

# Fomento



► Abierta al tráfico la nueva variante de Vallirana, en Barcelona

► Álvaro Siza, Premio Nacional de Arquitectura 2019

► Túnel ferroviario de Recoletos, una renovación en profundidad

► El aeropuerto de Fuerteventura cumple 50 años



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE FOMENTO

Librería del Ministerio de Fomento Centro de Publicaciones Plaza de San Juan de la Cruz, 10, 28003 Madrid Centro de Publicaciones <https://www.fomento.gob.es/MFOM.CP.Web> Librería del Ministerio de Fomento Centro de Publicaciones Plaza de San Juan de la Cruz, 10, 28003 Madrid Tel.: 915 97 53 96 / 915 97 00 00 Tel.: 915 97 53 96 / 915 97 00 00 Librería del Ministerio de Fomento Centro de Publicaciones Plaza de San Juan de la Cruz, 10, 28003 Madrid Tel.: 915 97 53 96 / 915 97 00 00 <https://www.fomento.gob.es/MFOM.CP.Web> Librería del Ministerio de Fomento Centro de Publicaciones

Librería del Ministerio de Fomento Centro de Publicaciones Plaza de San Juan de la Cruz, 10, 28003 Madrid Centro de Publicaciones <https://www.fomento.gob.es/MFOM.CP.Web> Librería del Ministerio de Fomento Centro de Publicaciones Plaza de San Juan de la Cruz, 10, 28003 Madrid Tel.: 915 97 53 96 / 915 97 00 00 Tel.: 915 97 53 96 / 915 97 00 00 Librería del Ministerio de Fomento Centro de Publicaciones Plaza de San Juan de la Cruz, 10, 28003 Madrid Tel.: 915 97 53 96 / 915 97 00 00 <https://www.fomento.gob.es/MFOM.CP.Web> Librería del Ministerio de Fomento Centro de Publicaciones Plaza



# Centro de Publicaciones

Librería del Ministerio de Fomento Centro de Publicaciones Plaza de San Juan de la Cruz, 10, 28003 Madrid Centro de Publicaciones <https://www.fomento.gob.es/MFOM.CP.Web> Librería del Ministerio de Fomento Centro de Publicaciones Plaza de San Juan de la Cruz, 10, 28003 Madrid Tel.: 915 97 53 96 / 915 97 00 00 Tel.: 915 97 53 96 / 915 97 00 00 Librería del Ministerio de Fomento Centro de Publicaciones Plaza de San Juan de la Cruz, 10, 28003 Madrid Tel.: 915 97 53 96 / 915 97 00 00 <https://www.fomento.gob.es/MFOM.CP.Web> Librería del Ministerio de Fomento Centro de Publicaciones

# Sumario

## taff

Edición y coordinación de contenidos:  
Centro de Publicaciones.

Página web:  
[www.fomento.gob.es/publicaciones](http://www.fomento.gob.es/publicaciones).

Colaboran en este número:  
J. M. Tordesillas García-Lillo, Víctor Villasante  
Marcos, Javier R. Ventosa y Luis Solera.

Comité de redacción:

Presidencia:  
Jesús M. Gómez García.  
(Subsecretario de Fomento).

Vicepresidencia:  
Angélica Martínez Ortega  
(Secretaría General Técnica).

Vocales:  
Alfredo Rodríguez Flores  
(Director de Comunicación),  
Francisco Ferrer Moreno  
(Director del Gabinete de la Secretaría  
de Estado de Infraestructuras,  
Transporte y Vivienda),  
Belén Villar Sánchez  
(Jefa del Gabinete de la Subsecretaría),  
Mónica Marín Díaz  
(Directora del Gabinete Técnico de la  
Secretaría General de Infraestructuras),  
Roberto Angulo Revilla  
(Jefe del Gabinete Técnico de la Secretaría  
General de Transportes)  
y María Isabel Badía Gamarra  
(Jefa del Gabinete Técnico de la Secretaría  
General de Vivienda).

Dirección:  
Nuevos Ministerios. Paseo de la Castellana, 67.  
28071 Madrid.  
Teléf.: 915 970 000. Fax: 915 978 470.

Suscripciones:  
91 597 72 61  
Esmeralda Rojo.

