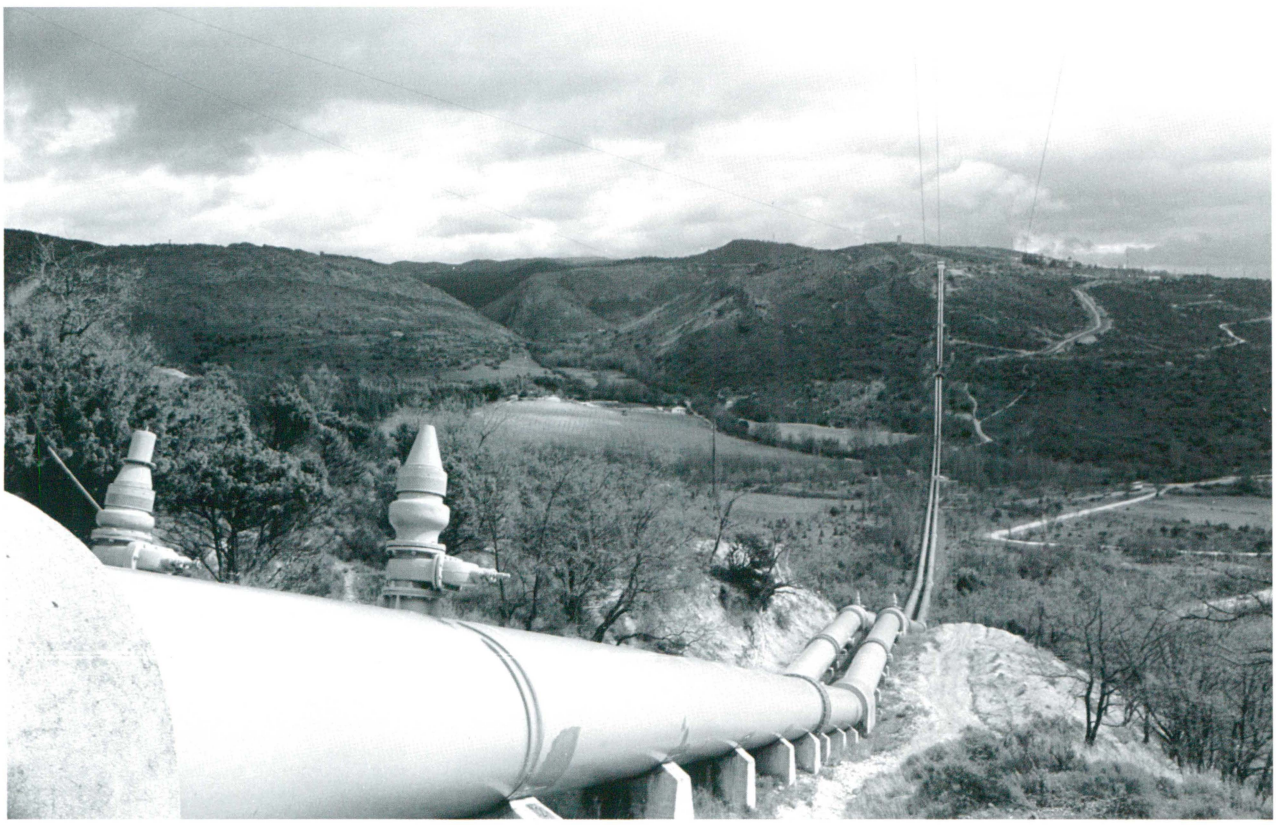


Evolución de demanda y capacidad del Canal



Red de abastecimiento del Canal de Isabel II





Sifón de San Vicente [Foto: Antonio Sarabia]

Presencia del CYII en Madrid

Las primeras instalaciones del Canal de Isabel II en la ciudad se construyeron en los terrenos conocidos como los Altos de Vallehermoso. El primer depósito ocupó la llamada Explanada de los Guardias y quedó enmarcado por las oficinas hacia el sur y por la elevadora y el depósito elevado hacia el este. Por el lado oeste circulaba la carretera de Francia, hoy calle de Bravo Murillo, en cuya esquina con Cea Bermúdez se dispuso en chaflán una fuente parietal que le sirve de fachada al modo romano. La fuente de mármol sobre la fachada de ladrillo es obra del escultor Sabino de Medina y representa al río Lozoya [48:111].

Allí, en el Lozoya, comenzó el Canal a resolver el abastecimiento en Madrid con un sistema a la romana, de aguas rodadas, como se hacía en todas las grandes ciudades una vez demostrado que pozos y norias nunca eran suficientes [213], [20]. Tras las primeras dificultades con la pequeña presa del Pontón de la Oliva (1858) el Canal encontró la solución con la avanzada presa de El Villar (Elzeario Boix, 1873), cuyo embalse era capaz de almacenar suficiente agua para la ciudad [46]. Del esfuerzo dejaron espléndido testimonio los primeros fotógrafos, con álbumes fundamentalmente dedicados a las obras del Canal [80].

Desde entonces el Canal ha adecuado sus sistemas para seguir fielmente la evolución de las necesidades de Madrid [34], [25], [160]. Y lo seguirá haciendo, como señala Vicente Palacio Atard, *Pero la construcción del Canal es una especie de sinfonía inacabada de las aguas. Es una obra que no puede concluir nunca, porque el aumento de las necesidades exige la permanente atención de las obras y servicios de abastecimiento y saneamiento* [182:15].

Un robusto abastecimiento de agua

Efectivamente, el Canal fue una obra decisiva para el futuro de Madrid pero la tarea de garantizar el abastecimiento de la ciudad no es sencilla y ha tenido momentos difíciles. En los 1960, la combinación de la escasez de lluvia y de recursos financieros produjo una serie de períodos con restricciones de agua que costaron el puesto al entonces Ministro de Obras Públicas. Eso precipitó una serie de decididas actuaciones para situar la capacidad por delante de las demandas.

La terminación de la presa de El Atazar en 1972 supuso la culminación de la regulación del Lozoya. Con sus 425 hm^3 de capacidad consolidó las garantías de abastecimiento del Canal de Isabel II y permitió absorber el crecimiento de población hasta bien entrada la década de 1990 [7]. Posteriormente, se mejoró el mallado de

Depuradora Alcalá Oeste-Industrial



la red de aducción para manejar con mayor eficiencia los recursos almacenados y se aumentó la captación con bombeos y conducciones suplementarias para afrontar situaciones de sequía.

El conjunto de presas y su vinculación a los depósitos situados en la periferia de la ciudad por medio de numerosos canales configuran un verdadero paisaje del agua, salpicado de pontones, puentes, acueductos, partidores y almenaras [219]. La mayor parte de estas obras hidráulicas fue construida a mediados del siglo XIX, pero hay algunas de finales del XX que consiguen mantener ese carácter en la parte oriental de la gran zona situada entre la ciudad y la Sierra de Guadarrama. El Canal ha desarrollado una serie de itinerarios para dar a conocer sus extendidas instalaciones [105], [161] y su rico patrimonio.

Estado de cada tramo de los ríos

Ya en los 1980, la contaminación de los ríos y embalses constituía el más grave problema ambiental del territorio de Madrid. Los vertidos domésticos e industriales sin ningún tratamiento en ríos y arroyos deterioran la calidad del agua hasta niveles alarmantes. La relación entre los abundantes caudales vertidos sin depurar y los escasos caudales circulantes anulaba los procesos de autodepuración natural y convertía algunos tramos de río en auténticas cloacas. El diagnóstico entonces realizado era bastante dramático y, aunque se han puesto muchos medios para resolver los más graves, los problemas de base siguen siendo cualitativamente los mismos [4]. Vale la pena recordar brevemente aquel diagnóstico.

En los tramos de vertido de los grandes núcleos, la calidad del agua era pésima. Esto sucedía en la zona baja del Manzanares y se extendía hasta las zonas medias y bajas del Jarama y el Tajo; en el Henares tras recoger los

vertidos de Alcalá y Torrejón, y en el Guadarrama, tras recoger los vertidos de los núcleos de la Hoya de Villalba. En estas zonas, la gravedad de la situación era máxima, tanto en invierno como en verano, y las dificultades originadas por tal cantidad de vertidos domésticos venían incrementadas por la presencia de importantes vertidos industriales, tóxicos en ocasiones.

Vertidos industriales y tóxicos

En esta zona, eran especialmente graves los problemas planteados por los vertidos en los arroyos Butarque y Culebro, colectores del sur del Área Urbana. En 1984, el arroyo Butarque era una cloaca a cielo abierto que transportaba gran parte de los residuos domésticos e industriales de Alcorcón y Leganés. En el Culebro los colectores ya insuficientes en épocas de lluvias se desbordaban sistemáticamente con la conexión de los nuevos polígonos industriales de Getafe.

Además, los vertidos industriales de Madrid, Leganés, Alcorcón (parte), Getafe, Fuenlabrada (parte), Parla, Pinto y Humanes daban lugar a una alta presencia de productos tóxicos y peligrosos que era necesario considerar minuciosamente, tanto para disminuirla como para garantizar el funcionamiento de las instalaciones en construcción o funcionamiento [3:89].

Plan de Saneamiento Integral

En 1979, el Ayuntamiento de Madrid comenzó un importante esfuerzo inversor para construir una serie de colectores y depuradoras de aguas residuales, encuadradas en el Plan de Saneamiento Integral de Madrid (PSIM). El interés por la contaminación no era todavía un tema urbano relevante, pero el Ayuntamiento supo ver su importancia. En 1981, el profesor de Ingeniería Sanitaria Aurelio Hernández Muñoz titulaba significativamente un artículo de la *Revista de Obras Públicas* 'Y llegó la contaminación' [130]. Madrid fue ciudad pionera en España, en temas de tratamiento de las aguas residuales.

De acuerdo con su impulsor, el Ingeniero de Caminos Jesús Espelosín, el Plan fue la primera actuación decidida para hacer frente a la situación del río, con la construcción de varias depuradoras de gran capacidad y de los colectores necesarios para conducir hacia ellas las redes de saneamiento de la ciudad [85:745]. Se construyeron las depuradoras de Viveros [51], La China [174], Butarque [141], Valdebebas [29], y se amplió la depuradora de Rejas [236]. Además, se construyó el colector de Arroyo del Fresno [187] y se duplicó el colector de Rejas [58].

Agua limpia para el río en la ciudad

Una de las más importantes decisiones del Plan fue ubicar una gran estación depuradora en Viveros, al lado de Puerta de Hierro. Se trataba de depurar todos los vertidos producidos aguas arriba de Madrid antes de que el río entrase en la ciudad, para verter agua limpia que garantizase la presencia permanente de caudales fluyentes de suficiente calidad en todo el tramo urbano [75].





Depuradora de Viveros (Madrid)

Al mismo tiempo, se interceptaban todos los vertidos de la red de alcantarillado en ese tramo urbano con dos grandes colectores paralelos en las márgenes del río. La apuesta de depurar antes de la ciudad y eliminar los vertidos urbanos era muy novedosa y meritoria. Había dos principales problemas, el funcional y el presencial. Por un lado, el funcionamiento de la depuración debía ser impecable, pues cualquier fallo era fácilmente observable e inmediatamente sufrido a lo largo de la ciudad.

Depuradora de Viveros

Por otro lado, la estación depuradora está situada a escasa distancia del Palacio de la Moncloa y de la Ciudad Universitaria, en una zona muy comprometida. Eso requirió un diseño funcional, estético y ambiental muy cuidadoso, convirtiendo a la depuradora de Viveros en una instalación modélica en muchos aspectos, pero también cuestionada cuando las cosas no iban bien.

El diseño de las instalaciones dio como fruto la primera estación depuradora de alto nivel constructivo. El diseño de edificios y urbanización estaba muy bien planteado, en total sintonía formal con los equipos industriales de tratamiento. Esa atención fue después transportada a las primeras instalaciones de depuración realizadas por el Canal, que no era responsable del saneamiento de la ciudad cuando se planteó el PSIM [51].

Plan Integral de Agua en Madrid

El enorme caudal de las aguas residuales y su escasa dilución constituía sin duda el principal problema hidráulico-sanitario de la ciudad, de toda su área urbana y de todo su entorno próximo. Por ello, la Comunidad de Madrid asumió todas las competencias del ciclo del agua en el Plan Integral del Agua en Madrid (PIAM) aprobado en 1984.

El abastecimiento, por su parte, estaba garantizado en el núcleo urbano de la ciudad y en gran parte de las ciudades de su área, pero subsistían problemas en los núcleos más pequeños. A pocos kilómetros de la ciudad había núcleos de población con restricciones periódicas y carentes de redes de distribución y alcantarillado. Dado lo escaso de los recursos tecnológicos y presupuestarios de los municipios madrileños más pequeños, la Comunidad asumió todo el ciclo del agua en todo su territorio. De esa manera, el sistema de abastecimiento y saneamiento de Madrid se convirtió en claro exponente de racionalidad y calidad de servicio y ejemplo para el mundo [209:42], obteniendo el reconocimiento del Banco Mundial como ejemplo de empresa a seguir para la gestión integral del agua [163].

Por su parte, las escasas depuradoras construidas con la ayuda técnica y financiera de la Confederación Hidrográfica del Tajo, entonces dependiente del Ministerio de Obras Públicas, eran cedidas a los ayuntamientos para su operación. Pero, acabado el plazo de garantía de un año durante el cual eran operadas por sus constructores, eran abandonadas al carecer de una corriente de ingresos que abonase los gastos de funcionamiento.

Estado de cauces y márgenes

Pero el mal estado del agua en los ríos repercute directamente en su entorno. Las márgenes de los ríos juegan un importante papel en el territorio madrileño, con tres niveles de significación: el ecológico, el recreativo y el paisajístico. De forma general, la presión de usos es fuerte y viene muy condicionada por la calidad de las márgenes y del agua. Los cursos altos y alguno de los medios, sufren una presión recreativa importante, sólo disuadida por la dificultad de los accesos.

Aparecen vertidos de basuras y desperdicios en puntos aislados y son frecuentes los puntos de desagüe de urbanizaciones y pequeños núcleos. La presencia de numerosos embalses atrae desarrollos urbanísticos, a pesar de la protección que conlleva su calificación para abastecimiento.

En cursos medios, los impactos debidos a vertidos se multiplican y la presencia próxima de los grandes núcleos urbanos genera expectativas especulativas, con abandono de cultivos y ocupación de vegas de gran potencial agrícola por urbanizaciones legales o ilegales e industrias. En los tramos de mayor nivel de acarreos se generalizan las extracciones de áridos, con pérdidas de suelo fértil y alteración total del curso y del paisaje [14:22].

La Comunidad puso en marcha un programa de recuperación de márgenes dentro del Plan Integral del Agua en Madrid, con un importante número de actuaciones de corrección de deterioros que impedían el disfrute



Depuradora de la Gavia (Madrid)

de los ríos por los madrileños. También se impulsaron los estudios ecológicos, como el del tramo medio del Manzanares, para determinar unas medidas adecuadas de protección y unos criterios para la recuperación de los tramos más afectados [171].

Ley del agua en Madrid

La Ley de Abastecimiento y Saneamiento del Agua de la Comunidad de Madrid permitía a los ayuntamientos acogerse voluntariamente al servicio prestado por el Canal de Isabel II, transferido a la Comunidad poco después de su constitución. Las ventajas eran indudables y todos los municipios de la región, con la excepción de Alcalá de Henares —que recibía agua de la mancomunidad del Sorbe— se integraron en el sistema del Canal.

Desde entonces, el Canal ha seguido construyendo Madrid con la aportación de nuevos recursos, redes de distribución, plantas de tratamiento y depuradoras evolucionadas. Para dar servicio al gran número de viviendas construidas, ha dispuesto un segundo anillo de circunvalación de 140 km en paralelo a la M-50, ha duplicado la capacidad

de tratamiento y ha mejorado la calidad del agua servida. Para hacer frente a la mayor escorrentía de la nueva superficie pavimentada y construida ha optimizado la red de saneamiento. Para mejorar los vertidos de las ocho depuradoras existentes en Madrid, ha incluido tratamientos para eliminar nutrientes y ha apostado por la reutilización.

Mejoras de saneamiento por la M-30

Recientemente, las obras de remodelación de la M-30 han supuesto un nuevo empuje para el saneamiento de Madrid. Al discurrir parcialmente soterrada durante su recorrido por el Manzanares, la obra ha obligado a replantear colectores de márgenes y sistemas de evacuación de pluviales.

La obra ha permitido también la consideración como problema de cierta entidad de la cuestión de evacuación de caudales de tormenta. Se han construido depósitos de almacenamiento provisionales y sistemas para evitar el vertido directo a las depuradoras (ver pág. 129).

PRINCIPALES DEPURADORAS AFECTADAS POR MADRID, POR SITUACIÓN GEOGRÁFICA

Curso del Manzanares			
111	Santillana	1988	fq-bfa
82	Navarrosillos	1987	fq-bfa-terc
145	Viveros	1983-2001	bfa-zonificados
56	La China	1932	bfa-nutrientes
58	La Gavia	2008	bfa-nutrientes
17	Butarque	1983	bfa-nutrientes
118	Sur	1983	bfa-selectores
35	Culebro bajo	2008	fa
36	Culebro alto	2007	fa
119	Sur oriental	1983	bfa-nutrientes
Curso del Jarama			
107	San Agustín de Guadalix	1990-2008	fq-bfa--terciario
125	Tres Cantos	1988	fq-bfa
9	Arroyo de la Vega	1986-1990	fq-bfa-terciario
128	Valdebebas	1982-2000	bfa-nutrientes
66	Las Rejas	1977-2000	bfa-nutrientes
23	Casaquemada	1987-2000	fg-bfa
135	Velilla de San Antonio	1996-2008	fq-bfa
62	La Poveda	1987-1994	fq-bfa-terciario
Jarama aguas abajo del Manzanares			
117	Soto-Gutiérrez	1991-2002	bfa-deshidratación-terciario
121	Titulcia	2005	aireación prolongada
8	Aranjuez norte	2010	XX
7	Aranjuez Tajo	1989-2000	bfa-nutrientes-terciario

Fuente: Comunidad de Madrid - 2013 (http://www.madrid.org).

DEPURADORAS AFECTADAS POR MADRID EN MANZANARES Y JARAMA, POR AÑO DE CONSTRUCCIÓN

La China	1932	bfa-nutrientes	Tres Cantos	1988	fq-bfa
Las Rejas	1977-2000	bfa-nutrientes	Aranjuez Tajo	1989-2000	bfa-nutrientes-terciario
Valdebebas	1982-2000	bfa-nutrientes	San Agustín de Guadalix	1990-2008	fq-bfa-terciario
Butarque	1983	bfa-nutrientes	Soto-Gutiérrez	1991-2002	bfa-deshidratación-terciario
Sur	1983	bfa-selectores	Velilla de San Antonio	1996-2008	fq-bfa
Sur oriental	1983	bfa-nutrientes	Titulcia	2005	aireación prolongada
Viveros	1983-2001	bfa-zonificados	Culebro alto	2007	fa
Arroyo de la Vega	1986-1990	fq-bfa-terciario	Culebro bajo	2008	fa
Navarrosillos	1987	fq-bfa-terc	La Gavia	2008	bfa-nutrientes
La Poveda	1987-1994	fq-bfa-terciario	Aranjuez norte	2010	XX
Casaquemada	1987-2000	fq-bfa			
Santillana	1988	fq-bfa			

Fuente: Comunidad de Madrid - 2013 (http://www.madrid.org).

fa: fangos activados con digestión anaerobia; bfa: biológico fangos activados; fq: tratamiento físico químico; terc: tratamiento terciario.

MEJORAS DEL SANEAMIENTO DE MANZANARES, JARAMA Y TAJO, CON MOTIVO DE LA M-30

Manuel Melis, Ingeniero de Caminos
Responsable de la remodelación de la M-30

El gran proyecto de la M-30 incluyó una serie de mejoras en el saneamiento de Madrid, con especial referencia a la evacuación de aguas de lluvia contaminadas y a las puntas de caudal originadas por las tormentas. Tras varias reuniones técnicas a principios de 2004, se logró explicitar claramente los tres graves problemas del cauce del río Manzanares en la zona urbana, que quería resolver la Confederación Hidrográfica del Tajo aprovechando el soterramiento de la M-30:

1. El grave riesgo actual de inundaciones en Madrid. Una onda de avenida de 750 m^3/s correspondiente a un período de retorno de 500 años[2] produciría, en caso de no ser parcialmente laminada mediante los embalses de Santillana y El Pardo, gravísimas inundaciones, con alturas de la lámina de agua superiores a 2,5 m, desde el Puente de los Franceses, hasta los puentes del nudo Sur.

2. La gravedad e ilegalidad de los actuales vertidos de fecales al río. Los vertidos de escorrentía de los colectores de margen al río, ocurridos al tratarse de una red no separativa, muestran diluciones inferiores a 5:1 que es el límite exigido en el Plan Hidrológico del Tajo.

3. El grave deterioro de la calidad del agua del río Manzanares producido aguas abajo de las depuradoras existentes, desde la depuradora Sur hasta Vaciamadrid, tramo comprendido dentro del Parque Regional del Sureste.

Estos viejos problemas no se habían estudiado en profundidad hasta que se planteó el soterramiento de la M-30. En el riesgo de inundaciones, el soterramiento de la M-30 implicaba una notable mejora en las condiciones de seguridad del tráfico, pues la lámina de agua de un caudal de 750 m^3/s queda por debajo de los accesos a los túneles. En estos casos de graves inundaciones, los sistemas de control habrían cerrado los túneles al tráfico con suficiente antelación pero, entre los 750 m^3/s y los 425 m^3/s (correspondientes a unos 60 años de período de retorno) se producirían daños extraordinariamente graves al tráfico rodado en superficie y a las viviendas adyacentes.

Los vertidos de pluviales contaminadas se abordaron con tres acciones: el incremento de la capacidad de los colectores de margen hasta el caudal equivalente a 17 veces el caudal punta de aguas fecales en tiempo seco; la disposición de estanques de tormentas en la conexión de los colectores tributarios de cada cuenca con los colectores de margen, y la ejecución de balsas en la proximidad de las depuradoras con capacidad para almacenar, sin vertidos, la diferencia entre los volúmenes acumulados entrantes y los volúmenes salientes tratados por las depuradoras.

Por último, el deterioro de la calidad del agua estaba totalmente fuera del marco de trabajo planteado por el soterramiento de la M-30. En consecuencia, el presupuesto del soterramiento de la M-30 en la zona del río se aumentó para resolver estos problemas. Se trataba de problemas ya previstos por los técnicos de Medio Ambiente del Ayuntamiento de Madrid, dirigidos por el Ingeniero de Caminos Félix Cristóbal, pero durante décadas no se consiguió movilizar los presupuestos necesarios para su solución.

Como resultado de todo ello se incluyeron en el proyecto de soterramiento de la M-30 los enormes colectores de cada margen actuales, con secciones que llegan a los 4,0 x 3,5 m. Se construyó también el actual sistema de tanques de tormenta, donde se almacenan las aguas sucias de lluvia y se bombean a las depuradoras. Para cada colector tributario se construyó una cámara de descarga que alimenta tanto el colector de margen como el aliviadero correspondiente. Se construyeron también los tanques de almacenamiento de cola, necesarios para retener el agua combinada (fecales + lluvia) que no puede ser tratada por las depuradoras por exceder su capacidad.

Los 32 tanques previstos tenían un volumen total de 622.000 m^3 en la margen izquierda, y de 276.000 m^3 en la margen derecha. Se habían proyectado en forma de grandes túneles de las dimensiones de los túneles de Metro, enterrados bajo las calles. Todos los tanques exigían un bombeo de gran altura para devolver las aguas negras a los colectores cuando las depuradoras pudieran tratar el caudal. Los tanques de tormenta y las balsas de cola o de almacenamiento finalmente construidos[3] tienen una capacidad total de 1,35 millones de m^3.

Además de estos trabajos, el equipo del Ayuntamiento atacó y resolvió definitivamente el problema de los colectores de los Abroñigales. Estos colectores de los años 60 y 70 son 3, denominados A, B y C, y, como se ha dicho, su escasa capacidad los hacía entrar en carga frecuentemente[4]. El coste total de estas actuaciones de saneamiento de Madrid es superior a los 1.500 millones de euros, aunque sin datos exactos de las obras construidas por el Ayuntamiento.

(Texto Manuel Melis).

TANQUES DE TORMENTA Y LAS BALSAS DE COLA CONSTRUIDOS (m^3 DE CAPACIDAD)

Arroyofresno	400.000	Cantarranas	3.270	General Ricardos	1.950
Butarque	400.000	San Bernardino I	660	Antonio Leyva	1.550
Abroñigales	206.000	San Bernardino II	170	Calle Toledo	2.120
La China	130.000	Marqués Monistrol	680	Santa María Cabeza	1.300
Pozuelo	30.000	Cuesta San Vicente	3.135	Canalización	2.420
Valdemarín	15.000	Paseo Extremadura	2.800	Delicias-Viñuelas	2.900
Total	**1.181.000**	Paseo Melancólicos	1.370	Interceptor Marg. Derecha	7.870
		San Rufo	1.090	Embajadores	1.200
		San Ambrosio	1.464	González Feito	2.944
		Via Carpetana	2.180	Pradolongo	1.503
		Total	**16.819**	San Martín Vega	434
				Oliva	5.400
				La Gavia	55.000
				PAU Carabanchel	15.500
				Estanque Plata-Castañar	27.090
				Arroyo Los Migueles	18.750
				Estanque de Valdebebas	6.400
				Total	**154.331**

[2] Período para el cual se deben dimensionar actualmente las obras hidráulicas.

[3] Las grandes balsas de cola de almacenamiento hasta que las depuradoras pueden recibir los caudales son las de Arroyofresno, Butarque, Abroñigales, La China, Pozuelo y Valdemarín. El equipo del Ingeniero Félix Cristóbal había dejado prácticamente acabadas las de La China y Pozuelo, y el nuevo equipo de Medio Ambiente del Ayuntamiento, dirigido por los Ingenieros de Caminos Pedro Catalinas y Fernando López Ortún construyó el resto de estas enormes instalaciones.

[4] El equipo de Catalinas y López Ortum construyó un depósito interceptor de los tres colectores y desde allí un nuevo gran colector de 6,5 m de diámetro que desagua en el nuevo gran tanque de Abro.

EL CANAL DE ISABEL II EN LA CIUDAD DE MADRID

Adrián Martín, Ingeniero de Caminos
Director General Canal Gestión (Canal de Isabel II)

El origen

Canal de Isabel II nació para dar respuesta a un grave problema de abastecimiento de agua en la ciudad de Madrid, allá por 1851. La ciudad y la empresa han cambiado enormemente desde entonces, y gran parte de esa transformación es obra de los que, en su día, decidieron crear la empresa y apostar por infraestructuras que siglo y medio después siguen dando servicio a los madrileños.

La capital tenía en aquel momento unos 210.000 habitantes y se consumían unos 2.000 m^3 de agua al día. Los ingenieros diseñaron unas infraestructuras con capacidad para transportar 328.000 m^3 al día, por lo tanto una infraestructura que superaba en más de 150 veces lo que se disponía hasta entonces. En su momento fue la mayor obra hidráulica realizada en Europa.

Esta decisión permitió que el abastecimiento de agua a la capital de España estuviese garantizado, al menos en cantidad, durante los siguientes 70 años, cuando Madrid superaba ya el millón de habitantes.

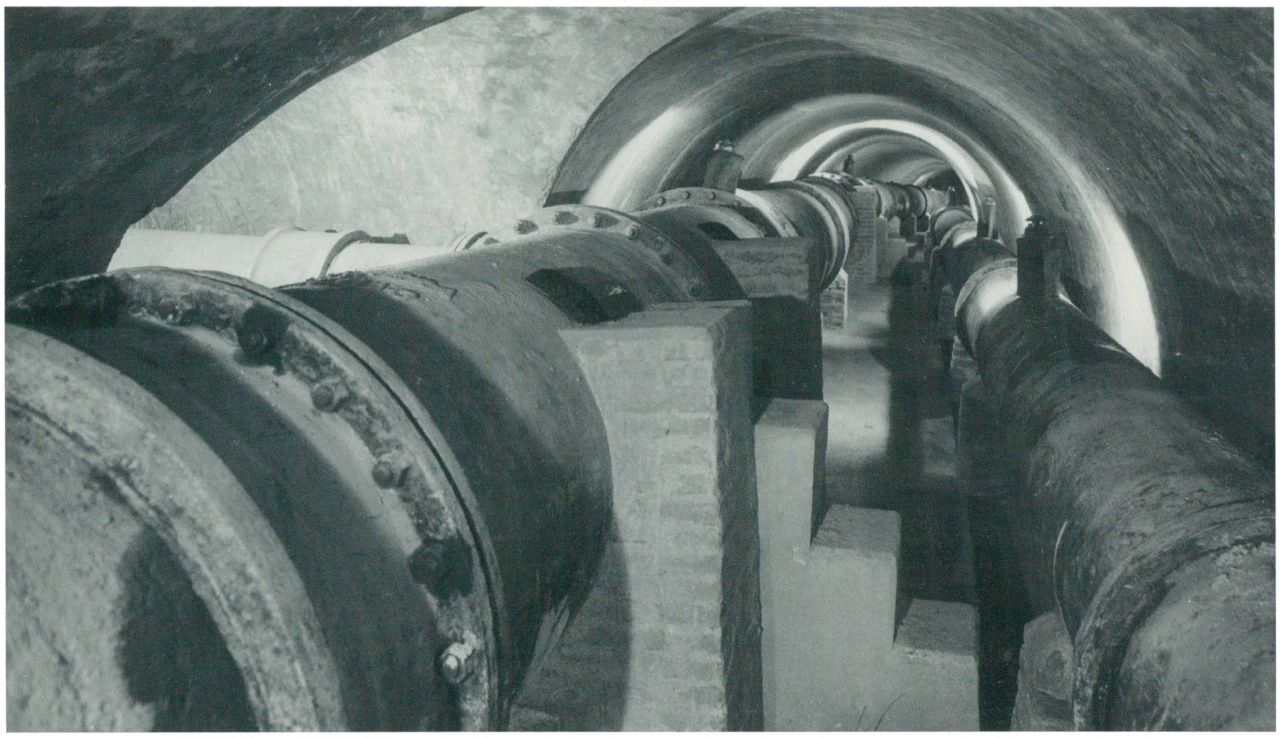
Muchas son las ocasiones en las que las decisiones adoptadas están condicionadas por el presupuesto o por solucionar un problema a corto o medio plazo. Si éste hubiese sido el planteamiento en dicho instante, no cabe la menor duda de que Madrid hoy sería distinta a como la conocemos.











Crecimiento planificado

Es imprescindible significar que las redes de distribución de agua, al igual que las de alcantarillado, dan servicio a las viviendas, comercios, parques, etc., y no a las personas; pues antes de que se habite una casa, antes de poder realizar compras o antes de plantar unos árboles en un parque deben existir las redes de abastecimiento y alcantarillado.

Hoy en día los procesos de planificación de una ciudad están muy reglados. Madrid tiene su Plan General de Ordenación Urbana, que se va modificando a lo largo de los años. Los servicios de abastecimiento de agua y saneamiento no pueden ser un obstáculo para esa modificación sino que tiene que acompasarse para permitir los nuevos desarrollos. Éstos, en muchos casos, están próximos a zonas ya consolidadas y por lo tanto interfieren al utilizar parte de las infraestructuras que fueron construidas sin tenerlos, lógicamente, en cuenta. Su dimensionamiento, si se hizo correctamente, podría verse comprometido y es necesario recalcular dichas infraestructuras.

Canal de Isabel II Gestión realiza informes al planeamiento para indicar qué infraestructuras son necesarias para dar un servicio de calidad a los nuevos desarrollos, y que la calidad no disminuya en las zonas ya consolidadas. Además se valoran dichas infraestructuras y se establecen las repercusiones económicas que las mismas tendrán en cada uno de los nuevos desarrollos.

Segundo anillo de distribución

En los últimos años, Madrid ha crecido de forma espectacular, más en el número de viviendas que en población, y se han creado nuevos barrios. Para dar respuesta a estas nuevas demandas y teniendo en cuenta que las infraestructuras ya se encontraban comprometidas, se decidió realizar lo que hemos venido en denominar segundo anillo de distribución.

El segundo anillo tiene sus extremos en las estaciones de tratamiento de agua de Colmenar, con una capacidad de tratamiento de 16 m^3/s, y Valmayor, que en los últimos años ha pasado de 6 a 12 m^3/s de capacidad. Su longitud es de 140 km y está conformado por 2 tuberías de 1.400 mm de diámetro. En una primera fase se está tendiendo una única tubería que es capaz de transportar 3 m^3/s, es decir, podría abastecer a un millón de personas.

El segundo anillo se apoya en gran parte de su trazado en el desarrollo de la autovía M-50 y tiene ramales tanto hacia el interior de dicho trazado como hacia el exterior. Esta gran inversión, además de aliviar las restricciones que tenía la red estratégica de distribución, permite conectar las dos fuentes principales de abastecimiento a Madrid, pues la planta de Colmenar trata el agua procedente de los ríos Lozoya, Jarama y Guadalix, y la planta de Valmayor la de origen en el Guadarrama y Alberche. Por ello, esta infraestructura contribuye en gran medida a aumentar la garantía del abastecimiento a la región, lo que permitirá disminuir los episodios de escasez que, en los últimos 25 años, se han presentado con una frecuencia mayor a la deseada.













La red de distribución: renovación y sectorización

A comienzos de la década de los 90, en España hubo una sequía muy severa. En esos años, Canal de Isabel II adoptó una serie de decisiones sobre la mejora de la eficiencia de las redes de distribución que hoy siguen estando vigentes, nos referimos a la renovación de las redes de distribución.

Todos los años se renuevan entre 150 y 200 km de tuberías que están fuera de norma, por el material con que fueron construidas, por tener un diámetro inferior al adecuado o por soportar una presión superior para la que fueron instaladas. Aunque es muy importante el esfuerzo que se está haciendo para esta renovación, hay que destacar que estos ratios de renovación suponen sólo el 1% de la red actual, es decir, a este ritmo se tardarán 100 años en renovar toda la red.

Además de esta inversión, durante los últimos 10 años se está trabajando en la sectorización de la red, se trata de hacer una compartimentación física de la misma en 550 zonas que permita determinar la cantidad de agua introducida en el sector y la presión máxima del agua en dicha zona. Esta nueva forma de configurar la red, además de mejorar el conocimiento sobre el rendimiento de la misma ha permitido disminuir en un 30% el número de roturas, lo que sin duda es bien percibido por los madrileños.

Agua de excelente calidad

El agua de Madrid siempre se ha caracterizado por ser de una calidad excelente, sin duda la sierra de la Comunidad de Madrid, mayoritariamente granítica, ha contribuido a esta realidad, pero no es menos cierto que en los últimos años se han ido incorporando fuentes de inferior calidad; la más reciente la que tiene su origen en el río Tajo. Para poder tratar este agua se construyó una estación de tratamiento que por medio de una ósmosis inversa elimina los sulfatos que contiene. Esta infraestructura ha permitido aumentar la garantía del abastecimiento de forma significativa, ya que los embalses de cabecera del Tajo tienen una gran capacidad de almacenamiento y los regímenes de aportaciones son diferentes a los de la sierra de Madrid.

El objetivo que se ha establecido es conseguir que el agua tenga las mismas características organolépticas: olor, color y sabor, durante todo el año. Esto no es fácil puesto que el agua en origen se va modificando a lo largo del año dependiendo, entre otras cosas, del volumen de agua en los embalses y de la mayor o menor presencia de algas en el agua. Para lograrlo se está dotando a las estaciones de tratamiento de filtros de carbón activo. Ya hay cinco plantas que cuentan con ellos y en el futuro lo tendrán todas.

La legislación en cuanto a la calidad del agua para consumo humano, tanto en Europa como en España, es más restrictiva con el paso de los años y se van prohibiendo o limitando la utilización de determinadas sustancias tanto en los procesos de tratamiento como en los de desinfección. Esto hace que de forma permanente se estén mejorando todos los procesos. Así, por ejemplo, las cantidades permitidas de cloro libre y combinado presentes en el agua han disminuido de forma importante; lo que ha supuesto la instalación de 44 recloraminadoras a lo largo de la red.







La importancia del alcantarillado

El sistema de recogida de las aguas residuales y de lluvia, alcantarillado, es imprescindible. De su mantenimiento y explotación depende que no haya olores desagradables en la ciudad y que los períodos de inundaciones en episodios de lluvia se limiten a los debidos a intensidades superiores para las que fueron dimensionadas.

Dos circunstancias pueden agrandar este problema: el aumento de la superficie urbanizada, lo que supone un mayor volumen de agua a conducir a través del alcantarillado, y el posible aumento de la intensidad de las lluvias, como consecuencia del cambio climático.

En los últimos años se han puesto en marcha unos programas de mantenimiento de estas redes que garantizan el funcionamiento óptimo de las mismas. Además, los modelos matemáticos permiten conocer su comportamiento ante episodios de lluvia con diferentes intensidades y duraciones. Un buen modelo matemático requiere una definición lo más precisa posible de la red. En este sentido, se está trabajando en la topografía de la misma, tanto de la red en sí como de los pozos, pues es por ellos por donde sale el agua si la red entra en carga. Para que los resultados del modelo reflejen la realidad, la precisión de dicha topografía debe ser submilimétrica, lo que pone de manifiesto su dificultad. El objetivo es que en el año 2015 esté modelizada toda la red de saneamiento de la ciudad, más de 4.000 km.

Depuración y sostenibilidad medioambiental

Hace años que se inició la construcción de las estaciones depuradoras de aguas residuales en Madrid. En este momento, hay 8 operativas para toda la ciudad, y todas las aguas residuales generadas son tratadas en ellas. Los últimos retos a los que se ha tenido que hacer frente en materia de depuración han sido: por un lado, el tratamiento de las primeras aguas de lluvia y, por otro, la eliminación de nutrientes.

El primero, el tratamiento de pluviales, se ha resuelto con la construcción de más de 60 tanques de tormenta que almacenan el agua primera de lluvia, que es la que acumula mayor contaminación, para proceder a su limpieza cuando cesa la lluvia y las depuradoras tienen capacidad para tratarla. Este tratamiento ha supuesto unas inversiones notables para un uso esporádico de las mismas.

El segundo, la eliminación de nutrientes, se ha dividido en dos: fósforo y nitrógeno. El fósforo se elimina ya en todas las depuradoras, bien por vía biológica o química. En los últimos cinco años, se ha hecho un esfuerzo inversor considerable, además de unos gastos de explotación crecientes. En cuanto a la eliminación de nitrógeno, la solución se presenta










Panter
Vtc 3000


GROVE





más difícil pues, hasta hoy, la forma más eficiente de eliminarlo es por vía biológica y, para ello, se requiere de tiempos de estancia en la depuradora dobles a los actuales. Esto sólo se consigue aumentando la superficie de los reactores biológicos. El problema es que en la mayor parte de los casos las depuradoras se encuentran en unas localizaciones que no es posible ampliar, por lo tanto es un reto para el futuro.

Agua regenerada

En los últimos años, Canal de Isabel II ha apostado firmemente por obtener nuevos recursos hídricos, y en este sentido destaca la fuerte apuesta realizada en la regeneración de aguas residuales depuradas. La reutilización ha pasado a ser uno de los componentes esenciales de la gestión integral del recurso y contribuye significativamente al incremento neto de la disponibilidad de agua para Madrid.

Para ello, se han desarrollado a un ritmo creciente las actividades de producción y distribución de agua regenerada, con el fin de que sustituya al agua potable en aquellos usos que no requieren un suministro de agua de excelente calidad como la potable. Entre éstos se encuentran el baldeo de calles, el riego de parques públicos y campos de golf, además de algún uso industrial. De esta manera, la red de agua regenerada ya supera los 300 km, 82 de ellos en la ciudad de Madrid, posibilitando el riego de más de 1.000 ha en 28 zonas verdes de la capital. El pasado 2012, en los 28 tratamientos terciarios en funcionamiento, llegó a producir un volumen de agua regenerada equivalente al consumo de una población de 100.000 habitantes.

Sistemas avanzados de comunicaciones y telecontrol

La adecuada gestión de todos los procesos y de todas las instalaciones que permiten abastecer a los madrileños y que garantizan la calidad ambiental de los ríos que reciben el agua depurada, implica la necesidad de contar con sistemas avanzados de comunicaciones y telecontrol. Sistemas que además permiten aumentar la eficiencia.

El Canal siempre ha apostado por la innovación y el desarrollo tecnológico a la hora de enfrentarse a los retos que plantea la gestión del ciclo integral del agua. Por ello, ya en 1983, Canal de Isabel II fue pionero en el desarrollo e implantación de sistemas avanzados de telecontrol y comunicaciones. Actualmente, se cuenta con un complejo y sofisticado sistema de monitorización que está entre los más avanzados del mundo. Gracias a los más de 15.000 instrumentos de medida instalados en los sistemas de abastecimiento, saneamiento y reutilización que generan 12.000 datos por minuto, se puede conocer, en tiempo real, la situación hidráulica de la red de aducción, distribución, saneamiento y reutilización, así como el estado de la calidad de las aguas, estado de los embalses y captaciones de aguas subterráneas.

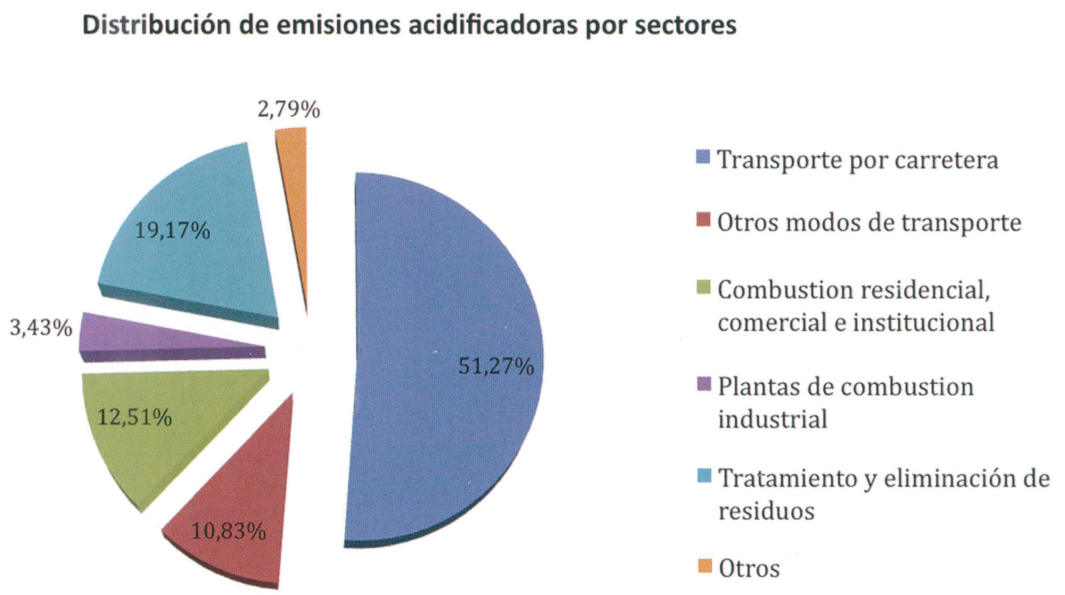
Esta monitorización se realiza desde el Centro Principal de Control donde también se encuentra integrado el sistema de gestión de las incidencias por falta de agua o por averías en la red. Las llamadas de los ciudadanos se reciben en el call center donde se registran informáticamente y se localizan geográficamente, usando una aplicación de producción propia, integrada con el sistema de información geográfica y con dispositivos móviles.

Compromiso con el futuro

La historia de Canal de Isabel II y de la ciudad de Madrid se han acompañado en los últimos 160 años. El crecimiento demográfico unido al desarrollo económico y bienestar social de la capital ha sido posible, entre otras cosas, gracias a la garantía de un suministro de agua de calidad y a unas condiciones de salubridad óptimas. El compromiso con el futuro de esta gran ciudad es seguir abordando los retos que plantea una gestión eficiente del ciclo integral del agua con la misma dedicación, esfuerzo e ilusión, como se ha hecho durante más de 160 años de historia conjunta.

Para conseguirlo, la empresa acaba de iniciar una nueva etapa en su modelo de gestión. Separando por un lado el ente público regulador, Canal de Isabel II, y, por otro, la sociedad anónima operadora, Canal de Isabel II Gestión. Con este importante paso, se ha conseguido un modelo empresarial más dinámico y acorde con un entorno tan cambiante como el actual. Todo con el fin de afianzar y potenciar uno de los mejores sistemas de gestión del ciclo integral del agua del mundo, el de la ciudad de Madrid.

(Texto: Adrián Martín)



Distribución de emisiones acidificadoras por sectores.

Calidad del aire

Como en el resto de grandes ciudades europeas, las emisiones del tráfico, las residenciales de calefacciones o cocinas y de actividades como la construcción y demolición son las principales causas de la contaminación atmosférica en Madrid. Pero la estructura urbana y el clima aumentan el impacto de esas emisiones, principalmente del tráfico, en los niveles de contaminantes del aire ambiente respecto al centro y norte de Europa.

Por un lado, la conformación de la ciudad con una alta densidad de edificios altos provoca un efecto de pantalla de las emisiones del tráfico rodado. Eso dificulta la dispersión de los contaminantes, incrementando los niveles de éstos en el aire ambiente. Por otro, la ausencia de precipitaciones durante largos períodos impide el lavado atmosférico y favorece los procesos de resuspensión por el tráfico rodado del material particulado depositado en los firmes. Así mismo, la elevada radiación en los meses estivales se traduce en un incremento de los niveles de partículas secundarias, óxidos de nitrógeno y ozono.

Impacto del tráfico

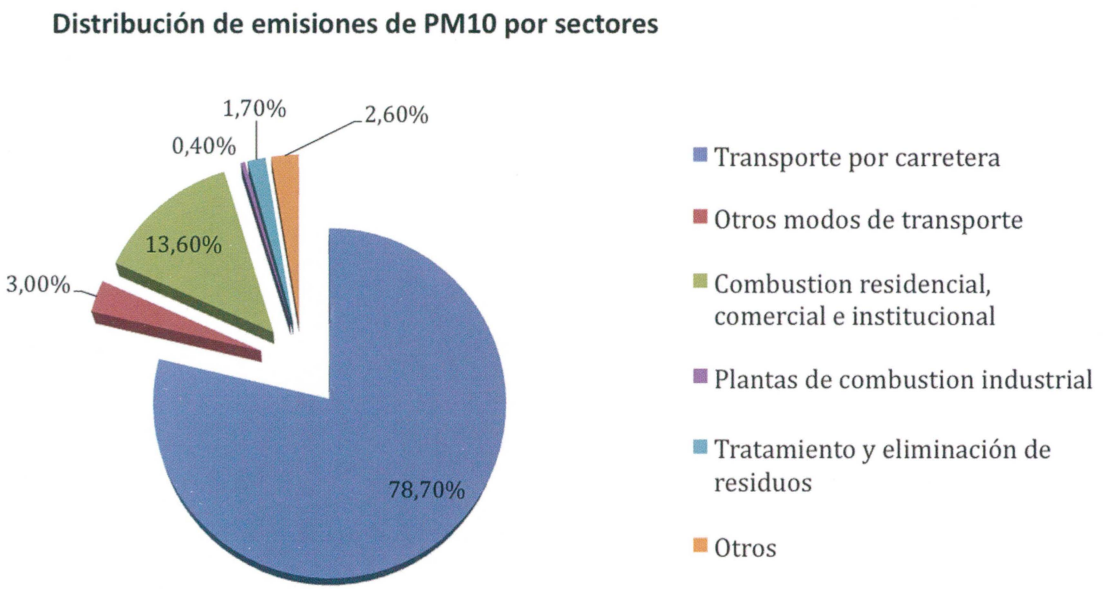
Como puede verse en el gráfico, el sector transporte es la principal fuente de emisión de sustancias acidificantes en la capital. Si consideramos únicamente la generación de óxidos de nitrógeno (NOx), actualmente el contaminante más problemático en la ciudad, la contribución del sector del transporte por carretera asciende hasta el 64%.

El impacto del tráfico rodado en la generación de materia particulada es aún mayor, casi del 80%, tal como muestra la siguiente figura que recoge la contribución de los diferentes sectores a las emisiones de partículas menores de 10 µm, denominadas PM10.

Estaciones fijas de medida

Los contaminantes que se encuentran en el aire de Madrid se controlan mediante redes de estaciones fijas de medida, ubicadas en la vía pública y en los diferentes tipos de espacios urbanos que existen en la ciudad, en función de las fuentes emisoras presentes: zonas del núcleo urbano con presencia de tráfico (estaciones de tráfico), parques urbanos o zonas tranquilas más alejadas del centro (estaciones de fondo urbano), grandes zonas verdes o parques periurbanos (estaciones suburbanas) y zonas industriales o centros logísticos (estaciones industriales).

En España, la evaluación de la calidad del aire es responsabilidad de las Comunidades Autónomas y de aquellos municipios con más de 250.000 habitantes, mientras la Administración central coordina el proceso y aglutina la información para la Unión Europea. Por ello, la calidad del aire del área urbana de Madrid es controlada por dos



Distribución de emisiones de PM10 por sectores. Inventario de emisiones de la ciudad de Madrid correspondiente al año 2010.

redes de medida con un total de 39 estaciones (24 en el municipio de Madrid y 15 pertenecientes a la Red de la Comunidad de Madrid). Estas estaciones de medida de la calidad del aire disponen de analizadores automáticos en continuo o de captadores manuales para el control de los contaminantes regulados.

Contaminantes

Los datos de las redes de medida de la calidad del aire de la zona metropolitana muestran que en los últimos años se ha producido una mejora notable en los niveles de dióxido de azufre, monóxido de carbono, plomo y benceno, siendo en la actualidad sus concentraciones muy inferiores a los objetivos de calidad establecidos por la Unión Europea. Pero, al igual que en el resto de las grandes ciudades europeas, persisten problemas relacionados con el dióxido de nitrógeno; puntualmente, con las partículas en suspensión y con el ozono troposférico en época estival [37].

Las mayores concentraciones de óxidos de nitrógeno y de partículas se alcanzan normalmente en las horas centrales del día, en estaciones de tráfico y zonas del centro urbano y en períodos de estabilidad atmosférica con ausencia de precipitaciones y viento.

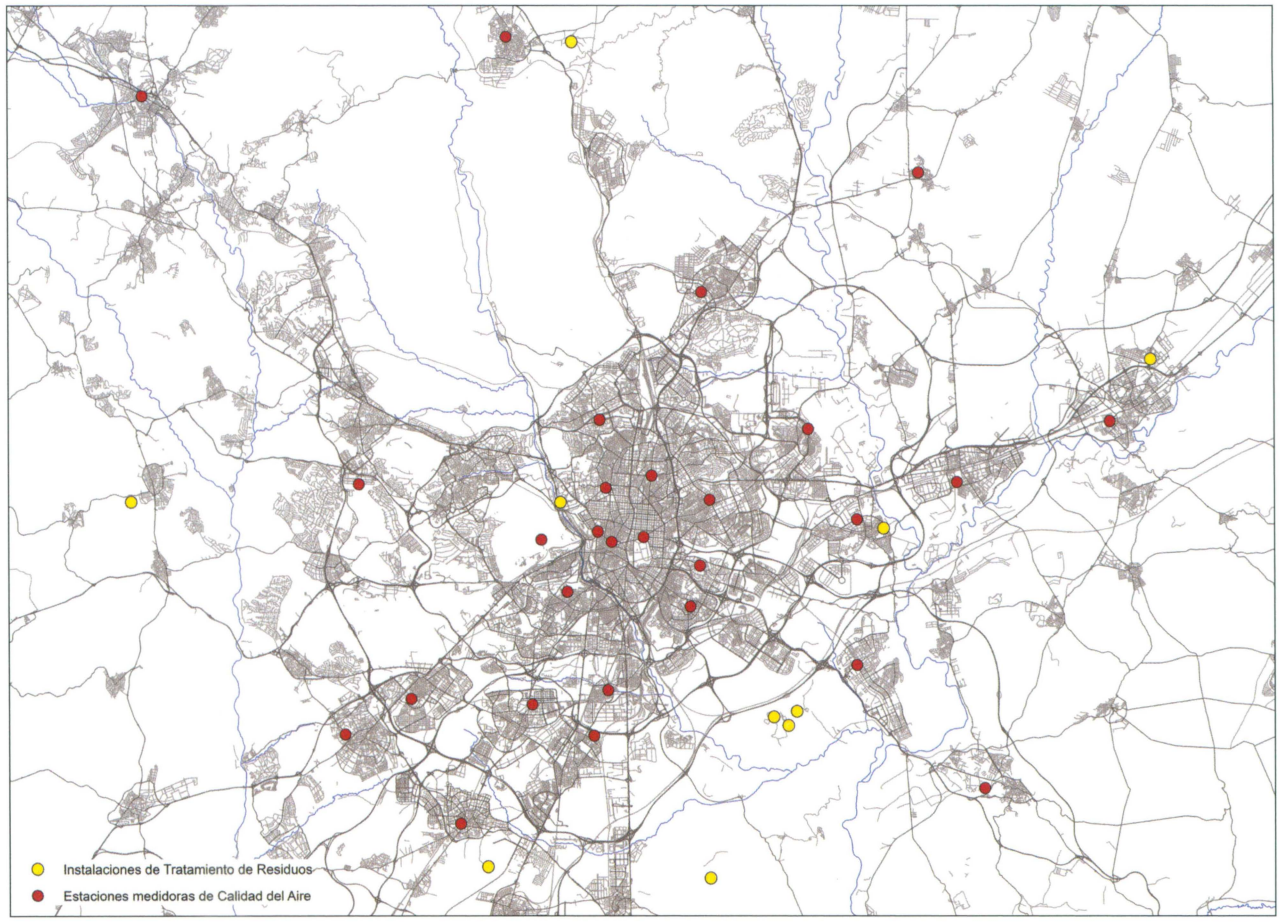
Ozono

En cuanto al ozono, su concentración en un punto de la superficie responde en cada momento al balance entre sus procesos de aporte y eliminación, dado que se trata de un contaminante secundario. Por un lado, el ozono se forma in situ, por transformaciones fotoquímicas de precursores emitidos desde fuentes naturales o antropogénicas, favorecidos por la radiación solar y de carácter cíclico diario y estacional. Los principales compuestos precursores del ozono son los óxidos de nitrógeno y los compuestos orgánicos volátiles. Por otro lado, también es transportado desde otros lugares por el viento y puede permanecer en la atmósfera (en el aire) durante días o semanas.

En contrario, el ozono se elimina por reacciones químicas entre los compuestos presentes en la atmósfera —donde actúa como compuesto oxidante— o por ser arrastrado por los movimientos atmosféricos en horizontal (advección) o en vertical (turbulencia mecánica o convectiva). Así, las concentraciones más altas de ozono se alcanzan en verano, en las horas más calurosas del día y en lugares alejados de los focos de emisión de sus precursores, como las zonas periurbanas o los espacios verdes situados a las afueras de Madrid [203].

Contaminación sobre Madrid





Mapa estaciones con caracterización

Gestión de residuos en Madrid

Los residuos generados en Madrid y su área metropolitana se gestionan de forma diferenciada. Según donde se originan, los residuos se consideran urbanos, industriales, residuos de construcción y demolición (RCD), etc. Según su composición, se consideran peligrosos o no peligrosos, de acuerdo con la normativa, estatal o europea.

Son peligrosos si contienen sustancias que les confieren ese carácter o que representan un riesgo para la salud humana, los recursos naturales o el medio ambiente. Por ejemplo, sustancias inflamables, explosivas, tóxicas, irritantes, corrosivas, infecciosas o cancerígenas. También se consideran peligrosos los recipientes y envases que hayan contenido estas sustancias. Los residuos peligrosos están sujetos a un control mayor en todas sus fases y los demás son considerados residuos no peligrosos.

Procesos, reciclado y valorización

Para la gestión de todos ellos, de acuerdo con las directrices europeas, se favorece, en primer lugar, la reducción en origen, es decir la disminución en la generación, seguida de la reutilización, el reciclado y otras formas de valorización, frente a la eliminación como último recurso.

Los residuos industriales son recogidos y clasificados en sus lugares de origen, donde se entregan a gestores autorizados para su valorización o eliminación. Los procesos de valorización de residuos industriales incluyen el reciclado o recuperación de compuestos metálicos u otras materias inorgánicas, la regeneración de ácidos o de bases, la recuperación o regeneración de disolventes u otros materiales orgánicos, la regeneración de aceites y la utilización como combustible o como otro medio de generar energía. En 1987 se empezó a planificar su disposición en la Comunidad de Madrid [104].

Residuos de construcción

Los residuos de construcción y demolición (RCD) han constituido uno de los principales flujos de residuos en el área urbana de Madrid en los últimos años, llegando a alcanzar un volumen de seis millones de toneladas al año. De éstos, los excedentes de la excavación y los movimientos de tierras no contaminadas se reutilizan en la misma obra, en una obra distinta o en actividades de restauración, acondicionamiento o relleno de explotaciones mineras. El resto de RCD, habitualmente generados por el sector de la construcción, se gestiona en plantas específicas de reciclaje, donde se clasifican y trituran.

En la actualidad existen en la región 21 instalaciones de tratamiento de RCD autorizadas, de las cuales 10 se encuentran situadas en el área urbana de Madrid, y 4 vertederos de residuos inertes de construcción y demolición, dos de ellos en Madrid.

Residuos en Madrid

Los residuos urbanos son gestionados por los ayuntamientos, de forma individual como el de Madrid, o mancomunada. Cada madrileño produce algo más de 1 Kg diario de residuos, lo que supone casi dos millones de toneladas al año de residuos domiciliarios en el área urbana. Su gestión se realiza de forma diferenciada, tras la separación en origen de los residuos en los hogares o lugares de generación. Los principales flujos de residuos ur-





Planta de reciclaje de Valdemingómez [Foto: Iñaki Ábalos]

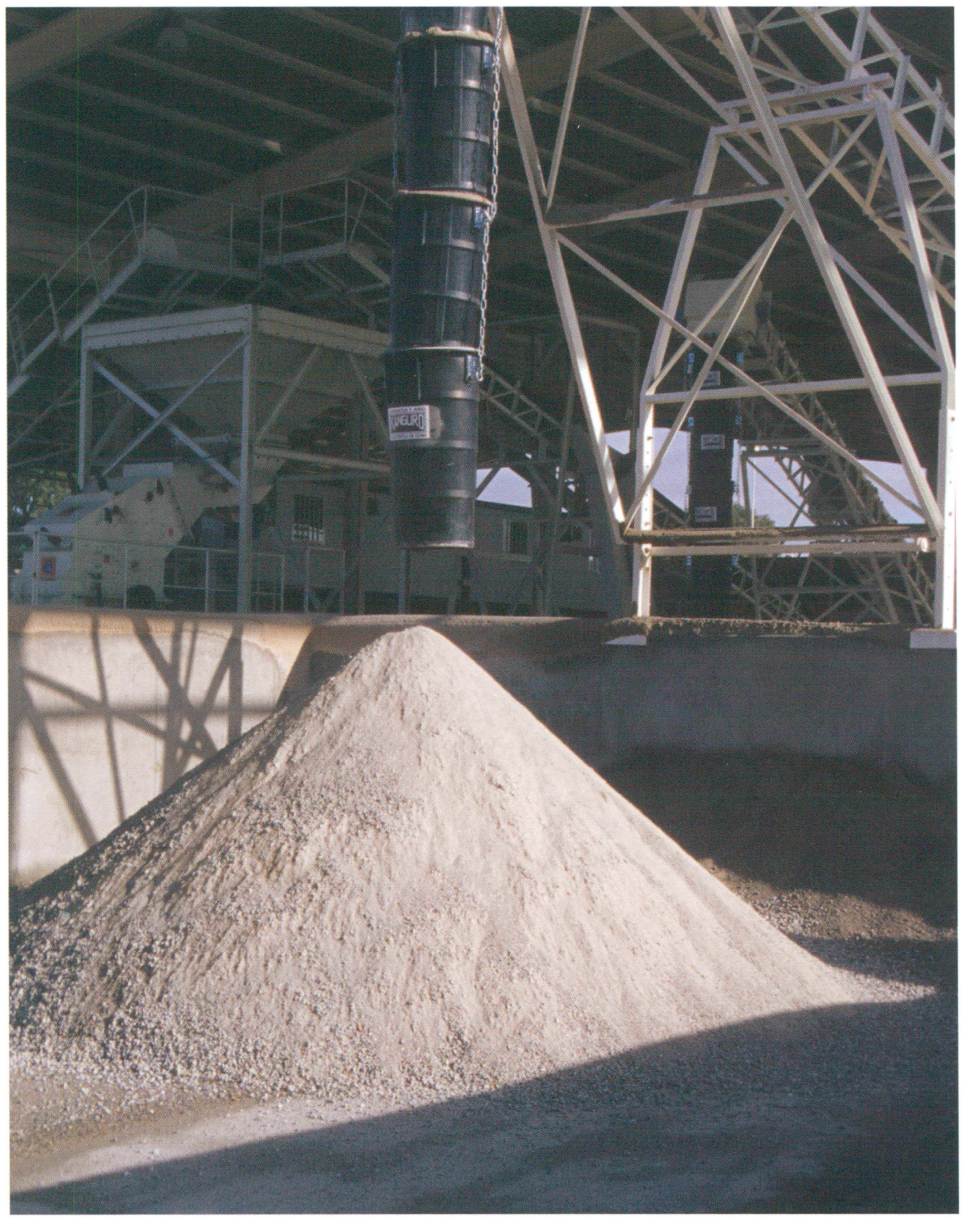
banos son la recogida selectiva de los residuos de envases ligeros, vidrio, papel y cartón, restos de poda, etc., que se reutilizan o reciclan, y la recogida del resto de residuos urbanos que se destinan a incineración o vertido. Los residuos peligrosos domiciliarios (pilas, baterías, aceites, pinturas) se recogen en los puntos limpios, instalaciones municipales donde se clasifican y separan para ser entregados a los distintos gestores autorizados.

Los residuos de vidrio y los de papel y cartón se recogen en contenedores situados en la vía pública y son entregados a gestores autorizados para su reciclaje, normalmente mediante incorporación a los propios procesos productivos de estos materiales. Suponen, respectivamente, el 3% y el 4% de los residuos urbanos gestionados en Madrid.

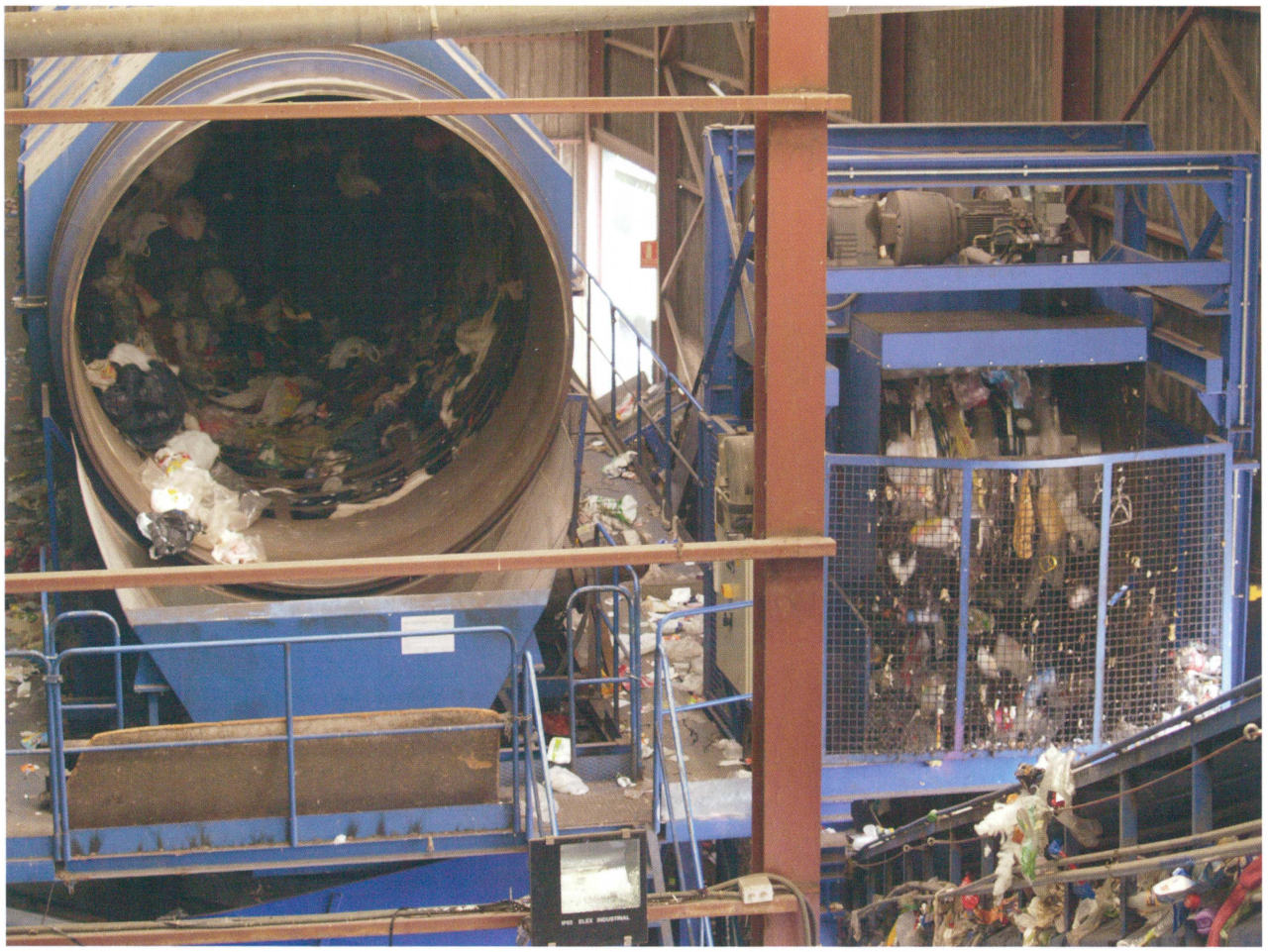
Envases, clasificación y separación

Los residuos de envases ligeros (5%) se recogen en la denominada bolsa amarilla en los domicilios o en contenedores situados en la vía pública y se trasladan a alguna de las seis plantas de clasificación de la zona metropolitana, donde sufren un proceso de triaje y clasificación con objeto de recuperar su fracción valorizable.

En el proceso de clasificación se separan los envases de materiales férricos mediante un electroimán, los envases de aluminio mediante un separador de Foucault, los bricks mediante un lector óptico y los envases de PET o PEAD mediante procesos de filtrado, separación volumétrica y selección manual. Una vez separados, estos materiales



Árido reciclado en la planta de residuos de construcción y demolición de Navalcarnero



Trómel de separación volumétrica de la Planta de Clasificación de Envases de Pinto

son prensados y dispuestos en balas para ser remitidos a los correspondientes centros recicladores, desde donde son reincorporados al circuito comercial.

El rechazo de las plantas de clasificación se compone de las bolsas de la basura y los envoltorios plásticos, que se recogen a través de unos grandes aspiradores al comienzo del proceso, y del resto de los plásticos no reciclables, que son recuperados como una mezcla que se elimina mediante incineración o vertido.

Compostaje y biogás

Los residuos urbanos biodegradables que son recuperados del triaje de la primera bolsa o bolsa de resto, más los de parques y jardines y los lodos procedentes de la depuración de aguas residuales son reciclados para producción de compost o para su transformación en combustible. Existen seis plantas de compostaje en el área urbana de Madrid, donde se producen unas 76.000 t/año de compost, y tres plantas de biometanización que generan anualmente alrededor de 16.400 m^3 de biogás. Esta mezcla de gases, 2/3 de metano y 1/3 de dióxido de carbono, puede ser utilizada para la producción de vapor, electricidad y calor o, previa purificación, como combustible semejante al Gas Natural.

Por último, los residuos domiciliarios recogidos de forma indiferenciada en la primera bolsa suponen un 75% del total y son recogidos y trasladados a los centros de tratamiento integral del área urbana. El destino mayoritario de estos residuos es su incineración con recuperación de energía o su vertido en depósito controlado, aunque también se recicla una parte de su fracción orgánica para la producción unas 270.000 t/año de compost o 160.000 t/año de biogás.

Incineración y residuos peligrosos

En la incineradora de residuos sólidos urbanos de Valdemingómez se generan unos 230 GWh/año a partir de unas 300.000 t de residuos. En cuatro depósitos de residuos urbanos, situados en Madrid, Pinto, Alcalá de Henares y Colmenar Viejo se deposita una media de un millón de t/año de residuos sin tratar, voluminosos o procedentes de la primera bolsa, y 0,5 millones de t/año de rechazos del resto de instalaciones. En estos vertederos y el situado en San Fernando de Henares —clausurado en 2010— se producen entre 80 y 90 millones de m^3 de biogás al año.



Compost producido en la Planta de compostaje y biometanización de Pinto

De los residuos peligrosos gestionados en el área urbana de Madrid, se recicla el 31%, principalmente envases, disolventes, metales y aceite. El 22% se somete a algún tipo de tratamiento previo para su valorización, como es el caso de las baterías que, tras su descontaminación, son trituradas para el aprovechamiento de los metales que las componen. El resto, que supone el 47%, es vertido en el depósito de seguridad de San Fernando de Henares, donde se depositan entre 50.000 y 60.000 t/año de residuos peligrosos. Parte de ellos son sometidos previamente a tratamiento para cumplir los parámetros de admisión en la Planta de estabilización de San Fernando de Henares y la Planta de tratamiento físico-químico de Valdebebas [67], [70].

Balance Energético total

Como en el resto de los flujos, la ciudad de Madrid es un devorador de energía en todas sus manifestaciones. En la siguiente tabla se muestra la generación propia, las importaciones y los consumos, con mención especial del combustible utilizado en Barajas, cuya mayor parte se consume durante el vuelo, fuera del término municipal a efectos de emisiones.

BALANCE ENERGÉTICO DE MADRID EN KETP (2010)

Producción	Fuentes primarias	158	Consumos	RCI	1941
	Geneneración propia	73		Industria, Residuos	419
Importaciones	Biomasa	4		Transporte	1196
	Carbón	27			
	Gas Natural	1.019			
	Productos petrolíferos	1.238			
	Electricidad	1.169			
	Biocarburantes	79		Total	3556
	Total	344.426			
	Queroseno Barajas	2.328		Despegues y aterriz.	207
	Total con queroseno	346.754		Total con queroseno	3763. 0

Nota: La suma de generación propia e importación es distinta del consumo por la energía de cogeneración. Fuente: Ayuntamiento de Madrid.



Instalaciones de gestión de residuos urbanos

En rigor, el aeropuerto no podría funcionar sin ese combustible y, si se quiere, la ciudad no podría funcionar sin el aeropuerto, por lo que no sería descabellado considerar que la ciudad 'consume' todo el queroseno que se introduce en los aviones. Sin tener en cuenta esto, el consumo per cápita de Madrid en 2010 fue de 1,15 tep/hab.

Las fuentes primarias son los residuos urbanos y los lodos de depuración. Con su valorización energética por incineración y producción de biogás se generaron 30 ktep de energía eléctrica. Por cogeneración de la industria 9 ketp y por secado de lodos 28 ktep. Con energía solar se generaron otros 6 ktep, lo que arroja un total de 73 ketp de generación propia de energía.

Tras este cúmulo de datos cabe plantearse qué piensan los madrileños del funcionamiento de su ciudad en torno a los recursos y flujos de materia y energía. Una reciente encuesta de la Unión Europea entre 41.000 ciudadanos europeos de 28 países permite hacerse una idea del grado de satisfacción frente a los problemas de aire, ruido y limpieza. La tabla muestra el porcentaje de ciudadanos que está muy o bastante satisfecho con el estado de la calidad del aire, del ruido y de la limpieza en 15 ciudades europeas seleccionadas entre las 83 ciudades incluidas en la encuesta, de las cuales 28 son capitales.

Calidad de Vida

CALIDAD DE VIDA EN CAPITALES EUROPEAS

	Ciudadanos muy o bastante satisfechos			
	Aire	Ruido	Limpieza	Calidad vida
	%	%	%	Media
Luxemburgo	83	79	92	85
Viena	79	69	81	76
Helsinki	78	74	77	76
Dublín	81	93	49	74
Estocolmo	72	70	75	72
Londres	65	73	67	68
Ámsterdam	58	69	64	64
Berlín	66	60	42	56
Bruselas	51	55	46	51
Lisboa	50	51	38	46
Praga	39	49	43	44
París	33	43	43	40
Roma	34	37	25	32
Madrid	25	21	43	30
Atenas	21	33	23	26

Fuente: Datos Unión Europea (nov. 2012)-*El País*, 17/10/2013.

Según la encuesta realizada en noviembre de 2012, sólo el 25% de los madrileños está satisfecho con el estado de la calidad del aire, cifra que baja al 21% en relación con el ruido y aumenta al 43% en lo relativo a la limpieza. Eso coloca a Madrid en el lugar número 25 de las 28 capitales para el aire, en el 27 para el ruido y en el undécimo para la limpieza.

Estos resultados suponen un descenso frente a las cifras del barómetro anterior realizado tres años antes, en 2009, en calidad de vida y en casi todos los parámetros. La satisfacción de los ciudadanos con el transporte público, que era uno de los puntos fuertes de la ciudad, ha descendido diez puntos, del 78 al 68%, lo que supone descender de los primeros puestos hasta la mitad de la tabla, ahora encabezada por Londres con el 84%, París con el 78% y Berlín con el 77% de satisfacción de los ciudadanos.

7 | Usar y disfrutar la ciudad

Imagen unitaria

A pesar de los enormes cambios vivificadores de la ciudad, Madrid sigue teniendo una imagen unitaria, sigue siendo percibida como una totalidad. El ciudadano se sabe parte integrante de su ciudad y se vincula a ella con mayor fuerza que a ningún otro lugar. No es preciso haber nacido o estar viviendo en ella para que forme parte de su espacio existencial. Es algo que lleva con orgullo, por lo que se siente capaz de luchar, y que nace por asociación de sus recuerdos e intenciones al espacio donde ocurrieron, al lugar donde él vivió o vive [19:159].

Este sentimiento de vinculación se aferra a algo poco o mal definido, que desafía los intentos de abstracción, pero posee algunas referencias bien claras: una cierta concentración de población, un entorno jerarquizado, unos límites y una cultura contrapuesta a lo rural. Con el paso del tiempo, esa totalidad de sentido que es la ciudad va recibiendo significados de los edificios y monumentos que alberga.

Significados y añoranzas

En cada época, los ciudadanos gustan o necesitan traducir a símbolos su energía y su riqueza colectiva, y lo expresan construyendo monumentos. Se representan en edificios singulares que manifiesten el orgullo o los avatares de su convivencia. Con ello, explican que su habitar es algo más que la mera satisfacción de las necesidades primarias. El tiempo modifica la función original de esos monumentos y los adecua a las intenciones de los nuevos ciudadanos, que utilizan la ciudad de distinta forma. Y los nuevos significados derivados de ese proceso se sueldan o superponen a los anteriores y testimonian el pasado. Con todo ello se va construyendo el carácter de la ciudad.

A la vista de la importancia de lo construido en Madrid, descrita hasta aquí, cabe preguntarse primero cómo lo usan y disfrutan los madrileños y luego, quizás, qué piensan de todo ello. Entre tanto edificio, tanto asfalto y tanta Obra Pública, lo primero que parecen echar en falta es *lo no construido* que, para simplificar, puede denominarse de forma incorrecta aunque comprensible el medio natural.

Vegetación y medio natural

Los 1980 también fueron fructíferos en la progresiva atención a la vegetación y al medio natural, con publicaciones de todo tipo como la guía de árboles de Antonio López Lillo [143] o la de pratenses de Fernando González Bernáldez [124], y las Guías de la Sierra de La Cabrera y del Monte del Pardo o la cartografía de la Vegetación y Usos del Suelo de la Comunidad de Madrid, de la Cátedra de Proyectos de la ETSIM en la UPM. A pesar de su notable biodiversidad, sobre todo en las dehesas preserranas, Madrid no es un territorio extensamente forestado, pues su superficie arbórea no pasa de las 100.000 ha sobre las 800.000 de la Comunidad. Una treintena de especies arbóreas en los campos y bosques frente a las más de 150 en la zona urbana, indica la importancia que tienen los jardines como recordatorio o representación de un mundo natural, ajeno a la ciudad.

Esa escasa vegetación caracteriza los paisajes de Madrid en las zonas y épocas en que aparece. Pinares en las laderas de la Sierra de Guadarrama, rehollares en el valle de Lozoya, encinares en el *pediment* y la Casa de Campo, o ya en zonas más urbanas como las olmedas de la propia Casa de Campo, los cedros del Parque del Oeste o la mezcla arbórea del Parque del Retiro marcan su presencia, y los de hoja caduca hacen más patente el paso de las estaciones en un clima tan marcado como el de Madrid [143:9].

Sierra de Guadarrama

Esa relativa escasez fomenta un especial cariño de los madrileños a sus 'parques y jardines', denominación burocrática de lo vegetal consagrada como 'Servicio' en el Ayuntamiento de Madrid. Madrid cuenta con una buena extensión de parques y jardines en proporción a su superficie, con zonas como el Monte del Pardo, la Casa de Campo, los Jardines de Sabatini y el Campo del Moro, el Parque del Oeste o la Dehesa de la Villa.

Pero, con gran diferencia y a pesar de su lejanía, la Sierra de Guadarrama es el espacio natural más solicitado por los ciudadanos. Como afirma Sáenz de Miera, *los madrileños necesitan de ese espacio natural de forma casi podríamos decir que vital* [212:27].

Pedagogos, científicos y montañeros

A principios del pasado siglo, la sierra fue 'descubierta' por geólogos, botánicos y zoólogos que, junto a los montañeros, fueron los iniciadores de una nueva atención sobre esas montañas. Hay antecedentes notables pero serán los ilustrados del siglo XVIII y de la segunda mitad del XIX, como Casiano del Prado [199] y sobre todo Francisco Giner de los Ríos, fundador de la Sociedad de amigos del Guadarrama en 1866, quienes ostenten el

protagonismo. Algo después Giner involucra a la Institución Libre de Enseñanza que, desde su primera excursión al Guadarrama el 14 de julio de 1883, moviliza el interés pedagógico y científico hacia la Sierra [205:223].

Giner fue de los primeros en aunar las características científicas del paisaje con las perceptivas, en una anticipación de más de un siglo al concepto de *paisaje cultural* instaurado en el Convenio Europeo del Paisaje firmado en Florencia en octubre de 2000. Y para explicarlo siempre utilizaba paisajes de la sierra de Madrid. Para introducir una estética geológica, comienza: *Todo el mundo distingue el pintoresco dentellado con que se recortan sobre el azul del cielo Las Pedrizas del Manzanares, en la vecina Sierra Carpetana, y el suave modelado de los cerros que rodean Madrid. Aquellas son de granito; estos de diluvio cuaternario [...]* [114:109].

Pero ese interés educativo de la Sierra, remarca Martínez de Pisón, *no se reduce al conocimiento que la naturaleza pueda dar, sino a las ideas y vivencias que allí se pueden adquirir, lo que se relaciona con el talante excursionista* [157:101].

El interés de los montañeros se avivó con el ferrocarril Villalba-Segovia, que convirtió a Cercedilla en la estación de la Sierra en el lado madrileño y a San Rafael en el segoviano. Con la ayuda del ferrocarril, se incrementan las visitas y surgen las primeras sociedades de montañeros y alpinistas. En 1907 se funda el Twenty Club con un pequeño refugio frente a la casilla de los peones camineros del Ventorrillo, en la carretera del puerto de Navacerrada, en 1908 el Club Alpino Español para promover el deporte del esquí, y en 1913 la que luego se llamaría Real Sociedad Española de Alpinismo Peñalara [84:267].

Excursiones, conferencias y deportes de montaña movilizaron al madrileño hacia la Sierra de Guadarrama desde los 1920. Y también gracias al ferrocarril comienza el veraneo en colonias de hotelitos —hoy chalés de vacaciones— que siguen el trazado ferroviario y acercan al Guadarrama a numerosos ciudadanos en sus días libres.



Refugio Giner en La Pedriza

Movilización hacia la Sierra

Son ya legión los madrileños que en días festivos se trasladan a las cumbres de la Sierra de Guadarrama, afirmaba Indalecio Prieto en su discurso de 1933 sobre los enlaces ferroviarios. Con este proyecto, *la sierra estaría más próxima a Madrid, sería como un barrio de Madrid mismo*. Y entendía que para conseguir eso no había que construir nuevas líneas de ferrocarril ni carreteras, *bastaba con aprovechar las existentes [...] metiendo el ferrocarril en el corazón de Madrid* 1941 [201], [106:208].

El auge de los deportes de montaña supuso una nueva posibilidad de recreo al aire libre para los madrileños y se reveló como una seria amenaza para la Sierra. *Porque el esquí de pista*, escribe Martínez de Pisón, *no sólo se apropia del terreno sino del paisaje: requiere inversiones, infraestructuras, remontes, instalaciones de maquinaria en áreas culminantes, apertura de carretera para accesos y pistas para vehículos, aparcamientos siempre insuficientes en los pocos días de afluencia máxima y desiertos el resto del año* [158:74].

No es éste un lugar adecuado para iniciar una discusión sobre la debida protección a la sierra de Guadarrama o sobre su ocupación por segundas residencias desde muy temprano con sucesivos agravamientos posteriores. Pero sí parece necesario recalcar que en el planeamiento urbanístico y regional de todas las épocas, la Sierra es entendida como un *espacio para proyectar la ciudad* [69:195] que ha sido integrado en el entramado de las relaciones de lo metropolitano [231:292].

La Sierra para la ciudad

Una reciente ley de la Comunidad admite la posibilidad de construir en parcelas ubicadas en territorios protegidos de la Sierra, sin otra exigencia que la superación de una superficie mínima de parcela. Con ello, abunda en esta 'vocación forzada'. La sierra sigue siendo hoy considerada como una reserva para la ciudad de Madrid, que podrá disponer para unos u otros fines en función de sus necesidades y exigencias urbanas.



Para Martínez de Pisón, Madrid tiene un papel organizador territorial con tan claro protagonismo como para determinar su ordenación. *La ciudad tiene aquí un carácter tan estelar en el espacio geográfico de la Comunidad que plantear una ponderación de la naturaleza serrana, llevar a cabo y proponer un plan de recursos naturales de esta montaña dependiente, debe partir de esta circunstancia* [159:71].

Vistas y aires para el ciudadano

Sin llegar a tanto, el madrileño parece buscar en la Sierra unos bienes intangibles dispersos y difíciles de precisar. Estos bienes suelen agruparse en torno a la idea de calidad de vida, que es igualmente ilusiva pero tiene el interés de estar muy relacionada con lo que falta en la ciudad.

Si los paisajes urbanos son cortos, grises y cerrados, supondrá un interés por paisajes amplios, verdes y abiertos. Si el aire está contaminado, la calidad de vida consistirá en respirar un aire limpio. Si la ciudad es ruidosa, se buscará el silencio y si está llena de gente, la soledad. Para Ramón y Cajal, aires y vistas es lo que reciben de la Sierra los ciudadanos madrileños: *Vivimos en las faldas de una sierra, cuyo elegante perfil embellece nuestro horizonte y cuyas auras purifican nuestro ambiente* [226:448].

Según ello, no se trata tanto del atractivo —siempre indudable— de los atributos propios del sitio, sino de ofrecer al ciudadano lo escaso o inexistente en la ciudad. De nuevo, una relación de total subordinación de la sierra de Guadarrama al Área de Madrid.

Salvar la Sierra desde la ciudad

Del fondo de la cuestión surge una idea simétrica: cuanto mejor se está en la ciudad, menos necesita el ciudadano subir a la sierra. La idea tomó cuerpo entre los ecologistas en los últimos años del mandato de Tierno Galván. Los defensores de la sierra y quienes estaban preocupados por su creciente ocupación por viviendas, residencias y urbanización saludaron con júbilo la recuperación de verbenas, fiestas, desfiles y en general del renacer del uso de la calle propiciado por las propuestas municipales.

Cuando la gente se divertía en Madrid los fines de semana, la necesidad de 'escapar' de la ciudad y su correspondiente presión sobre la sierra disminuían. Con ello menguaban los problemas de tráfico (la temida vuelta del fin de semana) y los pueblos serranos quedaban menos congestionados. Eso parecía firme pero no duró mucho, pues el atractivo de invertir en segundas residencias se generalizó a finales de los 1990 y de nuevo se incrementó la presión de uso. Y lo hizo con una velocidad de invasión muy superior a las anteriores y con una abundancia desmedida de vías de comunicación.

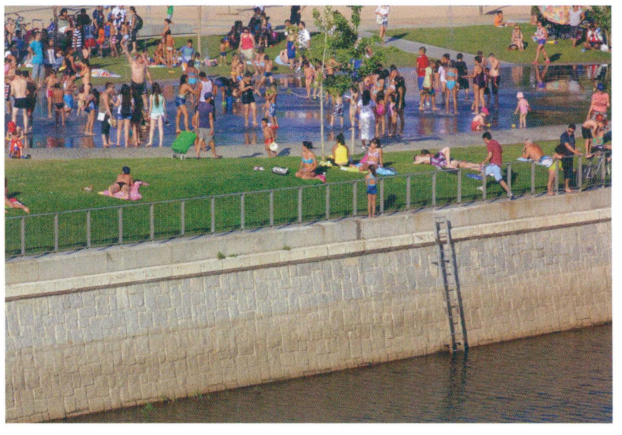




El nuevo respeto por la ciudad. Desmontaje paso elevado 'provisional' de Atocha y remodelación de la Glorieta de Carlos V

Con independencia de la Sierra, la percepción generalizada de los paisajes que rodean Madrid nunca fue considerada atractiva, sino árida y adusta. Se echa de menos una vegetación que se presume existía anteriormente. En 1861, Mesonero Romanos, escribe: *A la verdad que al tender la vista por la árida campiña que rodea hoy a Madrid, se creería con dificultad que estas mismas lomas, áridas hoy y descarnadas, fueron en otro tiempo célebres por su feracidad y hermosura* [164:XXVII].

Paisajes aledaños de aridez



Frecuentación de la playa de Madrid

Por el contrario, el investigador Ramón y Cajal defiende la belleza de la aridez, *Menester es tener sentido cromático de oruga para echar siempre de menos el verde mojado y uniforme de los países del Norte y menospreciar la poesía penetrante del gris, del amarillo, del pardo y del azul* [226:223]. Pero se entusiasma cuando hay vegetación: *En la Casa de Campo el bosque es muy bonito y, visto desde allí, el palacio de Madrid ofrece un panorama grandioso. Por este lado, la ciudad aparece muy hermosa y no muestra la desnudez y aridez tan completas que desfiguran sus alrededores en los lados restantes* [226:453].

La Casa de Campo siempre ha sido querida por los madrileños, pero su cercanía propicia un grado de utilización que sobrepasa su capacidad. Estudios como el de Germán Glaría y Pedro Mantilla pusieron de manifiesto ya en 1979 la necesidad de proteger el bosque de la Casa de Campo, como ejemplo típico de bosque periurbano sujeto a excesiva presión de uso [115].

Madrid constituye su paisaje

Agua y vegetación se cuidan, se protegen y se 'construyen' como baños, parques o jardines. En abril de 1803, Lady Holland relata una visita con la señora de Osuna a su casa de la Alameda, distante de Madrid una legua y cuarto por el camino de Alcalá de Henares. *Hace veinticuatro años, la señora de Osuna encontró en la Alameda la misma esterilidad y falta de vegetación que caracterizan a los alrededores de Madrid, pero ella lo ha convertido en un lugar alegre y boscoso. El jardín se halla algo atestado por gran cantidad de distintos adornos, algunos del estilo sentimental tan apreciado por los alemanes, otros de un estilo más relumbrón propio de la ciudad [...] Hay jardines diseñados para proporcionar frescor, innumerables grutas, templetes, chaumières, ermitas, excavaciones, canales, puertos, barcas de placer, islas, montes, etc.* [226:454].

Y disfruta de su río y lo mejora para gozar del baño. En los veranos de finales del siglo XVII, el lecho del Manzanares estaba seco en verano y era utilizado como paseo por la gente elegante [226:450]. A principios del XIX, visitantes extranjeros anotan este esfuerzo: *En el río hay unos lugares deliciosos donde bañarse. Son remansos construidos artificialmente, excavando el lecho del río y reforzando los lados con tablas de madera, de modo que se excluye de ellos toda suciedad. Y uno está protegido del sol y la lluvia por unas esteras extendidas sobre tinglados de madera.*

Usos del río compatibles

El río está dividido en varios cursos paralelos, dos para bañarse, en los que el agua que no cesa de fluir y se filtra a través de la arena se conserva siempre limpia, y dos arroyos que a ambos lados de los baños sirven para lavar y a los que acuden todas las lavanderas de Madrid. Mientras se dedican a su tarea, están protegidas de la humedad por unas cajas de madera sobre las que se sientan y del calor del sol por toldos tendidos con ese propósito [226:451].

La costumbre de bañarse en el Manzanares continuó hasta el siglo XX, con la consolidación del uso masivo de la playa de Madrid. Y tuvo un especial esplendor en los años de posguerra, cuando no abundaban otras posibilidades de recreo al aire libre. Fue reforzada con edificios e instalaciones del Parque Sindical.

El clima y la noche

Las raíces de estos comportamientos parecen consecuencia de un clima duro y árido que se combate con el baño, la siesta y el trasnoche. Hemingway pensaba que *A los madrileños les gusta su clima y se sienten orgullosos de sus cambios bruscos. ¿Qué otra gran ciudad puede presentar semejante variedad?* [226:85].

En Madrid hace frío y hace calor, mucho calor, sobre todo por las noches, continúa Hemingway. *Nadie se va a la cama en Madrid antes de haber matado la noche. Irse a dormir temprano en Madrid es como sentar plaza de persona extravagante y vuestros amigos se sentirán molestos durante algún tiempo con vosotros. Pero hay un*

respiro: La madrugada es el momento apropiado para dormirse. Poco antes del alba desciende un poco la temperatura y ése es el momento en que un hombre decente debe irse a la cama. Por grande que sea el calor de la noche siempre refresca en esos momentos [226:85].

Antiguo parque de la Arganzuela

Y también se siguen construyendo parques y remodelando los anteriores. El (ya antiguo) parque de la Arganzuela (1968-1969) se extendía en la margen izquierda del Manzanares desde el Puente de Toledo hasta los antiguos mataderos municipales de la Plaza de Legazpi. Fue proyectado en dos fases, de acuerdo con los proyectos de nuevas vías de circulación y enlaces: la primera en 1968 con 12 ha (del Puente de Toledo al Puente de Praga) y la segunda en los años 1980 con una ampliación de 25 ha, fruto del traslado de los viejos mercados de Madrid a la zona de Entrevías. La disposición entre el río y el paseo de Yeserías permite conseguir un tipo de parque compuesto en torno a un elemento central formado por un estanque elíptico de 110 por 60 m. En su centro se colocó el obelisco —situado anteriormente en la plaza de Roma y antes en la Castellana— conmemorativo del nacimiento de la reina Isabel II, obra de Francisco Javier de Mariátegui y José Tomás.



Parque de la Arganzuela hacia los 1960 [Patricia Hernández-Lamas]

En esta primera fase, además de la zona central del estanque y las zonas infantiles, se proyecta una zona de paseo superior a los jardines en forma de alameda, compuesta por cuatro filas de plátanos silvestres paralelos al paseo de Yeserías, sumando un total de 450 m de longitud con 350 árboles [136:176-178]. El paseo conecta con los jardines a través de rampas y escaleras, y su elevada cota permite la contemplación del estanque y los macizos arbustivos y florales de la composición. También se tienen en cuenta los problemas de estacionamiento, resuelto fuera de la calle de circulación principal.

Actualmente ha desaparecido prácticamente con las obras de soterramiento de la M-30. Sólo se conservan algunas estructuras como la Casa del Reloj y el invernadero conocido como Palacio de Cristal de la Arganzuela. La nave de ganado y frutas del antiguo matadero municipal (Luis Bellido y González, 1908-1928) fue reconvertida en 1992 como invernadero de 7.100 m^2 con 9.000 especies de los hábitats tropical, subtropical y desértico.

Las 25 ha del Nuevo Parque de la Arganzuela (2011) le convierten en la zona ajardinada de carácter unitario más amplia del proyecto Madrid Río (ver pág. 176). El proyecto rescata los tradicionales caminos del río y triplica su superficie original, pasando de 84.000 a 232.700 m^2 con 10.000 nuevas plantaciones de árboles y 122.300 nuevos arbustos.

Parque Juan Carlos I

Recientemente se potenció la construcción de nuevos parques con la recuperación de espacios más o menos naturalizados, todavía sin construir. También se abrieron al público ciertas zonas ajardinadas, antes de uso privado como el Parque de los Pinos en el barrio de Tetuán, perteneciente al Canal de Isabel II.

En el Campo de las Naciones, entre las autopistas M-11 de acceso al aeropuerto y M-40, los Recintos Feriales y el pueblo de Barajas, se construyó un ambicioso parque de 220 ha. A pesar de las autopistas, el parque está rodeado de barrios residenciales como el propio Barajas, la Alameda de Osuna y las nuevas construcciones del Campo de las Naciones, y se decidió hacer un parque urbano muy diseñado. Probablemente, también influyeron en ello las preexistencias del Olivar de la Hinojosa con 21 ha y del hermoso parque El Capricho (1784) con 14 ha más. Y, sobre todo ello, el rígido diseño geométrico de la zona de oficinas y hotel próxima al Palacio de Congresos y a la Feria.

El parque se autolimita y desliga de autopistas y construcciones existentes con un diseño bastante geométrico, encerrado en un círculo de cerca de 1.000 m de diámetro. Dentro del círculo se construyen muchas cosas: los jardines de la Lluvia, los de las Tres Culturas, unas grandes láminas de agua. Todo el diseño paisajístico, a cargo de Miriam Silber Brodsky, está cargado de intenciones simbólicas.

El círculo *nos refiere a los antiguos cercados geométricos de los jardines*; se plantean *zigurats y colinas artificiales para ver el paisaje*; hay un *recorrido acuático* con un canal o 'serpentina' de 2 km entre dos estanques más otro gran lago aislado. Hay *macroesculturas* y *fuentes cibernéticas*. Realmente, hay de todo.

Las tres culturas forman un ámbito también circular e integran un *punto central común que representa el paraíso*. El ámbito se percibe como un recorrido y cada elemento aporta una *anécdota o un hito* que evoca un texto judío,

cristiano o medieval. El jardín cristiano evoca un *claustro medieval* con tubos transparentes de agua coloreada; en el jardín árabe o *estancia de las delicias* hay un nuevo pabellón y una nueva fuente con plantaciones de color y perfume; el jardín judío contiene el *escudo de David* con otra nueva fuente por la que cae el agua en forma de caracol [87:118].

Fuera del anillo también se construye un anfiteatro de gran interés, diseñado por el arquitecto Antonio Fernández Alba, una zona de actividades deportivas y unos aparcamientos situados entre la M-49 y uno de sus ramales de acceso, que se salva con cuatro pasarelas.

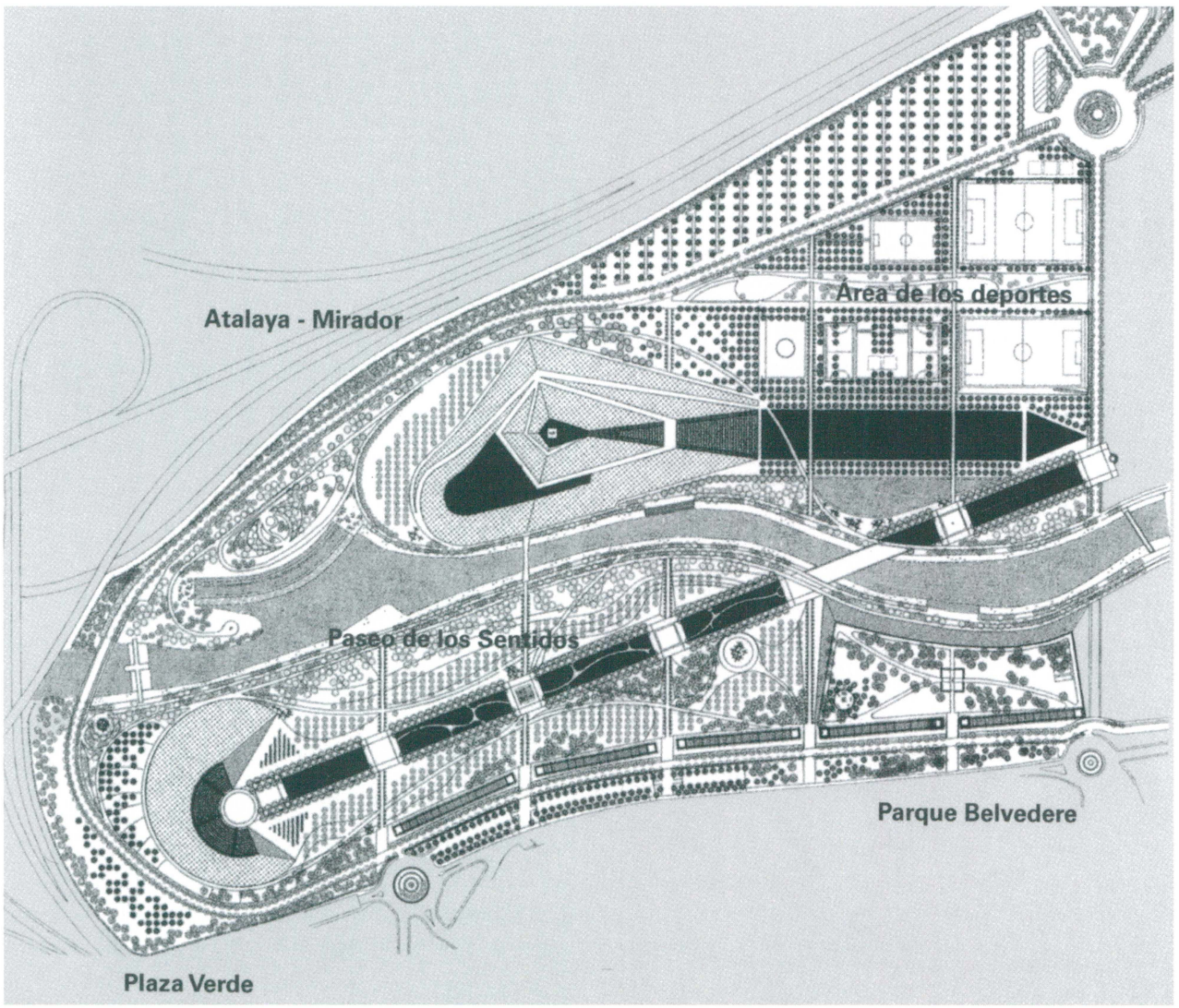
Parque Tierno Galván

La pieza final del Pasillo Verde Ferroviario es el parque Tierno Galván, en el barrio de Legazpi al lado de la M-30. Ocupa el llamado Cerro de la Plata, por contraposición a los restos de carbonilla provenientes de los trenes de vapor que salían de las estaciones de Atocha y la citada de Delicias. Fue diseñado por Salvador Pérez Arroyo y Javier Feduchi en el año 1983, sobre un área residual, con escombreras, industrias e instalaciones ferroviarias obsoletas.