E-mail: [cpubic@fomento.es](mailto:cpubic@fomento.es)

Dep. Legal: M-666-1958.  
ISSN: 1577-4589.  
NIPO: 161-15-005-0

Esta publicación no se hace  
necesariamente solidaria con las  
opiniones expresadas en las  
colaboraciones firmadas.

Esta revista se imprime  
en papel FSC o equivalente

2

### El final de las retenciones

La variante de Vallirana desvía 20.000 vehículos  
diarios del interior del municipio barcelonés



12

### La materia y sus metáforas

El portugués Álvaro Siza, galardonado por el  
Ministerio de Fomento con el Premio  
Nacional de Arquitectura 2019



22

### Reforma en profundidad

El renovado túnel de Recoletos, clave para las  
Cercanías de Madrid, gana fiabilidad



32

### Sin perder el Norte

Los observatorios de Geomagnetismo del IGN  
monitorizan y estudian la variabilidad del  
campo magnético



40

### Punto de unión con el mundo

El aeropuerto de Fuerteventura cumple 50 años



48

### Entre millas, leguas y kilómetros

Breve historia de los hitos y términos carreteriles



56

Lecturas

La variante de Vallirana desvía 20.000 vehículos diarios del interior del municipio barcelonés

# El final de las retenciones



► Vista de la variante (derecha) y de la travesía urbana de la N-340 con tráfico. A la izquierda, edificio del centro de control del túnel.



La obra pública se define sobre todo por su utilidad social, que es el rasgo más acusado de la nueva variante de la carretera N-340 en Vallirana (Barcelona). Esta infraestructura de gran capacidad y corto kilometraje no solo ha mejorado la movilidad de los usuarios en una vía de acceso a Barcelona, sino que ha liberado a los valliranenses de las consecuencias negativas ligadas al paso diario por el casco urbano de un elevado volumen de tráfico. Estos vehículos optan ahora por la variante, que incluye el último túnel inteligente de la red estatal de carreteras.

**La travesía urbana** de la N-340 en Vallirana (Barcelona) es una carretera convencional de dos carriles, sin control de accesos ni vías de servicio, que en su extremo oriental comunica con la variante de Cervelló, tramo inicial de la autovía B-24 que conecta con el entorno metropolitano de Barcelona. En el casco urbano, la N-340 es al mismo tiempo el *carrer* Major o calle principal, una vía con velocidad limitada a 50 km/h, cruces semaforizados y pasos de peatones. Durante años esta vía urbana ha soportado el paso de un intenso tráfico de vehículos en tránsito entre Barcelona y Tarragona (20.000 diarios, el 9% de ellos camiones procedentes de las canteras vecinas) que, en la transición con la autovía B-24, ha provocado retenciones sistemáticas dada la imposibilidad de compaginar la alta capacidad demandada por el tráfico con la baja capacidad que genera una travesía urbana con gestión amable para el peatón. Atravesar Vallirana en hora punta, por tanto, ha sido sinónimo de largas colas y recorridos superiores a media hora. Este tráfico, además, ha generado un impacto negativo en términos de seguridad vial, contaminación ambiental y tranquilidad vecinal en esta población montañosa del Baix Llobregat (14.500 habitantes).

Con objeto de resolver esta compleja situación, el Ministerio de Fomento ha promovido y puesto en servicio la variante de Vallirana, alternativa de gran capacidad de casi 3 kilómetros, la mitad de ellos subterráneos, que ha captado los tráficos de largo y medio recorrido circulantes por este tramo de la N-340, liberando la travesía de Vallirana de la



► Vista cenital de la pasarela sobre el tronco, que repone un camino interceptado por la autovía.

mayor parte de los vehículos que la cruzaban, especialmente de los camiones. Con el nuevo tramo de autovía el trayecto es más seguro, cómodo y rápido, ya que se recorre en unos 3 minutos. También se ha mejorado la movilidad y la accesibilidad a Barcelona desde el oeste, beneficiando a la vertebración comarcal y a la actividad económica, al dar continuidad durante 9,5 kilómetros a la autovía B-24. Para Vallirana, la variante “es un hecho histórico que marca un antes y un después”, en palabras de su alcaldesa, ya que supone una mejora sustancial en la calidad de vida de los vecinos al eliminar del casco urbano el intenso tráfico y sus negativos efectos asociados (riesgo de atropellos, ruido, contaminación...). Con la paz recobrada, el Ayuntamiento se apresta a reformar el tramo urbano de la N-340 —una vez sea transferido por Fomento— y recuperarlo para la ciudadanía, dando mayor protagonismo al peatón en detrimento del vehículo.