Incluye en sus terrenos un cine IMAX, construido por Jordi Querol y Guillermo Costa en 1995, un Planetario de Pérez Arroyo, un auditorio, varios estanques y miradores, y un rocódromo.

Parque Manzanares Sur

Se trata de una propuesta estratégica del Plan General de 1985, para conectar el sistema de espacios libres y zonas verdes urbanas con el gran corredor verde regional Parque Regional (o Lineal) del Manzanares situado entre La Pedriza y Aranjuez. Tras una primera propuesta general de ese año, sólo llega a plasmarse una pequeña zona, el Parque de San Fermín con proyecto de la arquitecta Sara de la Mata. La Empresa Municipal de Suelo encarga en 1998 a Bofill el Plan Director Parque del Manzanares y el proyecto de la primera fase.



Parque del Manzanares: un río de grandes proyectos: planta general. Taller de Arquitectura Ricardo Bofill, 1998 (Empresa Municipal del Suelo)

Esta primera fase (1999-2003), entre el nudo Sur, San Fermín y la prolongación de las calles Mezquita y Embajadores, cuenta con 35 ha y recupera el cauce del Manzanares. Propone el eje peatonal alternativo al río del Paseo de los Sentidos, complementado con una trama ortogonal para diversificar plantaciones y usos. En el conjunto destaca una pirámide verde de 21 m de altura, la Atalaya, creada sobre una montaña de escombros y donde se asienta la escultura de la Dama del Manzanares de Manolo Valdés. El proyecto se lleva a cabo por los arquitectos Ricardo Bofill, Jean Pierre Carneaux, José M.ª Rocías y el Ingeniero de Caminos Francisco Gómez.

La segunda fase, con 54 ha, se extiende hasta la M-40 y es atravesada por la M-602. En ella se ubican algunos proyectos singulares como la Caja Mágica, el Parque Acuático y la Pirámide Mayor, otra gran montaña de escombros de 32 m de altura convertida en mirador sobre la ciudad [52:612].

El parque Madrid Río

En la última remodelación de la M-30, el tramo de autopista que discurría por el oeste fue sustancialmente alterado. Se decidió hacer un largo túnel desde el enlace con la A-4 en el Nudo Sur hasta el enlace con la A-5, con la idea de recuperar el río con una enorme zona ajardinada, que se denominó Madrid-Río. El proyecto fue objeto de un concurso, ganado por los arquitectos Ginés Garrido y Francisco Burgos (ver pág. 176).

Independientemente del diseño del propio parque y de la impecable realización de los túneles, la decisión de soterrar ese tramo de la M-30 bajo un parque es una actuación comprometida. Y tanto para los ciudadanos, por la enorme inversión requerida, como para los conductores, por la dureza de conducir por un túnel tan largo con un tráfico muy denso. Preguntarse por el *sentido* de tan enorme obra es algo obligado y es en ese sentido donde radican las principales críticas a la actuación.

Plazas y coches

A pesar de ese interés y esas nuevas realizaciones de 'Parques y jardines', lo verde permaneció ausente en los numerosos proyectos de rehabilitación de plazas acometidos en los últimos 25 años. Las ideas de renovación de la ciudad generadas en los 1980 vinieron acompañadas de una toma de posición específica sobre las plazas, con actuaciones para paliar el abandono y el descrédito de su papel en la ciudad acumulados en los años anteriores.

El pulso de las plazas, antes atareadas, era en cierto modo el latir de la ciudad, dice Luis Fernández Galiano, pero *todo eso cambió con el automóvil y los urbanistas: el automóvil declaró la guerra a las plazas pasadas y los urbanistas a las plazas futuras. La plaza histórica se fragmentó en plazas de aparcamiento; los nuevos barrios se construyeron sin otras plazas que las ocasionales de garaje; los vehículos ocuparon la plaza de las personas y el paseante se convirtió en peatón* [94:12].

Mutilación de la vida cívica

Esa plaza fragmentada y ocupada por vehículos perdía su carácter de espacio público cerrado, favorecedor de los intercambios recíprocos de las relaciones sociales. El cierre del espacio de la plaza, como explica Enrique Gil Calvo, *produce la impresión de que la vida exterior, la vida pública representada por la plaza es más valiosa e importante que la vida interior o privada, representada por los portales de las casas que dan a la plaza* [113:18].

La plaza ostenta una supremacía formal sobre las calles, representativa de la prioridad del interés común sobre los intereses domésticos privados, que se transmite al resto de la ciudad. La plaza es de toda la *comunidad urbana* y despliega sus efectos sobre toda la ciudad. Es allí donde son más fáciles y estrechos los encuentros cotidianos que posibilitan la convivencia. Por ello, su abandono supone una mutilación real de las posibilidades de interacción del conjunto de ciudadanos, más allá de la vecindad de sus domicilios en la calle, que es una característica esencial de lo cívico.

Pero la reacción contra ese abandono se planteó desde posiciones muy maximalistas. Era preciso recuperar las plazas para las personas y expulsar o enterrar a los coches. En muchas de ellas se construyeron aparcamientos subterráneos, en busca de un espacio alternativo para unos vehículos que nadie quería ver, pero todos querían tener cerca.

Las nuevas plazas

Pero la atención democrática hacia la gestión municipal enseguida hubo de preocuparse de unos presupuestos que no cesaban de aumentar. Los nuevos servicios sociales y culturales asumidos por los ayuntamientos drenaban una enorme cantidad de recursos, con lo que eran bienvenidas soluciones de diseño para todos los elementos urbanos que ahorrasen gastos de mantenimiento, al menos sobre el papel. No importaba invertir mucho más, si se podían ahorrar ciertos gastos recurrentes, aunque fueran pequeños.

Las soluciones propuestas disuadían esa facilitación de la vida pública característica de las plazas. Agredían al bienestar de los ciudadanos, pero también empeoraban su papel ecológico urbano. Las escasas voces que alertaron del aumento de la escorrentía producida por la eliminación de los suelos de tierra y su sustitución por pavimentos impermeables fueron desoídas. En vez de permear en el subsuelo, el agua de lluvia corre por la superficie pavimentada y debe ser recogida en grandes colectores para verterla en el río. Eso aumenta extraordinariamente la magnitud o gravedad de los caudales de avenida y, con ello, el riesgo de inundaciones locales o desbordamiento por falta de capacidad del sistema de recogida.

Desolación y dureza

Los pocos diseñadores conscientes de la inclemencia de esos diseños o de los inconvenientes de los pavimentos impermeables, fueron marginados por las tendencias modernas de la rígida geometría de lo construido. En aquel entonces, muchos de ellos preferían soluciones extraordinariamente precisas y fieles a lo dibujado sobre el plano: la piedra o el hormigón eran más estables que el terrizo y desde el primer día tenían su aspecto definitivo. La tierra, en cambio, se la llevaba el agua y los árboles tardaban en crecer y nunca tenían las formas y portes por ellos pretendidos.

Los árboles desaparecieron de las plazas o fueron reducidos a muestras residuales encerradas en rígidos parterres o ridículos alcorques, más dúctiles y controlables por los juegos formales del diseño. El césped, sobre todo, era el gran enemigo: consumía mucha agua y había que regarlo a menudo.

Diseñar contra el césped

El único espacio realmente verde, para muchos el más atractivo de Madrid por sus dimensiones y desnudez, era la cubierta del depósito del Canal de Isabel II en Islas Filipinas. Una primera intervención de 1985 abrió parcialmente al público el lado noroeste con el nombre de Parque de Santander, pero respetó intocado el gran espacio verde. Espacio que sería posteriormente partido y trivializado, al convertir parte de su superficie en campo de prácticas de Golf y parte en muestrario de pavimentos, durante el clímax constructor de 2008.

Los ejemplos son tan numerosos como la gran variedad de autores y perspectivas desde donde se ha criticado la escasez de árboles. En su artículo *Madrid visto desde la Sierra*, Adrián Piera clama contra el proceso: *En las nuevas plazas parece que se hubieran olvidado de plantar árboles. En las remodeladas se han arrancado sistemáticamente los que había, dejándolas en un patético estado de frialdad y desolación*. Y apunta los ejemplos de la Plaza

Correlativo rechazo del hormigón



Green Canal Golf

de Chamberí, que era agradable para todo el mundo y ha sido remodelada sin éxito un par de veces, de la Plaza Mayor, de los Bulevares que iban de Colón a Rosales o los de la calle Velázquez, los jardincillos de la glorieta de Quevedo, de la plaza de Salamanca, de la de Manuel Becerra, luego llamada de Roma. Y termina mencionando los problemas de inseguridad asociados a *estos desiertos espacios de hormigón llamados plazas*, con la mención de AZCA y de la plaza de Dalí [194:373].

Nunca un material de construcción se había convertido de tal manera en blanco de todas las críticas. El hormigón ha tenido la insólita capacidad de recoger todas las actitudes contrarias a lo construido. Es la palabra que mejor sintetiza el desprecio hacia cualquier preocupación sobre el entorno que vaya más allá de los intereses de los técnicos que construyen y las empresas que promocionan lo construido. Y ello ocurre con independencia de que, aún siendo el material más común, no se suele utilizar en plazas o calles, donde sí abundan los pavimentos asfálticos tratados o los de baldosas industriales o losas de piedra (en Madrid hay adoración por el granito), ni tampoco en calles o carreteras donde nunca tuvo éxito.

Penoso balance

El resultado de la primacía de lo construido sobre las plantas fue demoledor y no satisfizo a los ciudadanos. Como afirmó Luis Fernández Galiano, *Las plazas de los 1980, escenografías sin representación, oscilaron entre el pastiche historicista y la abstracción más extrema, entre la trivialidad populista y la vanguardia dura: había que elegir entre las réplicas clónicas de columnatas clásicas y paisajes herméticos de hormigón y metal […] Duras y escalonadas, avaras de arbolado, las plazas placenteras se hicieron desapacibles* [94:12].

Pero tampoco gustaron a los diseñadores, pues hubo escaso acuerdo sobre los principales proyectos, cuyo prestigio descansaba más en el conocido nombre de sus proyectistas que en sus virtudes intrínsecas. Varias plazas importantes recién reformadas fueron pronto sometidas a sucesivas remodelaciones. Pero, a pesar de los concursos bien convocados y sus impecables jurados, siempre en el mismo sentido: distintos diseños, pero del mismo duro carácter. En el duro clima de Madrid, era mejor evitarlas o rodearlas, buscando la sombra o protección de los edificios laterales.

Pero ello no sólo ocurría en la capital pues la Comunidad de Madrid, siempre preocupada de la potencia de la capital, se preocupó de extender su actuación *no sólo al conjunto metropolitano ni a los cercanos a su periferia, sino al resto de los municipios madrileños incluidos los de menor tamaño* [109:25]. Se estudiaron 328 plazas y se intervino en una gran mayoría de ellas, produciendo una indudable mejora en todos los núcleos urbanos próximos a Madrid. El resultado fue tanto mejor cuanto menor era la dimensión de los lugares intervenidos, allí donde la nueva abstracción no alcanzaba suficiente masa crítica para imponer su prepotente presencia sobre el tejido urbano consolidado.

Plaza de Colón

Uno de los primeros ejemplos de este proceder conceptual fue el diseño de la plaza de Colón, denominada Plaza del Descubrimiento, nacida tras el derribo de la antigua Fábrica de la Moneda. Lo primero fue la construcción del aparcamiento, cuyo forjado superior se diseñó para poder implantar sobre él vegetación arbórea. Pero en seguida triunfó la idea de construir y colocar sobre ese espacio todo tipo de cosas: la antigua columna del descubridor, un auditorio, un café, una sala de exposiciones, una cascada, paseos diagonales para dirigir unos flujos escasamente interesados en posibles cauces, tres esculturas enormes de Vaquero Turcios para recordar las naves de Colón.

La obra fue mal recibida con cierta disparidad de opiniones, como recogía *El País* del 15 de mayo de 1775, día de su inauguración. Antonio Rumeu de Armas hablaba de su *rigor erudito* y *belleza expresiva*. José Luis Picardo la encuentra destartalada, como la plaza de España. José A. Fernández Ordóñez hablaba de un urbanismo falto de sensibilidad emocional y de controles morales y concluía: *Menos mal que el almirante Colón, avergonzado, ha adoptado en silencio la única postura digna ante tan indescriptible espectáculo: volverse de espaldas*. Francisco Fernández Longoria titulaba *Un montón de disparates*. Antonio Fernández Alba hablaba de *Retórica Imperial*. A Leandro Silva le parecía un *ejemplo redondo de la ramplonería y la incoherencia, auténtica síntesis de los criterios que vienen dominando nuestro paisaje urbano desde hace algunos años*. Para Santiago Amón, simplemente un *engendro*.

Luego vinieron algunas adiciones y cambios: sobre todo un mástil, el más alto de Madrid, con una enorme bandera española. Y vuelta a empezar. La cascada se eliminó porque era ruidosa, Colón volvió al centro de la plaza,

de donde nunca debió moverse, se cambiaron varias veces los paseos, se remodeló toda la glorieta de cruce de Goya-Génova con el paseo de la Castellana (ver pág. 162). Pero ni un solo árbol nuevo.

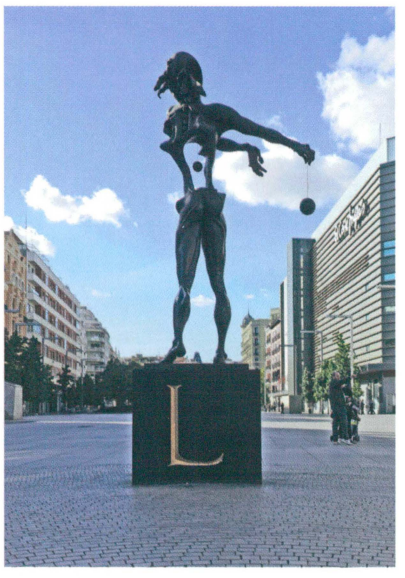
Después hubo más casos. El plan de 1985 convirtió la antigua calle de acceso a la Plaza de Toros de Goya demolida en 1945 y trasladada a Las Ventas, y luego convertida en Avda. de Felipe II en un ámbito ajardinado de paseo sobre un aparcamiento subterráneo, que pasó a denominarse plaza de Salvador Dalí [197].

Plaza de Salvador Dalí

Para solventar las dificultades de plantar vegetación sobre el espacio subterráneo se sobredimensionó la estructura del aparcamiento para soportar unos contenedores de tierra capaces de albergar especies de buen tamaño y desarrollo horizontal. Sobre una planta con forma de trapecio irregular y muros de altura variable se conforman una especie de cuñas contenedoras de tierra, con bancos de madera adosados a los muros más altos. No faltan los obligados parques infantiles y las esculturas que presiden el conjunto, un dolmen y el Homenaje a Newton de Dalí, ambas provenientes de la intervención anterior. El escultor David Torres añade un olivo milenario, una fuente de libros y losas de fundición intercaladas en el pavimento de granito [93:118].







Plaza de Salvador Dalí (Mangado & Torres, 2005)





Plaza de Santa Bárbara (Nieto & Sobejano, 2010)





Sin embargo, algunos proyectos recientes marcan una posible salida a la dureza de las plazas carentes de vegetación, con soluciones que añaden colores y formas geométricas a la propia presencia vegetal. La plaza de Santa Bárbara (Nieto & Sobejano, 2010) constituye un salón urbano arbolado, de geometrías inspiradas en los pentágonos del vecino Mercado de Barceló para formalizar quioscos, parterres, pavimentos y espacios verdes [178:151].

Plaza de Santa Bárbara

La concentración de gente en ese espacio relativamente pequeño somete a una enorme presión de uso a los elementos más diseñados de la plaza. Y a pesar de la robustez y dureza de los materiales de bancos, bordillos y pavimentos, el conjunto sufre un fuerte desgaste que atenta contra la atractiva y limpia imagen inicial.

Más allá de parques, plazas y otros espacios diseñados para disfrute de la gente, muchos edificios y obras públicas bien construidos producen similares efectos. A veces, algunos nuevos y rutilantes edificios logran contagiar o irradiar su presencia a los barrios donde se ubican.

Presencia del Prado hacia atrás

Un ejemplo claro es el de la ampliación del Museo del Prado y su efecto sobre las calles colindantes. Antes de la reforma, Juan Benet lo describió como el barrio *más armónico y sedante de Madrid [...] la más lograda combinación de monumentalidad, naturaleza y vecindad. Es un barrio tan bien diseñado para la llegada de la primavera que un día —a finales de marzo o primeros de abril— el aire se satura de un aroma inconfundible, producto de la mancomunidad de los mirtos y aligustres del Prado, las madreselvas de la Academia, todo el Botánico, la loma de los Jerónimos, los magnolios de la glorieta de Murillo, aroma que no he percibido en ningún otro sitio. Apenas dura dos semanas* [43:19].

Seguro que a Benet le hubiese gustado el cuidado puesto por Moneo para elegir las plantas de los jardines traseros, bajo los que se aloja el principal acceso al edificio. Las franjas geométricas de boj cuidadosamente trazadas incorporan rigor y sensibilidad a la trasera del antiguo museo y contribuyen a adentrar su presencia en el barrio por medio de su profunda fragancia. No es que el Museo invada el barrio pero, al disponer allí su entrada, se incorpora activamente en él: sigue siendo patrimonio del Paseo del Prado, pero se adentra en el barrio y le incorpora a su área de influencia.

Plaza y mercado de Barceló [foto aérea plaza en [178:142]



Mercado y plaza de Barceló

También el proyecto del nuevo Mercado Barceló (Nieto & Sobejano, 2009) conforma un conjunto urbano de piezas de distinta escala y programa que transformará notablemente un área densa y central de Madrid[1]. La propuesta de Nieto & Sobejano define nuevos vacíos urbanos que conectan y relacionan entre sí los diferentes volúmenes y usos previstos que habrán de coexistir: mercado, centro comercial, polideportivo, biblioteca pública, aparcamientos y áreas al aire libre.

De similar importancia urbana son las instalaciones provisionales que mantienen la vida del mercado durante la construcción del edificio definitivo. Se ubican sobre un aparcamiento subterráneo y se formalizan como seis cuerpos de planta pentagonal de diferentes alturas y dimensiones para evitar la presencia de un volumen excesivo respecto a las calles colindantes [178:140], [16:242].

Edificio Mirador

Otra manera de incidir en la ciudad es distinguirse del entorno para apropiarse de él gracias a un diseño de mayor presencia. Por ejemplo —y con independencia de su interés tipológico y constructivo, ensayado en los 1970 en un edificio similar del barrio de La Defense de París— el edificio Mirador se diseñó como referencia del nuevo barrio de Sanchinarro, con 12.000 viviendas situadas al norte de Madrid, al lado de la A-1 y entre la M-30 y la M-40.

Se ubica al lado de la rotonda central del barrio y concentra en sus 21 alturas toda la edificabilidad de la zona[2]. Su sello de identidad es una gran abertura rectangular y el color aplicado a sus fachadas, cuya composición responde a la idea de un lego infantil que combina hasta ocho tipos de vivienda diferentes agregados en un único conjunto vertical. El hueco funciona como un salón vecinal desde donde se contempla la Sierra de Madrid[3] [12:92-93].

---

[1] Créditos Mercado Barceló: Arquitectos: Fuensanta Nieto-Enrique Sobejano. Propiedad: Ayuntamiento de Madrid. Arquitectos de Proyecto: Alfredo Baladrón, Alexandra Sobra. Fechas: Concurso 1.er Premio 2007. Proyecto, 2008. Construcción, 2009. Empresa Constructora: UTE. Acciona/Dragados. Situación: Calle Barceló, Madrid.

[2] Créditos edificio Mirador: Arquitectos: MVRDV (Winy Maas, Jacob van Rijs, Nathalie de Vries) & Blanca Lleó. Estructura: Jesús Jiménez Cañas. Constructor: ACS. Cliente: Empresa Municipal de la Vivienda.

[3] Arquitectura Viva Monografías, 112 (2006):61.



Edificio Mirador (MVRDV & Blanca Lleó, 2005)

Y, más allá de cualquier construcción específicamente diseñada para ornato o embellecimiento de la ciudad, el propio trazado de las calles tiene gran incidencia sobre la manera de vivir la ciudad y mantiene una fuerte vinculación con su devenir. Al principio se pega a la morfología del sitio pero se desvincula de ella con la primacía de los flujos frente a los ciudadanos. Las calles más antiguas situadas en el núcleo árabe de la ciudad y en el Madrid de los Austrias no eran aptas para un tráfico automóvil fluido y permanecieron sin grandes modificaciones. Las de trazado más recto y las situadas fuera de ellos sufrieron importantes modificaciones para acomodar los flujos de transporte. Y las construidas *ex novo* desde finales del XIX fueron ya concebidas como arterias de tráfico, abundando los bulevares y las avenidas.

Riqueza del tejido urbano

Para su construcción, las lomas y vaguadas aparecían como espacios privilegiados en la accidentada topografía inicial. La Plaza de España surge donde confluyen tres valles en una amplia hondonada. El tramo de la Gran Vía que discurre hacia ella desde Callao se adapta al curso de un arroyo. La calle Arenal ocupa el cauce del arroyo del mismo nombre, desde la Puerta del Sol hasta el Palacio Real, girando hacia el sur para desembocar en la hondonada de la calle Segovia. El paseo de Recoletos y el del Prado siguen el curso del arroyo del Prado [110:46].

Luego, calles y plazas toman vida propia y se afirman incluso en contra del tejido urbano con una visión más de conjunto de la ciudad. La reforma de la Puerta del Sol y la apertura de la Gran Vía son dos grandes operaciones que tienen profundo reflejo en el carácter de la ciudad. Para De Amicis (1870), *la Puerta del Sol es una plaza de merecida fama, no tanto por su tamaño y hermosura cuanto por la gente, el bullicio y la variedad de espectáculos que ofrece a cualquier hora del día. No es una plaza como las demás, sino una mezcla de salón, paseo, teatro, academia, jardín, plaza de armas y mercado. Desde el amanecer hasta la una de la noche está*

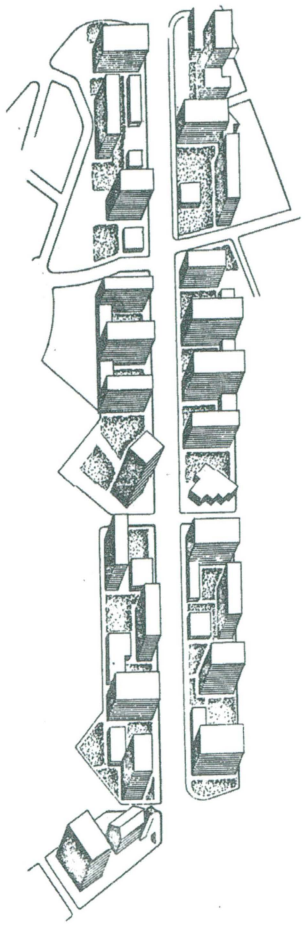
Operaciones de Sol y Gran Vía





ocupada por una muchedumbre, mientras otra muchedumbre va y viene por las calles que desembocan en la plaza y los carruajes desfilan y se entremezclan, con un ajetreo que llega a marear [226:155].

Y la Gran Vía aporta aires cosmopolitas en fuerte contraste con las usos propiciados por la estrechez del Madrid de los Austrias. Para Hugh Thomas, *Los nuevos edificios que se construyeron a lo largo de la Gran Vía a partir de 1911 (como el de la Telefónica, edificada al final de la década de 1920 por Ignacio de Cárdenas y más alta que cualquier otra iglesia) confirieron al centro de la capital una cierto aire sudamericano, el mismo que el general Primo de Rivera dio a la política española* [226:48].



Prolongación de General Mola, estudio volumétrico [3:110]

Prolongación de General Mola

Otra gran operación pospuesta muchos años y culminada con éxito en los primeros 1970 fue la conexión de la calle General Mola —desde el cruce con López de Hoyos hasta la plaza de Cataluña— con su propia prolongación, construida hacía tiempo en el barrio de Chamartín.

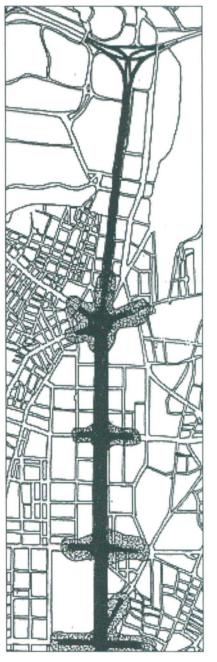
La conexión formaba parte del Plan de Accesos Complementarios a la Estación de Chamartín, redactado por el Ingeniero de Caminos Enrique Pastor Pacheco y aprobado definitivamente en 1946. Su propósito era alimentar al acceso principal a la estación por el este, constituido por la calle Pío XII. Para ello enlazaba General Mola desde las Rondas a la Plaza de Cataluña, donde se unía con la prolongación de Velázquez por Doctor Arce y se completaba con la ampliación y mejora de las calles Segre, Cinca y Rodríguez Marín [3:109].

El acierto se basó en dedicar un gran tramo a una serie de edificios institucionales como una iglesia, una escuela unas oficinas de la Comunidad de Madrid y, sobre todo, el Auditorio Nacional, ligado por medio de una pequeña plaza con las oficinas municipales del distrito de Chamartín y con una zona ajardinada en su fachada norte. Los siguientes edificios construidos a ambos lados —sedes para un banco, dos grandes empresas y varios edificios residenciales— aprovecharon la nobleza otorgada por la anchura de la calle con diseños cuidadosos y materiales nobles, produciendo una sucesión de buenos edificios poco frecuente en Madrid.

Pasillo Verde Ferroviario

La reforma de las conexiones de las líneas de cercanías fue una oportunidad para reordenar completamente una gran zona del sur de la ciudad, en una gran actuación conocida como Pasillo Verde Ferroviario. La obra ferroviaria consistió en desdoblar la vía desde la estación de Príncipe Pío hasta la de Atocha y enterrarla con un túnel de cuatro kilómetros a su paso por el distrito de la Arganzuela. Con ello se pudo crear un gran paseo arbolado con dos grandes parques en sus extremos, enlace del parque del Oeste con los viveros y Parque de Tierno Galván.





Vista aérea de la zona de actuación

También permitió la reutilización de las antiguas estaciones ferroviarias de Imperial, con un polideportivo y una zona terciaria y residencial; la de Peñuelas, con otro parque, equipamientos y zona residencial-terciaria, y la estación de Delicias, con un gran espacio para su desenvolvimiento prolongado hasta el parque Tierno Galván. La nueva línea precisó de tres nuevas estaciones, de Pirámides en la plaza de Francisco Morano; de Delicias, en el cruce con el Paseo de Delicias, y de Méndez Álvaro, cerca de la Estación de Autobuses y formando un nuevo intercambiador [107:51].

Prolongación de la Castellana

Una importante actuación todavía sin desarrollar es la prolongación de la Castellana. Se trata de una nueva vía que arranca desde cerca de la Plaza de Castilla hasta el Nudo Colmenar de la M-40, sobre terrenos cuya titularidad corresponde en un 63% a Adif y Renfe, un 19% a la Administración y un 18% a propietarios privados. Ocupa 3.120.000 m^2 de suelo y sobre él está previsto construir 17.300 viviendas, 1.650.000 m^2 de usos terciarios —fundamentalmente oficinas, aunque también comercial y hospedaje— y 550.000 m^2 de equipamientos.

Sus principales objetivos son prolongar la Castellana 2,6 km, algo que no ha ocurrido desde los 1950 cuando se extendió unos 2 km desde Nuevos Ministerios hasta la actual Plaza de Castilla, y eliminar la herida urbana producida por las instalaciones ferroviarias a lo largo de más de 5 km consolidados a ambos lados de las vías, integrando la Estación de Chamartín en la ciudad y garantizado su fácil acceso.

Este proyecto fue seleccionado para la Exposición Universal de Shangai en 2010 por la gran transformación que supone para Madrid y por aplicación de los criterios más estrictos de sostenibilidad en movilidad, energía y agua.

Usar la calle en las terrazas

Durante muchos años el principal disfrute de la calle en Madrid fue el paseo de los mayores y los juegos de los niños. El humo de los combustibles, la inseguridad para los niños y la ocupación del espacio por los vehículos, perjudicaron notablemente la costumbre. Salir a la calle —de día o de noche— siempre fue una aspiración de vida en Madrid. Aunque ya no lo practican los críos, por razones de espacio e inseguridad, los jóvenes y mayores procuran pasar gran parte de su vida fuera, por lo menos con buen clima.

La solución está en las terrazas de todo tipo y condición que constituyen una verdadera institución en Madrid. La reciente prohibición de fumar en los espacios públicos ha reforzado la ocupación de las terrazas y han surgido muchas otras nuevas. Para prolongar su uso en los meses fríos, se han dotado de toldos o cubiertas y de barreras laterales protectoras del viento, con estufas de butano para caldear el ambiente interior.

Movilidad peatonal

Los 1980 trajeron consigo una nueva atención al ciudadano que estaba en la calle o andaba por ella. El propio alcalde Tierno desechó la denominación de peatón por considerarla inadecuada y prefería usar la de viandante. Frente a un conflicto potencial entre coches y peatones, el mandato era priorizar el bienestar y la comodidad de éstos. No siempre fue así, pero la diferencia de actitud con la ciudad de los 1960 era abismal. A medida que se rehabilitaba el centro, se tomaban medidas para favorecer la movilidad peatonal, con especial atención a la accesibilidad de personas con movilidad reducida.

Medidas como bandas de paso mínimas, pendientes longitudinales y transversales, rampas, desniveles, protección de alcorques, vados en pasos peatonales, escaleras, pasamanos, plazas de aparcamiento, mobiliario urbano, protección en obras en la vía pública y señalización fueron consistentemente aplicadas en cualquier actuación urbana. Se trataba, resume José A. Juncá, de mejorar y recuperar la calidad del medio ambiente urbano para *recobrar la vieja esencia de las ciudades, aquella de proporcionar satisfacción a sus ciudadanos, de acrecer su habitabilidad* [137:24].

Conservar el patrimonio construido

En esos años también cambió radicalmente la postura frente al patrimonio construido. Era habitual que se pusiera especial atención en conservar los edificios más valiosos, pero *en la medida en que se defienden piezas arquitectónicas indiscutibles se justifica la posibilidad de que el resto desaparezca* [27:18]. Con ello cualquier catálogo facilita la conservación de los incluidos tanto como la destrucción de los excluidos. Al tiempo que *se protegía el patrimonio se aceptaban importantes procesos de demolición que en buena medida se aceptaban* [27:22]. La alternativa fue reformular el concepto de patrimonio, basándose en que *cada edificio, cada zona urbana, cada conjunto urbano han tenido un papel, una función, un uso que ha contribuido a la formación y definición del carácter de una ciudad*. Y la manera en que puedan seguir siendo útiles a la ciudad marcaría el interés de su conservación [27:32].

Este texto anterior de Álvarez Mora fue publicado en 1983, cuando todavía no había cuajado el concepto de paisaje como instrumento de trabajo para la ciudad. Pero, con la consagración de lo cultural como vía primordial para la consideración del carácter del paisaje en los 2000, lo urbano pasa a ocupar un lugar central y las ideas contenidas en ese texto cobran total actualidad. Según ello, en la formación del carácter de la ciudad adquiere especial importancia la *variedad de tipos arquitectónicos* (catedral, casas humildes, palacios, casas burguesas, fábricas…). Su valor radica, precisamente, en que *cada uno de esos tipos representa* algo y, sin considerarlo, no se puede conocer la ciudad, que es un fenómeno complejo [27:36].

Monumentos en Madrid

Esa atención fue decisiva para el mantenimiento del paisaje urbano en su parte construida más estructural y contrasta, en cierta manera, con la frivolidad demostrada por la ciudad en el trato a sus monumentos. Se desmontan fuentes, esculturas y todo tipo de manifestaciones monumentales para moverlas a otros lugares.

No cabe enumerar ni describir aquí los muchos monumentos colocados, movidos o desmontados por toda la ciudad. No hay plaza, glorieta o espacio público carente de su correspondiente monumento, aunque por desgracia, el nivel general es bastante reducido.

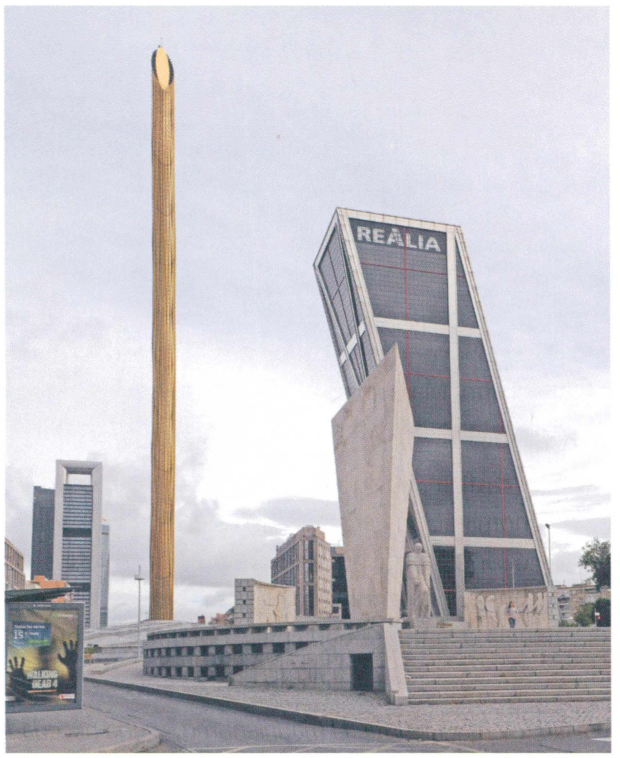
Monumento en plaza de Castilla

El proyecto fue presentado en sociedad el 21 de octubre de 2004, por el alcalde Gallardón y el presidente de Caja Madrid Miguel Blesa en una de las Torres de la plaza de Castilla, entonces sede de la entidad. Madrid no contaba con ninguna obra de Santiago Calatrava, lo que para el alcalde *era una herida que nos dolía* [53:30]

La obra se empezó a construir en 2008, tras introducir algunos ajustes en el proyecto inicial, fundamentalmente relacionados con la cimentación, con el movimiento de las piezas y con la seguridad. El sitio elegido está encima de un paso subterráneo, dos líneas de Metro y varias galerías de servicios, lo que exigió un gran trípode metálico de 150 t apoyado en tres pilotes de hasta 26 m de profundidad. Sobre su centro se levantó el fuste tubular de 2 m de diámetro y 93 de altura (230 t) al cual se engancharían las lamas móviles de bronce de 7,7 m de longitud y sección cuadrada de 0,14 m de lado con 5 mm de espesor (92 t).

Las lamas de bronce van recubiertas con pan de oro de 24 kilates, fijados al bronce con seis capas de distintos productos [53:82], en una delicada operación que requirió técnicas y expertos habitualmente ocupados en la restauración de retablos barrocos.

La escultura se moviliza con una simulada rotación que asciende a lo largo del fuste, conseguido con una oscilación basculante de las lamas en un plano inclinado respecto al eje, desfasado sobre las precedentes. El mecanismo se compone de tres grupos de 42 ingenios hidráulicos cada uno dispuestos en tres niveles del fuste y controlados por un ordenador, con el que *las lamas fluyen ante nuestra asombrada mirada como un río de oro* [53:148].



La obra fue inaugurada el 23/12/2009, pero los elevados costes de operación y mantenimiento de los mecanismos hidráulicos disuadieron de la utilización del movimiento de las lamas. Tras unos cuantos días de las Navidades, la escultura ha abandonado su movimiento, en cierto modo peristáltico, y se muestra en reposo pasivo



Monumento plaza de Castilla (Calatrava, 2009)
[foto construcción en [53:94, terminada en competencia con el depósito en [53:135]

Para Santiago Calatrava, *Esta columna sustentará el cielo de Madrid […] He querido crear una obra del siglo XXI con referencias no sólo al XX sino también ancestrales […] Combina la verticalidad propia de la masculinidad con la delicadeza y el movimiento, distintivos estos últimos de la feminidad* [53:37]. La columna *señala con belleza y fuerza simbólica un final del desarrollo de Madrid en el siglo XX, el eje de la Castellana y el punto de arranque de la nueva perspectiva gigante del Madrid del siglo XXI, con su colosal colección de nuevos rascacielos* [53:113].

Carácter de lo contruido en Madrid

Toda la potencia de lo construido impregna decididamente al carácter de la ciudad, de potentes aristas pero nada fácil de sintetizar. Para los madrileños, describir el carácter de Madrid es más una toma de postura personal que un intento de resumir la ciudad en una expresión global. Sin embargo, no es difícil descubrir una cierta pauta en esa subjetividad, cargada de notas contradictorias de cariño y desprecio. Estos peculiares ciudadanos aman su ciudad, pero no pueden reconocerlo sin tomar distancia sobre su propio pronunciamiento.

Claroscuros, cariño y desprecio

El hispanista Hugh Thomas recoge abundantes intentos de viajeros de todos los tiempos para definir el carácter de Madrid [226]. Ofrece una visión de Madrid *que alterna la burla y el desprecio con el cariño y la admiración, la suscribirían buena parte de sus actuales ciudadanos, ya sean escritores, concejales, delincuentes, dependientas o barrenderos*, resume Casariego en su recensión y ofrece algunos de ellos[4]: Unamuno la describe como *una lechuza enorme que se dispone a irse a dormir.* Según Richard Ford, viajero inglés del siglo XIX: *Cuanto más se conoce Madrid, menos gusta.* Para Baroja, refiriéndose a los Jardines del Retiro: *El espectáculo era exclusivamente madrileño, un tanto cortesano, un tanto provinciano, elegante, y al mismo tiempo pobretón.* El Marqués de Custine, del siglo XIX, no se corta al definirla como *un pueblo casi africano.*

Lope de Vega, en carta a su protector el duque de Sessa: *Madrid sigue lo mismo que cuando Vuesa Merced lo dejó; el Prado, carruajes, mujeres, polvo, ejecuciones, comedias, mucha fruta [...] y muy poco dinero.* Charles Bouffleur, oficial médico británico en la Guerra de Independencia, dice que *la ciudad es la más hermosa que jamás viera*. George Borrow, otro inglés, asegura: *He visitado todas las capitales importantes del mundo; pero, en conjunto, ninguna me ha interesado tanto como la villa de Madrid.*

[4] Casariego, Nicolás, *Antología de Madrid, de Hugh Thomas,* Letras Libres, mayo 2005 | Tags: Libros Artículo de opinión.

Juliet Adams, escritora francesa del siglo XIX, comenta: *Esta ciudad tan fea y tan amada por Felipe II no le recuerda a uno en absoluto al rey inquisidor. Aquí todo es alegre, incluso la miseria; aquí los tipos como Don Quijote, Sancho Panza y César de Bazán se cuentan por centenares. La sociedad de Madrid, tal vez de un modo inconsciente, es democrática, franca y sincera, de modo que carece por completo de engreimiento y afectación*[5].

Manuel Azaña, en cambio, se jactaba de conocer bien Madrid y decía que la *condición irritable de los madrileños es manifiesta*. Pero no *atribuía ese mal humor a un defecto de la raza, sino al empedrado*. Y pensaba que *si el pavimento fuera más elástico, los cortesanos tendrían mejores modales* [39:217].

Carácter, contrastes, permanencia

El paso de los años no parece haber alterado la mezcla. No hay ningún riesgo de que Madrid se vaya a convertir en una ciudad genérica, esa categoría vaticinada por Koolhaas [179] [65] como resultado de la inmigración masiva y la globalización de productos y servicios en ciudades de nuevo cuño. Madrid sigue mostrando fuertes rasgos de carácter, aunque probablemente distintos de las folklóricas etiquetas manejadas por el turismo.

No se trata de escudriñar si Madrid sigue siendo o no una ciudad 'castiza', cualquiera que sea el significado de ese término en 2013. Se trata, más bien, de determinar si esa denominación caracteriza o no actualmente a la ciudad. Y cuando se examinan uno a uno los rasgos distintivos de lo castizo, no resulta fácil encontrarlos en la vida activa proyectada por la ciudad hacia el mundo. Por mucho que determinados estamentos turísticos o nostálgicos pretendan mantener vivos el cocido, el chotis, la zarzuela o la figura del 'chulo', es difícil atribuirles ninguna representatividad en el perfil simbólico de la ciudad.

No es ésta una postura nueva, ya en 1920, Azaña, se distanciaba: *No soy madrileñista. El madrileñismo es una necedad importada de la periferia. Hace años, un catalán que vendía adoquines al Ayuntamiento quiso ser concejal y en sus carteles electorales se tituló madrileñista. Idea de empresario. Después la han hecho suya algunas casas de juego* [39:215].

Imagen de la capitalidad

Más difícil de manejar es la imagen representativa que supone su condición de capital de España, del Reino, del País o, simplemente, la denominación habitual de 'la capital'. Por mucho que se repita, los madrileños no se reconocen como sujetos de ninguna posición centralista, como las pretendidas por las distintas periferias de que Madrid haya perdido sus raíces populares: como bien explica Carandell, lo típico es una cosa muy distinta de lo popular [60: 125].

La Corte atrajo gente de la más diversa condición pero no creó un tejido social, cultural y empresarial fuerte y con vida propia. Madrid no tuvo universidad hasta el XIX y las empresas son de anteayer. A Madrid no le ha valido de nada ser capital de España, porque sus habitantes no fueron capaces de constituir una comunidad independiente del poder político central, con vida e intereses propios defendidos con tesón y cohesión [221:10].

Manuel Azaña decía que, *si no existe una idea de Madrid es que la villa ha sido corte y no capital. La función de una capital consiste en establecer una cultura radiante: Madrid no lo hace. Es una capital frustrada, como la idea política a la que debe su rango. La destinaron a capital federal de las Españas y en lugar de presidir la integración de un imperio no hizo sino registrar hundimientos de escuadras y pérdidas de reinos* [39:219].

El poso de la Corte y la inmigración

Convivir con la Monarquía, el Gobierno y la Administración central del país ha dejado cierto poso en los ciudadanos de Madrid. Pérez Galdós resume el efecto de la Corte y de las personas que atrajo, de una manera muy gráfica: *Esta ciudad, donde alternan pacíficamente aristocracia, clase media y pueblo, es una real república que los monarcas se han puesto por corona y engarzadas en su inmenso circuito, guarda muestras de toda clase de personas* [226:287].

Como mantiene Arturo Soria y Puig, Madrid [...] *lleva a sus espaldas muchos siglos de desidia e inepcia administrativa, de picaresca y especulación. Pero también, El mismo Madrid que no supo aprovechar urbanísticamente la oportunidad de convertirse en Corte, fue el lugar en que Cervantes publicó El Quijote, en que Lope, Tirso de*

[5] Selección de Nicolás Casariego, ver nota anterior.

Molina y Calderón escribieron estrenaron y fecundaron el teatro universal. Incluso el modesto Madrid decimonónico que se ensanchó y reformó interiormente con tanta timidez, era una ciudad famosa por la chispa y gracia de sus ciudadanos, que inspiraron a tantos autores de zarzuelas y sainetes, y en el primer tercio de nuestro siglo fue de nuevo un importante foco cultural [221:12].

Curiosamente, la enorme cantidad de obras que han marcado decisivamente la ciudad no entran en el balance. *Madrid está sin hacer porque lo hemos pensado poco*, decía Azaña [39:218]. Para los madrileños las obras son un estorbo y sería bueno que *Madrid se terminase de una vez*. Pero ello no parece posible, ni en Madrid ni en ninguna ciudad con mínimo pulso vital. Basta acercarse hoy (2013) a Nueva York para ver cómo asoma su vitalidad tras los infinitos andamios y grúas esparcidos por la ciudad.

Permanente estado en obras

En los años finales del boom de la construcción, a mediados de la década de los 2000, las obras de remodelación de la M-30 se sumaban a la reforma de la calle Serrano y el túnel Atocha-Chamartín, junto a varias obras dispersas de reforma y ampliación del Metro para hacer la ciudad intransitable. No era nada nuevo para una ciudad habitualmente empantanada, pero se seguía protestando.

Jean Luc Nancy entiende las obras como algo consustancial a la ciudad: *La Villa ha comenzado con la obra y no puede vivir más que para ella, verse en ella. La Villa se construye deconstruyéndose. Al deconstruirse, se desmonta para montarse de otra manera, para reunir una incesante alteridad siempre transformable, siempre prolongada, siempre renovada. La obra pone al día el equilibrio incesantemente metaestable de la urbanicidad. Por ello, ella está a menudo sin urbanidad, desagradable, abrumadora de ruidos y polvos, rompiendo los bordes, impidiendo los pasos y los accesos, destrozando los recorridos, decepcionando las costumbres, alejando los barrios, sin llegar a hacerse barrio* [173:17].

Una incesante alteridad

En cierta manera, continúa Nancy, *una red de transporte no será nunca un producto acabado (como puede serlo un inmueble o un parque), ya que no es posible cogerla en su totalidad desde ningún punto de vista que no sea el de la planta sobre el plano o en el muro de los geómetras, o bien anunciada en las estaciones. Su realidad se despliega, no se desarrolla, a lo largo de su recorrido, discontinua, móvil en su unidad que en su conjunto es inmovilidad* [173:20].

A pesar de las obras, o más probablemente, gracias a ellas nadie se siente extraño en esta ciudad. Pocas veces la capital de un estado ha sido tan acogedora, universal y diversa y a la vez tan atrayente y definidora. Aunque todos protestemos, lo construido hace del actual Madrid un buen sitio para estar o, con suerte, para vivir que nos *invade como un estado de ánimo.*

Una gran ciudad portuaria

Decía el alcalde Tierno que *en Madrid termina un largo y árido camino mesetario; 'el último poblachón de la Mancha' se le ha llamado. Esa es su parte de Castilla la Nueva, que se atenúa en las estribaciones del sistema montañoso central, donde el camino se convierte en puerto y la ciudad en una gran ciudad portuaria a la que llegan de todas partes novedades e influencias* [227:19].



Hoy ya no llegan sólo por los caminos del norte, del otro lado de ese puerto, sino por la Puerta de Atocha y el Aeropuerto de Barajas, obras fundamentales para entender Madrid como un lugar de llegada de donde no hace falta salir. Como cantó Joaquín Sabina[6],

A mitad de camino entre el infierno y el cielo,
yo me bajo en Atocha, yo me quedo en Madrid.

[6] Canción: *Yo me bajo en Atocha*. Letra: Joaquín Sabina.

EL PROYECTO 'PROLONGACIÓN DE LA CASTELLANA'

Luis Irastorza
Ingeniero de caminos

El Proyecto Prolongación de la Castellana es el ámbito de suelo urbano no consolidado que tiene como objeto la integración de Chamartín y Fuencarral mediante una operación global de reordenación de sus áreas de uso ferroviario y la creación de una centralidad urbanística en la Corona Norte de la Ciudad de Madrid, apoyada en una trama urbana que da solución a la integración de su entorno y al crecimiento de la ciudad.

El Proyecto Prolongación de la Castellana constituye el episodio final de este proceso. Responde, por tanto, a la doble voluntad de, por un lado, prolongar y terminar la mejor y más importante calle de Madrid; y, por otro, hacerlo potenciando su carácter de pieza central de la ciudad: atractor de las funciones institucionales y terciarias más cualificadas y, por ello, espacio privilegiado para la innovación arquitectónica y de la tecnología de la construcción que debe hacer frente al gran reto de diseñar y construir edificios de consumo casi nulo de energía.

La magnitud del proyecto es similar a los grandes proyectos desarrollados en Europa Occidental, como la Défense y Austerlitz, en París, y Broadgate y Canary Wharf, en Londres, tal y como puede apreciarse en la siguiente tabla:

	Madrid Prolongación Castellana	París Le Défense	París Austerlitz	Londres Broadgate	Londres Canary Wharf
Superficie del ámbito (m^2 suelo)	3.120.658	1.300.000	1.300.000	106.013	420.000
Edificabilidad lucrativa (m^2 edif)	3.276.691	3.750.000	2.050.000	410.000	2.250.000
Coef. edificabilidad (m^2 edif/m^2 suelo)	1,05	2,88	1,58	3,87	5,36
Uso	Residencial / Oficinas	Oficinas	Residencial / Oficinas	Oficinas	Oficinas
Año de inicio construcción	2017	1958	1993	1987	1987
Año de terminación del Proyecto	2030-2035	2005	2013	1992	2010
Modelo de Gestión	Empresa Privada	Empresa Pública	Empresa Pública	Empresa Privada	Empresa Privada

El Proyecto tiene cinco objetivos principales: prolongar el eje de la Castellana en 2,6 km; remodelar la Estación de Chamartín y sus accesos; recuperar una zona degradada de la ciudad; eliminar la barrera urbanística creada por el ferrocarril, e integrar los nuevos barrios del norte, Fuencarral y el barrio del Pilar con la Castellana en una centralidad de terciario y equipamiento.

Su ámbito está divido en dos áreas por el cruce de la M-30: al sur, en el entorno de la Estación Ferroviaria de Chamartín, con un gran parque urbano de centralidad que se convierte en su antesala; al norte, desde la M-30 hasta la M-40, entre el barrio de Begoña, el pueblo de Fuencarral y la playa de vías, que se desarrolla según la estructura lineal de la prolongación del Paseo de la Castellana.

La ordenación de la Prolongación de la Castellana responde a un enfoque urbanístico innovador en muchos aspectos. En los usos del suelo, casi un tercio del suelo total del ámbito será ocupado por el viario, siendo sus ejes principales tanto la nueva Castellana, con sus 83 m de sección, como las transversales este-oeste; esta red viaria dará servicio tanto a las personas que viven o trabajan en el ámbito (60%) como también al tráfico de paso cuyo origen o destino está fuera del mismo (40%). La superficie de uso dotacional público asciende a 31 ha y el sistema de zonas verdes asciende a 55 ha con un parque central sobre las vías de 13 ha y pequeños parques de proximidad para esponjar la trama, eliminar el carácter de 'puente' y favorecer la sensación urbana.

El diseño se ha planteado de forma tridimensional, con superposición de usos en distintos planos, superando la habitual separación estricta de usos y funciones sobre el plano horizontal. Viviendas y oficinas se entremezclan en el conjunto de la operación, de tal manera que no llegan a constituir enclaves separados o cerrados. Los usos terciarios se concentran en edificios de mayor altura en los nodos de transporte público, en los que convergen las estaciones de Metro y ferrocarril de Cercanías.

Por su parte, la tipología de viviendas, se concreta en soluciones diferenciadas según las localizaciones. En el entorno de la Estación se diseña una ordenación más abierta y flexible. En la Prolongación de la Castellana y las calles perpendiculares de tráfico restringido se potencia la creación de una fachada residencial. Los 3.276.691 m^2 de edificabilidad sobre rasante de uso lucrativo se ubican en los 548.074 m^2 de suelo calificado como residencial. Asimismo, en los 309.000 m^2 de suelo calificado como equipamiento público se podrán construir hasta 450.000 m^2 de edificabilidad. El uso residencial se concreta en unas 17.300 viviendas, de las que 3.900 (el 22,5%) estarán sometidas a algún régimen de protección pública.

Al tratarse del proyecto urbanístico de mayor envergadura jamás acometido en nuestro país, y dado su largo plazo de desarrollo, parece imprescindible aplicar en este Proyecto los más estrictos criterios de sostenibilidad en movilidad, eficiencia energética y optimización del ciclo del agua.

Para la movilidad, la ordenación propuesta localiza a más del 70% de la población y del empleo a menos de 300 m de una estación de Metro o Cercanías y a más del 95% a menos de 500 m. Estos porcentajes son superiores a los correspondientes a la Almendra Central de Madrid. Por otra parte, los usos terciarios se ubican en los nodos de transporte público al generar o atraer más viajes por m^2 construido que el uso residencial, reduciendo los viajes en vehículo privado. También se ha diseñado una densa red ciclista de 18 km que conecta con las siete estaciones de Metro y las tres de Cercanías. Asimismo la red viaria incorpora una capacidad de transporte superior a la necesaria para la población y empleo a localizar en el ámbito, con ahorros previstos de tiempo de desplazamiento de un 10% en las zonas aledañas al Proyecto.



Nueva estación de Chamartín y accesos

Para optimizar la eficiencia energética de la edificación se ha estudiado con mucho detalle la ordenación volumétrica para que el soleamiento a lo largo del año sea el mayor posible. Además, se ha estudiado la optimización energética de los edificios para establecer los criterios de diseño, los sobrecostes y los retornos de la inversión de los edificios de consumo casi nulo de energía. También se realizó un estudio de viabilidad de un sistema centralizado de climatización para todo el ámbito, con aporte de calor y frío a los edificios de oficinas y únicamente de calor a los edificios residenciales.

La optimización en el ciclo del agua se basa en dos acciones: a) la reducción de la demanda de agua potable utilizando agua regenerada municipal, proveniente de depuradora de aguas residuales, para su utilización en los inodoros de las viviendas, en el baldeo de calles y en el riego de zonas verdes, y b) la utilización de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDs), como son los pavimentos drenantes en las aceras y carriles bici, las zonas de biorretención en los alcorques de los árboles y en las medianas, y los depósitos de detención o zanjas de infiltración en el interior de las parcelas. Todo ello persigue la reducción del caudal punta existente antes de urbanizar, para no sobrecargar los colectores existentes ya próximos a su capacidad máxima de drenaje y reducir considerablemente los volúmenes de agua tratados en depuradora.

Impacto económico y creación de empleo

La inversión prevista en el desarrollo del Proyecto asciende a 11.100 millones de euros, de los que 4.300 millones corresponden a infraestructuras públicas y los 6.800 millones restantes a la edificación. Estos importes están estimados en euros de 2010, aunque los precios en 2014 podrían resultar similares por cuanto que a la inflación acumulada desde 2010 se le opone la reducción de precios de la construcción como consecuencia de la drástica disminución de la obra contratada tanto en estos momentos como prevista para los próximos 10 años, todo ello como consecuencia de la necesidad de consolidación presupuestaria de las Administraciones Públicas y de la previsible reducción en la construcción de viviendas; en todo caso, los importes no se actualizan con la inflación futura prevista sino que están expresados en valor constante.

Supondrá la creación de unos 16 a 20.000 puestos de trabajo directo e indirecto a lo largo de los 12 a 15 años en que está previsto el desarrollo del mismo. De estos 16 a 20.000 empleos, alrededor del 50% corresponden a infraestructuras y el otro 50% a edificación. Una vez finalizado el Proyecto, en el ámbito vivirán unas 50.000 personas y se localizarán unos 88.000 empleos.

(Texto resumido de Luis Irastorza).

MADRID-RÍO. FABRICAR UN PAISAJE ARTIFICIAL. EL PROYECTO DE LA RED VERDE EN LAS MÁRGENES DEL MANZANARES.

Ginés Garrido & Francisco Burgos
Arquitectos

En la primera mitad del siglo XX el cauce fue canalizado, cuando todavía sus orillas estaban prácticamente libres de edificaciones. Tras la Guerra Civil, el control de las crecidas de las aguas mediante la construcción de un cajero de hormigón y granito y siete presas, propició el rápido desarrollo de los nuevos barrios, dando lugar a un continuo urbano de gran densidad que fue soldando progresivamente los núcleos periféricos del suroeste de la ciudad.

El crecimiento de Madrid nunca se enfrentó a los bordes del río como a un lugar amable, sino más bien, los ignoró y se defendió de ellos. Las diversas condiciones topográficas y sociales de las dos orillas hicieron que el tejido urbano se aproximara a sus límites de modo diverso. En la margen derecha, a partir de 1950, los edificios se agolparon a poca distancia de la ribera dejando libre una estrecha franja, rígida y lineal, que se prolonga de norte a sur. En la margen izquierda, por el contrario, la ciudad histórica quedó separada del río, estableciendo una cadena de espacios en ladera que suavemente se aproximaban hasta la base de las edificaciones.

Los 1970 constituyeron un hito para Madrid en el ámbito del río ya que, partiendo del Puente del Rey hacia el sur, en las dos orillas, se construyó el arco oeste de la autopista M-30, primer cinturón de circunvalación de la ciudad. Esta infraestructura conformó un anillo de distribución de tráfico que evitaba el centro urbano y que transformó la movilidad y las relaciones entre los barrios, especialmente entre el área central y la periferia Madrid.

Con la construcción de la autopista, el río quedó constreñido en ambos márgenes por los carriles de circulación. De este modo, desapareció cualquier relación de los ciudadanos con el ámbito fluvial y el cauce canalizado quedó completamente aislado, inaccesible e invisible. La autopista constituía una barrera impenetrable y agresiva, generadora de altos niveles de contaminación. Asimismo, la nueva infraestructura cegó los puentes peatonales que se habían construido al tiempo que el encauzamiento, y anuló la conexión histórica entre el Campo del Moro y la Casa de Campo.

Entre 2003 y 2007 se llevó a cabo la obra de soterramiento del arco oeste de la M-30 en el ámbito del río, obra que hizo posible la eliminación del tráfico en superficie y la consiguiente liberación de más de 50 ha de terreno ocupado anteriormente por las calzadas. A esta superficie se sumaron



Madrid Río, plano general

otras casi 100 ha correspondientes a los diferentes suelos infrautilizados adyacentes a la autopista.

Tras la construcción de los túneles afloró una herida vacía formada por un rosario de espacios desocupados, que atesoraban la potencia latente de convertirse en nexo de unión de un corredor ambiental de casi 3.000 ha dentro del término municipal, que se extiende desde El Pardo hasta Getafe y que enlaza importantísimas áreas verdes de la ciudad como la Casa de Campo, el Parque de la Arganzuela o el Parque del Manzanares Sur.

Por tanto, los beneficios obtenidos al enterrar la antigua autopista, obviamente, no han quedado reducidos a la mejora de ciertos aspectos de la movilidad urbana, ni siquiera a la rehabilitación local de los barrios, sino que pueden adquirir en un futuro próximo, una dimensión de gran escala que necesariamente deberá repercutir en las relaciones entre la

ciudad y el territorio, entendidas en su mayor alcance. La enorme trascendencia para la ciudad de los espacios liberados como consecuencia del soterramiento de la M-30, llevó al Ayuntamiento de Madrid a convocar un Concurso Internacional de Ideas para concebir y proyectar los nuevos espacios libres en el entorno del río. El concurso lo ganó una asociación de estudios de arquitectura de Madrid (Burgos & Garrido, Porras & La Casta y Rubio & Álvarez-Sala). Este conjunto de equipos, bautizado como mrío arquitectos asociados propuso, en colaboración con la oficina holandesa West8, la solución para la construcción de un parque urbano de más de 120 ha, que ocupa la superficie liberada por el soterramiento de la autopista.

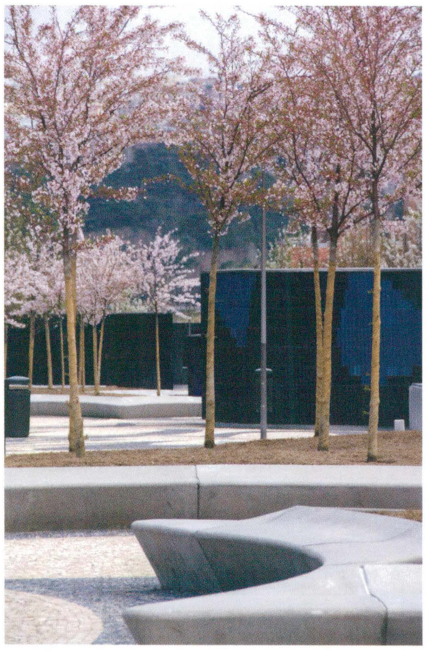
Sumariamente, la estrategia del proyecto se basa en la convicción de que, a través del río es posible conectar la ciudad, expresión máxima de la acción artificial, con los territorios del norte y el sur de Madrid, en los que aún perviven los elementos naturales propios de la cuenca fluvial. El río se convierte en puerta o enlace entre interior urbano y exterior territorial y, a través de sus márgenes, se establece la continuidad y la permeabilidad, hasta hoy aniquiladas por los sucesivos anillos concéntricos, hollados por los cinturones viarios, M-30, M-40, M-45, M-50…, que fueron el resultado de aplicar a la red circulatoria los modelos de movilidad propios de mediados del siglo XX.

El proyecto se ha concebido en sucesivas aproximaciones o escalas a partir de las que se ha aplicado la reflexión sobre el campo de juego, obteniendo respuestas o soluciones diversas, desde el ámbito territorial o estratégico al local o específico.

En la escala territorial se han establecido los parámetros de partida para que, en el medio plazo, sea posible la regeneración de las márgenes del río en toda su longitud, como verdaderas áreas de integración entre el paisaje y la actividad humana, bajo un entendimiento contemporáneo capaz de superar el antagonismo implícito en el binomio urbano-rural.

En la escala metropolitana, a través del proyecto y de su concepción como gran infraestructura, se lleva a cabo la incorporación del corredor que se extiende sobre los bordes fluviales a su paso por la ciudad como parte del GR 124 (Gran Recorrido de la Red de Senderos Europeos) que ya, en 2011 se podrá transitar en toda su extensión, desde Manzanares el Real hasta Aranjuez.

En la escala urbana, el proyecto incorpora el río como doble línea de fachada inédita y configura un conjunto enlazado de espacios verdes que se infiltra en la ciudad; establece en la superficie un nuevo sistema de movilidad y accesibilidad; incrementa la integración y calidad urbana de los barrios limítrofes al río; protege y revaloriza el patrimonio histórico y detecta áreas de oportunidad que, sobre este ámbito de nueva centralidad, serán capaces de generar un cambio potencial del conjunto de la ciudad en el largo plazo.



Madrid Río avenida de Portugal ©ANA MULLER

En la escala local, la propuesta se ejecuta como una operación radicalmente artificial, materializada sin embargo con instrumentos eminentemente naturales. No se debe olvidar que el proyecto se implanta sobre un túnel o, más bien, sobre la cubierta de un conjunto complejísimo de instalaciones al servicio del viario enterrado. Un edificio de hormigón de más de 6 km de longitud, con enormes y determinantes servidumbres y con una topografía cuya lógica obedece exclusivamente a la construcción de la infraestructura, que emerge inopinadamente sobre el suelo y con la que ha sido necesario negociar.

Sobre esta edificación subterránea, la solución adoptada se ha basado en el uso de la vegetación como principal material de construcción. El proyecto establece como estrategia general la idea de implantar una densa capa vegetal, de carácter casi forestal, allá donde sea posible, es decir, fabricar un paisaje con materia viva, sobre un sustrato subterráneo inerte, modificado y excavado para el automóvil, sobre una construcción que expresa por si misma el artificio máximo.

Las familias, formas y asociaciones de especies vegetales seleccionadas provienen de la extrapolación del estudio de la cuenca del río y su adaptación, en cada caso, al medio urbano específico. La ordenación de los distintos entornos y su caracterización como lugares de uso público se ha producido teniendo en cuenta, por un lado, las funciones requeridas y las necesidades detectadas en cada distrito y por otro, la capacidad de conformar espacios habitables, inherente a los conjuntos organizados de vegetación de distinto porte.



Madrid Río, plano general



Madrid Río, área histórica

© AYUNTAMIENTO DE MADRID

La solución se concreta en tres unidades de paisaje principales. Primero, el Salón de Pinos, o corredor verde que discurre por la margen derecha del río. Es la estructura que permite la continuidad de los recorridos y reacciona en su encuentro con los puentes existentes dando lugar a distintos tipos de jardines de ribera (Jardines bajos de Puente de Toledo, Jardines del Puente de San Isidro, Jardines del Puente de Toledo y Jardines del Puente de Praga). Segundo, el enlace definitivo del centro histórico (representado por la imagen imponente del Palacio Real y la cornisa elevada de la ciudad), con la Casa de Campo, parque de más de 1.700 ha. En este entorno se incluyen la Avenida de Portugal, la Huerta de la Partida, la Explanada del Rey y los Jardines de la Virgen del Puerto. Tercero, la ancha franja sobre la ribera izquierda donde se sitúa el conjunto del Parque de la Arganzuela que incluye el centro de creación de arte contemporáneo de Matadero, y que representa la mayor superficie de espacio verde unitario de la propuesta.

Además de estas tres grandes operaciones paisajísticas coherentes entre sí, el proyecto propone 150 intervenciones de diferente carácter, entre las que destaca el sistema puentes que dotan de un inédito grado de permeabilidad al cauce. Se han desarrollado soluciones sobre más de 20 puentes o pasarelas sobre el río, rehabilitando las siete presas, reciclando algunos puentes existentes y creando nuevos pasos, unas veces con un lenguaje silencioso y otras, intencionadamente expresivo. Como en una acción microquirúrgica el proyecto incorpora, eslabón por eslabón, una cadena de fórmulas de integración del río en la ciudad y de la ciudad en el río. Son elementos que garantizarán el contagio de los nuevos valores de las orillas regeneradas sobre los ámbitos y barrios cercanos. Con este efecto de resonancia, se prevé una sucesión de operaciones que aseguren una renovación de gran alcance. Desde ahora y de manera irreversible, se está fraguando una radical metamorfosis, sin precedentes para la ciudad de Madrid.

Unidades de Paisaje.
Primera unidad de paisaje: el Salón de Pinos

La superestructura lineal del Salón de Pinos es el elemento que organiza la continuidad de recorridos a lo largo de la ribera derecha del río. Está construida sobre los túneles en su práctica totalidad y tiene un ancho medio de 30 m. Sobre la losa de hormigón que cubre el paso de los automóviles se han plantado más de 9.000 unidades de diferentes especies de pinos, de diversos tamaños, formas y agrupaciones con un marco de plantación forestal. Los ejemplares han sido seleccionados fundamentalmente en campos en los que hubiese posibilidad de extraer plantas con morfologías naturales (troncos no lineales, troncos dobles, troncos inclinados, etc.) De este modo se obtiene una prolongación controlada de los pinares de la sierra situada al norte de Madrid que parecen extenderse hasta el confín de la ciudad. Estos árboles han sido anclados a la losa de los túneles mediante cables de acero y bridas biodegradables, para potenciar su estabilidad y el crecimiento de sus raíces en horizontal sobre el paquete de tierras disponible. No obstante, este paseo se encuentra frecuentemente con estructuras de gran valor urbano o patrimonial. Dos ejemplos simbólicos de esta intersección son los puentes históricos de Segovia (1582) y de Toledo (1732). En estos enclaves el salón reacciona como espacio de estancia, ampliando sus límites y ofreciendo un diseño específico, con árboles de ribera de hoja caduca y alineaciones de setos y bancos de piedra. Las actividades integradas en el Salón se incorporan con un lenguaje coherente con su carácter forestal. Un claro ejemplo de este procedimiento lo forma el conjunto de áreas de juegos infantiles, diseñado específicamente como un sistema completo de formas naturales.

Segunda unidad de paisaje: la Escena Monumental

La vinculación del centro histórico y el barrio de La Latina con la Casa de Campo ha estado vedada a los peatones de forma secular. El nuevo contacto, que ya es posible por la desaparición de los automóviles bajo tierra, ha sido resuelto con diversas intervenciones que asumen el carácter monumental y panorámico de esta zona, en la que el zócalo elevado del Palacio Real (germen primigenio del desarrollo de la ciudad) contacta con el río. Se han propuesto diferentes soluciones afrontando con extremada atención el contexto en el que se sitúan: La 'Explanada del Rey', explanada abierta pavimentada con un gran patrón figurativo y que sirve de gran atrio ante la Casa de Campo. La Huerta de la Partida, que es un recinto cerrado en el que se han plantado diferentes retículas de árboles frutales (perales, manzanos, moreras, granados, higueras, nogales, avellanos, etc.) acoge un extraordinario mirador de la cornisa. La avenida de Portugal, convertida en un bulevar pavimentado por calceteiros portugueses y poblado por cuatro especies de cerezos *(Prunus avium, P. avium 'Plena', P. yedoensis y P. padus 'Watereii')* permite la contemplación de una espectacular floración que se alarga más de un mes en primavera. Por último, los jardines de La Virgen del Puerto, en la otra margen del río, estructurados mediante la disposición de parterres



Madrid Río, Plataforma del Rey

© ANA MULLER

orientados según los ejes de los principales acontecimientos urbanos del área: el puente de Segovia, el puente del Rey, la Avenida de Portugal y la puerta del Rey que ha sido restaurada y resituada según los datos disponibles en la cartografía histórica de Madrid.

Plataforma del Rey

En el acceso monumental que enlaza el centro histórico de Madrid con la Casa de Campo, antiguo cazadero real, destaca la Plataforma del Rey, un espacio abierto de 14.000 m^2 y un frente paralelo al río de poco menos de 250 m, para formar un escenario capaz de acoger diferentes manifestaciones cívicas (conciertos, celebraciones oficiales, actividades culturales, etc.) en un entorno de extraordinaria calidad ambiental, que permite contemplar la Cornisa Histórica de la Ciudad. Este lugar está conectado con el Salón de Pinos y forma parte de él, aunque por exigencias de su uso, sea un área casi desprovista de arbolado. En ella el principal elemento organizador es el pavimento que, de forma muy suave, se adapta a una topografía que integra todas las emergencias de los túneles hasta hacerlas imperceptibles. En este pavimento las pequeñas piezas de granito y basalto forman un patrón que desciende desde la Avenida de Portugal y se esparce sobre la superficie del suelo a una escala en aumento progresivo. Dicho patrón vincula la plataforma con el pavimento proyectado en la avenida. De este modo, la Plataforma es un elemento que liga de manera natural importantes piezas del escenario monumental que se produce en este punto, como son el Puente del Rey, la Casa de Campo, la Avenida de Portugal y el Salón de Pinos.

Huerta de la Partida

Se trata de un espacio recuperado que en las pasadas décadas se dedicó a albergar uno de los principales nudos de la autopista. La propuesta de regeneración de este lugar incluye: la construcción de una tapia, a veces opaca o permeable que confiere al recinto el carácter de huerto cerrado; el modelado artificial del terreno, regularizando su superficie y tallando un único plano de suave pendiente hacia el río; la plantación de agrupaciones de frutales (granados, moreras, manzanos, perales, avellanos, almendros, higueras, olivos y nogales) en cuadrantes reticulados con sutiles variaciones de orientación; y una ría húmeda que describe la trayectoria del Arroyo Meaques, actualmente entubado y oculto.

Tercera unidad de paisaje: la Ribera del Agua. Arganzuela y Matadero

En la margen izquierda del cauce la ciudad se separa del río. El ejemplo más importante de la propuesta en esta orilla es el nuevo Parque de la Arganzuela, construido sobre antiguas dehesas de pasto de uso comunal. En este entorno se construyó el Matadero Municipal, notable ejemplo de arquitectura postindustrial de la segunda década del siglo XX. Con el soterramiento de la autopista, Madrid dispone ahora en este punto de 33 ha de espacios libres que forman el mayor parque del proyecto. Este se ha concebido como un gran espacio en el que el río se ha retirado dejando su huella ancestral. Está organizado con diferentes líneas que se entrecruzan, como surcos por los que pasó el agua, dejando entre sí espacios para distintos usos. Estas líneas, de carácter marcadamente longitudinal, son los caminos de distinta especie que recorren el espacio de norte a sur. Un camino más plano y ancho (el Camino Rápido), otro más sinuoso y de pendiente variable (el Camino Lento) y una franja empedrada de márgenes frondosos (el Arroyo Seco), que vertebra el centro del parque. La construcción del espacio se plantea como una gran arboleda que contiene varios paisajes, algunos más naturales y otros más construidos, configurados por una variación de especies, alturas, densidades y texturas. De este modo el parque, concebido como un retazo de la cuenca del río, incorpora tres áreas botánicas: bosque mediterráneo, bosque atlántico y fronda de ribera. El carácter de estos paisajes interiores está relacionado con los trazados longitudinales del parque, con árboles que siguen los caminos y las sendas, con sotos y bosques que emergen sobre la topografía. La textura boscosa se intercala con las superficies plantadas de aromáticas entre los caminos y el Arroyo Seco. Siguiendo la orilla izquierda del río, se dispone una franja húmeda y verde, con una pradera de césped que se inclina hacia el agua. Una constelación de fuentes ornamentales y un conjunto de tres láminas elípticas de agua pura introducen este elemento como materia narrativa que relaciona las distintas asociaciones de vegetación. Cada fuente presenta un distinto juego sonoro y visual y se rodea de pequeñas laderas plantadas de frutales que remiten a la imagen de los



© AYUNTAMIENTO DE MADRID



© AYUNTAMIENTO DE MADRID

Madrid Río, avenida de Portugal



Madrid Río avenida de Portugal

© ANA MULLER



Madrid Río, área histórica

© AYUNTAMIENTO DE MADRID

jardines de las leyendas o del Paraíso. Las líneas entrelazadas que estructuran el parque permiten la formación de recintos en los que se han situado importantes instalaciones para el recreo al servicio de los usuarios de todas las edades. En él se incluye un campo de fútbol Once, dos pistas de patinaje y tres importantes conjuntos de juegos infantiles. El parque asimismo incorpora el conjunto dedicado a la creación de arte contemporáneo de Matadero, como una gran dotación cultural que vive dentro de él. A través de los caminos se accede a las naves del antiguo complejo, cuya rehabilitación está a punto de finalizar. El diseño de los trazados permite entender la relación entre Matadero y el parque como un continuo entre el río y la ciudad.

Créditos:

Arquitectos: Burgos & Garrido / Porras La Casta / Rubio & Álvarez-Sala / West 8. Director de equipo: Ginés Garrido. Equipo de diseño: Francisco Burgos, Ginés Garrido, Fernando de Porras-Isla, Arantxa La Casta, Carlos Rubio, Adriaan Geuze, Edzo Bindels.

Colaboradores: Coordinador de equipo, Javier Malo de Molina, arquitecto.

Equipo de Madrid: Samir Alaoui, Irene Álvarez de Miranda, Jaime Álvarez, Silvia Aydillo, Pierre Banchet, María Bandrés, Araceli Barrero, Carlos Carnicer, Rocío Caro, Almudena Carro, Sergio del Castillo, Alicia Colmenarejo, Isabel Cuellas, Mª Ángeles Fernández, Carlos Fernández, Mª Jesús Franco, Gabriela Galíndez, Elena Garicano, Eduardo González, Maya González, Miguel Ángel López-Mir, Raquel Lozano, Marina del Mármol, Agustín Martín, Rocío Martín, Raquel Marugán, Gemma Montánez, Eleucidio Moreno, Víctor Muñoz, Matías Nieto, Emilio Ontiveros, María Ortega, Ana Palancarejo, Susana Paz, Nerea del Pozo, Lucía Prado, Jonás Prieto, Eduardo Ruiz de Assín, Ramiro Sánchez, Marco de Simone, Emma Simonsson y Juan Tur.

Equipo de Rotterdam: Christian Dobrick, Freek Boerwinkel, Karsten Buchholz, Lennart van Dijk, Juan Figueroa, Michael Gersbach, Magdalena González, Enrique Ibáñez, Joost Koningen, Sander Lap, Silvia Lupini, Perry Maas, Ricardo Minghini, Eva Recio, Marta Roy, Carlos Saldarriaga, Alexander Sverdlov, Mariana Siqueira y Shachar Zur.





REFORMA DE RECOLETOS Y PASEO DEL PRADO

Juan Miguel Hernández de León

Tratamiento de áreas principales

El criterio general, simplificado, de toda la intervención ha sido el de recuperar espacios históricos para las nuevas necesidades de la ciudad en una zona especialmente sensible de su tejido, tanto por su posición como por su dimensión o por los valores culturales que contiene.

Es también una necesidad, ésta perentoria, corregir el barullo que actualmente supone para la escena urbana la acumulación de pequeñas intervenciones, las más de las veces actuaciones que podríamos considerar de mantenimiento, cuya intrascendencia aparente evoluciona hasta convertirse en una operación recualificadora de las características del espacio público, convertido en un yacimiento en el que se han sedimentado, unas junto a otras sin orden aparente, todas las modas —no merecen ser llamados criterios— de equipamiento de la vía pública.

La amplitud del ámbito, que engloba partes sustantivas y extensas de caserío residencial, hubiera exigido una reflexión en profundidad sobre la habitabilidad del centro histórico, si ésta no hubiera estado ya realizada, en su mayor parte, por la Oficina Municipal del Plan durante la redacción del nuevo Plan General actualmente vigente en Madrid. Ha sido pues fácil detectar las líneas maestras de esta reflexión y apoyarlas con actuaciones inspiradas en los mismos principios, principios que podemos resumir en el respeto por el patrimonio edificado y la dotación de los equipamientos, de diversa magnitud, de los que la zona carece, siempre dentro de lo posible.

Para conseguir una disminución más que apreciable del alboroto perceptivo de que hemos dejado constancia basta con limpiar las aceras de los estratos ya innecesarios y homogeneizar los necesarios con criterios de respeto por los tipos y posiciones de los valiosos complementados con los imprescindibles para que se haga un uso correcto de la ciudad.

Podemos decir que para comprender un ámbito como el que se estudia, que ya se expresa con la rotundidad y la potencia con que ahora lo hace, bastará con limpiar las disonancias añadidas, fijar sus notables valores, de todo tipo, que hoy ya existen y dar esplendor a la calidad de la arquitectura que actualmente lo configura.

La necesidad y trascendencia de la operación han sido evidentes desde que ya el Plan General de Ordenación Urbana de Madrid remite esta zona, concretado su perímetro a través del concurso público a un Plan Especial específico, cuyas bases de partida se establecen, en los documentos municipales de planeamiento, en términos análogos a los expuestos.

En efecto, con una superficie aproximada de unas 164 ha se vierte a lo largo del eje norte sur de la ciudad, con extensiones en su borde sur a este y oeste, hasta completar un desarrollo de unos 4,7 km. Contiene numerosos edificios monumentales protegidos por la legislación sectorial del Patrimonio Histórico, tanto nacional como autonómico, e incluso una gran parte de su superficie —el paseo del Prado desde la plaza de Cibeles a la glorieta de Carlos V— ha sido declarada Conjunto Histórico Artístico con personalidad propia dentro del propio Conjunto Histórico Artístico de la villa de Madrid en cuyo interior se encuentra todo el ámbito. Influye de manera determinante en la personalidad y la vocación del lugar la notable acumulación de museos.

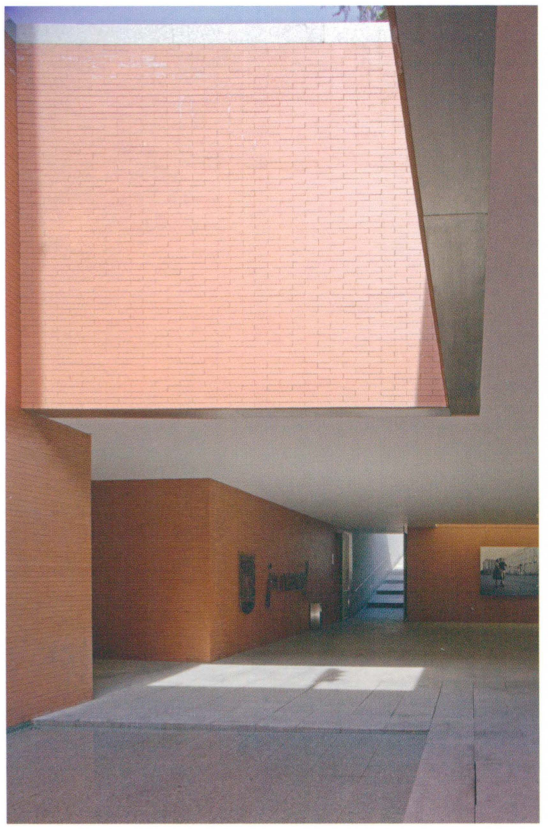
Estas circunstancias y estos criterios generales informan todas las intervenciones que, de forma pormenorizada aunque breve, pasamos a exponer a continuación con un criterio geográfico, es decir, describiéndolas por su posición desde el norte hacia el sur con las extensiones que en cada tramo permitan abarcar la totalidad de la intervención. Para ello se utilizará un código de signos que, en los gráficos adjuntos, permite la comparación de la propuesta con la situación actual.

Plaza de Colón

Se retraza la actual plaza de Colón devolviéndole el carácter de glorieta que tuvo, con circulaciones rodadas que circunvalan el monumento al descubridor, devuelto al lugar que ocupó en 1892 cuando fue proyectado por Arturo Mélida como soporte de la estatua esculpida por Jerónimo Suñol, y resolviendo en superficie los pasos peatonales de manera que pueda ser clausurado el actual cruce subterráneo de la Castellana.

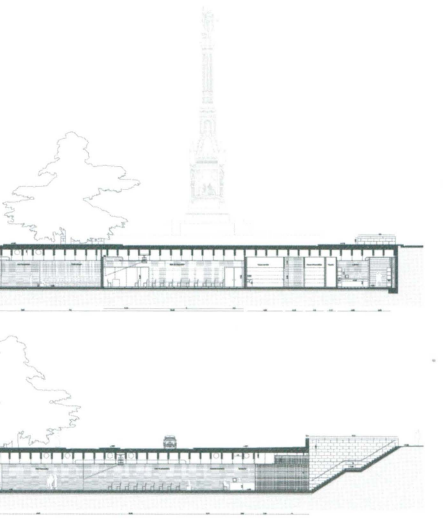
Con el fin de hacer aflorar el sumergido Centro Cultural de la Villa, dotación municipal de notable importancia minusvalorada en parte por su situación escondida, se propone disponer, sobre el lugar aproximado que ocupó uno de los pabellones que flanqueaban la antigua Casa de la Moneda, un volumen edificado que se conecta, a través de un pórtico abierto, con otro situado en el otro extremo de la plaza. Esta disposición dotará de fachada a la plaza, diferenciando la zona estancial de la glorieta, y su formalización final, aunque por supuesto deba realizarse después de una reflexión de proyecto de arquitectura, si se ajusta a los parámetros indicados en el Plan Especial permitirá además la visión remota de las esculturas de Vaquero.

El acceso al Centro Cultural se realizará mediante una plaza enterrada a la cota en que hoy se desarrolla la circulación peatonal bajo la cascada existente.



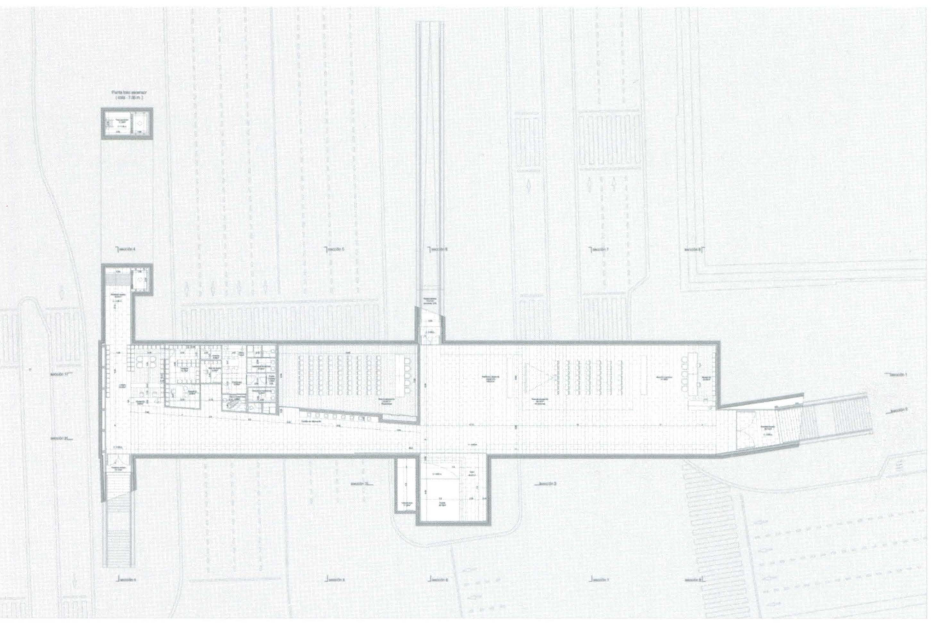


Los jardines de la plaza se corrigen ligeramente para acordarlos con las nuevas implantaciones y se repone la alineación de plátanos eliminada de la acera oeste de la calle de Serrano, de manera que sirva como telón de fondo para las esculturas y genere una nueva escala para la plaza devolviendo la suya a las edificaciones del ensanche. Toda la intervención puede acometerse sin realizar alteraciones relevantes en las instalaciones existentes del Centro Cultural.





Centro Colón





Maqueta remodelación Recoletos-Prado

Paseo de Recoletos

Se ordenan las entradas al aparcamiento existentes sobre la banda lateral este del jardín longitudinal, utilizando las anchuras así ganadas para la ampliación de las aceras de esta orientación y se ordenan también las ocupaciones de vía pública por concesiones municipales a establecimientos comerciales a lo largo del bulevar oeste, actuación esta que se realiza de manera general a lo largo de todo el ámbito de la intervención y cuyo fin, además de recuperar espacio para el peatón, es minimizar el impacto de las actuaciones existentes.

En este orden de cosas, en la redacción definitiva del Plan Especial, se propondrá una alternativa al mobiliario urbano actual cuya heterogeneidad pero, sobre todo, su cantidad —cantidad obtenida más por acumulación de soluciones alternativas y distintas al mismo problema funcional que por necesidades reales— genera un 'ruido' perceptivo impropio de la calidad de los espacios a los que supuestamente sirve.

Un tratamiento análogo de regularización se pretende realizar con los pavimentos, reduciéndolos a dos tipos principales: terrizos para las nuevas zonas de parque —superficies peatonales continuas de gran tamaño— y granito en losas para las circulaciones asimilables a las aceras —las aceras mismas y las de borde de los parques antes citados—. Se respetan, naturalmente, los pavimentos históricos, en general asociados a los monumentos que se alinean a lo largo de los recorridos y las zonas ajardinadas de estas características, disponiendo además algunas nuevas.

Se plantea un uso cultural, todavía indeterminado, para el antiguo palacio del Marqués de Salamanca, incorporando así un contenedor de muy apreciables valores arquitectónicos a la oferta que ya se encuentra en el área.

Estos mismos criterios de simplificación, tanto de mobiliario como de pavimentos, pretenden, igualmente que la descrita para las concesiones de suelo público a comerciantes privados, extenderse a todo el ámbito de intervención como iremos describiendo.

Mediante la oportuna señalización, pero además el adecuado trazado de la pavimentación, se pretende restringir el área delimitada por las calles de Alcalá, plaza de la Independencia, Serrano, Villanueva y paseo de Recoletos, al tráfico rodado de paso, reservándola únicamente para los residentes.

Plaza de Cibeles

Con simplificaciones en los recorridos de la circulación rodada se consagra la vocación como glorieta de la plaza de Cibeles, ahora distraída por reservas de giro, dársenas de autobuses y cortapisas varias a la circunvalación en torno a la fuente. Para devolver a esta última tanto su escala como su relación con el entorno inmediato se suprime el pedestal del grupo escultórico para apoyarlo nuevamente en el nivel del suelo.

Salón del Prado

Se desvía todo el tráfico rodado, en ambas direcciones, por el borde oeste del paseo de Recoletos, antigua calle de Trajineros, recreando gran parte del espacio que fue Salón del Prado.

La reducción de la capacidad de la vía permite además ampliar la acera oeste hasta 7 m en su parte más estrecha.

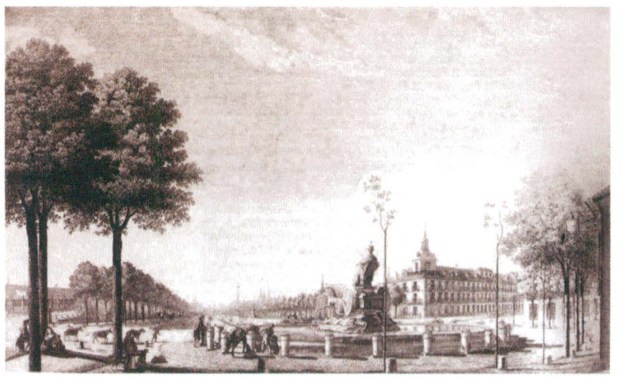
Con el fin de facilitar la comunicación del Museo Thyssen Borsnemiza con este renacido Salón y ralentizar la velocidad del tráfico rodado, se dispone un amplio paso de peatones, al nivel de las aceras e incorporado por sus materiales a los recorridos peatonales generales, ante su entrada actual, que lo será también de la ampliación que ahora se construye.

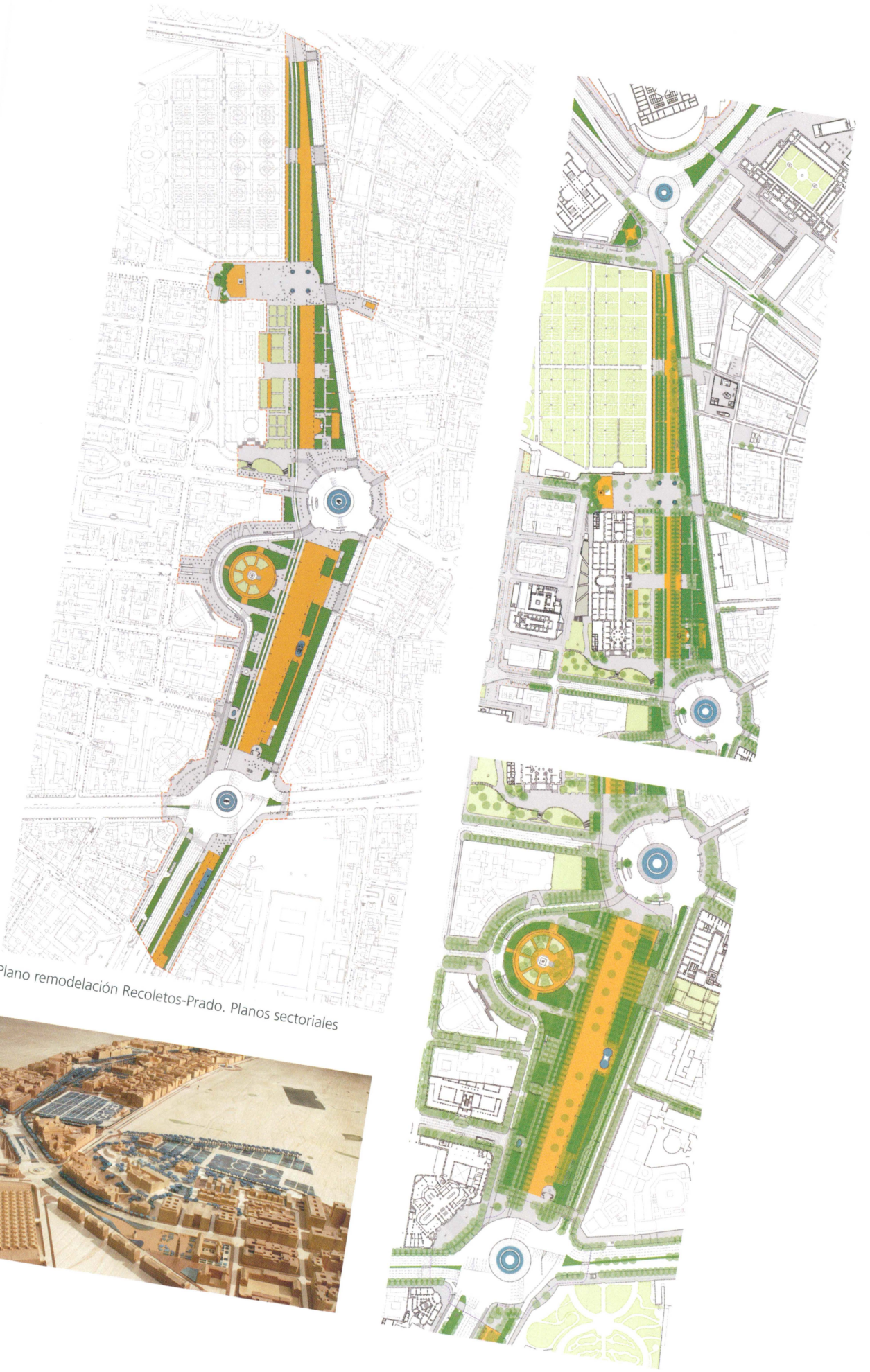
En esta zona es donde mejor podrá apreciarse aquella simplificación que se ha estimado necesaria en pavimentaciones y mobiliario urbano, puesto que el terrizo cubrirá toda la superficie del Salón, rodeando la fuente de Apolo y solamente los bordes, bajo las alineaciones de árboles que definen el espacio se pavimentarán aceras de granito, pavimento que cruzará la calle de tráfico rodado hasta enlazar, como quedó dicho, con la acera que circula al otro lado.

Un salón urbano de estas proporciones debe estar convenientemente amueblado para que la estancia y el paseo sean gratos; lo estuvo con sillas plegables de alquiler, que complementaban los bancos de piedra existentes, servidas por los aguadores ambulantes. Sería deseable recuperar, como servicio público un elemento de mobiliario versátil y útil como las sillas, con o sin alquiler, pero sería de un romanticismo poco práctico sugerir la convocatoria de concursos municipales para la adjudicación de puestos ambulantes de agua de cebada o de horchata que dieran servicio a esta zona, por lo que se ha pensado en la implantación de locales de hostelería adecuados que, mediante concesión municipal, ofrezcan sus servicios como ya vienen haciéndolo en otros tramos de este largo recorrido.

La dimensión permite además la presencia, en la banda este, de zonas más abrigadas para permitir la aparición de recintos, en remanso respecto de las circulaciones peatonales del ámbito, delimitados por setos que los dotarán de una cierta privacidad cubriendo las necesidades que demandan las estancias largas para hacerlas posibles en este recinto.

Para sacar de la calle los vehículos de transporte colectivo no municipales, cuyo volumen contamina, cuando no oculta





Plano remodelación Recoletos-Prado. Planos sectoriales

totalmente, gran parte de las perspectivas urbanas de la zona, se crea un aparcamiento de autobuses turísticos bajo la calle que rodea la plaza de la Lealtad, aparcamiento orientado a convertirse, más precisamente, en estación de autobuses dotada de aquellos servicios que le permitan ser el comienzo de la visita turística, a pie, a los museos de la zona.

En efecto, ordenando, con poco esfuerzo, las visitas turísticas de manera que los autobuses esperen en la estación mientras sus viajeros realizan a pie las visitas a los museos a que se dirigen, se habría conseguido sacar de la calle uno de los elementos más agresivos, sobre todo cuando está detenido, del espacio público al que sirve.

Plaza de Neptuno

De manera análoga a la intervención en la plaza de Cibeles se potencia el funcionamiento como glorieta de esta plaza simplificando los recorridos del tráfico rodado, regularizando geométricamente los deslavazados bordes actuales y eliminando la estación de combustible que se encuentra en su borde sur.

Se devolverá su posición, a cota de la plaza, al dios marino para dejarlo en la misma posición relativa que su lejana compañera la diosa terrestre, con un similar anillo protector enlosado en granito.

Paseo del Prado

Se extiende la solución propuesta para el tramo anterior canalizando todos los tráficos rodados por la banda oeste del Paseo de manera que ante el Museo del Prado, la plaza de Murillo y el Real Jardín Botánico se genere un amplio paseo peatonal.

Toda la zona comprendida entre las calles de Alfonso XII, plaza de la Lealtad, Paseo del Prado, glorieta de Carlos V y Paseo de la Infanta Isabel se tratará como de tráfico rodado restringido, ejecutando pavimentos adecuados, accesible únicamente a los residentes, con el fin de primar la comunicación peatonal, sin interferencias, de todos los edificios que compondrán el nuevo Museo del Prado y potenciando la permeabilidad hacia el Retiro de todo el ámbito.

Ante la puerta sur de este último se propone la traslación de la estatua de Murillo hacia el extremo este de su plaza para poner de manifiesto la relación entre esta puerta lateral del Museo y la principal del Jardín Botánico.

Se pretende recuperar en toda su longitud el banco corrido que se adosa a la verja que cierra la fachada del Botánico sobre el Paseo del Prado y que ahora está perdido, quizá enterrado, en el extremo sur, el más próximo a la glorieta de Carlos V. Esta recuperación, con el acuerdo necesario de los distintos niveles existentes entre la base de este cerramiento y la cota del terrizo, generará una zona estancial longitudinal con bancos que se oponen al citado del Botánico.

Se propone también la peatonalización total de la Cuesta de Claudio Moyano, redistribuyendo en una doble alineación central las casetas de los libreros de lance, de manera que las tapias del Real Jardín Botánico queden libres y el uso Cultural del edificio del antiguo Ministerio de Fomento, actualmente del Ministerio de Agricultura.

Dentro del Real Jardín Botánico se propone la sustitución de la superficie edificada en la esquina de las calles de Alfonso XII y de Claudio Moyano por un edificio adosado sobre las medianerías laterales de las casas que tienen su fachada a la calle de Alfonso XII respectivamente, eliminando así dos de los impactos negativos más notorios sobre este excepcional espacio.

Este nuevo edificio recogerá usos específicos, a definir, para servicios del propio Jardín Botánico compensando la pérdida de superficie que sin duda se genera mediante el traslado de funciones que ahora se desempeñan en el demolido edificio a cualquiera de los propuestos como contenedores culturales en el inmediato cerrillo de San Blas; este traslado aportaría, además, un valor añadido a la operación proyectada para el cerrillo con la presencia sobre él de una institución científica como el Real Jardín Botánico.

El trazado de la circulación rodada en recto, corrigiendo la situación actual, paralela a las fachadas, permite la ampliación paulatina de la acera de manera que se produzca una canalización natural de las circulaciones hacia el Centro de Arte Reina Sofía.

El recorrido natural entre el centro histórico y el Paseo del Prado se produce por la calle de las Huertas que atraviesa y ordena el Barrio de las Letras; esta calle es la única del barrio que ofrece una perspectiva de salida remota, con el atractivo fondo de las arboledas del Paseo y, sobre ellas, del Retiro. Se trata de apoyar esta comunicación integrando la plaza de Platerías Martínez, a través de un paso de peatones, análogo al descrito para el Museo Thyssen, con las actuaciones del Paseo del Prado, extendiendo la superficie pavimentada bajo las Cuatro Fuentes hasta la plaza de Murillo.

El proyecto también incluye propuestas para la Glorieta de Carlos V, los Paseos de la Infanta Isabel y de la Reina Cristina, el Cerrillo de San Blas, donde se conserva la idea generadora de recuperar para el Parque del Retiro la 'Colina de las Ciencias', demoliendo las edificaciones parásitas que han crecido en torno a la edificación histórica.

Créditos: Arquitectos: Álvaro Siza Vieira, Director; Juan Miguel Hernández León, Carlos de Riaño Lozano, José Miguel Rueda, Fernando de Terán Troyano. Coordinación, Prointec, César Cañedo-Argüelles, Ramón del Cuvillo. Ingenieros de Caminos: José Ignacio Gómez Cuesta, Arquitecto. Colaboradores: Patricia Hernández Tejada, Miguel Ángel Sánchez Rico, Arquitectos, Emilio Sánchez Horneros, estudiante de arquitectura. Tráfico y movilidad: Consultrans, Jorge Hernando, Juan Samos, Daniel Fernández, Ingenieros de Caminos. Paisajismo y Jardinería: Carmen Añón Feliú. Paisajismo: Ana Luengo Añon, Arquitecta; Antonio Prieto, Ingeniero de Montes. Historia y Arqueología: Pedro Navascués Palacio, Historiador del Arte; Martín Almagro Gorbea, Arqueólogo. Medio urbano: Javier Ortega Vidal, Gloria Alcázar Albajar, Arquitectos; José Sandoval Martín. Delineante, Procesos Constructivos, SL.

MADRID 1985-2012. DEL URBANISMO DE LA AUSTERIDAD AL DEL CRECIMIENTO EXPLOSIVO

Josefina Gómez Mendoza
UAM, RAH y RAI

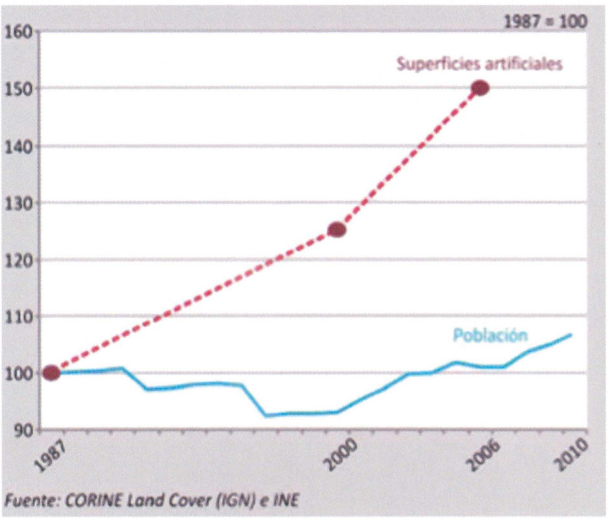
Del urbanismo de austeridad del PGOUM de 1985 a los Programas de Actuación Urbanística (PAUs)

Consciente de la pérdida de población del municipio, el PGOUM de 1985, gestado al final de la larga crisis económica del petróleo, optó por moderar la expansión física, limitar la edificación a las áreas consolidadas, y se centró en lo que llamó entonces el "cosido" de la ciudad, cualificar y rematar la periferia dentro del cuarto cinturón (M-40). Al amparo de la literatura urbanística más prestigiada del momento (Campos Venuti, el autor de relación del urbanismo con la austeridad, Bernardo Secchi, Manuel de Solà-Morales…), se defendió la recuperación de la ciudad existente frente a las extensiones, la regeneración de tejidos urbanos, la contención del vehículo privado y por consiguiente de la construcción de vías de circulación rodada. Además, al ocupar el Ayuntamiento los partidos de izquierda, y ejecutar el Plan arquitectos y otros profesionales muy vinculados con los movimientos vecinales que se habían desarrollado en el post-franquismo y la Transición, se planteó desde el Avance de 1982, el derecho a la ciudad y a la vivienda, la necesidad de reequilibrar la ciudad existente, el freno de la terciarización del centro, y la protección y recuperación del patrimonio edificado. Los instrumentos puestos en marcha fueron algunos convenios urbanísticos que permitieron parar ciertos procesos y reinterpretar otros.

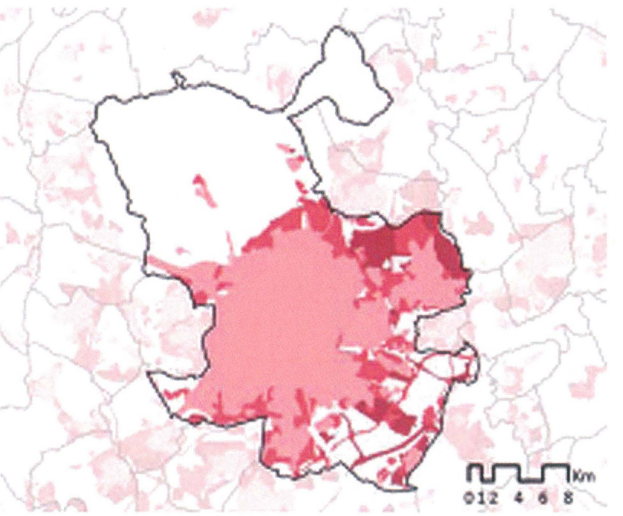
Dos fueron los grandes problemas del PGOUM 1985: el que faltara un marco regional o al menos metropolitano, pero sobre todo, que cuando se fue a aplicar había empezado la fase expansiva, produciéndose el desajuste antes comentado. De modo que, como han dicho sus protagonistas, el Plan de 1985 tuvo más éxito doctrinal que práctico.

En los años siguientes se asistió a un encendido debate sobre la forma de reducir la repercusión del precio del suelo en el precio de la vivienda. Momento particularmente señalado fue cuando en 1994 el Tribunal de Defensa de la Competencia emitió un informe en el que abogaba por la desregulación. Su presidente de entonces había dicho poco antes: "Algo ocurre cuando el precio del mercado del suelo en Madrid es tres veces superior al de Nueva York".

Desde principios del último decenio del siglo pasado triunfó pues la tesis de que para disminuir la carestía de la vivienda había que aumentar la oferta de suelo urbanizado. La Estrategia municipal de 1991 pretendía rellenar los "vacíos" de borde, por lo que el Ayuntamiento procedió a recalificar como urbanizable suelo que hasta entonces era urbanizable programado: eran los PAUs de Montecarmelo, Las Tablas, San Chinarro, Carabanchel, Vallecas y Arroyo del Fresno (Figura 3). Estas seis actuaciones ocupaban 2.261 ha en las que pretendía construir 72.750 viviendas. El objetivo era el de evitar la salida de la población hacia las coronas metropolitanas y dinamizar el sector inmobiliario para reactivar la economía. El grupo municipal del PSOE y algunos particulares recurrieron la recalificación, dándose la circunstancia de que, tras muchos avatares, el Tribunal Supremo la haya condenado definitivamente y pedido que se corrija.



Evolución de la población 1987-2010 y de las superficies artificiales 1987-2005



Evolución de la superficie artificial. 1987-2010 Corine Land Cover. (rosa claro 1987, más oscuro 2000 y rojo vino 2006)

Fuente: Corine Land Cover y elaboración *Ciudades &Capitales&100*. Información estadística ciudades españolas.



Urbanización PAU Las Tablas, Madrid



Viviendas en Montecarmelo, Madrid

El crecimiento explosivo: PAUs y Áreas de Desarrollo en el PGOUM de 1997

En 1997, con la aprobación del nuevo PGOUM culmina y se prolonga la estrategia de expansión de 1991 y se establece su fundamento doctrinal. En la memoria del Plan se dice explícitamente que la causa del alto precio del suelo "es la escasez que determina el propio plan al calificar una cantidad insuficiente como suelo apto para el desarrollo urbano"; se aboga también por cumplir las normas de la competencia y se critica la profusión normativa y una cierta "sacralización" del Plan anterior. Por todo ello se plantea la necesidad de clasificar todo el término municipal y en consecuencia un incremento de la oferta de suelo residencial capaz de corregir la especulación. La amplitud de las recalificaciones se justificaba también por la idea de poner cómodamente en marcha un sistema de compensación que garantizara, no sólo ésta, sino la conexión de las infraestructuras con los sistemas generales.

Como se ha dicho el Plan de 1997 exacerba la estrategia del urbanismo de expansión, estableciendo la ocupación masiva de suelo anteriormente no urbanizable protegido al que, también en esta ocasión, recalifica en urbanizable. No sólo recoge los PAUs sino que propone otros enormes desarrollos residenciales, 5.055 ha para edificar 122.613 viviendas en los ocho desarrollos que son: Valdebebas, Ensanche de Barajas, Los Cerros, El Cañaveral, Los Ahijones, Los Berrocales, la Atayuela y Valdecarros (la mayor operación urbanística de España, 2.000 ha y previsión de 48.000 viviendas). En total, entre PAUs y Áreas de Desarrollo, suponía actuar sobre un total de 8.000 ha —de las cuales aproximadamente un tercio en los PAUs—, lo que equivalía a una ciudad de nueva planta de 200.000 habitantes.

Como se ve, todos los desarrollos están comprendidos entre la M-40 y M-50 y se apoyan en las autopistas radiales 2, 3 y 5 iniciadas en 1999. Se planteaban algunas estrategias mayores y otras singulares; entre las primeras la nueva centralidad del Este con actuaciones de gran envergadura: el ensanche de Barajas, el anillo olímpico apoyado en la M-40, la Casa de Campo de Valdebebas, etc. Con la nueva terminal de Barajas se pretendía lanzar un ancla para mantener el aeropuerto en el término municipal, y favorecer la aparición de una ciudad aeroportuaria, logística y empresarial. En este contexto fue en el que se planificó la faraónica T4, de un millón de metros cuadrados y entregada en su totalidad a Iberia como compañía de bandera, decisión que suponía vincular la infraestructura al devenir de la compañía, con los riesgos que ahora se empiezan a materializar.

No cabe en esta ocasión decir que el plan fuera retrasado sobre la realidad: el PGOUM de 1997 entró en vigor coincidiendo con la que se ha venido en llamar "decenio prodigioso" de la promoción inmobiliaria y de la economía española, coincidiendo en definitiva con la climax de la burbuja inmobiliaria. Pero sí se advierte que confundió la naturaleza de la expansión y midió mal su capacidad de duración. A finales de 2012 la construcción en los PAUs no se había terminado, apenas se habían iniciado en los nuevos barrios de desarrollo, salvo Valdebebas. Y las grandes operaciones están prácticamente todas ellas interrumpidas, algunas cuestionadas. La prometida nueva "Casa de Campo" del Este de unas 800 ha fue recortada en cerca de 300 para construir oficinas, viviendas y la Ciudad Deportiva del Real Madrid. La nueva Ciudad de la Justicia, próxima a estas instalaciones, donde se proyectaban doce edificios, ha quedado paralizada en 2007 con un único edificio levantado y no concluido.



Programas de Actuación Urgente y otros desarrollos.
Fuente: Ayuntamiento de Madrid

PAU 1. Arroyo del Fresno, 2. Montecarmelo, 3. Las Tablas, 4. Sanchinarro, 5. Ensanche de Carabanchel, 6. Ensanche de Vallecas

Otros desarrollos 7. Valdevevas, 8. Ensanche de Barajas, 9. El Cañaveral, 10. Los Cerros, 11. Los Ahijones, 12. Los Berrocales, 13. La Atalayuela, 14. Valdecarros



Urbanización El Restón, 2ª fase, Madrid



Urbanización El Cantizal, Madrid

Pero además la sentencia del Tribunal Supremo de 28 de septiembre de 2012 estimando los recursos de casación anteriores supone un freno más a las actuaciones concernidas: da la razón a quienes habían recurrido las descalificaciones de suelo protegido y las consiguientes recalificaciones como suelo urbano. Resulta particularmente grave en las de la Estrategia Este de Madrid con planes parciales aprobados, juntas de compensación constituidas, proyectos de urbanización también aprobados y licencias de construcción otorgadas, como ocurre en Valdebebas. Aunque el Ayuntamiento ha advertido que se trata de problemas de forma, no podrá proceder como hizo en 2007 limitándose a argumentar que afectaba a suelos sin valor y por tanto urbanizables, tiene necesariamente que hacer los ajustes en profundidad necesarios.

Una revisión del Plan todavía demasiado imprecisa

Madrid se encuentra en fase de revisión del Plan, en 2012 se ha presentado un Pre-Avance del mismo, y está próximo a darse a conocer el Avance. Contienen un diagnóstico que se considera ya casi definitivo y unas propuestas estratégicas y de ordenación urbanística que evidentemente todavía no lo son. Una de las razones para esta revisión es la necesidad de adaptar el PGOUM al nuevo marco normativo, la ley del suelo de la CAM de 2001, muy expansiva, y la ley del suelo de ámbito nacional de 2008, mucho más restrictiva. Pero además, se ha aprovechado la oportunidad para reflexionar sobre el planeamiento general: se considera que la legislación que lo rige lo ha concebido en exceso como un plan de crecimiento urbano, desconsiderando su capacidad para intervenir y transformar la ciudad existente; se cree igualmente que los planes generales han adolecido de demasiada rigidez estructural, de una escasa capacidad para adaptarse a los cambios económicos y sociales, además de mostrar una excesiva compartimentación sectorial.

Para situación tan incierta, delicada y exigente como la actual, el documento de diagnóstico del Pre-Avance es, a mi juicio, demasiado prolijo y muy poco concreto. Se reconoce que el Plan de 1997 contenía una estrategia de expansión que iba al límite de la capacidad. Se admite también que el hecho de que Madrid agotara su capacidad de generar suelo ha traído como consecuencia un exceso de suelo calificado y en fase de urbanización, que se ha convertido de hecho en una rémora. No se excluye la posibilidad de restringirlo.

Frente al modelo de urbanismo de expansión, la Revisión opta por un 'urbanismo de recualificación', por centrar las iniciativas en la ciudad consolidada, por detener el crecimiento ilimitado y hacer rehabilitación y regeneración de la ciudad 'compacta y compleja'. Tras las locuras cometidas en la proyección, en la construcción y en el diseño urbano, se invoca incluso el modelo de la ciudad mediterránea, que en general habría funcionado de forma sostenible. A buenas horas. La reorientación prevista es sin duda indispensable, pero se hace de manera demasiado tímida, genérica e imprecisa, pese a la gravedad y urgencia de la



Urbanización de Las Rozas, Madrid

situación. Parece necesitarse no tanto que se llenen páginas con lenguaje bienintencionado, pero también bastante vacío, sobre posicionamiento urbano, ciudad de oportunidades, sostenibilidad, cohesión social y territorial, calidad de vida, etc. sino realmente que se plantee, se discuta y se acuerde qué se debe hacer y cómo, en suma un documento no sólo de buenos técnicos sino de acuerdos expertos, políticos y ciudadanos. Un plan comprometido: no basta criticar lo anterior, y prever un escenario menos rígido, "un tablero de juego" para el que se establecen las reglas y se conciben las diferentes jugadas posibles. Además del criterio general de regeneración y rehabilitación, se necesita estudiar pieza a pieza para proponer soluciones adecuadas y discriminadas.

La historia reciente del planeamiento urbano madrileño constituye una buena muestra de la necesidad de un buen planeamiento general y a la vez de lo fácil que es que incurra en disfuncionalidades. Pone también de manifiesto hasta qué punto muchas actuaciones, incluso decisiones estratégicas y estructurantes, se han tomado al margen del Plan, fuera de Plan o incluso contra el Plan. Baste decir que el parque lineal del Manzanares estaba insinuado en el Plan 1985 mientras que Madrid Río no estaba en el de 1997. Tampoco lo estaba la prolongación de la Castellana sobre los terrenos de la Renfe. Por no mencionar las actuaciones que suponen hoy crisis de considerables dimensiones: la subutilización de la T4, como consecuencia de la caída del turismo y de la crisis de Iberia, que tiene la exclusiva en ella; o muy en particular que las cuentas públicas se hayan tenido que hacer cargo de las pérdidas acumuladas por las autopistas radiales de Madrid, junto con la AP-41 a Toledo y la M-12 a Barajas, fruto todas ellas de un delirio de grandeza (y, por cierto, de concepción central del territorio).

Ahora se necesitan diagnósticos certeros y respuestas terminantes. Porque lo pide la situación de un territorio madrileño, construido a trozos, por grandes piezas, y por tanto con fragmentación física y social; con grandes despilfarros de espacio; donde la movilidad ha aumentado por el alejamiento de las residencias y en función de una política de infraestructuras viales irresponsable; donde el entorno va degradándose crecientemente, y se consume cada vez más energías fósiles como consecuencia de la explosión urbana; finalmente, un territorio en el que los costes de equipamientos y servicios resultan cada vez más elevados y difíciles de mantener.

Referencias bibliográficas

— Ayuntamiento de Madrid (2012): Revisión del Plan General de Ordenación Urbana de Madrid.

— Brandis, Dolores (2012): 'Los grandes desarrollos residenciales en la periferia de Madrid. De la burbuja a la crisis inmobiliaria', en Delgado Viñas, Carmen, Juaristi Linacero, Joseba y Tomé Fernández, Sergio: *Ciudades y paisajes urbanos en el siglo XXI*, Santander, Estudio, 241-262.

— Brandis, Dolores (2013): 'El estancamiento de los últimos desarrollos urbanos en la periferia de Madrid. Crisis inmobiliaria y estrategias de ordenación' (en prensa. Cortesía de la autora).

— Gómez Mendoza, Josefina (2006): 'La ocupación del suelo', en Ministerio de la Vivienda, *Atlas estadístico de las áreas urbanas de España*.

— López de Lucio, Ramón (2013): *Vivienda colectiva, espacio y ciudad. Evolución y crisis en el diseño de tejidos residenciales,* Buenos Aires, Nobuko.

— Ministerio de Fomento (2011): *Ciudades&Capitales+100. Información estadística de las ciudades españolas 2010*. Dirección General del Suelo y de las Políticas Urbanas.

— Vinuesa, J., Porras, D., De la Riva, J. y Fernández, F. (2013): *Reflexiones a propósito del Plan General de Madrid*.

http://territoriosostenible2011.blogspot.com


Bankia
REALIA

8 | Realizaciones



Torre Espacio



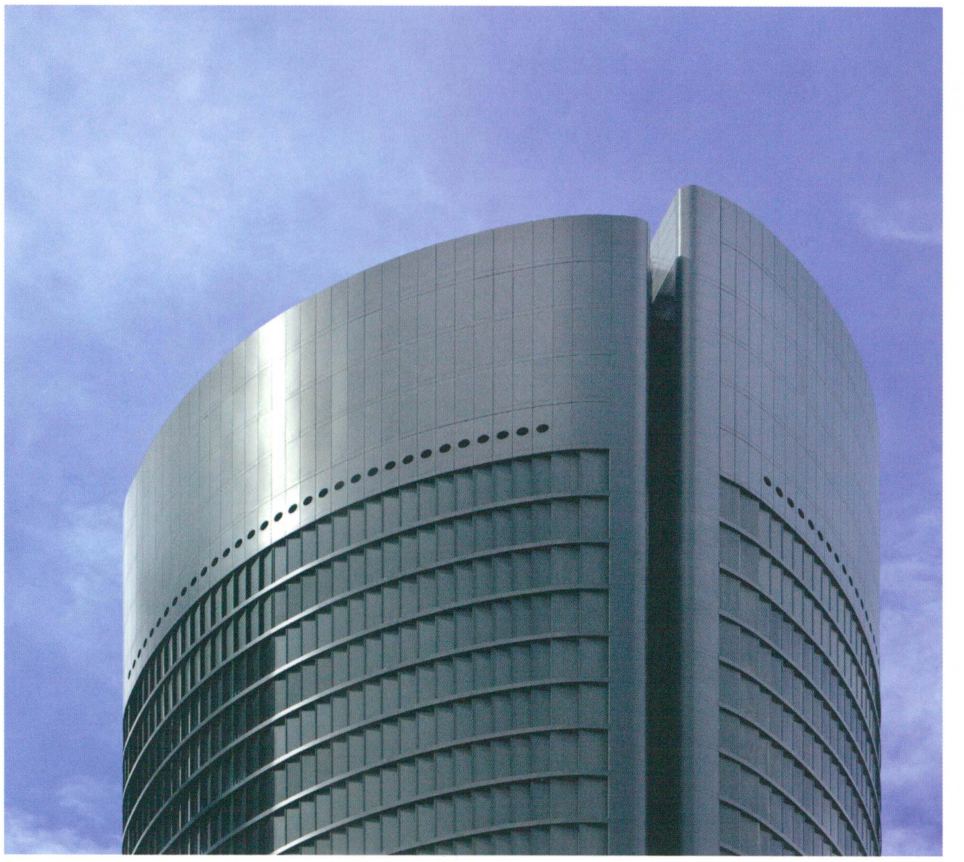
Rockódromo Arena. 2005



Maternidad de O'Donnell



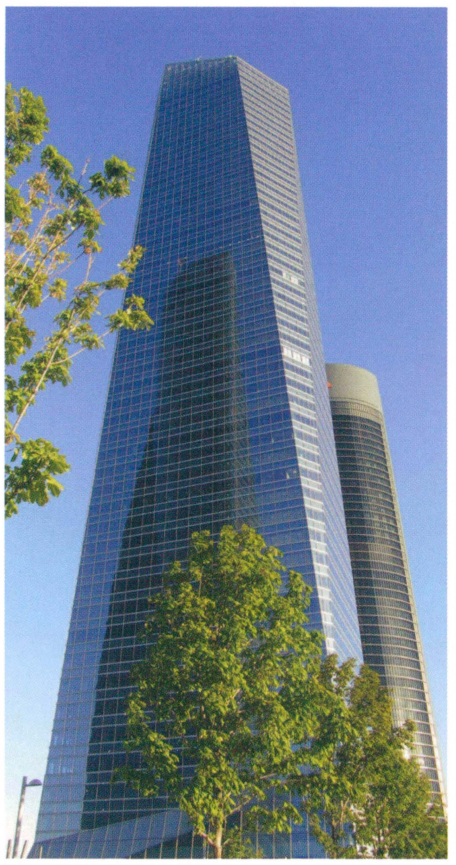
Centro de Emergencias de la CAM



Torre Sacyr



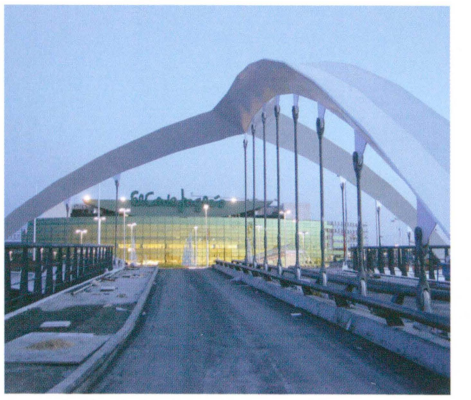
Acondicionamiento de la calle Federico Rubio y Hortaleza



Torre Cristal



Tercera Pista de Barajas



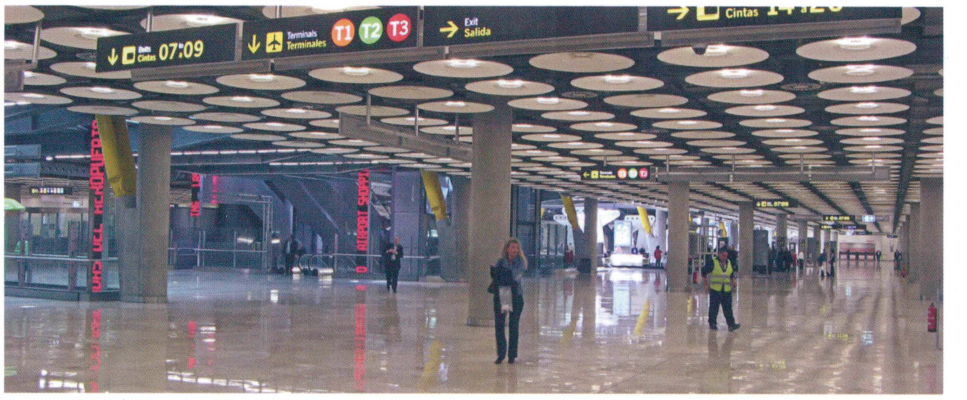
Pasarela de El Corte Inglés de Sanchinarro. Paso 2



Torre Bankia



Torre Control Aena



Aeropuerto de Barajas T4,



Estadio Santiago Bernabeu, inaugurado en 1949 (fotografía de 1994)



Almacén Recinto Canillejas. 2010



Almacenes Coperlim



Ampliación de la Estación de Atocha. 2010



Ampliación de la Estación de de Atocha, fase 1. 2010



Intercambiador de Sierra de Guadalupe en Vallecas



Aparcamiento Nuestra Sra. del Recuerdo. 2009



Pasarela enlace del Pardo M-30 con M-40



Parking Velázquez



Viaductos en la M-40, enlace La Zarzuela. 1997



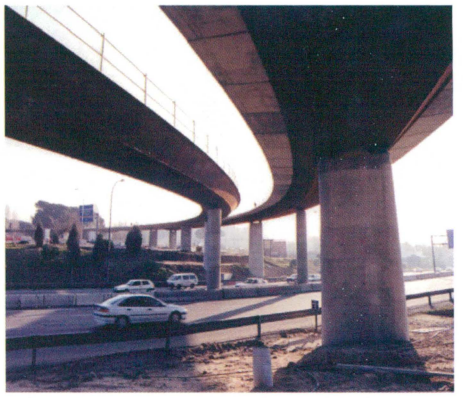
Ampliación del Museo del Prado



Aparcamiento Corazón de María



Aparcamiento Corazón de María



Enlace de Puerta de Hierro, Madrid. 2000



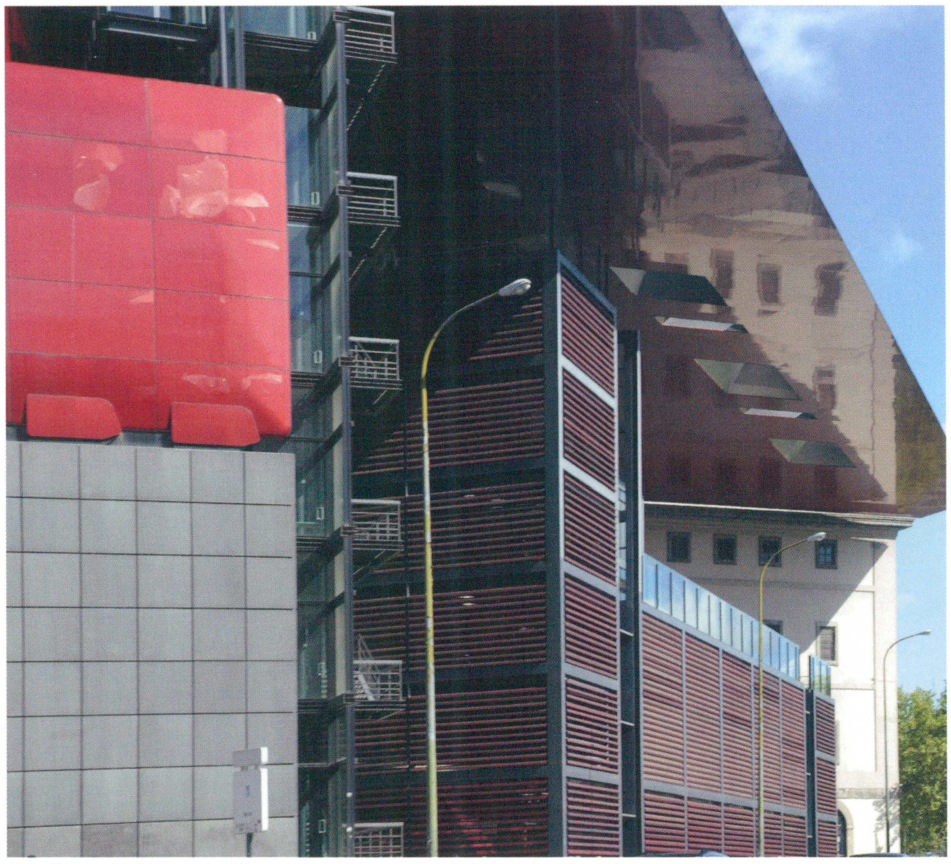
Autovía M-40



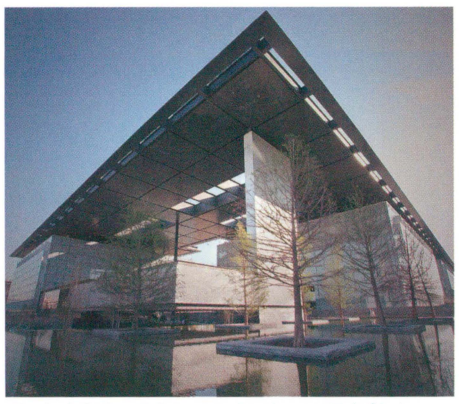
Parking Plaza de España


Aparcamiento calle Basauri


Arganzuela II Pasarela. 2010


Ampliación del Museo Reina Sofía


Aparcamiento subterráneo Miguel de Unamuno. 2007


Ciudad de las Telecomunicaciones. Telefónica



Recintos Feriales


Banco de Crédito Local


Autovía M-40


AVE Tunel Serrano. 2010


M-40, Madrid. 1994


Biblioteca Popular de Vallecas


Biblioteca Universitaria en calle San Agustín



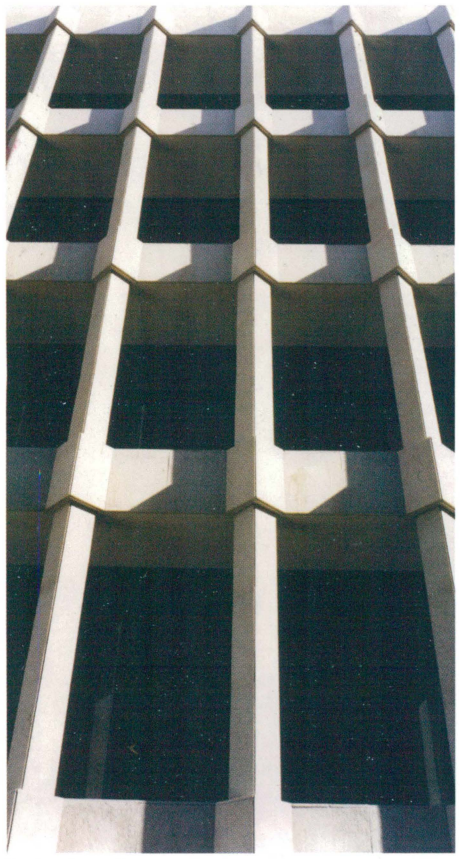
Ayuntamiento de Madrid - Junta Municipal Latina


Ciencias Técnicas Especiales Universidad de San Pablo CEU


Edificio Oficinas Metrovacesa


Bibliotecas Populares


Banco de Crédito Local



Banco Urquijo



Biblioteca Regional de Madrid (antigua fábrica El Águila)



Avenida de Córdoba [Acondicionamiento]



Túnel de Guadarrama, boca sur. 2005



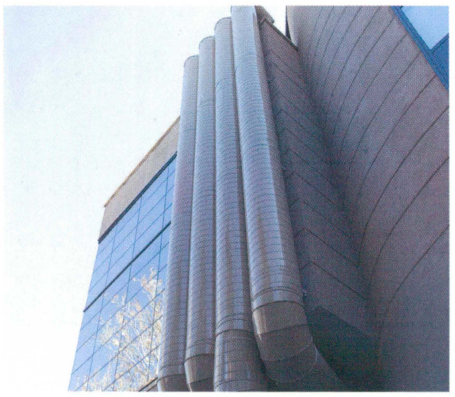
Centro Asistencial Usera



Casino de Madrid [Rehabilitación]



Estación de Metro, Línea 11. 1997



Oficinas calle María de Molina, Madrid



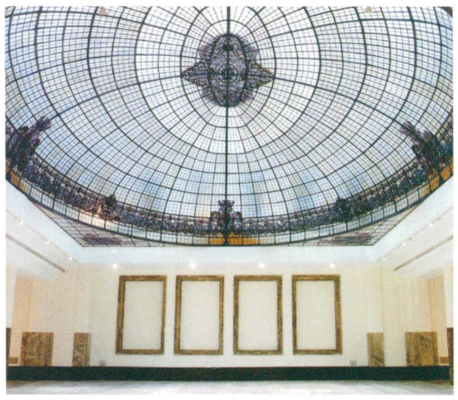
Carrerera Conexión Madrid-Villanueva de la Cañada



Autovía M-45



Pasarelas en Entrevías



Palacio Fontagu



Pasarela enlace del Pardo M-30 con M-40



Edificio Mirador. 2005



Rehabilitación del hipódromo de la Zarzuela



Autovía M-45



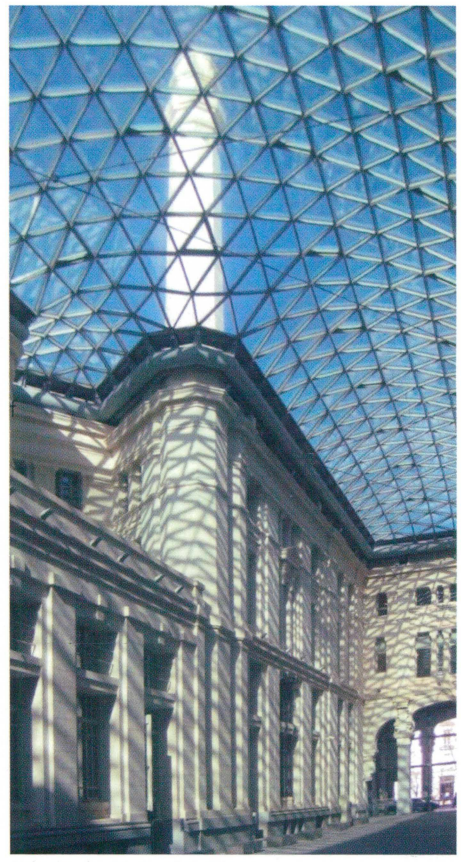
Autopista AP-6. Túnel de Guadarrama. 2007



Agencia Sanitaria de La Comunidad de Madrid


Autopista Radial R-2 (Madrid-Guadalajara)


Teatros del Canal


Palacio de Comunicaciones


Remodelación Palacio de Comunicaciones


Conexion M-50 con Autovía de Toledo


Oficinas Camino Fuente de la Mora


Pasos inferiores en la calle de Ríos Rosas. 1998



Cocheras EMT Avda. de los Poblados



9 | Referencias e índices

9.1. Referencias bibliográficas

[1] Ábalos, Iñaki; Herreros, Juan; 2000. *Reciclando Madrid*. ACTAR, Barcelona.

[2] ADIF; 2011. Línea de Alta Velocidad Madrid-Levante. *Revista de Obras Públicas*, 3522 (jun 2011) num. especial (/túnel del Regajal/túnel de La Cabrera/Puente ffcc de Contreras)

[3] Aguilar Civera, Inmaculada; et al.; 1980. *Las Estaciones Ferroviarias de Madrid: Su arquitectura e incidencia en el desarrollo de la ciudad*. Colegio de Arquitectos, Madrid. (II. El ferrocarril y la ciudad/ Desarrollo histórico de la zona sur de Madrid/Las estaciones como elementos del sistema de transporte/ El caso de dos estaciones desaparecidas: Arganda y Goya.)

[4] Aguiló, Miguel; (dir.); 1983. *El agua en Madrid*. Diputación de Madrid, Madrid.

[5] Aguiló, Miguel; (dir.); 1984. *Plan Integral del agua en Madrid: Documento 2. Diagnóstico*. Comunidad de Madrid

[6] Aguiló, Miguel; 1999. *El paisaje construido. Una aproximación a la idea de lugar*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Madrid.

[7] Aguiló, Miguel; 2002. *La enjundia de las presas españolas*. ACS, Madrid

[8] Aguiló, Miguel; 2004. *Al abrigo de los puertos españoles.* ACS, Madrid

[9] Aguiló, Miguel; 2005. *Túneles y viaductos para los caminos españoles*. ACS, Madrid

[10] Aguiló, Miguel; 2006. *La pujanza de la energía eléctrica en España*. ACS, Madrid

[11] Aguiló, Miguel; 2007. *El carácter de los puentes españoles*. ACS, Madrid

[12] Aguiló, Miguel; 2008. *Estructuras para los edificios singulares españoles.* ACS, Madrid

[13] Aguiló, Miguel; 2009. *La ligereza de las pasarelas españolas*. ACS, Madrid.

[14] Aguiló, Miguel; 2009. Obras públicas e ingeniería. En: Campo, Salustiano del; Tezanos, José Félix; (eds.); 2008. *Enciclopedia España siglo XXI*. Biblioteca Nueva .Madrid :411-448.

[15] Aguiló, Miguel; 2010. *La flamante red de alta velocidad española*. ACS, Madrid.

[16] Aguiló, Miguel; 2011. *Grandes Cubiertas Españolas*. ACS, Madrid.

[17] Aguiló, Miguel; 2011. Rafael Moneo en la estación de Atocha de Madrid. *Cadernos d'Obra*, 03 (may 2011): 57 a 63.

[18] Aguiló, Miguel; 2012. *Legado y proyección de lo construido en España*. ACS, Madrid.

[19] Aguiló, Miguel; 2013. *Qué significa construir. Claves conceptuales de la Ingeniería Civil*. Abada editores, Madrid.

[20] Aguiló, Miguel; Bonet Correa, Antonio; Romero Muñoz, Dolores; 2001. *Agua y ciudad detrás del grifo*. Exposición. Fundación Canal de Isabel II, Madrid.

[21] Aguiló, Miguel; et al.; 2008. *Salidas, llegadas y transbordos. Una reflexión sobre los terminales de transporte*. INECO, Madrid

[22] Aguiló, Miguel; Manterola Amisén, Javier; Onzain, Mario; Rui-Wamba Martija, Javier; 2004. *Javier Manterola Armisén. Pensamiento y obra*. Fundación Esteyco, Madrid.

[23] Aguiló, Miguel; Sarabia, Antonio; 1985. El Plan integral del agua en Madrid. En: Revilla, José A.; Díez-Cascón, Joaquín; Sainz, J. A.; (eds.); 1985. Simposio nacional sobre bases para el establecimiento de políticas hidráulicas. *I Centenario del abastecimiento de agua a Santander*. Universidad de Cantabria:147-166.

[24] Aguirre Gallego, M.; 2008. Torre Espacio. Aspectos constructivos de ejecución de la estructura. *Hormigón y Acero*, v 59, 249 (jul-sep 2008):45-56

[25] Agulló y Cobo, Mercedes; Martín, Fernando A.; 1980. *Madrid: Canal de Isabel II*. Espasa-Calpe, Madrid

[26] Almazán, José; 1857. Memoria sobre el establecimiento de una estación central, donde se unan los principales ferrocarriles que han de ejecutarse en España. *Suplementos a la Revista de Obras Públicas*. Imprenta José de la Peña, Madrid.

[27] Álvarez Mora, Alfonso; 1983. *El patrimonio arquitectónico y urbano*. Diputación de Madrid, Área de Urbanismo y Ordenación Territorial, Madrid.

[28] Álvarez-Sala; Rubio, Carlos; 2008. Torre Sacyr-Vallehermoso. Proyecto arquitectónico. *Hormigón y Acero*, v 59, 249 (jul-sep 2008): 111-122

[29] Álvarez, Rafael L. 1981. La estación depuradora de Valdebebas. *Revista de Obras Públicas*, 3198 (nov.-dic. 1981): 789-795.

[30] Ardemans, Teodoro; 1720. *Ordenanzas de Madrid (y otras de Toledo y Sevilla).* Francisco del Hierro, Madrid.

[31] Ardemans, Teodoro; 1724. *Fluencias de la tierra y curso subterráneo de las aguas*. Francisco del Hierro, Madrid.

[32] Arenas de Pablo, Juan José; 1999. Enlace M40 con N-I de Burgos. Premio Bienal por su valor formal. *Ingeniería Civil*, 116: 13-14.

[33] Arenas de Pablo, Juan José; Capellán Miguel, Guillermo; García Arias, Pascual; et al.; 2008. Puente atirantado Puerta de Las Rozas sobre la A6, Madrid. *Revista de Obras Públicas*, 3488 (mayo 2008): 11-30.

[34] Arenillas Parra, Miguel; 2000. Madrid y el agua. En: Macías, José María; Segura, Cristina; (coord.); 2000. *Historia del abastecimiento y usos del agua en la Villa de Madrid*. Confederación Hidrográfica del Tajo, [s.l.]-Canal de Isabel II, Madrid: (183-190).

[35] Arenillas, Miguel; 1980. Madrid capital como factor degradante del medio físico provincial. En: *II Jornadas de estudios sobre la Provincia de Madrid*. Madrid, 25, 26, 27 y 28 de Noviembre de 1980. Diputación de Madrid.

[36] Asociación Científico-Técnica del Hormigón Estructural; (ed.); 2006. Nueva área terminal del Aeropuerto de Barajas. *Hormigón y Acero*, nº 239 (1er trim. 2006) (Número monográfico).

[37] Ayuntamiento de Madrid, 2011. Plan de Calidad del Aire de la Ciudad de Madrid 2011-2015 (www.madrid.es)

[38] Ayuntamiento de Madrid; AA VV; 2007. *Madrid M-30. Un proyecto de transformación urbana*. Turner, Madrid.

[39] Azaña, Manuel; 1930. *Plumas y palabras*: Crítica, grupo Grijalbo, Barcelona, 1976.

[40] Azcón González de Aguilar, Alberto; Martín Nieto, Cristina; 2002. Estructura de cruce de la M-45 sobre la N-II. *II Congreso de puentes y estructuras. ACHE*, 2002.

[41] Banco de España. *Arquitectura Viva*, 107-108 (2006): 98-103.

[42] Bartolomé Marcos, Luis; 1982. *Dictamen sobre el medio físico metropolitano*. Diputación de Madrid, Área de Urbanismo y Ordenación Territorial, Madrid.

[43] Benet, Juan; 1987. Otoño en Madrid hacia 1950. Visor libros, Madrid, 2001

[44] Berlinches Acín, Amparo; et al.; (dir.); 2003. *Arquitectura de Madrid. Ensanches*. Fundación COAM, 2003. Tomo 2

[45] Blanco, Pedro Juan; Herrera, C.; Viñals, J. L.; 2008. Torre de Cristal. Proyecto de estructura de un edificio de gran altura. *Hormigón y Acero*, v 59, 249 (jul-sep 2008) 71-87

[46] Boix, Elzeario; 1875. Presa del embalse del Villar. *Revista de Obras Públicas*, tomo XXIII, núm. 3 (1.2.1875): 25-27; 1.3.1975: 49 a 53.

[47] Bonet Correa, Antonio; 2001. Madrid y el Canal de Isabel II. *Revista de Obras Públicas,* 3414: 29-44.

[48] Bonet Correa, Antonio; 2013. *Arquitecturas singulares. Ingeniería y arqueología industrial.* Biblioteca Nueva, Madrid: 109-118.

[49] Bruguera, José; 2008. Torre Espacio. Proyecto arquitectónico. *Hormigón y Acero*, v 59, 249 (jul-sep 2008): 9-17

[50] Burgos, J. R. ; 2008. Nueva sede social Caja Madrid. *Hormigón y Acero*, v 59, 249 (jul-sep 2008): 173-179.

[51] Busto Suárez, Rafael. 1981. Estación depuradora de aguas residuales de Viveros de la Villa (Madrid). *Revista de Obras Públicas*, 3198 (nov.-dic. 1981): 765-771.

[52] Cabrero Garrido, Félix; et al; 2007. *Arquitectura de Madrid: periferia*. Coordinación: Servicio Histórico, Fundación Arquitectura COAM. Fundación COAM, EA! Ediciones de Arquitectura. Madrid.

[53] Calatrava, Santiago; Fuente, Manuel de la; 2010. *El Monumento de Caja Madrid*. Fundación Caja Madrid.

[54] Cámara Muñoz, Alicia; (Coord.); 1993. El siglo XVI. La corte y el castillo. En: Cámara Muñoz, Alicia. *Castillos, fortificaciones y recintos amurallados de la Comunidad de Madrid*. Comunidad de Madrid, Consejería de Educación y Cultura, Madrid : 45-56.

[55] Canal de Isabel II; 1999. *Información técnica*. Canal de Isabel II, Madrid.

[56] Candela Soto, Paloma; 2009. *Más que agua y piedra. El Patrimonio Histórico del Canal de Isabel II*. Canal de Isabel II, Madrid.

[57] Canovas, Andrés; (ed.); 2000. *Banco de Bilbao. Sáenz de Oiza.* Departamento de Proyectos ETSAM, Universidad Politécnica de Madrid.

[58] Cañamaque, José María. Colector Doblado de Rejas. *Revista de Obras Públicas*, 3198 nov.-dic. 1981): 811-814.

[59] Capitel, Antón; 2010. *Errores urbanísticos del Madrid moderno. O la sustitución de la ciencia urbana por la ingeniería de tráfico*. (acapitel.blogspot.com.es)

[60] Carandell, Luis; 1983. El otro Madrid, un pueblo en la corte. *Revista de Occidente*, 27-28:123-132.

[61] Carriazo Lara, Ángel; 2002. Paso elevado entre el enlace 6 de la M-40 y los recintos feriales de Madrid. *II Congreso de puentes y estructuras. ACHE*, 2002.

[62] Carvajal, Javier; 1974. Torre de Valencia, Madrid. *Informes de la Construcción*, 257 (ene.-feb. 1974):35-52

[63] Casas López-Amor, Luis; et al.; 2005. *Rehabilitación de las instalaciones del Canal de Isabel II en la Plaza de Castilla de Madrid*. Fundación ACS, Rehabilitación de edificios nº 25, 2005.

[64] Catalá Moreno, Fernando; Presa Matilla, Jorge; 2002. Túnel de María de Molina en Madrid. *Revista de Obras Públicas*, 3420: 65-73.

[65] Cauter, Lieven de; 2004. The Rise of the Generic City, of Rem Koolhaas's Flight Forward. In: *The Capsular Civilization. On the city in the Age of Fear*. Nai Publishers, Rotterdam:10-23.

[66] Chapuy, Nicolas; 1844. *L'Espagne: Vues des principales villes de ce Royaume*. Bulla, Paris. Ed. Facsímil L'Espagne: Edición facsímil de las litografías de Madrid, Sevilla y Barcelona realizadas por Nicolas Chapuy, París 1844. Frame, Madrid, 1992.

[67] Comunidad de Madrid, 2006. Estrategia de Residuos de la Comunidad de Madrid 2006-2016. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Comunidad de Madrid (www.madrid,org).

[68] Comunidad de Madrid; (ed.); 2000. *Premios Madrid de urbanismo 2000*. Comunidad de Madrid, Consejería de Obras Públicas, Urbanismo y Transportes, Madrid (Premio Carlos Mª de Castro de Planificación: Metrosur, 24-33).

[69] Comunidad de Madrid; 1985. *Directrices de Ordenación Territorial. Documento previo,* Consejería de Ordenación del Territorio, Medio ambiente y Vivienda, Comunidad de Madrid, Madrid.

[70] Comunidad de Madrid; 2012. El Medio Ambiente en la Comunidad de Madrid 2010-2011. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Comunidad de Madrid (www.madrid,org).

[71] Consorcio de Transportes de Madrid; 2008. *Intercambiadores de transportes: Chamartín, Plaza Elíptica, Avda. América, Moncloa, Plaza de Castilla*. Consorcio de Transportes, Madrid.

[72] Consorcio de Transportes de Madrid; 2008. *Madrid, referente mundial*. Consorcio de transportes de Madrid.

[73] Corres, Hugo ; Quintero, Francisco; Tarquis, Felipe ; Ortega, Ángel; Hue, Pilar; 2005. Pasos superiores mixtos sobre la A1 en Madrid. En: *Congreso de Puentes y Estructuras de Edificación ACHE*, Zaragoza, 2005: 1793-1802.

[74] Corres, Hugo; Sánchez, Julio; Granda, Laura; 2005. El túnel viario de María de Molina (Madrid) soluciones estructurales. En: *Congreso de Puentes y Estructuras de Edificación ACHE*, Zaragoza, 2005: 3031-3045.

[75] Cristóbal Sánchez, Félix. 1981. El Plan de Saneamiento Integral de Madrid. *Revista de Obras Públicas*, 3198 (nov.-dic. 1981): 747-764

[76] Cubillo González, Francisco; 2001. Uso y gestión eficiente del agua en abastecimientos urbanos. *Revista de Obras Públicas*, 3414 (oct 2001): 127-136.

[77] Cubillo González, Francisco; Casado, Carmen; Castillo, Víctor; 1990. *Caudales ecológicos: Estudio de regímenes de caudales mínimos en los cauces de la Comunidad de Madrid*. Comunidad de Madrid, Agencia de Medio Ambiente, Madrid.

[78] Curtis, William J. R., 2006. *La arquitectura moderna desde 1900*. Phaindon Press Limited, Londres y Nueva York; 3ª ed. en español, 2006.

[79] Dastis Quecedo, Margarita; 1973. El aeropuerto de Madrid Barajas. *Estudios Geográficos*, 131 (1973): 303-358.

[80] Díaz Aguado, Cesar; 2001. La fotografía de Obras Públicas en el período isabelino. *Revista de Obras Públicas*, 3414 (oct 2001): 51-58.

[81] Diputación Provincial de Madrid; (ed.); 1982. *Criterios y Objetivos para la Revisión del Plan General del Área Metropolitana de Madrid: Consejo de Municipios Metropolitanos de Madrid*. Diputación de Madrid, Área de Urbanismo y Ordenación Territorial, Madrid. (Documentación Urbanística, 1)

[82] Dirección General de Urbanismo; (ed.); 2006. *Los planes de ordenación urbana de Madrid*. Comunidad de Madrid, Madrid

[83] Domínguez, Rosalía; 1984. Los 'viajes del agua' madrileños. *Villa de Madrid*, vol. 1, 79 (1984): 15-30.

[84] Enríquez de Salamanca, Cayetano; 1992. La visión de un montañero. En: *La Sierra de Guadarrama: Naturaleza, paisaje y aire de Madrid*. Comunidad de Madrid, Agencia de Medio Ambiente, Madrid: 221-234.

[85] Espelosín Atienza, Jesús; ¿Por qué el Plan de Saneamiento Integral de Madrid?. *Revista de Obras Públicas*, 3198 (nov.-dic. 1981): 745-746.

[86] Estébanez, José; 1979. La transformación del medio rural en la provincia de Madrid. En: *I. Jornadas de Estudios sobre la Provincia de Madrid*, 17, 18 y 19 de diciembre de 1979. Diputación provincial, Madrid:513-525.

[87] Esteras, Emilio; Esteban, José Luis; Fernández Alba, Antonio; Torroja, José A.;1995. Parque Juan Carlos I (Madrid). *Revista de Obras Públicas* (3341): 118-119

[88] Ezquiaga, José María; 2006. Geografía mutante. *Arquitectura Viva*, 107-108: 36-41.

[89] Ezquiaga, José María; 2006. Geografía mutante. En: *Madrid metrópolis. La construcción insomne de un territorio acelerado. Arquitectura Viva, 107-108*: 36

[90] Fernández Alba, Antonio; 1987. Centro de Arte Reina Sofía. Memoria de una restauración. Dragados y Construcciones & autor, Madrid

[91] Fernández Alba, Antonio; 1988. Profecía y memoria o el expolio de la arquitectura del presente. Ciudad Universitaria de Madrid, 1927-1987. En: *La ciudad universitaria de Madrid*. Colegio de Arquitectos, Madrid-Universidad Complutense, Madrid: 151-162.

[92] Fernández Casado, Carlos; 1974. Madrid y el Manzanares : el río, la ciudad y sus puentes. *Revista de Obras Públicas*, 1974, 121, (3105): 1-12; (3113): 601-612; (3116): 837-850; 1975, 122 (3119): 147-158.

[93] Fernández Galiano, Luis (ed.); 2005. *España 2005.* Arquitectura Viva Monografías 111-112.

[94] Fernández Galiano, Luis; 1992. Plazas. En: Julbe, Félix; (ed.); 1992. *El espacio renovado: Plazas, calles y espacios públicos de la Comunidad de Madrid*. Comunidad de Madrid, Dirección General de Arquitectura, Consejería de Política Territorial, Madrid: 11-14.

[95] Fernández Gil, Antonio; 2011. Una mirada 'histórica' hacia el futuro de las principales terminales ferroviarias de Madrid. *Revista de Obras Públicas*, 3.526 (Nov. 2011): 47-60.

[96] Fernández-Alba, Antonio; 2001. *La ciudad herida*. Huerga y Fierro, Murcia.(Cap. Madrid: la metrópoli de los siete lagos y las cien praderas: 123-136).

[97] Fernández-Galiano, Luis; (ed.); 2006. Madrid metrópolis. La construcción insomne de un territorio acelerado. *Arquitectura Viva*, 107-108 (2006).

[98] Figueroa Herreras, Antonio; 2007. Los orígenes de la M-30. En: *Madrid M-30. Un proyecto de transformación urbana*. Turner, Madrid:22-25.

[99] Fisas Ayxelà, Santiago; et al.; . *Puentes históricos en la Comunidad de Madrid*. Consejería de Cultura y Turismo, Dirección General de Turismo de la Comunidad de Madrid, 2007. (Puentes de Segovia, Toledo, Reina Victoria, sobre el Arroyo de Prado del Rey, de la Culebra.)

[100] Fungairiño Fernández, Eduardo; 1925. Nuevos puentes sobre el río Manzanares. *Revista de Obras Públicas*, 1925, 73, tomo I (2421): 36-39.

[101] Fusi, Juan Pablo; 2012. *Historia mínima de España*. Turner, Madrid.

[102] García Delgado, José Luis; 2006. Una capital abierta. En: *Madrid metrópolis. La construcción insomne de un territorio acelerado*. Arquitectura Viva, 107-108:33

[103] García Hortelano, Juan; 1983. La Capital del Mundo. En: Madrid: villa y comunidad. *Revista de Occidente, 27-28*: 111-121.

[104] García Pablos Ripoll, Rodolfo; (ed.); 1987. *Programa coordinado de actuación de residuos industriales*. Comunidad de Madrid, Consejería de Ordenación del Territorio, Medio Ambiente y Vivienda, Madrid.

[105] García Pérez, Alberto; 2001. Itinerarios para andar por 'los orígenes' del Canal de Isabel II. *Revista de Obras Públicas*, 3414 (oct 2001): 89-99.

[106] García Pérez, Antonio; 2013. *Indalecio Prieto y los enlaces ferroviarios de Madrid*. Fundación Indalecio Prieto, Madrid.

[107] García Santos, Alfonso. Pasillo Verde Ferroviario de Madrid. *OP Obra Pública*, 45 (1998):50-63.

[108] García-Herrera, Adela; 2006. Los grandes museos. *Arquitectura Viva*, 107-108: 82-97.

[109] García-Pablos Ripoll, Rodolfo; 1992. Plazas y espacios públicos en la Comunidad de Madrid. En: Julbe, Félix; (ed.); 1992. *El espacio renovado: Plazas, calles y espacios públicos de la Comunidad de Madrid*. Comunidad de Madrid, Dirección General de Arquitectura, Consejería de Política Territorial, Madrid: 23.

[110] Gavira Golpe, Carmen; Ruiz-Varela, Jorge Mario; 1993. Urbanismo e infraestructuras en Madrid: topografía, viario y redes técnicas en Madrid. *Revista de Obras Públicas*, 3326 (Nov.1993): 41-50.

[111] Gavira, Carmen; 1984. *Guía de las Fuentes Documentales para la historia urbana de Madrid: 1940-1980*. CSIC, Comunidad de Madrid

[112] Gavira, Carmen; 1996. *Miradas desde la ingeniería: redes e infraestructuras en Madrid*. Celeste, Madrid.

[113] Gil Calvo, Enrique; 1992. La Corte de los villanos. En: Julbe, Félix; (ed.); 1992. *El espacio renovado: Plazas, calles y espacios públicos de la Comunidad de Madrid*. Comunidad de Madrid, Dirección General de Arquitectura, Consejería de Política Territorial, Madrid: 15-22.

[114] Giner de los Ríos, Fernando; 1885. *Paisaje*. La Ilustración artística. Reimpreso en Estudios Turísticos, 83 (1984): 109-111.

[115] Glaría, Germán; Mantilla, Pedro; 1979. *La protection des zones boisées peri-urbaines: La Casa de Campo de Madrid*. Congrès Mondial (3º, París, Octubre 1979).

[116] Gómez Hermoso, Jesús (coord.); 2008. *Construcción de Edificios Altos*. ACHE-Asociación Científico-técnica del Hormigón Estructural &Colegio Ingenieros de Caminos, Madrid.

[117] Gómez Hermoso, Jesús; 2002. Aeropuerto de Madrid-Barajas. Nuevo edificio terminal. Estructura metálica. *II Congreso de puentes y estructuras. ACHE*, 2002.

[118] Gómez Hermoso, Jesús; 2002. Aeropuerto de Madrid-Barajas. Nuevo edificio terminal. Estructura de hormigón. *II Congreso de puentes y estructuras. ACHE*, 2002.

[119] Gómez Hermoso, Jesús; 2007. Aportaciones de la Ingeniería Civil en la terminal T4 del aeropuerto Madrid-Barajas. *V Congreso Nacional de la Ingeniería Civil. Desarrollo y sostenibilidad en el marco de la Ingeniería*:1-15.

[120] Gómez Navarro, Miguel ; Martínez Calzón, Julio; 2005. Estructura del edificio de gran altura Torre Espacio en la Castellana de Madrid. En: *Congreso de Puentes y Estructuras de Edificación ACHE*, Zaragoza, 2005: 3155-3167.

[121] González Bernáldez, F. Cuarenta años de trastornos ecológicos. En: Echenagusia, Javier; (ed.); 1985. *Metrópolis territorio y crisis*. Comunidad Autónoma, Madrid: 219-242.

[122] González Bernáldez, Fernando; (ed.); 1977. Aspectos ecológicos del paisaje en la Provincia de Madrid. En: Diputación Provincial de Madrid; (ed.); 1977. I. Jornadas técnicas internacionales de paisajismo: Castillo de Manzanares el Real (Madrid), 8 ,9 ,10 y 11/11/77. Diputación provincial, Madrid: 59-66

[123] González Bernáldez, Fernando; Montes, Carlos; (coords.); 1989. Los humedales del acuífero de Madrid: Inventario y tipología basada en su origen y funcionamiento. Canal de Isabel II, Madrid.

[124] González Bernáldez, Fernando;1986. Gramíneas pratenses de Madrid. Comunidad de Madrid, Madrid.

[125] González Tascón, Ignacio; 1998. Abastecimiento de agua a las ciudades. En: *Felipe II los ingenios y las máquinas: Ingeniería y obras públicas en la época de Felipe II*. Sociedad Estatal para la Conmemoración de los Centenarios de Felipe II y Carlos V, Madrid: 323-365.

[126] Guerra de la Vega, Ramón; 1984. Madrid Nueva Arquitectura (1980-1995). Ed. Del autor, Madrid.

[127] Gutiérrez Nieto, José Ignacio; 1983. En torno al problema del establecimiento de la capitalidad de la monarquía hispánica en Madrid. En: Madrid: villa y comunidad. *Revista de Occidente, 27-28*: 52-65.

[128] Herce Vallejo, Manuel; 1998. Proyectos de infraestructuras y ordenación urbana. *OP Obra Pública*, 43 (1998): 32-41.

[129] Hernández León, Juan M.; 1983. Madrid: la imposible utopía. En: Madrid: villa y comunidad. *Revista de Occidente, 27-28*, (1983) 217-230.

[130] Hernández Muñoz, Aurelio. 1981. Y llegó la contaminación. *Revista de Obras Públicas*, 3198 (nov.-dic. 1981): 815-824.

[131] Hesse, José Manuel; Asensio Almodóvar, Francisco; Lamela Vargas, Carlos; 2008. Nueva terminal del Aeropuerto de Madrid-Barajas. *Revista de Obras Públicas*, 3484: 21-55.

[132] Hesse, Juan Manuel; Asensio Almodóvar, Francisco; Lamela de Vargas, César; 2008. Nueva terminal del aeropuerto de Barajas. Revista de Obras Públicas, enero 2008 (3484):21-55.

[133] Instituto Nacional del Libro Español; (ed.); 1982. *Libros sobre Madrid* y provincia. Ministerio de Cultura, Madrid

[134] *Itinerarios gráficos de las grandes conducciones*. Canal de Isabel II, Madrid. 1973.

[135] Jiménez Cañas, Jesús; Bernabéu Llerena, Alejandro; 2008. Caixaforum Madrid. Revista *de Obras Públicas*, 3487:8-30

[136] Jiménez, M.: 1977. *Madrid, en sus plazas, parques y jardines*. Madrid: Ábaco Ediciones, Madrid.

[137] Juncá Ubierna, José Antonio; 1996. Un Madrid para vivir: un Madrid accesible a todos. Del planeamiento urbano a la ejecución de proyectos y obras. *Revista de Obras Públicas,* (3360): 17-30

[138] Lakota, G.; Alarcón, A. ; 2008. Torre Caja Madrid: cálculo de estructuras de un edificio singular de 250 m en Madrid. *Hormigón y Acero*, v 59, 249 (jul-sep 2008): 181-202.

[139] Lakota, Gregory; Alarcón, Arántzazu; 2008. Torre Caja Madrid: cálculo de estructuras de un edificio singular de 250 m en Madrid. *Hormigón y Acero*, vol. 59, nº 249 (sep. 2008):181-202.

[140] Lamela, A; 2006. Nueva Área Terminal del aeropuerto de Madrid-Barajas T4. *Informes de la Construcción*, 58, 501 (ene-mar 2006): 5-22.

[141] Llanos Blasco, José Antonio y González, José Luis. 1981. Estación depuradora de aguas residuales de Butarque (Madrid). *Revista de Obras Públicas*, 3198 (nov.-dic. 1981): 779-787.

[142] López Camacho, Bernardo; 2001. Las galerías de captación de agua en la Europa mediterránea. *Revista de Obras Públicas*, 3414 (oct 2001): 121-126.

[143] López Lillo, Antonio; Mielgo, Margarita; (dib.); 1984. Árboles de Madrid. Comunidad de Madrid, Consejería de Agricultura y Ganadería, Madrid.

[144] López-Camacho, Bernardo; Bascones, María; Bustamante Gutiérrez, Irene de; 1986. El agua subterránea en Madrid. *Boletín del Servicio Geológico*, 46.

[145] Lucas Serrano, Conchita; Mata Arbide, Juan; 2005. Tercer Depósito del Canal de Isabel II. En: *Congreso de Puentes y Estructuras de Edificación ACHE*, Zaragoza, 2005: 3223-3235. (Dragados).

[146] Machimbarrena Gogorza, Vicente; 1901. Puente sobre el río Manzanares en Madrid. *Revista de Obras Públicas,* 1901, 48, tomo I (1329): 85-90; (1333): 122-126.

[147] Macías, José María; Segura, Cristina; (coord.); 2000. *Historia del abastecimiento y usos del agua en la Villa de Madrid*. Confederación Hidrográfica del Tajo, [s.l.]-Canal de Isabel II, Madrid.

[148] Mangada, Eduardo. Gobierno autonómico, ordenación del territorio y desarrollo del espacio regional. En: Echenagusia, Javier; (ed.); 1985. *Metrópolis territorio y crisis*. Comunidad Autónoma, Madrid: 243-256.

[149] Manterola Armisén, Javier; Gil Ginés, Miguel A.; 2005. Puentes del ensanche de Vallecas sobre la M-45. En: *Congreso de Puentes y Estructuras de Edificación ACHE*, Zaragoza, 2005: 2057-2065.

[150] Manterola, Javier; 2006. T4, técnicas de vuelo, 52. *Arquitectura Viva*, 107-108: 52-57.

[151] Manterola, Javier; Gil Ginés, Miguel A.; Astiz Suárez, Miguel A.; Martínez Cutillas, Antonio; Gómez del Río, Rafael; 1998. Nuevo puente de Ventas en Madrid. *Revista de Obras Públicas*, 3380: 21-49.

[152] Marín Toyos, José; 1927. El viaducto de Madrid. *Revista de Obras Públicas*, 1927, 75, tomo I (2490): 455-456; (2491): 472-473:456.

[153] Martínez Calzón, Julio; Gómez Navarro, Miguel; 2008. Torre Espacio. Le estructura del edificio. *Hormigón y Acero*, v 59, 249 (jul-sep 2008): 19-43.

[154] Martínez Calzón, Julio; Gómez Navarro, Miguel; 2008. Torre Sacyr-Vallehermoso. La estructura del edificio. *Hormigón y Acero*, v 59, 249 (jul-sep 2008): 123-150

[155] Martínez Calzón, Julio; Serrano Corral, Álvaro; 2005. Teatro del Canal. Centro de las Artes Escénicas de la Comunidad de Madrid. En: *Congreso de Puentes y Estructuras de Edificación ACHE*, Zaragoza, 2005: 3197-3209.

[156] Martínez de Pisón, Eduardo; 1983. El espacio natural de Madrid. *Revista de Occidente*, 27-28 (ago-sept 1983):137-150

[157] Martínez de Pisón, Eduardo; 1999. Los paisajes de montaña. En: *Primeros encuentros científicos del Parque Natural de Peñalara y del Valle de El Paular. El Paular (Rascafría) Mayo 1998*. Comunidad Autónoma, Madrid: 99-102.

[158] Martínez de Pisón, Eduardo; 2000. La conservación de los paisajes de montaña. En: *Segundas jornadas científicas del Parque Natural de Peñalara y del Valle de El Paular.* El Paular (Rascafría) 2000. Comunidad Autónoma, Madrid: 73-79.

[159] Martínez de Pisón, Eduardo; 2009. Un plan de ordenación para la sierra de Guadarrama. *Boletín de la A.G.E.* nº 51 -2009: 65-92.

[160] Martínez Vázquez de Parga, Rosario; 2001. *Historia del Canal de Isabel II*. Fundación Canal de Isabel II, Madrid.

[161] Martínez Vázquez de Parga, Rosario; López García de Leániz, Cristina; 2007. *Las rutas del agua en Colmenar Viejo: Huellas de esfuerzos, medios y épocas. Los Canales de Isabel II y Santillana*. Guías del Patrimonio Arqueológico Histórico y Artístico de Colmenar Viejo. Concejalía de Cultura, Ayuntamiento de Colmenar Viejo, 2007.

[162] Mateos, J. J.; Hernández, J. C.; 2008. Ejecución de la estructura Torre de Caja Madrid. *Hormigón y Ac*ero, v 59, 249 (jul-sep 2008): 205-223.

[163] Mejía, Abel; Katakura, Yoko; Vélez, Carlos; 2002. *Canal de Isabel II. Una empresa pública de aguas de buen desempeño*. The World Bank Group, Canal de Isabel II, Madrid.

[164] Mesonero Romanos, Ramón de; 1861. *Paseos histórico-anecdóticos por las calles y casas de esta villa.* Establecimiento tipográfico de D. F. de P. Mellado, Madrid. Ed. Facsímil Agustín Criado, Madrid, 1981

[165] Mieg, Juan; (dib.); 18?. *Panorama del ferrocarril de Madrid á Aranjuez*. Establecimiento litográfico de Escudero y Massinger. Ed. Facsímil Patrimonio Nacional, Madrid-Museo Ferroviario, Madrid-Ayuntamiento de Aranjuez, Aranjuez, 1984.

[166] Millanes, Francisco; Matute Rubio, Luis; Ortega Cornejo, Miguel; et al.; 2002. Tramo hiperestático entre las pilas P-32 a P-35 del Viaducto sobre el río Jarama en la LAV Madrid-Barcelona-Frontera Francesa. Subtramo II. *II Congreso de puentes y estructuras. ACHE*, 2002.

[167] Ministerio de Fomento; 2010. *Capitales & Ciudades + 100. Información estadística de las ciudades españolas*. Ministerio de Fomento, Madrid.

[168] Miranda Miguel, Raúl; Beltrán Martín, David; 2011. El túnel de La Cabrera. *Revista de Obras Públicas*, 3522 (jun 2011):41-54.

[169] Moix, Llàtzer; 2010. *Arquitectura milagrosa. Hazañas de los arquitectos estrella en la España del Guggenheim*. Anagrama, Barcelona (Cap. 6. Madrid plusmarquista, 165-188).

[170] Monterde, Agustín; 1872. Viaducto de la calle de Segovia. *Revista de Obras Públicas*, 1872, 20, tomo I (3): 32-33

[171] Montes, Carlos; Llorca, Ávaro; Sterling, Agustina; (coord.); 1987. *Directrices para la recuperación ecológica del tramo medio del Manzanares*. Canal de Isabel II, Madrid.

[172] Moya, Aurora; 1990. *Metro de Madrid 1919-1989: Setenta años de historia*. Metro, Madrid.

[173] Nancy, Jean Luc; Goetz, Benoît; 2010. Trafic/Declic & Les villes de Nancy. Le Portique-La Phocide.

[174] Naranjo Anegón, Rafael. 1981. Estación depuradora de aguas residuales de La China (Madrid). *Revista de Obras Públicas*, 3198 (nov.-dic. 1981): 773-777.

[175] Naredo, José Manuel; (coord.); 2009. *El agua virtual y la huella hidrológica en la Comunidad de Madrid*. Cuadernos de I+D+I, 5. Canal de Isabel II, Madrid

[176] Navascués, Pedro; 1984. *El edificio de Telefónica*. Espasa Calpe. Reproducido en: López Amor, ed. *La rehabilitación del Edificio de Telefónica en la Gran Vía de Madrid.* Dragados y Construcciones, Madrid, 1992.

[177] Nervi, Pier Luigi; 1963. P. L. Nervi. *Nuevas estructuras*. Gustavo Gili, Barcelona.

[178] Nieto, Fuensanta; Sobejano, Enrique; 2011. Densidad e hibridación. Mercado, polideportivo y Biblioteca Barceló. 2007-2012, Madrid. En: Fernández-Galiano, Luis; (ed.); 2011. Nieto & Sobejano 1999-2011. AV Monografías, 146 (2010): 140-151.

[179] O.M.A.; Koolhaas, Rem; Mau, Bruce; 1995. *Small, Medium, Large, Extra Large [S, M, L, XL]*. 010 Publishers, Rotterdam.

[180] Oliva Escribano, José Luis; 1967-1969. *Bibliografía de Madrid y su provincia*. Instituto de Estudios Madrileños, CSIC, Madrid.

[181] Ortega Hortelano, Alejandro; Baeza Muñoz, María de los Ángeles; Vasallo Magro, José Manuel; 2011. Autopistas de peaje en los accesos a Madrid: ¿qué lecciones debemos aprender para el futuro?. *Revista de Obras Públicas*, 3519 (mar 2011):41-50.

[182] Palacio Atard, Vicente; 1979. La construcción del Canal de Isabel II y la política de su tiempo. En: Canal de Isabel II (ed.), 1979. *Ciclo de conferencias sobre el abastecimiento de agua a Madrid*. Canal de Isabel II, Madrid, 1981: 61-83.(desarrollo de Madrid y el Canal de Isabel II en el siglo XX).

[183] Paz Alberquilla, Vicente; Díez Gala, Javier; Mena Loranca, Alfonso; 2002. Abierta al tráfico la M-45 en la Comunidad de Madrid. *Rutas*, 90 (may, jun 2002): 32-44.

[184] Pedraza, Javier de; Dios Centeno, Juan de; Ortega, Ismael; 1982. *El medio físico y la planificación territorial*. Diputación de Madrid, Área de Urbanismo y Ordenación Territorial, Madrid.

[185] Pelli, Cesar; León, E.; Ortiz, I.; 2008. Torre de Cristal. Arquitectura. *Hormigón y Acero*, v 59, 249 (jul-sep 2008):61-68

[186] Peña Muñoz, Pilar; Ortega Vidal, Javier; Serrano Herrero, Elena; et al.; 2003. *Arqueología medieval urbana. Las murallas de Madrid*. Dirección General de Patrimonio Histórico, Consejería de las Artes, Madrid-Doce Calles, Aranjuez (Madrid). (Monografías de Patrimonio Histórico, 2).

[187] Peñalver Ruiz, Francisco y Miguel Arrasagasti, Enrique. Colector del Arroyo del Fresno: Tramo inferior. Bloque 0 (P.S.I.) *Revista de Obras Públicas*, 3198 (nov.-dic. 1981): 805-80.

[188] Peral Rico, José; García-Miguel Morales, José; 2002. Ampliación de IFEMA: Recintos Feriales de Madrid. *II Congreso de puentes y estructuras. ACHE*, 2002.

[189] Pérez Sanz, Juan Javier; Vázquez, Guillermo; 1982. *Estudio del sistema de transportes en el Área Metropolitana de Madrid*. Diputación de Madrid, Área de Urbanismo y Ordenación Territorial, Madrid. (Documentación Urbanística, 5)

[190] Pérez-Fadón Martínez, Santiago; Herrero Beneítez, Jose Emilio; Sánchez Ramírez, Juan José; 2008. Pasarela mixta helicoidal Móstoles tecnológico. *Realizaciones de obra civil, ACHE* 2008.

[191] Pérez-Fadón, Santiago; 1990. *Pasarela atirantada en nuevo acceso al aeropuerto de Barajas*. Ferrovial, referencias de obras-puentes atirantados.

[192] Pérez-Fadón, Santiago; Herrero, José Emilio; Bajo, Carlos ; Palmero, Santiago David; [Loscos, Pablo; 2005. Pasarela atirantada de Fuenlabrada. En: *Congreso de Puentes y Estructuras de Edificación ACH*E, Zaragoza, 2005: 2477-2490.

[193] Petersen, Manfred; Fernández Gómez, Miguel Ángel; Rui-Wamba Martija, Javier; 2002. La ampliación del Museo Reina Sofía, Madrid. *II Congreso de puentes y estructuras. ACHE*, 2002.

[194] Piera, Adrián; 1992. Madrid visto desde la Sierra de Guadarrama. En: *La Sierra de Guadarrama: Naturaleza, paisaje y aire de Madrid*. Comunidad de Madrid, Agencia de Medio Ambiente, Madrid:367-377].

[195] Pinto Crespo, Virgilio; 2010. *Los viajes de agua en Madrid durante el antiguo régimen*. Fundación Canal de Isabel II, Centro de documentación para la historia de Madrid, UAM, Madrid

[196] Pinto Crespo, Virgilio; Gili Ruiz, Rafael; Velasco Medina, Fernando; 2011. *Los viajes de agua en Madrid durante el antiguo régimen*. Fundación Canal de Isabel II, Madrid.

[197] Plaza de Salvador Dalí. *Arquitectura Viva*, 107-108 (2006): 126-129.

[198] Pozo Vindel, Florencio J. del; Arrieta Torrealba, José María; García Navarro, José Luis; 2005. Pasarelas del anillo verde ciclista. En: *Congreso de Puentes y Estructuras de Edificación ACHE*, Zaragoza, 2005: 2173-2184.

[199] Prado, Casiano de;1864. *Descripción física y geológica de la provincia de Madrid*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Madrid. (Colección de Ciencias, Humanidades e Ingeniería, 2), 1975.

[200] Prieto Granda, Felipe; Martin-Serrano, Pilar; 1988. *Carlos III en la Comunidad de Madrid: Arquitectura y obra civil en el medio rural*. Comunidad de Madrid, Consejería de Política Territorial, Madrid.(Canales de Cabarrús, del Guadarrama, del Manzanares.)

[201] Prieto, Indalecio; 1933. *Cómo cooperará el estado a la transformación y ensanche de Madrid. Enlace y electrificación de ferrocarriles. Acceso y extrarradio*. Ministerio de Obras Públicas, Madrid.

[202] Puig-Pey, Pedro; 1993. La infraestructura de carreteras en el Área Metropolitana de Madrid. *Revista de Obras Públicas*, 3326, (Nov. 1993):55-62.

[203] Querol, Xavier et al.; ++++. Calidad del aire urbano, salud y tráfico rodado. Instituto de Ciencias de la Tierra 'Jaume Almera', CSIC. Fundación Gas Natural.

[204] Ramón López de Lucio; 2003. *Planteamiento y desarrollo urbano de Madrid (1963-2002)*. En: Arquitectura de Madrid. Introducción. Fundación COAM, 2003. Tomo 0:101-131

[205] Rodríguez de Lecea, Teresa; 1992. Madrid y la Sierra de Guadarrama: Historia de un acercamiento intelectual. En: Sáenz de Miera, Antonio; (dir.); 1992. *La Sierra de Guadarrama: Naturaleza, paisaje y aire de Madrid*. Comunidad de Madrid, Agencia de Medio Ambiente, Madrid: 221-234.

[206] Rodríguez Ortiz, José María; Serrano Aguilera, Carlos; Gallego López, Javier; 2010. Nueva estación de cercanías de la Puerta del Sol-Gran Vía. Proyecto y construcción de la caverna de estación. *Revista de Obras Públicas*, 157 (3511): 71-98.

[207] Rodríguez Villasante, Tomás; 1979. Historia del enclave madrileño y una alternativa ecológica. En: En: *I. Jornadas de Estudios sobre la Provincia de Madrid*, 17, 18 y 19 de diciembre de 1979. Diputación provincial, Madrid:647-661.

[208] Rowe, Peter G.; 2006. M-30, más que una autopista. *Arquitectura Viva*, 107-108: 42-51.

[209] Rubio Bosch, José; 2003. El abastecimiento y saneamiento de agua. *Revista de Obras Públicas*. Número del sesquicentenario,150 (3438): 41-44.

[210] Rui-Wamba, Javier; 2005. *Esteyco. Catálogo de obras*. Fundación Esteyco, Madrid.

[211] Ruiz y Ruiz de Gopegui, Ramón; Henche Blanco, Javier; Moreno de la Iglesia, Raúl; 2002. Pasarela sobre la M-30 (C/ Miguel Aracil). *Realizaciones en Pasarelas, ACHE* 2002.

[212] Sáenz de Miera, Antonio; (dir.); 1992. Introducción. En:*La Sierra de Guadarrama: Naturaleza, paisaje y aire de Madrid*. Comunidad de Madrid, Agencia de Medio Ambiente, Madrid:21-63.

[213] Sáenz Ridruejo, Fernando; 2001. La ingeniería del agua en España en el siglo XIX. *Revista de Obras Públicas*, 3414 (oct 2001): 45-49.

[214] Sánchez Jiménez, José Luis; Bravo Casado, José Antonio y López Pietsch, Ricardo; 2004. Instalaciones de élite: la Caja Mágica, el Palacio de los Deportes y el Rockódromo-Arena, de Madrid. *Cauce*, ene.-feb., n.º 120: 40-51.

[215] Sánchez Lázaro, Teresa; 1995. *Carlos Lemaur y el Canal de Guadarrama*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Madrid. (Colección de Ciencias, Humanidades e Ingeniería, 48)

[216] Sánchez, Félix; 1985. *Recuperación del tramo urbano del Río Manzanares*. Ayuntamiento, Área de Urbanismo e Infraestructuras, Madrid.

[217] Sánchez, R.; Rodríguez, F. J. 2008. Torre Sacyr-Vallehermoso. Ejecución de la estructura. *Hormigón y Acero*, v 59, 249 (jul-sep 2008). 153-169

[218] Sanz García, José María; 1990. *El Manzanares. Río de Madrid*. La Librería, Madrid

[219] Sarabia, Antonio; Calvo, Alfonso; 2001. Paisajes del Canal. *Revista de Obras Públicas*, 3414 (oct 2001): 101-111.

[220] Segués Echazarreta, Fernando; 1998. Análisis del medio ambiente sonoro y propuesta de actuaciones contra el ruido en el entorno de la circunvalación M40 de Madrid. *Ingeniería Civil*, 109: 21-29.

[221] Soria y Puig, Arturo; 1993. Madrid. Siempre mañana y nunca mañaneamos. *Revista de Obras Públicas*, 3326 (Nov. 1992): 7-13

[222] Tabera García, Antonio; Madrid Ramos, Mª Mercedes ; Tabera Atienza, Antonio; 2005. Proceso constructivo del Teatro del Canal, Centro de las artes escénicas de la Comunidad de Madrid.. En: *Congreso de Puentes y Estructuras de Edificación ACHE*, Zaragoza, 2005: 3047-3059.

[223] Teatros del Canal. *Arquitectura Viva*, 107-108 (2006): 104-111.

[224] Terán, Fernando de; 2006. En torno a Madrid. *Génesis espacial de una región urbana*. Comunidad de Madrid, Madrid.

[225] Terán, Fernando de; 2009. *El pasado activo. Del uso interesado de la historia para el entretenimiento y construcción de la ciudad*. Akal, Madrid.

[226] Thomas, Hugh; 2004. Antología de Madrid. Gadir editorial, Madrid

[227] Tierno Galván, Enrique; 1983. Madrid. En: Madrid: villa y comunidad. *Revista de Occidente, 27-28*: 19-23..

[228] Trabada Guijarro, Jesús; 2005. Metrosur, una gran obra colectiva. *Ingeniería civil*, 137 (2005): 7-23.

[229] Utrilla Navarro, Luis; et al.; 2007. *Madrid-Barajas, 75 años de historia*. Fundación Aena, 2007.

[230] Valenzuela Rubio, M. ; 1980. Madrid aglomeración-Madrid región. En: *La región y la geografía española*. Asociación de Geógrafos Españoles, Valladolid: 191-211.

[231] Valenzuela Rubio, Manuel; 1992. El Guadarrama de los noventa o lo metropolitano como riesgo. En: Sáenz de Miera, Antonio; (dir.); 1992. *La Sierra de Guadarrama: Naturaleza, paisaje y aire de Madrid*. Comunidad de Madrid, Agencia de Medio Ambiente, Madrid: 291-311.

[232] Varios autores; 1986. *Antecedentes del Canal de Isabel II: viajes de agua y proyectos de canales*. Canal de Isabel II, Madrid.

[233] Varios autores; 2003. *Nuevo edificio terminal Barajas-Madrid. Inicio: Junio 2000, seguimiento a: Mayo 2003*. ACS, Madrid-FCC, Madrid-Ferrovial, Madrid-Necso, Madrid-Sacyr, Madrid.

[234] Varios autores; Ayuntamiento de Madrid; 2007. Madrid M-30. Un proyecto de transformación urbana. Turner, Madrid.

[235] Vasallo Magro, José Manuel; Pérez del Villar Cruz; 2008. Equidad y eficiencia del transporte público en Madrid. *Revista de Obras Públicas*, 3494 (dic 2008):41-58.

[236] Velasco, E. L. y Dapena Baqueiro. 1981. Descripción del proyecto de ampliación de la estación depuradora de aguas residuales de Rejas. *Revista de Obras Públicas*, 3198 (nov.-dic. 1981): 797-804.

[237] Viñals, J. L. Ruiz, A. Peigneux, J. R.; 2008. Cimentación y estructura metálica y de hormigón de la torre de Cristal. Un proceso constructivo de altura. *Hormigón y Acero*, v 59, 249 (jul-sep 2008): 89-106

[238] Viñuela Rueda, Luis; Martínez Salcedo, J.; 2006. Estructura metálica y fachadas tensadas del nuevo Edificio Terminal. *Hormigón y Acero*, 239: 71-84.

9.2. Índice de nombres

Ábalos, Iñaki: 237
ACS: 7, 13, 70, 73, 89, 104, 136, 137, 168, 193, 256, 305, 312
Adams, Juliet: 262
Adif: 132, 259
AENA: 136
AEPO Ingeniería: 169
Aguinaga, Ramón de: 116
AHA: 136
Alaoui, Samir: 271
Alcázar Albajar, Gloria: 277
Aldaz, Luis: 187
Alegre, Manuel: 32
Alemany Indarte, Luis y Rafael: 121
Alemany Soler, Luis: 121
Alfaro, Andreu: 138
Alfonso X el Sabio: 22
Alfonso XIII: 68
Almagro Gorbea, Martín: 277
Almazán, José: 38
Álvarez de Miranda, Irene: 271
Álvarez, Jaime: 271
Álvarez Mora: 260
Álvarez-Sala: 160, 267, 271
Amón, Santiago: 252
Añón Feliú, Carmen: 277
Arántzazu: 163
Ardemans, Teodoro: 25
Arenas: 206
Arniches, Carlos: 43
Arquimática SLP Arquitectos: 171
ARQUING SLP: 171
Arquitectura Viva Monografías: 256
Auxini: 137, 193
Avrial y Flores, J. M.: 50
Aydillo, Silvia: 271
Ayuntamiento de Madrid: 42, 57, 68, 70, 71, 83, 101, 102, 112, 128, 129, 170, 171, 177, 198, 221, 225, 240, 244, 256, 267, 279, 281
Azaña, Manuel: 262, 263
Azcón: 195
b270: 139
Baladrón, Alfredo: 256
Banchet, Pierre: 271
Banco de España: 71
Banco Pastor: 71
Bandrés, María: 271
Baroja: 261
Barra, Francisco Javier: 29
Barrero, Araceli: 271
Barrón: 186
Bazán, César de: 262
Beamonte: 183
Béjar: 29
Bellido y González, Luis: 248
Bellod, Juan Luis: 166, 167, 192, 193, 196, 198, 202, 209
Benet, Juan: 138, 255
Benjamín Palencia: 36
Bernabeu, Alejandro: 143
Bernabeu, Jorge: 13, 143
Bidagor: 48
Bielza, Álvaro: 123
Bigador: 53
Bindels, Edzo: 271
Blanco, Juan: 109, 110, 158
Blanc, Patrick: 143
Blesa, Miguel: 260
Boerwinkel, Freek: 271
Bofill, Ricardo: 249, 250
Boix, Elzeario: 219
Bonet, Antonio: 29, 116
Borrajo, Justo: 100
Borrow, George: 261
Bouffleur, Charles: 261
Brambilla, F.: 27, 28
Brandis, Dolores: 281
Bretones, Manuel: 89
Bruguera, José: 156
Buchholz, Karsten: 271
Burgee, John: 153
Burgos & Garrido: 202, 267, 271
Burgos, José Ramón: 42, 44, 70, 77, 85, 163, 174, 175, 176, 199, 202, 250, 266, 267, 271
Busquets, Joan: 77
Calatrava, Santiago: 260, 261
Calderón: 263
Campos Venuti: 278
Canal de Isabel II: 31, 38, 77, 102, 213, 215, 218, 219, 223, 226, 227, 229, 233, 248, 251
Canal de Isabel II Gestión: 227, 233
Canogar, Daniel: 129, 201
Cano Laso: 168
Cañedo-Argüelles, César: 277
Capitel, Antón: 81, 83, 90, 91, 123, 191
Carandell: 262
Cárdenas, Ignacio de: 118, 258
Carlos Fernández Casado S.L.: 120, 137
Carlos III: 12, 31, 47, 74, 73
Carlos V: 31, 246, 272, 277
Carneaux, Jean Pierre: 250
Carnicer, Carlos: 271
Caro, Rocío: 271
Carrasco y Encina, Jesús: 143
Carro, Almudena: 271
Carvajal Ferrer, Javier: 128
Casariego, Nicolás: 261, 262
Casas, Luis: 171
Castillo-Puche: 166
Castillo, Sergio del: 271
Castro, Óscar: 13, 35, 39, 53, 89, 90
Catalá Burón, Luis: 168
Catalinas, Pedro: 225
Caviedes, Hidalgo de: 118
Cervantes: 262
CESMA Ingenieros: 166, 167, 192, 193, 196, 198, 202, 209
Chillida, Eduardo: 129, 138, 189
Chirico, Georgio de: 116
Churriguera: 33
Cobb: 156
Colmenarejo, Alicia: 271
Comisión de Planeamiento y Coordinación del Área Metropolitana de Madrid (COPLACO): 49
Compañía Metropolitana Alfonso XIII: 68
Comunidad de Madrid: 16, 33, 39, 74, 86, 92, 93, 96, 108, 112, 164, 169, 174, 213, 215, 222, 223, 224, 229, 235, 237, 244, 252, 258
Condes de Aranda: 31
Condes de Floridablanca: 31
Consejería de Política Territorial, Obras Públicas, Transportes y Urbanismo: 74
Consorcio de Transportes: 94, 96, 106, 112
Consorcio Regional de Transportes de Madrid: 57, 59, 60, 74, 77, 96, 109, 112
Consultrans: 277
COPLACO: 49, 53
Coquerel, José: 29
Corine Land Cover: 65, 278
Corral, Alberto: 189, 72
Corrales, José Antonio: 44
Corres: 205, 207
Costa, Guillermo: 47, 54, 84, 85, 249
Cristóbal, Féliz: 225, 71
Cruz, Antonio: 85, 91, 164
Cubiertas y MZOV: 164
Cuellas, Isabel: 271
Curtis, William: 125
Cuvillo, Ramón del: 277
Dalí, Salvador: 9, 252, 253
Daniel Fullaondo, Juan: 129
Dastis, Margarita: 99
De Amicis: 257
Delgado Viñas, Carmen: 281
Dijk, Lennart van: 271
Diputación Provincial de Madrid: 57, 68
Dobrick, Christian: 271
Domínguez, Martín: 43
Dragados: 44, 120, 132, 136, 137, 140, 144, 158, 164, 171, 202, 256
Dstis: 62
Duque de Lerma: 28
Duque de Sessa: 261
EJUCA, S.A.: 167
El Corte Inglés: 74
Empresa Mixta de Transportes Urbanos: 57
Empresa Municipal Campo de las Naciones, S.A.: 168
Empresa Municipal de la Vivienda: 256
Empresa Municipal del Suelo: 249
Empresa Municipal de Transportes (EMT): 44, 57, 94, 97, 112
Entrecanales S. A: 164
Espelosín, Jesús: 221
Estébanez, José: 17
ESTEYCO: 140
Estudio Cano Lasso: 168
Estudio Lamela & Richard Rogers: 136
ETSIM: 244
Ezquiaga, José María: 18
FCC: 104, 136, 168, 169, 170, 171
Feduchi, Javier: 249
Felipe II: 20, 31, 39, 175, 253, 262

Felipe III: 28
Felipe IV: 37, 53
Fenwick, Mark: 156
Fernández Alba, Antonio: 129, 138, 167, 249, 252
Fernández Casado, Carlos: 81, 120, 121, 137, 174, 177, 178, 179, 204, 271
Fernández, Daniel: 277
Fernández de los Ríos: 29
Fernández Fenollera, Salvador: 170
Fernández, Jesús: 29, 47, 81, 82, 120, 121, 129, 132, 137, 138, 160, 167, 170, 174, 177, 178, 179, 189, 195, 204, 205, 249, 250, 252, 281
Fernández Longoria, Francisco: 252
Fernández, Mª Ángeles: 271
Fernández Ordóñez, Antonio: 82, 138
Fernández Troyano: 132
Ferrero, Francisco J.: 187
Ferrovial: 104, 136, 143, 164
Figueroa, Antonio: 54
Figueroa, Juan: 271
Ford, Richard: 261
Foster, Norman: 162
Franco, Mª Jesús: 271
Freed: 156
Fundación Canal de Isabel II: 123
Fusi, Juan Pablo: 16, 33, 37, 44, 67
Galíndez, Gabriela: 271
García Delgado, José Luis: 16
García Hortelano, Juan: 27, 138
Garicano, Elena: 271
Garrido & Burgos: 77
Garrido, Ginés: 77, 175, 176, 199, 202, 250, 266, 267, 271
Genaro Alas: 152
Gerencia Municipal de Urbanismo: 70
Gersbach, Michael: 271
Geuze, Adriaan: 271
Giaquinto: 33
Giner: 244, 245
Giner de los Ríos, Francisco: 244
Glaría, Germán: 247
Gómez Cuesta, José Ignacio: 277
Gómez del Río, Rafael: 72
Gómez de Navia, José: 32
Gómez, Francisco: 32, 134, 149, 156, 250
Gómez Hermoso, Jesús: 134
Gómez Mendoza, Josefina: 278, 281
Gómez Navarro, Miguel: 149, 156
González Alonso, Santiago: 13
González Bernáldez, Fernando: 49, 215, 216, 244
González, Eduardo: 137, 271
González, Magdalena: 271
González, Maya: 271
González Velayos, Eduardo: 137
Gordillo, Luis: 138
Gran, Enrique: 138, 150, 171
Grupo ACS: 7
Guesdon, Alfred: 32, 34
Guijarro, Rafael: 140
Gutiérrez Nieto, José Ignacio: 71
Halvorson: 162
HCA: 136
Heidegger: 174
Hemingway: 247
Herce, Manuel: 86, 87
Hermosilla, José de: 31
Hermoso: 134, 169
Hermoso Lera, Enrique: 169
Hernández de León, Juan Miguel: 272
Hernández Gil, Antonio: 90
Hernández Lamas, Patricia: 13
Hernández León, Juan Miguel: 21, 277
Hernández Muñoz, Aurelio: 221
Hernández Tejada, Patricia: 277
Hernando, Jorge: 277
Herrera, Juan de: 72, 82, 174, 175, 178, 192
Herzog & de Meuron: 142, 143
Higueras, Fernando: 138
Hipódromo de la Zarzuela S.A.: 120
Huarte: 44
Humanes, Alberto: 124
Hunt, Anthony: 136
Ibáñez, Enrique: 271
Ibarra: 151
Iberia: 92, 279, 281
INITEC: 133, 136
Instituto Geográfico Nacional: 167
Intersa: 198
Irastorza, Luis: 53, 264, 265
Iribarren, Javier: 156
Isabel II: 248
Isolux Corsán: 209
Jansen: 42, 48, 53
Jean Luc Nancy: 263
Jiménez Cañas: 142, 143, 144, 203, 256
Jiménez Cañas, Jesús: 142, 143, 144, 203, 256
Johnson, Philip: 153
Juan-Aracil, José: 187
Juaristi Linacero, Joseba: 281
Juncá, José A.: 260
Junquera, Jerónimo: 82, 120, 137
Juvara: 33
Koningen, Joost: 271
Koolhaas: 262, 70, 72
La Casta: 267
Lady Holland: 247
La-Hoz, Rafael de: 150
Lakota, Gregory: 163, 72
Lamela, Antonio: 121, 126, 133
Lamela Martínez, Antonio: 121
Lanik S.A.: 171
Lap, Sander: 271
Latón, Alberto: 183
Leguina, Joaquín: 92
Leira, Eduardo: 70, 86
Leonardo, Jusepe: 25, 132
Lewis, John: 55
Llamas Madurga, Ramón: 216
Lleó, Blanca: 256, 257
Loiseau, Andrés: 13
Lope de Vega: 261, 262
López de Lucio, Ramón: 281
López García, Antonio: 138
López Hernández, Julio: 138
López Lillo, Antonio: 244
López, Miguel Ángel: 271
López Ortún, Fernando: 89, 225
López Pietsch, Ricardo: 168
Lorenzo Pardo: 41
Lozano, Raquel: 271
Lucas Velázquez, E.: 30
Luengo Añon, Ana: 277
Lupini, Silvia: 271
Maas, Perry: 271
Machimbarrena: 119, 122, 183
Madrid Espacios y Congresos: 170
Malo de Molina, Javier: 271
Mangada, Eduardo: 74, 86
Mangado: 253
Manterola: 125, 126, 127, 130, 134
Manterola, Javier: 125, 126, 127, 130, 134, 177, 184, 185, 188, 191, 194, 195, 197
Mantilla, Pedro: 247, 71
Mariátegui, Francisco Javier de: 248
Mármol, Marina del: 271
Marqués de Custine: 261
Márquez Latorre, David: 171
Martín, Adrián: 226, 233
Martín, Agustín: 271
Martínez, A.: 121, 132, 149, 156, 160, 164, 168, 169, 171
Martínez Calzón: 82, 148, 149, 156, 160, 164, 168, 169, 189, 195, 205
Martínez Calzón, Julio: 82, 148, 149, 156, 160, 164, 168, 169, 189, 195, 205
Martínez de Miguel, Javier: 168
Martínez de Pisón: 245
Martínez Díaz, Ángel: 171
Martínez Díez, Francisco: 171
Martínez Vilanova, Joaquín: 112
Martínez-Vilanova, Joaquín: 112
Martín Nieto, Cristina: 70
Martín, Rocío: 271
Marugán, Raquel: 271
Mata Medrano, Sara de la: 168
Mateos Bermejo, Juan José: 160
Mateu i Bausells: 143
Matisse: 148
MC2 Julio Martínez Calzón: 149, 156, 160, 164, 168, 169
Medem: 139, 140
Medina, Sabino de: 219
Mélida, Arturo: 272
Melis, Manuel: 84, 93, 104, 107, 225
Mendizábal: 34
Menéndez Luarca, José Manuel: 123
Mengs: 33
Mesonero Romanos: 28, 38, 247
Millanés: 207
Minghini, Ricardo: 271
Ministerio de Agricultura: 277
Ministerio de Educación y Cultura: 144
Ministerio de Fomento: 23, 65, 66, 132, 167, 277, 281
Ministerio de la Vivienda: 54, 281
Ministerio de Obras Públicas: 45, 49, 53, 54, 57, 81, 83, 92, 102
Ministerio de Transportes: 57, 68, 99, 110
Minoru Yamasaki: 152
Mintra: 107
Minuro Yamasaki: 152
Moneo: 71, 130, 132, 144, 255
Montánez, Gemma: 271
Moreno, Eleucidio: 271
Moya Idígoras, Luis: 116
Moya, Juan: 116, 118
Muller, Ana: 269

Muñoz Casayús: 150
Muñoz Monasterio, Manuel: 121
Muñoz, Víctor: 271
Murillo-Muriel, S.A.: 166
Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofía. MNCARS: 140
MVRDV (Winy Maas, Jacob van Rijs, Nathalie de Vries): 256, 257
Naredo, José Manuel: 213
Navarro Baldeweg, Juan: 77, 148, 149
Navascués Palacio, Pedro: 118, 138 277
NB35 Ingeniería: 143, 144
NECSO: 136, 137, 169
Nervi: 130, 131
Nieto, Fuensanta: 254, 255, 256
Nieto, Matías: 271
Nieva, Francisco: 138
Nobuko: 281
Nouvel: 139, 140
Nouvel, Jean: 139, 140
Núñez Granés, Pedro: 18, 39, 50
Observatorio de Madrid: 167
Ocina, Fermín: 137
OCP: 164
OHL: 136, 156, 192
Oiza: 125, 127
Olquiaga, Rafael: 44
Ontiveros, Emilio: 271
Oriol, Miguel de: 151, 305
Ortega, María: 271
Ortega Vidal, Javier: 277
Ortiz, Antonio: 164, 168
Orwell, George: 43
Otamendi: 119, 122
Otamendi Machimbarrena, Joaquín y Julián: 119, 122
OTEP: 136
Palacio Atard, Vicente: 219, 72
Palancarejo, Ana: 271
Palazuelo: 129
Parcerisa, F. J.: 26, 33
Parella, Francisco: 123
Partearroyo, F.: 171
Partners: 156, 162
Pastor Pacheco, Enrique: 258
Paz, Susana: 271
Pei & Cobb & Fred: 156
Pelli, César: 158, 72
Pérez Arroyo: 154, 249
Pérez, Florentino: 7, 21, 82, 108, 137, 138, 154, 182, 208, 249, 262
Perrault, Dominique: 170
Picardo, José Luis: 252
Piera, Adrián: 251, 73
Porras, D.: 267, 281
Porras La Casta: 202, 271
Pozo, Nerea del: 271
Prado, Casiano de: 244, 73
Prado, Lucía: 271
Prieto, Antonio: 277
Prieto Granda, Felipe: 73
Prieto, Indalecio: 41, 42, 43, 90, 109, 245, 71, 73
Prieto, Jonás: 271
Primo de Rivera: 20, 258
Procesos Constructivos, SL: 277
Prointec: 277, 300
Puig, Pedro: 48, 80
Querol, Jordi: 249
Rafo, Juan: 29
RAH: 278
RAI: 278
Ramírez Guadalix, Enrique: 168
Ramiro, María José: 13, 30, 47, 48, 61, 63, 76, 87, 88, 271
Ramón y Cajal: 246, 247
Real Sociedad Española de Alpinismo Peñalara: 245
Recintos Feriales Madrileños S.A.: 137
Recio, Eva: 271
Renedo Fornos, Antonio: 123
Renfe: 71, 90, 92, 104, 105, 108, 110, 112, 259, 281
Revenga, Luis: 138
Reyes Católicos: 26
Riaño Lozano, Carlos de: 277
Riva, J. de la: 281
Ribera, Juan de: 29, 33, 176
Ribera, Pedro: 29, 33, 174, 176, 179, 180, 181, 270
Rocías, José M.ª: 250
Rodríguez de Partearroyo Conde, Francisco: 171
Rodríguez Romero, Antonio: 137
Rodríguez Villasante, Tomás: 20, 73
Rogers, Richard: 133
Ron, Juan: 179
Rowe, Peter: 76, 84, 86
Roy, Marta: 271
Rubio: 160, 202, 267, 271, 284, 70, 72, 73
Rubio & Á.-Sala: 202
Rubio Carvajal, Carlos: 160
Rueda, José Miguel: 277
Rui-Wamba: 206, 70, 73
Ruiz de Assín, Eduardo: 271
Ruiz Gallardón, Alberto: 84, 93, 260
Ruiz y Ruiz de Gopegui: 197, 73
Rumeu de Armas, Antonio: 252
Sabatini: 33, 138
Sabina: 70
Sabina, Joaquín: 70, 263
Sachetti, Juan Bautista: 20, 33, 186
Sacyr: 9, 16, 104, 136, 155, 160, 284
Sáenz de Miera: 244, 73
Sáenz de Oiza: 125, 127
Saldarriaga, Carlos: 271
Salinas Aracil, Manuel: 121
Salvador Molezún, Gerardo: 123
Samos, Juan: 277
Sánchez Horneros, Emilio: 277
Sánchez Rico, Miguel Ángel: 277
Sandoval Martín, José: 277
Santana, Clara Eugenia: 120
Santiago Bernabeu: 9, 121
Sarabia, Antonio: 13, 54, 119, 162, 214, 217, 219
Saura: 129
Schlaich, Bergermann und Partners: 164
Schlaich, Mike: 164, 171
Secchi, Bernardo: 278
Señora de Osuna: 247
Servicios Funerarios de Madrid, S.A.: 166
Silber Brodsky, Miriam: 248
Silva, Leandro: 45, 252
Silva Muñoz: 45
Simone, Marco de: 271
Simonsson, Emma: 271
Siqueira, Mariana: 271
Siza Vieira, Álvaro: 277
Sobejano: 254, 255, 256
Sobejano, Enrique: 256
Sobra, Alexandra: 256
Solà-Morales, Manuel de: 278
Soria y Puig, Arturo: 31, 56, 67 262
Sotodosos, Alberto: 156
Suárez, Adolfo: 92
Sucre: 29
Sverdlov, Alexander: 271
S. Weeks, Louis: 118
Tanner, Peter: 166, 167, 192, 193, 196, 198, 202, 209
Técnicas Reunidas: 136
Terán, Fernando de: 17, 37, 38, 43, 56, 277, 73
Testa Inmuebles en Renta S. A.: 160
Thomas, Hugh: 258, 261, 73
Tiépolo: 33
Tierno Galván, Enrique: 9, 23, 27, 70, 92, 246, 249, 258, 259, 260, 263,
Tirso de Molina: 262
Tomás, José: 248, 73
Tomé Fernández, Sergio: 281
Torre Espacio Castellana: 156
Torres, David: 125, 126, 151, 152, 153, 155, 162, 253, 260
Torres Piñón, Juan: 57, 68, 92, 106
Torroja, Eduardo: 43, 120
TPS: 133, 136
Tur, Juan: 271
Twenty Club: 245
TYPSA: 137, 170
UAM: 278
Úbeda Ingenieros Consultores: 137
Ulargui: 150
Unión Europea: 24, 25, 71, 100, 234, 235, 241
UPM: 244
Úrculo ingenieros: 120
UTE: 136, 168, 169, 171, 193, 256
UTE Agromán: 193
UTE Ferrovial: 136
UTE San José: 196
Vallejo, Mariano: 29, 71
Valois, Isabel de: 27
Vaquero Turcios: 252, 272
Vasallo, José Manuel: 57, 96
Vasco Hidalgo, Fernando: 137
Vázquez, Guillermo: 13, 44, 92
Vela, Rafael: 118
Vías y Construcciones: 196
Vilches, Alfredo: 156
Villanueva, Juan de: 29, 31, 33
Vinuesa, J.: 281
Viñuela, Luis: 170, 73
Wagner, Otto: 74
West8: 202, 267, 271
WGG Schnetzer Puskas: 143
Witt, F. de: 26
World Bank: 104
Wyngaerde, A.: 20
Zuazo, Secundino: 39, 42, 43, 48, 53, 90
Zur, Shachar: 271

9.3. Índice de obras

Academia de San Fernando: 33
Acceso a Estación de Chamartín: 191
Acceso de Puerta de Hierro: 46
Acceso y conexión de la Avenida de la Ilustración con la carretera de Colmenar M-607: 85
Aeropuerto de Barajas: 9, 67, 86, 89, 92, 99, 105, 133, 135, 136, 208, 263
Alcázar de Madrid: 20
Almendra Central de Madrid: 82, 96, 102, 108, 264
Ampliación de la Estación de Atocha: 132
Ampliación del carril solo-bus entre el intercambiador de transportes de Moncloa y el nudo de Puerta Hierro: 85
Ampliación del Museo del Prado: 9, 144
Ampliación del Museo Reina Sofía: 9, 139
Ampliación estación de Atocha: 9, 38, 130
Anillo distribuidor bajo las 4 torres de la Ciudad Deportiva del Real Madrid: 85
Anillo olímpico: 279
Anillos de delimitación M-30: 9, 47
Antigua Fábrica de la Moneda: 252
Antiguo parque de La Arganzuela: 9
AP-41: 281
Apeadero de Recoletos: 43
Arco de Triunfo: 81
Arroyo del Fresno: 279
Arroyo Seco: 270
Auditorio Nacional: 71, 258
Autopista de La Coruña: 46, 206
AVE: 90, 92
AVE Madrid-Sevilla: 64
AVE Madrid-Valencia: 64
Avenida de la Ilustración: 9, 54, 72, 82, 83, 84 85, 101
Banco Atlántico: 150
Banco de Bilbao: 9, 127
Banco Pastor.: 71
Barajas: 62, 98
Botánico: 33, 92, 142, 255, 277
By-pass del Sur: 72
By-pass Sur. Túnel Sur N-III-Santa Mª de la Cabeza. Calzada Derecha: 85
By-pass Sur. Túnel Norte N-III-Santa Mª de la Cabeza. Calzada Izquierda: 85
CaixaForum de Madrid: 9, 142
Caja Mágica: 9, 170, 250
Calle 30: 76, 83, 174, 198
Camino Lento: 270
Camino Rápido: 270
Campo de las Naciones: 102, 105, 168, 248
Campo del Moro: 244, 266
Canal de Isabel II: 31, 38, 77, 102, 213, 215, 218, 219, 223, 226, 227, 229, 233, 248, 251
Canal de Lozoya: 29
Canalización del Manzanares: 33
Casa de Campo: 29, 52, 56, 65, 102, 104, 174, 182, 244, 247, 266, 268, 269, 279
Casa de Campo de Valdebebas: 279
Casa de la Moneda: 272
Casa del Reloj: 248
Centro Cultural de la Villa: 272, 273
Centros de Transporte de Coslada y Madrid: 102
Cercanías de Madrid: 108, 109, 110, 111
Cierre Norte de la M-30: 82
Cierre Norte en el borde de El Pardo: 86
Cine IMAX: 249
Ciudad de la Justicia: 279
Ciudad Deportiva del Real Madrid: 85, 155, 279
Ciudad Universitaria: 9, 61, 81, 185, 222
Colector de Arroyo del Fresno: 221
Colector de Rejas: 221
Colegios Mayores: 81
Conexión de la calle Ventisquero de la Condesa con la M-40: 85
Conexión del PAU de Montecarmelo con la calle Costa Brava: 85
Construcción del Enlace con la M-40 en el PAU de Sanchinarro: 85
Construcción del Puente de los Dominicos: 85
Corredor del Henares: 101
Cristal: 9, 16, 104, 105, 155, 158
Cruce de María de Molina bajo la calle Velázquez: 89
Cuartel del Conde Duque: 33
Cuatro Estaciones: 33
Cubierta Tanatorio de la M-30: 9
Cúpula en Observatorio Astronómico: 9, 167
Depósito de Santa Engracia: 9, 116
Depósitos de Plaza de Castilla: 9, 123
Depuradora Alcalá Oeste-Industrial: 220
Depuradora de Butarque: 221
Depuradora de la Gavia: 223
Depuradora de Rejas: 221
Depuradora de Valdebebas: 221
Depuradora de Viveros: 9, 221, 222
Depuradora La China: 221
Depuradora de Viveros: 221
Desmontaje paso elevado 'provisional' de Atocha: 246
Edificio de Correos: 33
Edificio de Telefónica: 82
Edificio España: 9, 119, 122
Edificio Gran Vía, 48: 9, 150
Edificio Mirador: 9, 256, 257
Edificios de la Estación de Chamartín: 9, 124
Edificios en el complejo AZCA: 67
Edificio Telefónica: 9, 118
Edifico de Correos de la Puerta del Sol: 33
Eje de la Castellana: 9, 41, 67, 82, 90, 121, 261, 264
Eje del Culebro: 74
Eje Prado-Recoletos-Castellana: 53
El Corte Inglés de Princesa: 74
El Corte Inglés en Pozuelo de Alarcón: 74
El Escorial: 31, 33, 174, 178
El Pardo: 42, 65, 102, 177, 180, 216, 225, 266
El parque Madrid-Río: 9
Embalse de El Pardo: 225
Embalse de Los Peñascales: 216
Embalse del Pardo: 9, 216
Embalse de Santillana: 216
Embalse de Santillana: 225
Enlace de la M-30 con Avenida de América/A-2: 85
Enlace de la M-30 con la Autovía de Valencia N-III: 85
Enlace del PAU de Las Tablas con la M-40: 85
Enlace de Zarzuela: 102
Enlace entre el Eje M-23-O'Donnell y la M-30: 85
Enlace M-40 con Las Tablas: 9, 196
Enlaces de Manoteras: 102
Ensanche de Barajas: 279
Ensanche de Barajas: 279
Ensanche de Carabanchel: 279
Ensanche de El Cañaveral: 279
Ensanche de la Atayuela: 279
Ensanche de Los Ahijones: 279
Ensanche de Los Berrocales: 279
Ensanche de Los Cerros: 279
Ensanche de Madrid de Castro: 39
Ensanche de Valdecarros: 279
Ensanche de Vallecas: 279
Escuelas de Ingenieros Navales y de Ingenieros Aeronáuticos: 81
Escultura de la Dama del Manzanares: 250
Esculturas de Vaquero: 272
Estación de Atocha: 9, 64, 71, 90, 92, 109, 110
Estación de Atocha Cercanías: 109
Estación de cercanías en Sol: 9, 90

Estación de Chamartín: 9, 41, 42, 44, 45, 53, 85, 82, 90, 109, 124, 191, 258, 259, 264, 265
Estación de Delicias: 44, 259
Estación de Delicias y Atocha: 44
Estación de Las Matas: 42
Estación del Norte: 36
Estación de Metrosur Puerta del Sur: 94, 95
Estación de Nuevos Ministerios: 43, 151
Estación de Príncipe Pío: 36, 37, 42, 258
Estación de Recoletos: 42
Estaciones de tratamiento de agua de Colmenar: 228
Estadio de Atletismo: 164
Estadio de la Peineta: 9, 164
Estadio Santiago Bernabeu: 9, 121
Estadio Vicente Calderón: 54
Faro de la Moncloa: 9, 154
Ferrocarril de Alta Velocidad: 91
Ferrocarril de cercanías a San Martín de la Vega: 93
Fuente de la Cibeles: 50
Fuente del Lozoya: 217
Fuentes de Cibeles: 33
Glorietas en Avenida de Europa: 86
Gran estación subterránea de cercanías en la propia Puerta del Sol: 90
Green Canal Golf: 251
Guggenheim: 139
Hipódromo de la Zarzuela: 82, 120
Hipódromo de La Zarzuela: 9, 120
Hipódromo Real: 53
Hospicio de San Fernando: 33
Hospital de La Paz: 53
Hospital de Sabatini: 138
Hospital de San Carlos: 139
Hotel Nueva York: 150
Huerta de la Partida: 268, 270
Intercambiador de Avenida América: 96
Intercambiador de Chamartín: 96
Intercambiador de Moncloa: 96
Intercambiador de Plaza de Castilla: 96, 97, 98
Intercambiador de Plaza Elíptica: 96
Intercambiador de Príncipe Pío: 110
Intercambiador de Príncipe Pío: 58
Intercambiador en Vallecas: 9
Jardín Botánico: 33, 92, 142, 277
Jardines bajos de Puente de Toledo: 268
Jardines de la Lluvia: 248
Jardines de las leyendas o del Paraíso: 271
Jardines de las Tres Culturas: 248
Jardines de la Virgen del Puerto: 268
Jardines del Prado: 31
Jardines del Puente de Praga: 268
Jardines del Puente de San Isidro: 268
Jardines del Puente de Toledo: 268
Jardines del Retiro: 261
Jardines de Madrid: 175, 176
Jardines de Madrid-Río: 177
La Atalaya: 250
La Castellana: 82
La Ciudad Lineal: 39
La Gran Vía: 40
Las Tablas: 279
La Vaguada: 82
Línea de Cercanías C-4 en Getafe: 105
M-10: 86
M-12: 281
M-20: 48
M-30: 9, 47, 48, 49, 53, 54, 56, 71, 72, 76, 77, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 96, 101, 102, 104, 129, 166, 174, 177, 184, 185, 191, 194, 197, 198, 199, 200, 205, 207, 224, 225, 248, 249, 250, 256, 263, 264, 266, 267
M-40: 9, 54, 74, 80, 84, 85, 86, 100, 101, 102, 164, 195, 196, 207, 248, 250, 256, 259, 264, 267, 278, 279
M-45: 74, 80, 86, 195, 267
M-49: 249
M-50: 74, 80, 86, 102, 223, 228, 267, 279
Madrid-Río: 9, 77, 175, 176, 177, 199, 200, 248, 250, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 281
Marqués de Monistrol-Puente de Segovia: 85
Matadero: 177, 199, 268, 270, 271
Mercado de Barceló: 255
Mercado y plaza de Barceló: 9
Metro de Madrid: 59, 61, 68, 92, 93, 94, 104, 105, 106, 107
Metro Ligero Pozuelo-Boadilla: 76
Metrosur: 9, 76, 93, 94, 95, 104, 105, 107
Monasterio de los Jerónimos: 144
Montecarmelo: 279
Monumento plaza de Castilla: 9, 260, 261
Museo de América: 81
Museo de Historia Natural: 33
Museo del Prado: 9, 27, 31, 144, 255, 277
Museo Municipal: 33
Museo Reina Sofía: 9, 138, 139
Museo Thyssen Borsnemiza: 275, 277
Nudo de la Paloma: 54
Nudo Norte: 9, 53, 191
Nudos de Manoteras y Sur. Tronco M-30 en el arco este: 85
Nuevo Auditorio Nacional de Música: 71
Nuevos Ministerios: 41, 43, 53, 89, 151, 259
Nuevo túnel de Pío XII bajo la Estación de Chamartín: 85
Obelisco conmemorativo del nacimiento de la reina Isabel II: 248
Observatorio Astronómico: 9, 33, 167
Operación Pasillo Verde: 90
Palace: 40
Palacio de Buenavista: 50
Palacio de Cibeles: 171
Palacio de Cristal de la Arganzuela: 248
Palacio de la Prensa: 150
Palacio del Buen Retiro: 25
Palacio del Marqués de Salamanca: 275
Palacio de los Deportes: 9, 169
Palacio Goyeneche: 33
Palacio Real: 21, 31, 33, 34, 118, 182, 186, 257, 268
Palazzo del Lavoro de Turín: 130
Paraninfo: 81
Parque Acuático: 250
Parque de Atracciones: 61
Parque de la Arganzuela: 248, 266, 268, 270
Parque del Manzanares Sur: 266
Parque del Oeste: 185, 258
Parque de Tierno Galván: 258
Parque El Capricho: 248
Parque Juan Carlos I: 9, 248
Parque Lineal del Manzanares: 77, 281
Parque Manzanares Sur: 9, 249
Parque Tierno Galván: 9, 249, 259
Pasarela Aniceto Marinas: 177
Pasarela Arganzuela III: 177
Pasarela curva en el Manzanares: 9
Pasarela de Almuñécar: 177, 199
Pasarela de la Paloma: 198
Pasarela de La Paz: 197
Pasarela de la Princesa: 201
Pasarela del Club de Campo: 177
Pasarela en el Parque Butarque: 9, 209
Pasarela en la Cuña Verde de Madrid: 203
Pasarela en Salón de Pinos Sur: 177
Pasarela en Sinesio Delgado: 203
Pasarela en Y o del Principado de Andorra: 177, 202
Pasarela Histórica de Arganzuela: 177
Pasarela junto al Puente de la Princesa: 177
Pasarela junto al Puente de Praga: 177
Pasarela Lámina frente a Matadero Madrid I: 177
Pasarela Lámina frente a Matadero Madrid II: 177
Pasarela Mixta Helicoidal Móstoles Tecnológico: 208
Pasarela Parque lineal Manzanares Sur: 177
Pasarela-pontón al norte del Puente de Toledo: 177
Pasarela Puente de los Franceses: 177
Pasarelas de la M-30: 9, 197
Pasarelas en Madrid Río: 9
Pasarelas Lámina: 201

Pasarela sobre la autovía M-506 de Fuenlabrada a Móstoles: 208
Pasarela sur del Puente de Toledo: 177
Paseo de la Castellana: 50, 52, 53, 89, 158, 187, 191, 264
Paseo de la Florida: 37
Paseo de los Sentidos: 250
Paseo del Prado: 49, 50, 51, 142, 144, 255, 272, 277
Paseo de Recoletos: 171, 275
Pasillo Verde Ferroviario: 9, 249, 258
Paso de Ríos Rosas-Islas Filipinas: 9, 89
Paso inferior de Cristo Rey: 9, 88
Paso inferior de la Plaza de Cristo Rey: 88
Paso inferior de María de Molina: 9, 89
Pasos de los anillos: 9
Paso sobre carretera de Colmenar: 9, 192
PAU de Arroyo del Fresno: 278
PAU de Carabanchel: 278
PAU de Las Tablas: 278
PAU de Montecarmelo: 278, 279
PAU de San Chinarro: 278
PAU de Vallecas: 278
PAU Las Tablas: 279
Piazza Navona: 31
Pirámide Mayor: 250
Planetario: 249
Planta de Clasificación de Envases de Pinto: 239
Planta de compostaje y biometanización de Pinto: 240
Planta de estabilización de San Fernando de Henares: 240
Planta de residuos de construcción y demolición de Navalcarnero: 238
Planta de tratamiento físico-químico de Valdebebas: 240
Plataforma del Rey: 269
Plaza de Chamberí: 251
Plaza de Cibeles: 275
Plaza de Colón: 9, 91, 252, 272
Plaza de España: 48, 104, 122, 257
Plaza de Francisco Morano: 259
Plaza del Descubrimiento: 252
Plaza de Neptuno: 277
Plaza de Salvador Dalí: 9, 253
Plaza de Santa Bárbara: 9, 254, 255
Plaza de Toros de Goya: 32, 253
Plaza Elíptica: 104
Plaza Mayor: 252
Plaza y mercado de Barceló: 256
Potabilizadora de Torrelaguna: 214
Presa de El Atazar: 219
Presa de El Pardo: 177, 216
Presa de El Villar: 219
Presa del Pontón de la Oliva: 219
Príncipe Pío: 36, 37, 41, 42, 76, 109, 110, 258
Prolongación de General Mola: 9, 258
Prolongación de la Castellana: 42, 43, 53, 259, 281
Prolongación de la Castellana: 9, 264
Prolongación del Paseo de la Castellana: 50, 264
Prolongación de Príncipe de Vergara: 71
Puente Almaraz: 175
Puente atirantado de Las Rozas: 206
Puente carretero de los Franceses: 177
Puente colgante de Aranjuez: 39
Puente colgante sobre el Tajo: 174
Puente de Arganda: 174
Puente de Barrios de Luna: 197
Puente de Cuatro Caminos: 9, 187, 188
Puente de El Barrial: 204
Puente de El Pardo: 177
Puente de Hoyo de Manzanares: 204
Puente de Juan Bravo: 9, 187, 189
Puente de Juan Bravo-Eduardo Dato: 189
Puente de la M-603: 204
Puente de la M-603 sobre la M-607: 206
Puente de la Princesa: 177, 183
Puente de la Reina Victoria: 177, 181
Puente de Las Rozas: 204
Puente del Barrial: 206
Puente de los Franceses: 9, 49, 101, 174, 177, 185, 225
Puente del Rey: 174, 177, 180, 182, 266, 269
Puente de madera del ferrocarril Madrid-Aranjuez sobre el Manzanares: 38
Puente de Martorell: 195
Puente de Praga: 85, 177, 184, 248, 268
Puente de Praga-Nudo Sur: 85
Puente de Puerta de Hierro: 204
Puente de Raimundo F. Villaverde: 9
Puente de San Fernando: 81, 177, 180
Puente de San Isidro: 85, 177, 268
Puente de San Isidro-Puente de Praga: 85
Puente de Segovia: 20, 33, 81, 85, 174, 175, 177, 178, 199, 269
Puente de Segovia-Puente de San Isidro: 85
Puente de Toledo: 33, 86, 174, 176, 177, 179, 248, 268
Puente de Ventas: 194
Puente en Intercambiador de Vallecas: 193
Puente ferroviario de los Franceses: 177, 181
Puente Histórico de Segovia: 268
Puente Histórico de Toledo: 268
Puente monumental de Arganzuela: 177
Puente Oblicuo: 177, 200
Puentes clásicos del Manzanares: 9, 174
Puentes de la Princesa o el de la Reina Victoria: 174
Puentes del ensanche de Vallecas: 195
Puentes del Rey: 174
Puentes de Puerta de Hierro: 205
Puentes de San Fernando: 174, 204
Puentes de Segovia y Toledo: 174, 184
Puente sobre el Jarama: 174
Puentes Verdes: 180
Puente urbano de El Pardo: 177
Puerta de Alcalá: 21, 31, 33, 70, 128
Puerta de Atocha: 263
Puerta de Europa I y II: 16
Puerta de Hierro: 46, 82, 101, 180, 204, 205, 221
Puerta del Sol: 32, 33, 55, 80, 90, 91, 257
Puerta del Sol, nueva estación de cercanías: 55
R-2: 80
R-5: 80, 209
Rampas túneles conexión del Bypass Norte con N-I. Preparación futuro Bypass: 85
Rascacielos de Caja Madrid: 16
Real Casa de Correos: 32
Real Hospicio: 33
Real Palacio: 27
Recintos Feriales: 9, 102, 104, 105, 137, 248
Recintos Feriales, el Campo de las Naciones, Valdebernardo, la Ciudad Olímpica, y los nuevos PAU del sur, noreste y el oeste de Madrid: 102
Red de abastecimiento del Canal de Isabel II: 218
Refugio Giner en La Pedriza: 245
Reina Sofía: 9, 16, 138, 139, 140, 277
Remodelación Costa Rica, Plaza José Mª Soler y conexión con la M-30: 85
Remodelación de Atocha: 90
Remodelación de la Glorieta de Carlos V: 246
Remodelación de las Vias de servicio de la A-1, entre M-30 y la M-40: 85
Remodelación enlace M-30 (Nudo de La Paloma), Pío XII y Avenida de Burgos: 85
Remodelación Recoletos-Prado: 51, 274, 276
Remodelación Vía Servicio M-30 NW y ampliación tres carriles nudo NW M-30: 85
Retiro: 25, 26, 37, 128, 167, 244, 277
Ribera del Agua: 270
Ritz: 40
Rockefeller Center de Nueva York: 151
Rockódromo Arena: 9, 168
Rondas de Carlos III: 47
Salesas Reales: 33
Salón de la Villa: 9, 171
Salón del Prado: 31, 33, 275
Salón de Pinos: 175, 176, 177, 200, 268, 269
Sanchinarro: 279
San Francisco: 21, 33, 72, 88
San Lorenzo del Escorial: 174
San Marcos: 33
Servicios Funerarios M-30: 9, 129

Sifón de San Vicente: 219
Sitio Real de Aranjuez: 174
Sitios de La Granja y Aranjuez: 33
Soterramiento de la Avenida de Portugal entre Paseo de Extremadura y M-30: 85
Teatros del Canal: 9, 148
Terminal T4 de Barajas: 9, 16, 99, 110, 133, 134, 135, 136, 279, 281
Thyssen-Bornemisza: 16
Torre Bankia en Castellana: 9, 162
Torre Cristal: 9, 155, 158
Torre Cristal en Castellana: 9, 158
Torre de Madrid: 9, 122
Torre de Valencia: 9, 128
Torre Espacio: 9, 16, 155, 156, 251
Torre Europa: 9, 16, 151
Torre Picasso: 9, 16, 152
Torre Repsol: 155
Torre Sacyr: 9, 16, 136, 155, 160
Torres Blancas: 9, 125
Torres de Colón: 9, 126
Torres de la Castellana: 9, 44, 52, 155
Torres Gemelas: 152, 162
Torres Puerta Europa: 9, 153
Tubo de la risa: 9, 41, 90
Túnel Atocha-Chamartín: 109, 263
Túnel de cercanías Atocha-Chamartín: 110
Túnel de Chamartín: 263
Túnel de conexión Avenida de la Ilustración-Ventisquero de la Condesa: 85
Túnel de conexión bajo la Castellana: 42
Túnel de Cuatro Caminos: 85
Túnel de Islas Filipinas-Cristo Rey: 89
Túnel de la calle O´Donnell a la calle Alcalá: 85
Túnel de la Castellana: 92, 124
Túnel de Sor Ángela de la Cruz-Marqués de Viana. Conexión Tetuán y M-30: 85
Túneles de conexión de la calle Embajadores con la M-40: 85
Universidad Carlos III: 74
Universidad Rey Juan Carlos en Alcorcón: 74
Valdebebas: 279, 280
Valdemingómez: 237, 239
Valmayor: 228
Variante de la N-2: 74
Viaducto de hierro en la calle Bailén: 186
Viaducto de hierro sobre la c/ Segovia: 9, 186
Viaducto de la calle Bailén: 174
Viaducto de la LAV Madrid-Barcelona: 207
Viaducto del ferrocarril Madrid-Aranjuez sobre el arroyo Abroñigal: 38
World Trade Center de Nueva York: 151

Anexo

DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS DE REMODELACIÓN DE LA M-30

A. Los enlaces en el arco Este de la M-30

El proyecto de la M-30 afrontó los continuos atascos que se formaban en todo el arco Este, desde el norte en el Nudo llamado de La Paloma hasta el sur, la conexión de la M-30 con la Autovía de Valencia N-III[1]. Naturalmente en todas estas obras se actuó también sobre el saneamiento, que se había quedado pequeño al igual que en la zona Oeste (Ver Pág. 129). Estos trabajos en los colectores y el saneamiento supusieron 8,6 M€ en la obra de O'Donnell y 50,4 M€ en la conexión con la Autovía de Valencia.

El nuevo acceso y conexión de la Avda. de la Ilustración con la Carretera de Colmenar M-607 afronta uno de los problemas no resueltos del cierre por el norte de la M-30. En los 1980 se decidió poner glorietas con semáforos en la Avenida de la Ilustración, con el paso de este a oeste a través de tres ejes: la Avda. de la Ilustración, la carretera de la Playa (Avda. Cardenal Herrera Oria) y eje de Sinesio Delgado. El triple paso no resolvió adecuadamente el tráfico con continuos atascos en los semáforos de Ilustración, con problemas de seguridad por su cerrada curva en el único túnel de Pio XII y con una Herrera Oria demasiado alejada. En 2003 pasaban por Ilustración 70.000 vehículos al día mientras que por el nudo sur pasaban 251.000. Además la conexión de la Avda. de la Ilustración con el resto de la M-30 se reducía a un carril por el extremo este, resuelta con un viaducto, y a dos carriles por el oeste[2] [3].

La remodelación del enlace entre la M-30 (Nudo de La Paloma) y las calles Pío XII y Avenida de Burgos hace frente al trenzado que se producía entre los vehículos procedentes de la M-30 sur que accedían a la avenida de Burgos, la estación de Chamartín y el paseo de la Castellana, y los que se dirigían desde Pío XII a la M-30 norte y la avenida de San Luis. El cierre de la avenida de Pío XII mediante un paso superior que cruzaba la M-30, junto con las embocaduras del túnel de la estación de Chamartín, originaba que el tramo comprendido entre la avenida de Burgos y la bifurcación con la salida a la M-30 constituyera una vía rápida de acceso a la propia M-30, privando a esta vía de la imagen y el uso urbano propio de una calle[4].

Para mejorar la movilidad desde la M-30 hasta los túneles de Pío XII por la vía de servicio se ha suprimido el peligroso trenzado existente con la construcción de un paso inferior a distinto nivel, tipo pérgola, de 77 m de luz. En la calle Serrano Galvache para mejorar las conexiones con la avenida de San Luis y la calle Arturo Soria se han construido dos glorietas que distribuyen el tráfico local. Bajo la intersección de Pío XII y la avenida de Burgos se han construido dos túneles sentido M-30 de 405 m de longitud y sentido paseo de la Castellana de 219 m que prolongan los de Chamartín. De ese modo se conecta directamente la M-30 con el paseo de la Castellana, Sinesio Delgado y el anillo distribuidor bajo las nuevas cuatro torres, además de reducirse el tráfico en la intersección de la avenida de Burgos con Pío XII, que ahora discurre sobre una nueva glorieta que permite todos los movimientos. Estos túneles cuentan con ramales de entrada y salida que los comunican con las calles adyacentes. El cierre de la avenida de Pío XII se ha resuelto mediante la construcción de un paso inferior de 50 m de longitud, lo que ha permitido restituir el doble sentido de la vía y disminuir la longitud de recorrido de los vehículos[5].

El nuevo enlace de Costa Rica conecta la M-30 con las calles de Costa Rica; Alfonso XIII, Federico Salmón, Arturo Soria y Gran Vía de Hortaleza, con una conexión directa con la Castellana en Cuzco y con la M-30 a través del nuevo gran túnel de Sor Angela de la Cruz y Marqués de Viana. Para la remodelación se ha construido un paso inferior de 190 m de longitud bajo la plaza de José María Soler que cuenta con dos calzadas de tres carriles separadas por mediana que permiten la entrada y salida de la calle Costa Rica hacia la M-30, tanto sentido norte como sur. El proyecto se completó con la reordenación de la plaza José María Soler en glorieta completa ajardinada de calzada anular y con la construcción de un bulevar ajardinado de 685 m^2 en la zona central de la calle Costa Rica[6].

El enlace de la M-30 con la Avda. de América/A-2 producía una retención en el movimiento de giro a la izquierda A-2 (Zaragoza) hacia la M-30 (sur), afectando a la circulación en la calzada sentido Madrid de la A-2. La retención se agravaba por el tramo de trenzado en su incorporación a la calzada lateral de la M-30 con la salida desde ésta hacia la A-2 (Zaragoza).

En el proyecto se modifica la tipología del enlace con movimientos más directos y se eliminan al mismo tiempo los trenzados. La configuración anterior era de un trébol provocaba retenciones y numerosos accidentes debido a los diversos trenzados de los flujos de tráfico que se realizaban en un espacio tan corto. La actuación más importante es la eliminación de dos ramales en lazo, el de la M-30 sur hacia la A-2 sentido Madrid y el de la M-30 norte hacia la A-2 sentido Zaragoza, y su sustitución por un ramal directo y uno en círculo, respectivamente. Son dos nuevas infraestructuras con un trazado en planta proyectado para que sus alineaciones principales sean del máximo radio posible compatible con el espacio disponible, lo que permite una mayor afluencia de vehículos.

---

1 Los anteproyectos estaban preparados también en su mayoría por los técnicos del Ayuntamiento de Madrid dirigidos por Fernando Catalá, de forma que se hicieron los proyectos de construcción con las modificaciones oportunas.
2 La obra se adjudicó a OHL y el proyecto y el control se adjudicaron a Prointec. El director de obra fue el Ingeniero de Caminos Luis Caneda
3 Caneda, L 'Conexión de la Avda. de la Ilustración con la M-30'. En: [38:288]
4 Las obras de remodelación del Nudo de La Paloma fueron dirigidas por los Ingenieros de Caminos Juan de las Heras y Mercedes Jack Páramo.
5 Las obras fueron dirigidas por los Ingenieros de Caminos Juan Antonio de las Heras Azcona y Mercedes Jack Páramo. La obra se adjudicó a CORSÁN-CORVIAM, el proyecto se adjudicó a AYESA y la asistencia técnica a INOCSA.
6 La obra se adjudicó a la UTE Sando-Ploder. El Director de las obras fue D. Juan Antonio de las Heras. El proyecto se adjudicó a Proser y la asistencia técnica a INOCSA.



El nuevo ramal de conexión de la calzada lateral de la M-30 norte en dirección A-2 sentido Zaragoza es compartido con el movimiento hacia la A-2 sentido Madrid y cuenta con dos carriles. Uno de los dos, el del lado derecho, se dirige hacia la avenida de América sentido Madrid, y el izquierdo es el ramal en sentido Zaragoza. La otra actuación principal es la realización de un movimiento directo para la circulación que proviene de la M-30 sur con sentido A-2 hacia Madrid, y la eliminación del lazo existente anteriormente. Estas intervenciones se complementan con la eliminación de los trenzados que anteriormente se producían en la calzada sentido de salida de Madrid de la A-2, entre los movimientos avenida de América-calle de Agastia y M-30 sur con A-2 sentido Zaragoza. Para evitarlo, se ha segregado el carril derecho de los tres con los que cuenta la autopista A-2 para dar salida hacia la calle Agastia. Por otro lado, se ha abierto una nueva salida desde Arturo Soria a la A-2 a través de la calle Gregorio Benítez, que complementa la incorporación existente desde la calle Emilio Vargas. De los cuatro bucles iniciales solo permanecen dos[7].

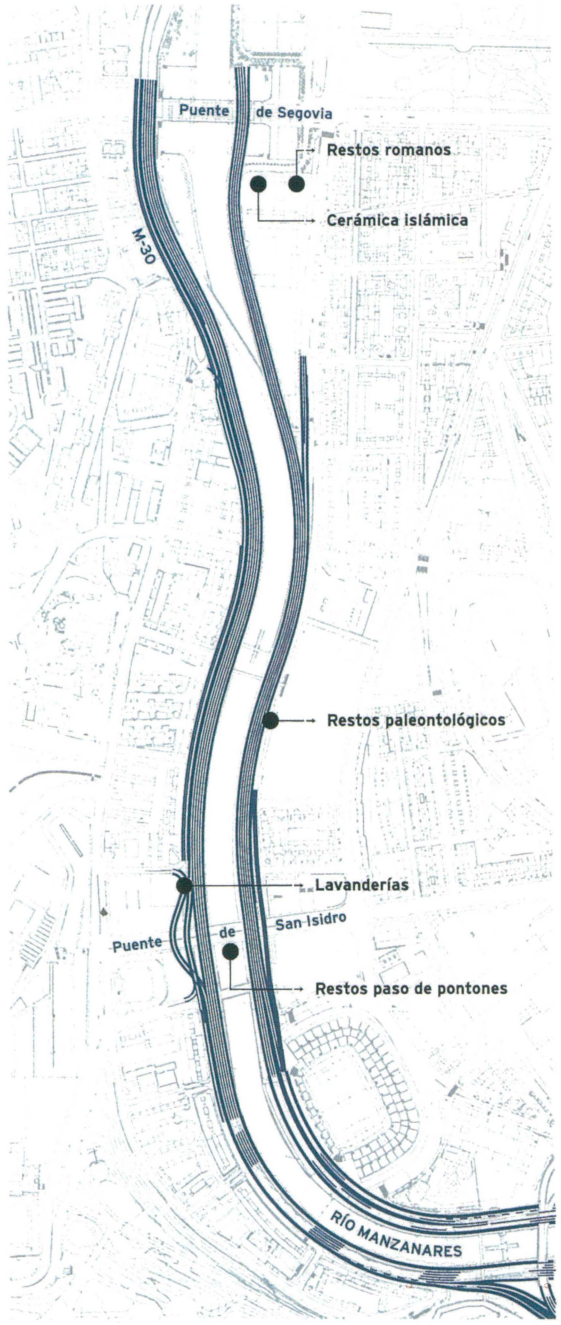
Los enlaces del Nudo de la M-30 en O'Donnell presentaban graves deficiencias desde el punto de vista de funcionalidad y seguridad. Por el nudo circulaban a diario 348.107 vehículos, con 60.980 maniobras de trenzado peligrosas e importantes retenciones. El nudo no resolvía la conectividad del barrio de La Elipa hacia la M-30 sur y presentaba deficiencias para conectar la avenida Alcalde Sáinz de Baranda con la M-30 sur. En este punto el efecto barrera de la M-30 presentaba una especial dureza. La conexión inicial entre la M-30 y la M-23 (antes N-100) se realizaba mediante un enlace de trébol completo con ocho ramales, a los cuales se han añadido dos ramales directos que unen la M-23 este hacia la M-30 sur y la M-30 norte. Se han eliminado dos de los tres trenzados del enlace y se ha mejorado el tercero de O'Donnell con mayor longitud de trenzado. Se ha incorporado el movimiento del eje Alcalde Sáinz de Baranda-avenida del Marqués de Corbera a la M-30 sur, que no existía.

Para todo ello se han construido cuatro estructuras, un paso superior sobre la M-30, que une la M-23 sentido Madrid con la M-30 sur y tres pasos inferiores: uno es continuación del nuevo paso superior que enlaza la M-23 dirección entrada a Madrid con la M-30 sur; otro doble para conectar Alcalde Sáinz de Baranda-Marqués de Corbera con la M-30 sur, bajo el ramal que conecta la M-30-sur con O'Donnell; y el tercero es un ramal de salida de la M-30 hacia el centro de la capital bajo el eje de O'Donnell[8].

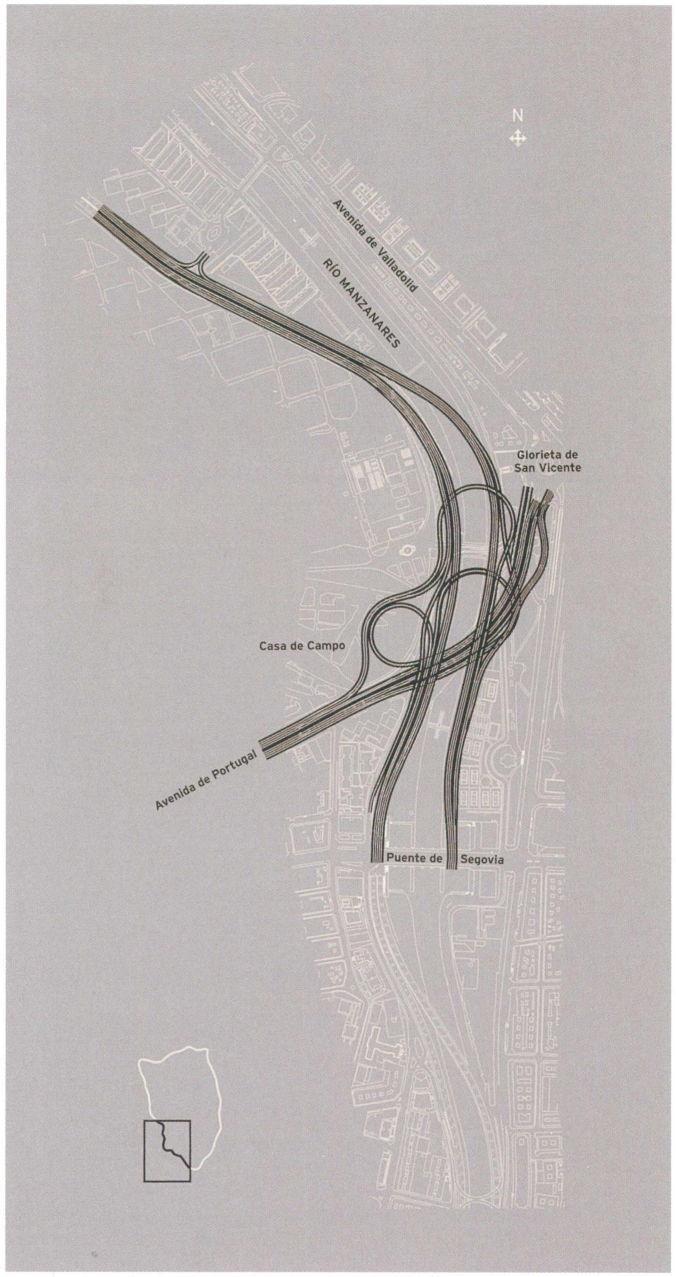
El nuevo túnel de O'Donnell hasta la calle Alcalá permite canalizar bajo la superficie de esta calle el tráfico de salida de Madrid en una de sus vías más importantes. Su entrada se sitúa en el inicio de la calle, concretamente en el vértice con la calle Alcalá frente al parque del Retiro. Discurre soterrado a lo largo de la calle O'Donnell y tiene su salida entre la calle Doctor Esquerdo y la M-30. Su longitud es de 1.443 m, de los que 1.241 m se desarrollan bajo cubierta

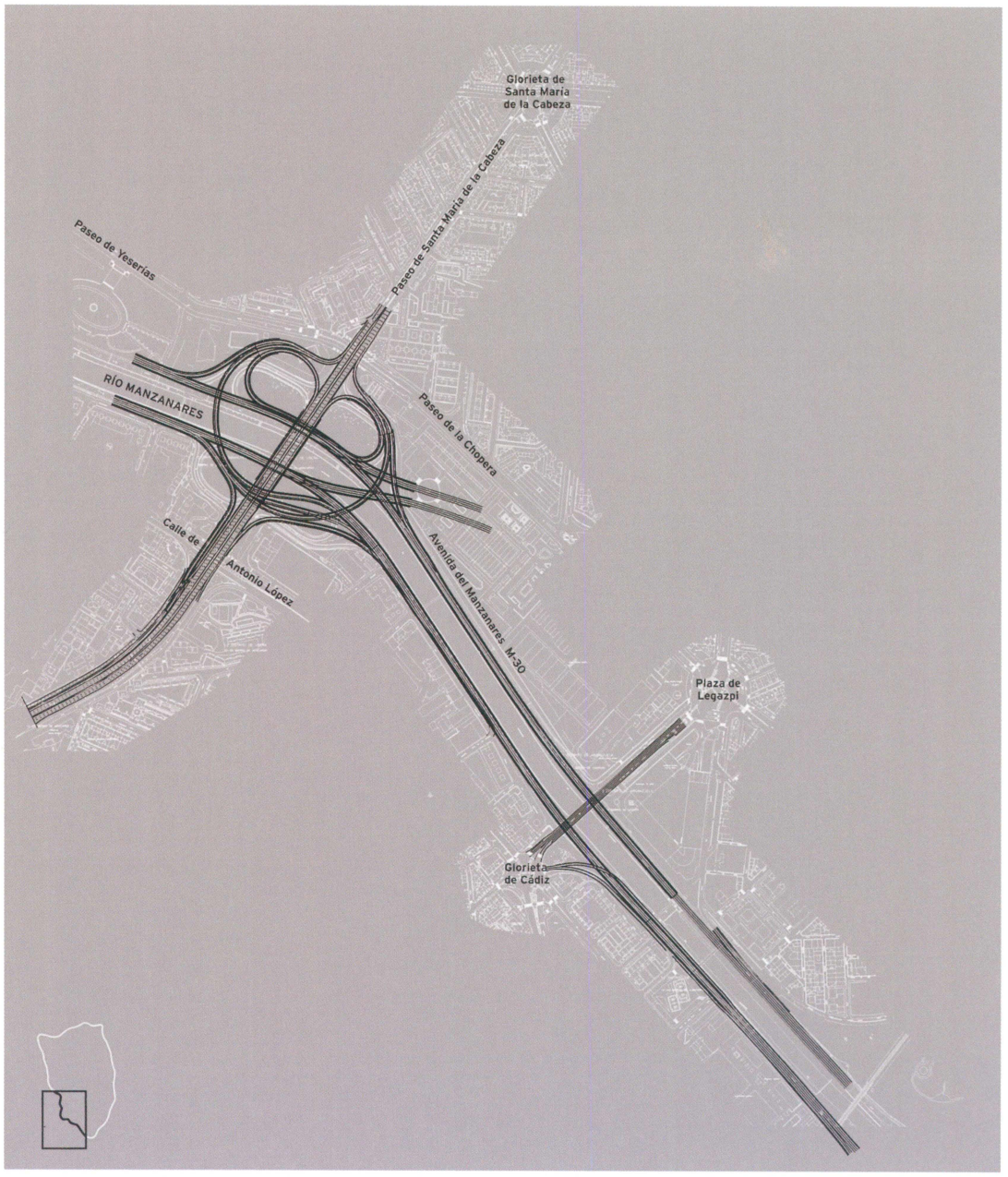
7 El director de las obras fue Juan Antonio de las Heras, la obra de adjudicó a Aldesa, el proyecto a Vigiconsult y la asistencia técnica a Proser.

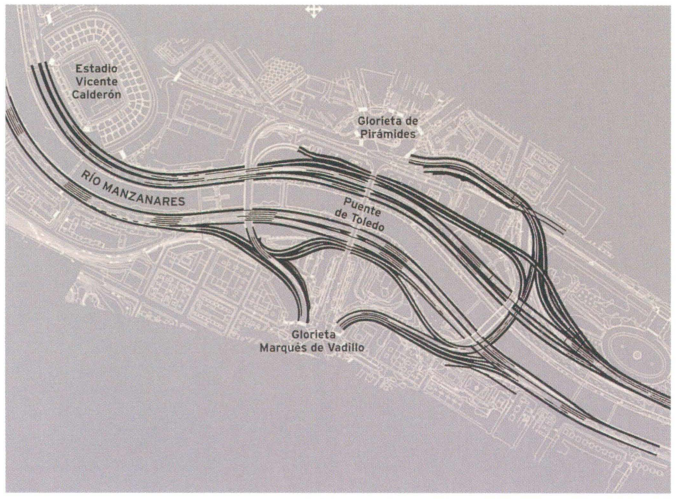
8 Las obras fueron dirigidas por los Ingenieros de Caminos Juan Antonio de las Heras y Mercedes Jack Páramo. La obra se adjudicó a Ortiz, el proyecto a Esteyco y la asistencia técnica a Proser.


Puente de Segovia
Restos romanos
Cerámica islámica
M-30
Restos paleontológicos
Lavanderías
Puente de San Isidro
Restos paso de pontones
RÍO MANZANARES


M-30
RÍO MANZANARES
Casa de Campo
Palacio Real
Escala 1:20.000
Estadio Vicente Calderón
Glorieta de Pirámides
Parque de San Isidro
Calle de Antonio López
Paseo de la Chopera
Ronda de Toledo
Plaza de Legazpi
Glorieta de Cádiz
15
1
2
13
4

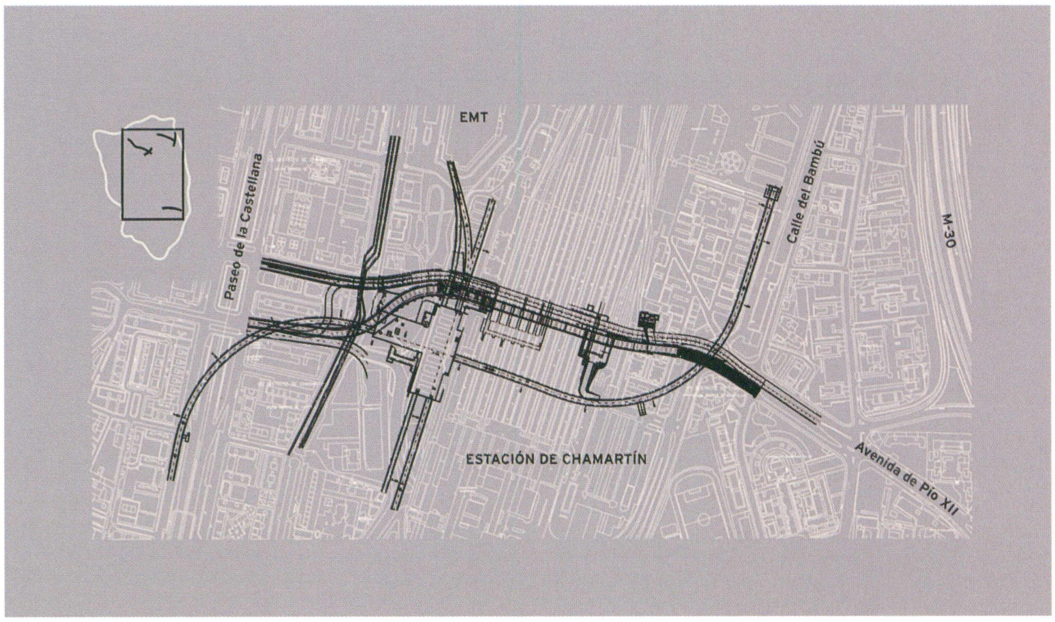

N
Avenida de Valladolid
RÍO MANZANARES
Glorieta de San Vicente
Casa de Campo
Avenida de Portugal
Puente de Segovia

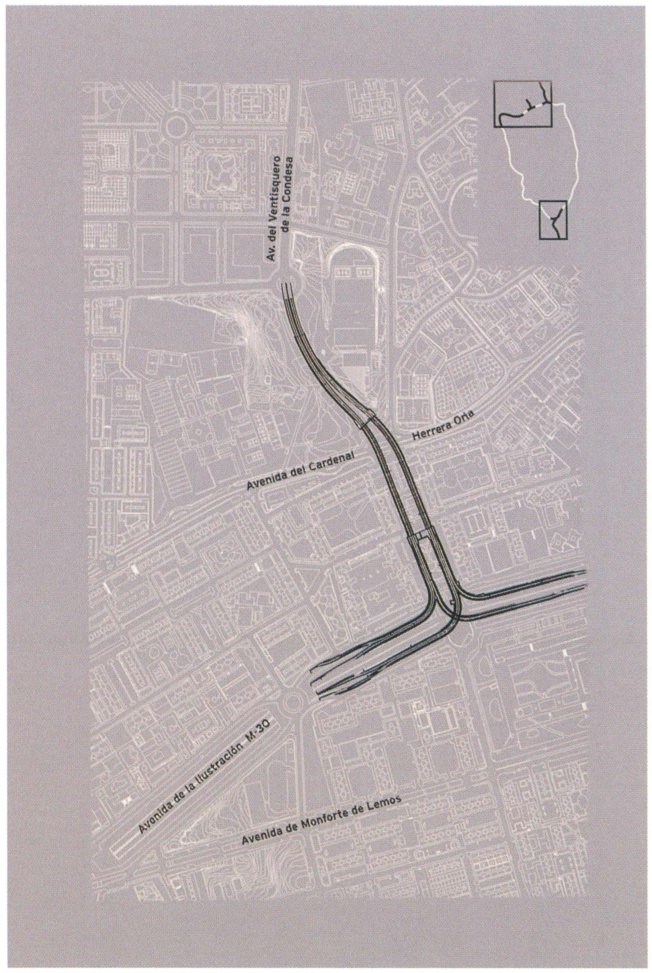

Glorieta de Santa María de la Cabeza
Paseo de Yeserías
Paseo de Santa María de la Cabeza
RÍO MANZANARES
Paseo de la Chopera
Calle de Antonio López
Avenida del Manzanares M-30
Plaza de Legazpi
Glorieta de Cádiz


Estadio Vicente Calderón
Glorieta de Pirámides
RÍO MANZANARES
Puente de Toledo
Glorieta Marqués de Vadillo


N
Escala 1:20.000
Paseo de la Castellana
M-30
Avenida de Pío XII
Plaza de Castilla


Calle de Sinesio Delgado
N
Escala 1:20.000
Plaza de Castilla
Calle Sor Ángela de la Cruz
Calle de Bravo Murillo


EMT
Paseo de la Castellana
Calle del Bambú
M-30
ESTACIÓN DE CHAMARTÍN
Avenida de Pío XII


Av. del Ventisquero de la Condesa
Herrera Oria
Avenida del Cardenal
Avenida de la Ilustración. M-30
Avenida de Monforte de Lemos

con dos carriles de 3,50 m de ancho, y salida directa s tanto a la M-30 como a la M-23, que comunica con la M-40. Con ello se evitan seis cruces en superficie en la calle O'Donnell, entre los que destaca el de Narváez y Menéndez Pelayo por su alta intensidad de tráfico. La eliminación en superficie de unos 35.000 vehículos diarios que circulan por el túnel ha permitido también reordenar la calle O'Donnell, creando un nuevo carril bici de 1.050 m de longitud, como parte de la vía ciclista que existe entre el parque del Retiro y el anillo verde ciclista[9].

Con el enlace de la M-30 con la Autovía de Valencia N-III se trataba de eliminar los continuos atascos en esa conexión para entrada y salida de una a otra carretera. Para ello se construyeron dos túneles. El primero, de 795 m de longitud, desde la M-30 norte a salir a la N-III pasa por debajo del tronco y sale a la N-III en sentido Valencia. El segundo es el túnel de entrada a Madrid de 1.301 m, que comienza en el lateral de la N-III y pasa bajo el tronco de la M-30, se bifurca en dos de un carril que van uno al nudo sur y a la avenida Ciudad de Barcelona en superficie, y el otro entra en el túnel del bypass sur.

Los dos túneles se construyeron en la forma habitual, con pantallas, losa superior y otra losa intermedia que acodala las pantallas. El trabajo, con el tráfico siempre en servicio, ya era de organización complicada, pero se complicó aún más cuando el autor decidió poner precisamente en esa zona el pozo de ataque de la tuneladora Herrenknecht, que desde ahí construiría el túnel en dirección al río. Pese a ello la obra se construyó perfectamente y en su plazo[10].

Se construyeron también dos ramales nuevos de salida de Moratalaz, uno por la calle Arroyo Fontarrón, a través de un falso túnel, con dirección al túnel proyectado que va desde la A-3 a la M-30 sur, y el otro, que sustituye la antigua conexión del barrio de Moratalaz con la M-30 norte a través de la calle situada junto a la colonia Hogar Ferroviario, por la calle Ramón Areces[11].

B. Las conexiones Este-Oeste de Madrid

La obra del túnel de Cuatro Caminos incluía la demolición del paso superior en la glorieta y su sustitución por un túnel. El túnel está formado por dos túneles gemelos que se construyeron por el método belga, con los hastiales construidos primero, como en el método alemán. El hastial central es común a ambos túneles como muestra la fotografía. Los túneles tienen 320 m de longitud y pasan justo por debajo de la Línea 1 y del ramal curvo de la Linea 2 de entrada a las cocheras de Cuatro Caminos, y debajo está la línea 6 con su gran estación en caverna. El túnel se construyó en 13 meses y se puso en servicio el 1 de abril de 2005[12].

La Conexión de la calle Ventisquero de la Condesa con la M-40 fue prevista al construir ese tramo de la M-40 a principios de los años 90, con un paso inferior para un futuro enlace con dicha calle, entonces casi sin edificios. En 2002 el enlace se hizo muy necesario aunque el comienzo se retrasó mucho por el grave problema de realojo de toda la población marginal que había construido chabolas en esa zona y el acta de replanteo solo pudo firmarse el 19 de abril de 2004. La obra tuvo que cruzar por debajo de las dos líneas ferroviarias que desde Pitis se dirigen a Fuencarral y a Chamartín, y el paso se hizo con dos cajones hincados[13].

El enlace con la M-40 en el PAU de Sanchinarro consistía en completar en enlace de la M-40 con el Pau de Sanchinarro, en el nudo que conecta también con la Radial 2, con la construcción de dos pasos elevados que faltaban y la adaptación de los viales de acceso.

El nuevo túnel de Pío XII bajo la Estación de Chamartín constituyó un record mundial de cajón hincado con sus 150 metros de longitud. Cruzó bajo toda la enorme playa de vías de Chamartín con los trenes siempre en servicio y no creó el menor obstáculo al tráfico.

El antiguo túnel de Pío XII que prestaba servicio desde dicha avenida hasta la Castellana resultaba insuficiente para hacer frente al tráfico en la zona y sobre todo a las necesidades previstas de acuerdo con los nuevos desarrollos urbanísticos. Además su trazado en planta y alzado resultaba muy peligroso por la cerrada curva que tenía y por ello los objetivos de este gran proyecto eran mejorar la seguridad vial del túnel actual y mejorar y aumentar su capacidad y funcionalidad. Las curvas del túnel bidireccional de Pío XII existente, para sortear unos edificios, lo hacían sumamente peligroso y por ello se decidió la construcción del segundo túnel, al sur del primero que discurre sensiblemente en paralelo. También se decidió su prolongación por un extremo hasta la M-30 y por otro hasta Monforte de Lemos, una vez pasada la Castellana en un tercer nivel por debajo paso subterráneo, hasta una longitud de 1.360 m.

El túnel sur es el de nueva construcción en su totalidad, también unidireccional de dos carriles para los movimientos oeste-este y pasa igualmente por debajo de la Castellana, bajo las arterias del Canal Alto y del Atazar y bajo la enorme playa de vías de la estación de Chamartín. Los dos túneles tienen tres carriles de 3,33 m, arcenes de 0,5 m y aceras de 0,75 m a ambos lados de la calzada. La obra comenzó en diciembre de 2004 y terminó en marzo de 2007[14].

El anillo distribuidor bajo las cuatro torres de la antigua Ciudad Deportiva del Real Madrid permite la conexión

9 El Director de obra fue el Ingeniero de Caminos Ricardo Castro Canseco. La obra se adjudicó a Comsa y la asistencia técnica a Eptisa.

10 El director de obra fue el Ingeniero de Caminos Ignacio Arjona.

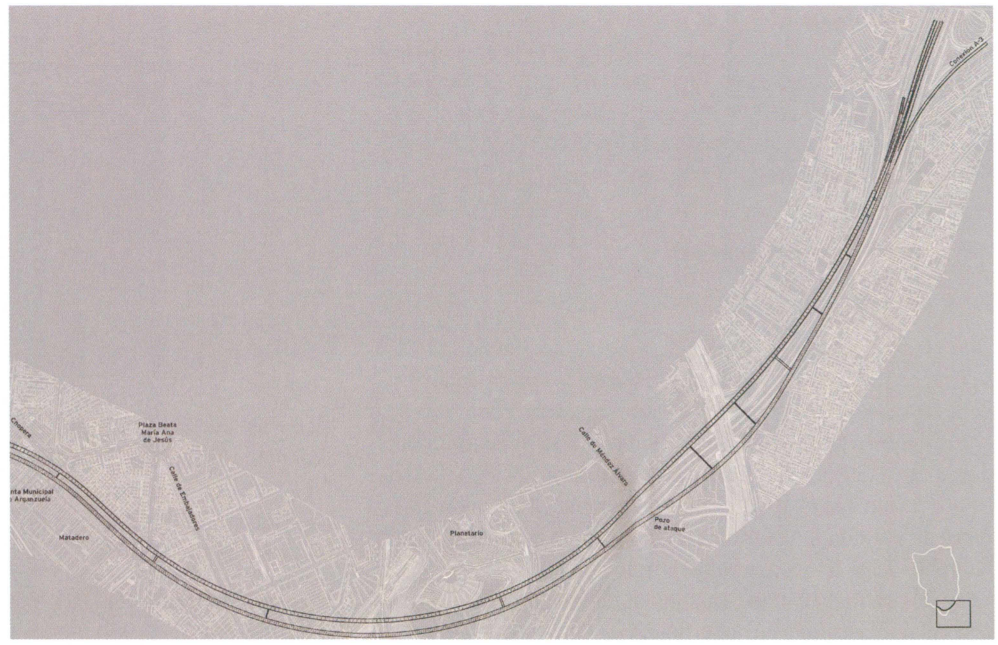
11 Los directores de la obra fueron, como en el resto del Arco Este, los Ingenieros de Caminos Juan de las Heras y Mercedes Jack. La obra se adjudicó a SACYR, la asistencia técnica a TYPSA-ASURINSA.

12 Las obras fueron dirigidas por los Ingenieros de Caminos Félix Ajates Martínez y Filemón Fernández Rodríguez, y realizadas por la UTE FCC-ACS.

13 La obra se adjudicó a FCC, la construyó el equipo de Avelino Acero y Ricardo Gil que habían hecho las ampliaciones de Metro.

14 Los directores de la obra fueron los Ingenieros de Caminos Francisco Javier Rodríguez Bernardo y Javier Maestro Aznar. La obra se adjudicó a OHL y el Ingeniero de Caminos Jefe de obra fue Alonso Becerril Oriol. La asistencia técnica se adjudicó a la UTE Incoydesa-Ingeniería Básica.





de las cuatro torres con la Castellana, la Avda. de Monforte de Lemos y sobre todo permite la conexión este-oeste, uniendo bajo la Castellana el eje del túnel de Pio XII con Sinesio Delgado y por tanto con la N-VI y la M-30. La obra, comenzó en julio de 2005 y terminó en marzo de 2007[15].

El túnel de conexión entre la Avda de la Ilustración y la calle Ventisquero de la Condesa, permite el acceso directo a la M-40 y a las zonas de Mirasierra, Montecarmelo y Arroyo del Fresno con los del Barrio del Pilar, en Fuencarral sur. La conexión estaba cortada por la Avda. de Herrera Oria o carretera de la Playa. El nuevo túnel está formado por dos túneles unidireccionales, cada uno de ellos con dos carriles de 3,50 m, arcenes de 0,75 m y aceras de 0,50 m a ambos lados. El trazado permite realizar todos los movimientos posibles y tiene una longitud total de 1454 m, con unas rampas de acceso de 1429 m[16].

El túnel de Sor Ángela de la Cruz-Marqués de Viana conecta Cuzco y el distrito de Tetuan, llegando hasta la M-30 por la nueva avenida del Camino de los Pinos con una longitud total de 1.850 m. El túnel tiene una longitud total de 1.350 m que con las rampas de acceso suma 1.590 m. Comienza en el cruce de Infanta Mercedes con Bravo Murillo, cruza Bravo Murillo pasando bajo la estación de Tetuán de la línea 1 del metro con muy escasa cobertera y continúa bajo la calle Marqués de Viana. Termina en la calle Villaamil después de cruzar bajo el Paseo de la Dirección. Tiene dos carriles por sentido en dos tubos independientes. Como en todas las la M-30, las obras se completaron con muchas mejores en las calles afectadas y con la construcción de un aparcamiento subterráneo de 196 plazas en la calle Sor Ángela de la Cruz[17].

El túnel de Marqués de Viana necesitaba una conexión directa y sencilla con la M-30 y la M-40, pero la esquina noroeste de la M-30 donde debía llegar a través de la calle de Los Pinos solo tenía dos carriles y la capacidad quedaba muy escasa.

La remodelación de la Vía de Servicio de la M-30 en la zona Noroeste y ampliación a tres carriles en el nudo noroeste hace frente a las serias deficiencias existentes en la zona noroeste de la M-30. En la glorieta de Mariano Salvador Maella y hasta el enlace con la M-40 había tres carriles por sentido: uno de ellos, en cada uno de los sentidos de circulación, se utilizaba para la conexión con la M-40, mientras que la M-30 disponía de dos carriles por cada sentido en la zona de cruce sobre la carretera de El Pardo. Las comunicaciones de la propia M-30 con los barrios colindantes eran escasas y deficientes. La M-30 constituía para esta zona de Madrid una frontera y se había quedado obsoleta frente a los incrementos de tráfico previstos después de las actuaciones ejecutadas en la zona norte de la ciudad. La salida desde la M-30 a la M-40 y a la avenida del Cardenal Herrera Oria se realizaba a través de un solo carril lo que provocaba grandes aglomeraciones de tráfico.

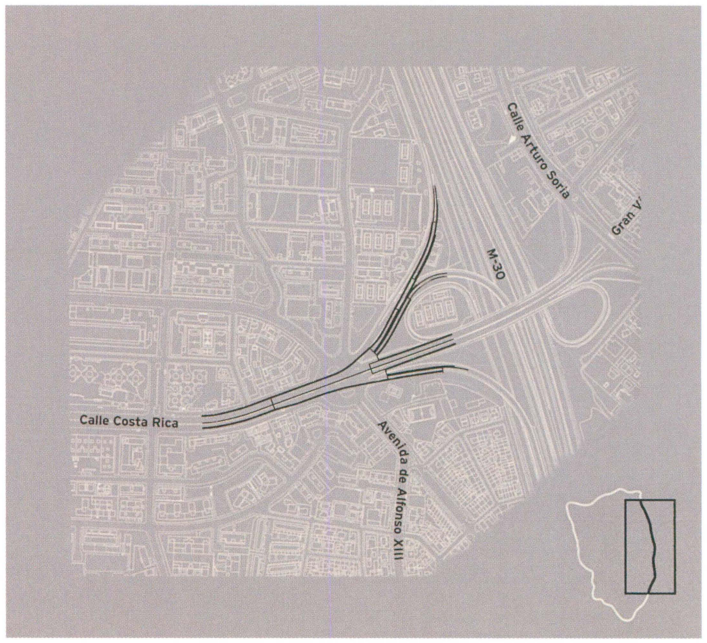
Para resolver estos problemas se amplió la M-30 con la incorporación de un carril más por sentido desde la glorieta de Mariano Salvador Maella hasta el cruce con la carretera de El Pardo, de manera que se mantiene un mínimo de tres carriles en toda la M-30. Se construyeron o remodelaron también las vías de servicio paralelas para mejorar las comunicaciones entre barrios, y se dieron todos los movimientos

15 Proyectado por el Profesor Juan Fisac en Ingeniería Básica, fue adjudicado a OHL.

16 Dirigió las obras el Ingeniero de Caminos Moisés Escolá Triolao con Aquilino Gutiérrez Cornejo. El proyecto se adjudicó a Intecsa-Inarsa. La obra se adjudicó a Corsán-Corviam.

17 El director de las obras fue el Ingeniero de Caminos Ricardo Castro con Filemón Fernández y Felicísimo Ajates. La obra se adjudicó a Sacyr y la asistencia técnica a Intecsa-Inarsa.





posibles en la glorieta de Nueva Zelanda de conexión con la M-30. La ampliación de la calzada bajo las glorietas de Nueva Zelanda y Francisco Bayéu se realizó con una pantalla de pilotes por detrás de los estribos existentes sobre la que se apoyó la ampliación de la losa de cubierta para después demoler el estribo antiguo y hacer la ampliación de carriles. Como obras accesorias se amplió a dos carriles la salida hacia la M-40 desde ambas calzadas y se construyó un falso túnel a la altura de la calle Doctor Ramón Castroviejo, que cubre la M-30 a lo largo de 200 m. Se han realizado sobre ella dos grandes pasarelas, con la intención de reducir también aquí el efecto barrera[18].

Los túneles de conexión de la calle Embajadores con la M-40 constituyen una complicada obra[19] para resolver la problemática de la zona. Solamente era posible acceder a la M-30 desde la calle Embajadores en sentido Sur, y desde M-30 a esta calle únicamente si se circula en sentido Este-Sur, lo que limitaba mucho las posibilidades de conexión del Distrito de Arganzuela y saturaba los accesos por Legazpi y Méndez Álvaro para poder realizar el resto de conexiones. La estación Sur de Autobuses tenía tanto la entrada como la salida a Méndez Álvaro, con lo que este tráfico de autobuses se sumaba al privado que viene obligado a circular por ese ámbito por las razones anteriores, y ello originaba habitualmente una gran congestión en las dos rotondas de enlace de Méndez Álvaro-Avda. de Entrevías con la M-30, debido a las necesidades de espacio y de trenzado que requiere el tránsito de vehículos pesados.

Además, en el entorno del Nudo Sur de la M-30 y en ambos sentidos, se sucedían una serie de salidas e incorporaciones al tronco principal que generaban trenzados no deseables tanto para la seguridad como la funcionalidad, teniendo especial importancia en sentido Este-Sur la incorporación de Méndez Álvaro, con un ceda el paso y las salidas al by-pass de M-40, Avda. de Andalucía y Embajadores, y en sentido Oeste-Norte la incorporación de Avda. de Andalucía y de la M-40 y la salida hacia Méndez Álvaro-Avda. de Entrevías-Vallecas.

Para resolver la problemática de accesos del Distrito de Arganzuela, se proyectó una doble actuación, por un lado la construcción de un túnel con entradas y salidas en Embajadores y Avda. del Planetario y el by-pass M-30-M-40 que permita la conexión directa del Distrito con la A-4 y con todos los movimientos de M-40 a través del Nudo Supersur, sin pasar por M-30. Este túnel se ejecutó mediante pantallas en la mayoría de su recorrido, salvo en un tramo central de 240 m, que para no interferir con los colectores del Abroñigal y la M30, se hizo con el método belga. Por otro lado se incluyen dos ramales del tronco principal dirección A-3 de M-30 que conectan en la zona sur de Embajadores con lo que se permiten todos los movimientos posibles entre M-30 y Embajadores incluyendo el acceso al Parque Lineal del Manzanares, lo cual se ve completado por la incorporación de un nuevo ramal que conecta el sentido casco urbano del by-pass norte de la A-4 con la calle Embajadores, con lo que también se conecta de manera directa la M-40 a dicho parque.

Para evitar la saturación de tráfico de autobuses en el entorno de la Estación Sur se diseñan unos recorridos para los autobuses que no interaccionen con el resto del tráfico privado. Se construye un túnel con entrada y salida directa a la Estación, solo para autobuses, hasta la Avda. del Planetario donde tras un pequeño tramo en superficie, y ya con tráfico compartido, conecta con el túnel descrito arriba. Con ello se consigue que la mayor parte de los recorridos de autobuses con origen o destino en la Estación Sur no tengan que pasar

18 El director de las obras fue el Ingeniero de Caminos Luis J. Caneda. La obra se adjudicó a OHL y el proyecto a Eptisa.
19 Adjudicada a Intecsa-Inarsa

por M-30, con lo que se descarga tanto ésta como sus accesos a las autovías radiales y se dirijan directamente a M 40.

Para una mejor comprensión de la problemática del Nudo Sur y sus soluciones se distinguen los dos sentidos de circulación.

Sentido Oeste-Norte. Existe un tramo de trenzado conflictivo donde coinciden en un reducido espacio las incorporaciones al tronco principal de M-30, de la Avda. de Andalucía y el By-pass Nudo Sur-Nudo Superior, y poco después la salida hacia Méndez Álvaro-Avda. de Entrevías. La solución a este trazado, consiste en crear una vía colectora paralela al tronco principal a la cual desembocan las dos incorporaciones citadas (Avda. de Andalucía y By-pass) y que se adhiere al tronco principal con carril propio que no origine trenzado, y a su vez, con salida directa a la rotonda de enlace con Méndez Álvaro-Avda. de Entrevías.

Sentido Este-Sur. En el tramo comprendido entre el enlace de Méndez Álvaro y el Nudo Sur, la M-30 dispone de cuatro carriles, accediéndose al carril derecho con un 'ceda el paso'. Por ello, la solución consiste en dotar al tronco principal de un quinto carril que suponga la incorporación citada con carril propio, eliminando así el 'ceda el paso' y los problemas de adecuación de velocidades que ello conlleva.

Si a esto se añade la reducción de tránsito que acceda en este punto por la conexión directa con A-4 y M-40 antes indicada, se consigue una minoración significativa en el número de vehículos que saliendo por el carril derecho tienen que atravesar cuatro carriles en un reducido espacio para tomar el By-pass hacia A-4 y M-40. De las actuaciones anteriores se tienen al final las siguientes mediciones de longitudes de túneles:

Se han construido dos complicados túneles, uno para la conexión de la calle Embajadores y la Avda. del Planetario con la M-40, y otro para dar conexión a la Estación Sur de Autobuses con la Avda. del Planetario con un tráfico solamente de autobuses.

Longitud de túneles

Entre pantallas	m
Túnel de 1 carril	843
Túnel de 2 carriles	722
Túnel conjunto 2+2 carriles	360
Túnel bidireccional	270
Rampa de 1 carril	490
Rampa de 2 carriles	245
Rampa bidireccional	155
Método belga	**m**
Túnel de 2 carriles	480

El túnel de conexión de la calle Embajadores con la M-40 se compone en la práctica de un túnel de entrada y otro de salida respecto al centro de la ciudad, aunque hay tramos con sección conjunta desde el punto de vista estructural. La salida en la calle Embajadores se realiza en dos puntos diferentes de tal manera que los tráficos en superficie puedan realizar el movimiento hacia la calle del Molino, sin cruzarse con los que procedentes del túnel quieran dirigirse hacia Embajadores-Delicias. Un punto condicionante del trazado en alzado ha sido el cruce bajo los colectores del Abroñigal y la M-30, lo que ha obligado a profundizar la rasante más de 20 m bajo la cota del terreno, dando lugar a pendientes del 7,5%. Desde el punto de vista de la sección transversal se han considerado túneles de dos carriles para los movimientos principales, reduciéndose a un solo carril en los movimientos de conexión con la Avda. del Planetario, así como los ramales que se bifurcan para acometer la salida en un único carril en la calle Embajadores

El Túnel de conexión Avda. del Planetario con la Estación Sur de Autobuses da servicio únicamente a autobuses, con un carril por sentido y las rampas de entrada y salida situadas en los laterales. El trazado longitudinal de este túnel viene condicionado por el paso bajo el colector de la calle Méndez Álvaro y la rampa de salida de la estación de autobuses hacia la M-30.

La obra consiste básicamente en los tres puntos siguientes:

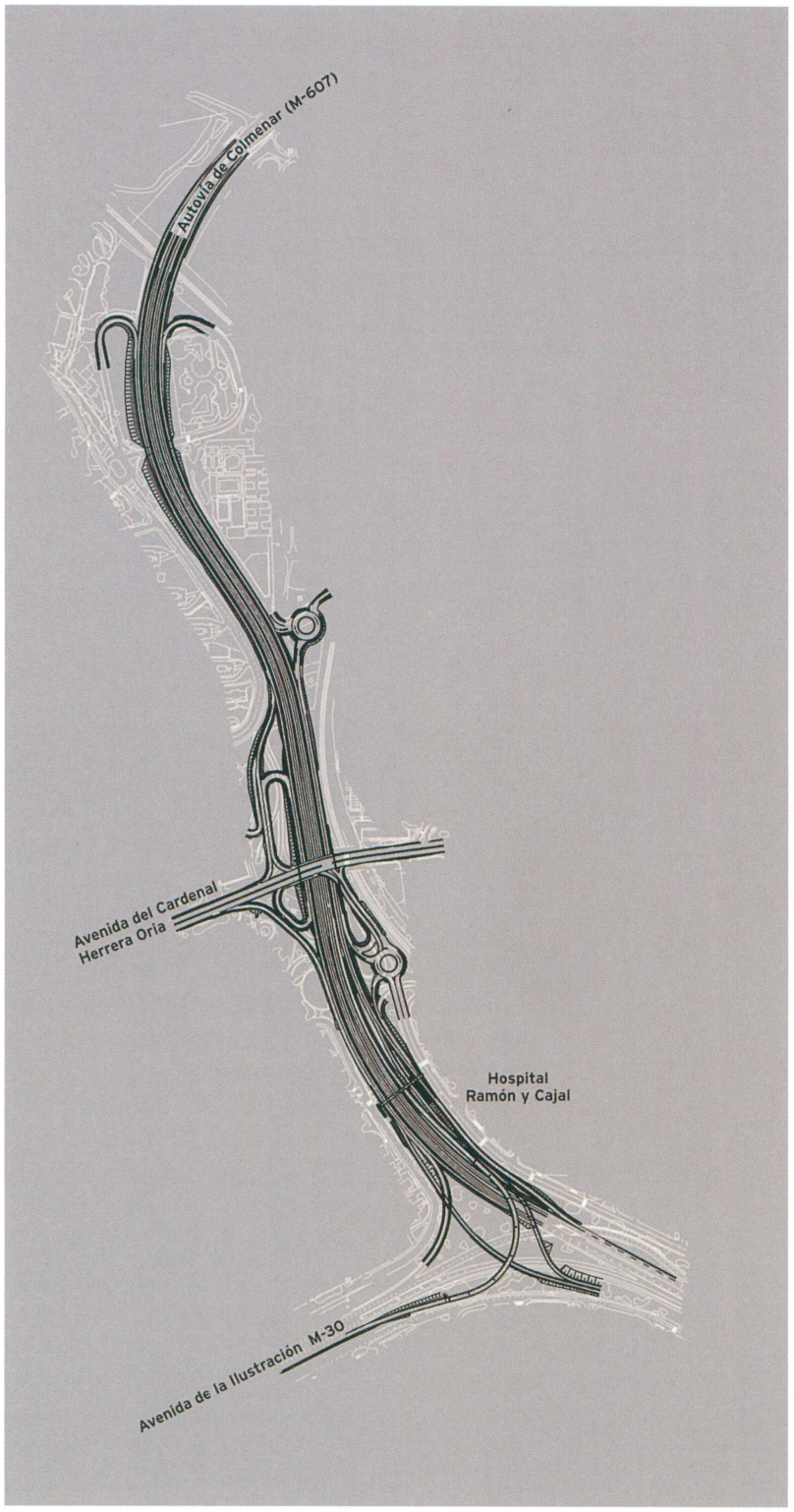
1. Los dos túneles paralelos de dos carriles cada uno en sentido norte-sur, cuyas entradas y salidas se ubican por un lado, en la calle de Embajadores (una anterior y otra posterior a la plaza de Italia y el paseo del Molino) y en la avenida del Planetario; y por otro lado, en el Nudo Súper Sur, que conecta directamente la calle Embajadores con la A-4 y con ,todos los movimientos de la M-40, sin tener que pasar por la M-30.

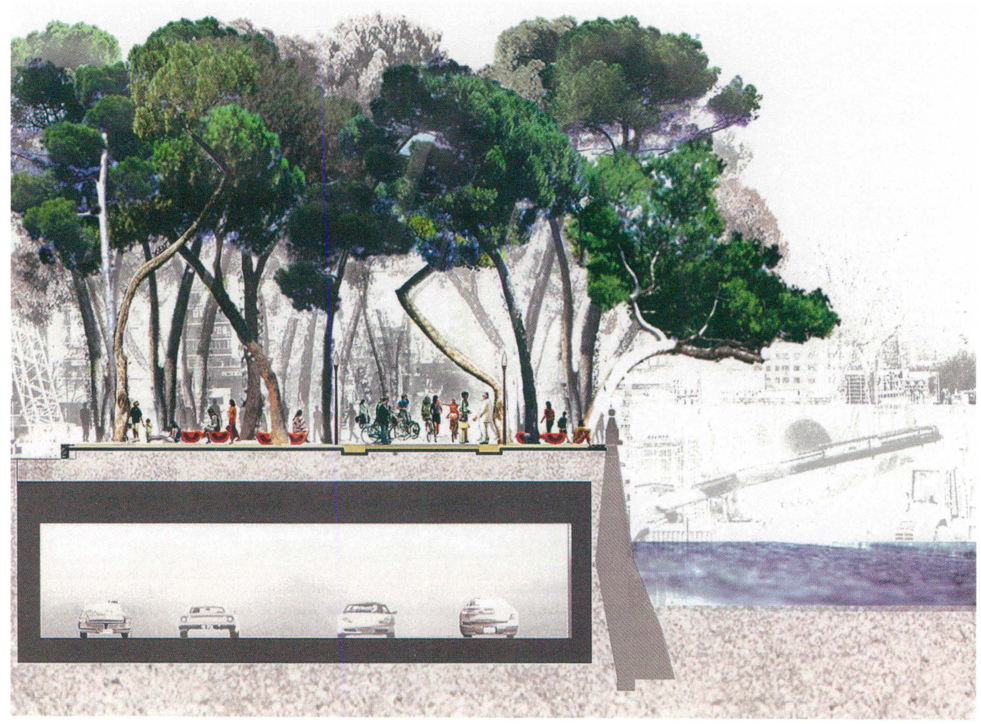
2. La remodelación completa del Nudo Sur con la construcción de cinco estructuras en superficie que deshace el trenzado de la calzada exterior de la M-30 y resuelve las conexiones de la calle Embajadores-sur con la M-30. Al mismo tiempo con estas conexiones se consigue una mejora adicional en la accesibilidad hacia y desde el parque lineal del Manzanares. En la calzada interior, se suprime el actual 'ceda el paso' desde Méndez Álvaro y en su lugar se construye un carril propio de incorporación al tronco de la M-30.

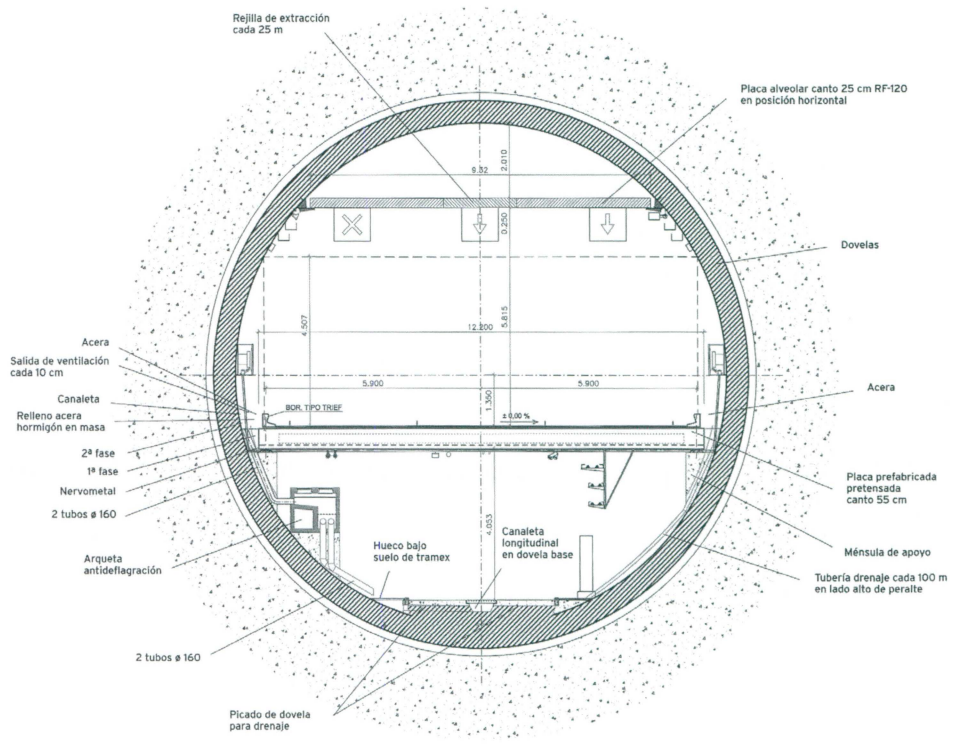
3. Para solventar las aglomeraciones de tráfico, se ha construido un túnel para uso exclusivo de autobuses, que comunicará directamente la estación Sur con la avenida del Planetario. Esta solución posibilita el entronque de este túnel con el sistema de túneles descrito en el primer punto, descargando de tráfico pesado la zona urbana y dirigiéndolo directamente a la M-40 y al Nudo Súper Sur.

La longitud total del proyecto es de 16.663 m, con una longitud de túneles de 3.848 m[20].

20 El equipo director estuvo formado por Juan de las Heras con Javier Nájera, Luis Caneda y Sergio Barral. Las obras se adjudicaron a Dragados y fueron construidas por Pablo Quirós siendo el delegado Julio Gracián. La asistencia técnica se adjudicó a la UTE Euroestudios-Eptisa.


Autovía de Colmenar (M-607)
Avenida del Cardenal Herrera Oria
Hospital Ramón y Cajal
Avenida de la Ilustración M-30




Rejilla de extracción cada 25 m
Placa alveolar canto 25 cm RF-120 en posición horizontal
Dovelas
Acera
Salida de ventilación cada 10 cm
Canaleta
Relleno acera hormigón en masa
2ª fase
1ª fase
Nervometal
2 tubos ø 160
Arqueta antideflagración
2 tubos ø 160
Picado de dovela para drenaje
Hueco bajo suelo de tramex
Canaleta longitudinal en dovela base
Acera
Placa prefabricada pretensada canto 55 cm
Ménsula de apoyo
Tubería drenaje cada 100 m en lado alto de peralte
9.32
2.010
0.250
4.507
12.200
5.815
5.900
5.900
BDR. TIPO TRIEF
1.350
±0.00 %
4.053

D. Duplicación del Cierre Sur: los enormes túneles del By-pass Sur

Túneles del By-pass Sur

	PROYECTO	Importe M€	Inicio	Final
1	Bypass Sur. Túnel Norte N-III- Santa Mª de la Cabeza. Calzada Izquierda	331	27/09/2004	27/03/2007
2	Bypass Sur. Túnel Sur N-III- Santa Mª de la Cabeza. Calzada Derecha	410	27/09/2004	27/03/2007
	TOTAL	**741**		

En 2003, el tráfico soportado de la M-30, 251.000 vehículos al día, era superior a la capacidad de la vía durante prácticamente todo el día y lo convertía en uno de los tramos con mayor intensidad de tráfico de todas las carreteras españolas. Otros problemas de la M-30 en esa zona eran los complicados y numerosos enlaces y los múltiples trenzados, Por todo ello se decidió duplicar la capacidad de la M-30 en esa zona sur, que se decidió hacer en dos túneles de tres carriles cada uno. Se llamó a estos túneles el bypass sur de la M-30. Los túneles comienzan en el tramo del Puente de Praga del río que se ha visto, y terminan en la M-30 en su conexión con la carretera de Valencia N-III, y tienen conexión directa con ésta.

Su construcción permite separar los movimientos de medio y largo recorrido en el Nudo Sur, reduciendo más de un 30% la intensidad de tráfico. Los trayectos este-oeste se reduce a menos de 4 minutos frente a los 30-40 que duraban antes en hora punta, lo que supone un notable ahorro en tiempos de viaje y en consumo de combustible, así como una reducción de la accidentalidad superior al 50%. Antes de la construcción del bypass los contaminantes procedentes de los tubos de escape de los vehículos se emitían libremente a la atmósfera sin ningún tipo de retención o de depuración. Con el bypass se produce una mejora de la calidad del aire, pues las estaciones de filtrado realizan una retención de las partículas emitidas por los vehículos superiores al 85% de las partículas superiores a 1 micra y un tratamiento de depuración de gases nocivos procedentes del tráfico, mediante las estaciones de depuración de gases con tecnología de filtros de carbón activo.

Para tres carriles de 3,5 m de ancho, arcenes de 0,50 m en ambos lados y aceras de 0,50 m resultó un gálibo horizontal de 12,50 m y con un gálibo vertical de 4.5 m para que pudieran pasar camiones se obtuvo un diámetro interior de 13,45 m. Ello obligó al autor a pensar en la necesidad de diseñar con los fabricantes unas tuneladoras muy grandes, ya que con dovelas de al menos 50 cm de espesor se estaría hablando de excavaciones de unos 15 m de diámetro. Así fue, y finalmente hubo que pensar en diseñar las dos tuneladoras mayores del mundo, con 15.2 m de diámetro de excavación. La sección circular es excelente para los túneles hidráulicos pero es muy mala para los túneles del transporte porque se pierde mucha sección útil. Pero podían utilizarse los volúmenes inutilizados superior inferior para ventilación y extracción de los gases de los automóviles y galería de socorro en caso de accidente. De hecho en la parte inferior de esos túneles cabe perfectamente una línea de metro de doble vía.

Una vez decidido que el bypass se haría en túneles gemelos el autor comenzó a trabajar a finales de 2003 en dos frentes. El primero en el estudio de la seguridad, para lo que decidió diseñar los sistemas con la autoridad máxima en el tema, que eran los Bomberos de Madrid. Con D. Eugenio Amores y D. Carlos Arribas se tuvieron las reuniones necesarias para proyectar los sistemas de seguridad y los de evacuación en caso de que hubiera algún accidente o incendio. Un túnel ferroviario no tiene problemas de incendio, pero cada automóvil lleva 50 o más kilos de material inflamable a bordo. Con los técnicos de bomberos se fijaron los dos datos que ellos creyeron más importantes, la distancia entre los tunelillos de conexión entre los dos túneles, y la distancia entre los accesos de la calzada de cada túnel a su galería inferior, así como los protocolos de evacuación.

El segundo tema era más crítico, el diseño de las tuneladoras, es decir, sus características técnicas básicas: el par motor en cabeza y el empuje total, así como los otros detalles importantes de las máquinas. Mitsubishi había diseñado pocos años atrás las grandes tuneladoras EPB del túnel bajo la bahía de Tokio, de 14.4 metro, y Herrenknecht la del tercer túnel del Elba de 12.8 metros que luego pasó al túnel de Lefortovo en Moscú, aunque esta era de slurry o lodos, no EPB. Pero realmente no había experiencia mundial en estos diámetros de 15 metros. Tras los análisis que se han visto en el capítulo anterior y tras múltiples reuniones y discusiones con los fabricantes y con los ingenieros de Dragados (Álvaro Fernández Cota, que había hecho el túnel del Pasillo Verde y numerosísimos túneles en las ampliaciones de Metro), FCC (Avelino Acero, Ricardo Gil y Alberto Enciso con Carlos Cebamanos), Necso (Antonio Moreno, Santiago Serrano) y Ferrovial (Joaquín Torres) el autor fijó el par motor en 12.000 mt, y el empuje en 30.000 t. El resto de los detalles como la inyección por cola se acordaron sin problemas. Los ingenieros citados eran sin duda el mejor equipo de constructores de túneles del mundo, porque lo que habían construido entre 1995 y 2003 jamás se había igualado en costes, ni en plazos ni en seguridad en las obras.

Las tuneladoras se fabricaron en una en Alemania y la otra en Japón. La Herrenknecht colocó su primer anillo el 23 de noviembre-2005, y la Mitsubishi el 3 de abril de 2006. Los 5 meses de retraso se debieron a los retrasos de fabricación de unas partes de simple calderería que se fabricaron en Asturias. La Herrencknecht terminó su último anillo nº 1763 el 11 de julio de 2006, y en esos 231 días construyó 3526 metros de túnel, habiendo estado parada 24 días por diversas causas - contando los 6 de Navidad. Su máximo fue de 18 anillos al día, el 25 de mayo de 2006. La Mitsubishi terminó

su último anillo nº 1829 el 29 de octubre de 2006 y en esos 210 días construyó sus 3658 metros de túnel, yendo ligeramente más rápida que la Herrenknecht pese a que estuvo también parada 29 días. Su máximo fue de 23 anillos al día, el 9 de octubre de 2006, aunque hizo 20 el 26 de septiembre y 22 el 4 de octubre.

Los rendimientos de ambas máquinas fueron excelentes, tanto que algunos autores dudan de ellos, e incluso en algún libro de túneles vienen remarcados entre exclamaciones. Con el provincianismo hoy habitual en la ingeniería española, al ver estos extraordinarios rendimientos se dice en otras ciudades de España lo hoy habitual, que el terreno de Madrid es muy bueno. Pero relea el lector el capítulo 9 de los apuntes del autor sobre la construcción del Metro de Madrid y los enormes y gravísimos colapsos y accidentes que ocurrían cuando las cosas se hacían mal.

El resto del proyecto del bypass sur no tenía problemas, solo había algunas estructuras de ventilación equivalentes a estaciones de metro pero sin sus graves problemas de acabados. Los túneles de interconexión se hicieron por el método belga, retirando las dovelas necesarias en cada tubo. Y estando al cargo de las obras y dirigiéndolas los grandes ingenieros citados de las constructoras, que habían construido ya un centenar de kilómetros de grandes túneles de Metro por todo Madrid no debía haber problemas serios en las obras. De forma que cuando las máquinas ya cogieron su ritmo el autor pudo dedicarse al problema más grave, que era terminar en plazo las obras del río, cosa que todo el mundo incluso en el propio Ayuntamiento —salvo el Alcalde y el autor— consideraba imposible.

La obra de la calzada izquierda del túnel sur se adjudicó a la UTE NECSO-Ferrovial. La obra de la calzada derecha del túnel sur se adjudicó a la UTE Dragados-FCC.

En el proyecto de la M-30 se incluyeron además dos pequeñas actuaciones que afectaban al tráfico de Madrid. Son las siguientes.

Otras infraestructuras para mejora del tráfico en Madrid

	PROYECTO	Importe M€	Inicio	Final
1	Conexión del PAU de Montecarmelo con la c/ Costa Brava	1,9	16/07/2004	16/01/2005
2	Ampliación del carril solo-bus entre el intercambiador de transportes de Moncloa y el nudo de Puerta Hierro	1,5	02/08/2005	16/09/2005
TOTAL		**3,4**		

Túneles de la M-30

Obra	Túnel		Metros
Avda. Portugal	Tronco N	1.500	3.000
	Tronco S	1.500	
Nudo San Vicente	Tronco int	1.400	7.500
	Tronco ext	1.800	
	Ramales	4.300	
San Vicente-Pte. S. Isidro	Tronco int	1.420	4.022
	Tronco ext	1.474	
	Ramales int	442	
	Ramales ext	686	
Pte. S.Isidro-Pte. Praga	Tronco int	2.375	10.693
	Tronco ext	2.305	
	Ramales int	2.867	
	Ramales ext	3.146	
Pte.Praga-Nudo Sur	Tronco int	1.822	8.360
	Tronco ext	1.774	
	A Tunel int	584	
	A Tunel ext	600	
	Ramal 1	680	
	Ramal 2	660	
	Ramal 3	460	
	Ramal 4	360	
	Ramal 5	340	
	Ramal 6	280	
	Ramal 7	300	
	Ramal 8	300	
	Ramal 9	200	
Tunel bypass Sur, Norte		4.000	8.000
Tunel bypass Sur, Sur		4.000	
Valencia	Ramal 1	700	1.900
	Ramal 2	1.200	
Total túneles M-30 Río			43.475
O´Donnell		1.220	
Pio XII		1.500	
Ventisquero		1.950	
Nudo N-II		1.100	
Nudo Costa Rica		400	
Azquilla		1.200	
Sor Angela		1.300	
Embajadores		3.200	
Total no río			**11.870**
Total túneles			**55.345**

© ACS, Actividades de Construcción y Servicios, S.A., 2013
© Miguel Aguiló, 2013

Diseño: Roberto Turégano
Preimpresión: Cromotex
Impresión: Rotosa

Portada y portadillas págs, 78, 282
© Andrés Loiseau

Apertura y portadillas págs. 10, 242, 292
©Ana Muller

ISBN: 978-84-695-9365-3
Depósito legal: M-35564-2013

Reservados todos los derechos.
Prohibida la reproducción total o parcial
por cualquier medio sin la debida autorización

Grupo ACS
Avenida Pío XII, 102
28036 Madrid
Tel. 91 343 92 00
www.grupoacs.com