La nueva variante de Vallirana, una histórica reivindicación del municipio y de los miles de usuarios de la carretera N-340, es una de las obras públicas en materia de infraestructuras viarias más relevantes y más esperadas de los últimos años en Cataluña. El Ministerio de Fomento ha destinado a su desarrollo una inversión total de 175,8 M€, de los cuales 167,3 M€ corresponden al presupuesto de obra y el resto a los contratos de las asistencias técnicas de redacción del proyecto (1,2 M€) y de control y vigilancia de la obra (3,7 M€) y al importe estimado de las expropiaciones de terrenos (3,4 M€). Esta obra singular, que desde la fecha de la adjudicación hasta su apertura definitiva al tráfico el pasado 5 de noviembre ha registrado numerosas vicisitudes, ha sido dirigida por ingenieros de la Demarcación de Carreteras del Estado en Cataluña y ejecutada por la empresa FCC Construcción.

## NUEVA VARIANTE DE VALLIRANA (B-24)



### Trazado y características

El trazado del nuevo tramo de la B-24 tiene su origen en la entrada del núcleo urbano de Vallirana llegando desde el puerto del Ordal, una vez superadas las urbanizaciones de Can Juliá y las canteras de Can Prunera, en el término municipal de Vallirana. En este punto se ubica la glorieta de conexión con la N-340, que por un lado da origen al tronco de la nueva variante y permite el paso sobre la riera de Vallirana y, por otro, constituye el acceso oeste de la carretera a la población de Vallirana. Desde aquí, el trazado enfila hacia los macizos donde se sitúan las urbanizaciones de La Solana, Can Batlle y La Soleia.

Hacia el pk 0+670 se ubica el emboquille oeste del túnel de Vallirana, de tipología bitubo, con longitudes superiores a 1.400 metros en cada tubo. En el túnel, el trazado en planta está formado por sendas curvas a izquierda y a derechas hasta alcanzar la boca este, situada bajo la calle de Sant Lluís de la urbanización La Soleia. De nuevo en superficie, ya en el término de Cervelló, el trazado se sitúa a la derecha de la riera de Campderrós, que cruza sobre su unión con la riera de Vallirana. El final del tramo se localiza en el enlace de Vallirana Este-Cervelló Oeste, que desde 2003 da servicio por el lado Barcelona a la variante de Cervelló (B-24) y que ahora se completa con ramales del lado Tarragona.



► Tráfico en la boca este del túnel, el día de la inauguración.



Desde un punto de vista geomorfológico, el tramo se desarrolla por una zona de relieve topográfico abrupto, con laderas pronunciadas que dan lugar a barrancos encajados por donde discurre la red hidrográfica, formada básicamente por las rieras de Campderrós, Vallirana y Cervelló, que son cruzadas por la traza. Geológicamente, los materiales encontrados en el trazado, tanto en superficie como en el túnel, se caracterizan por una gran variedad litológica, alternando formaciones compuestas por depósitos aluviales, calizas, dolomías, lutitas y areniscas, de una gran complejidad estructural. La excavación de los desmontes y del túnel ha permitido el aprovechamiento de buena parte de los materiales necesarios para la formación de terraplenes, rellenos, escolleras y árido para hormigones. Mientras que los materiales para zahorra artificial y las capas de firme han tenido que obtenerse de las canteras de la zona.

El tronco del nuevo tramo de autovía tiene una longitud de 2.990 metros (prácticamente la mitad

en doble túnel), a los que hay que sumar 0,8 kilómetros de vías de servicio, 0,7 kilómetros de ramales y 0,3 kilómetros de caminos. Como características geométricas, el trazado presenta un radio mínimo en planta de 250 metros y una pendiente máxima del 6% en superficie y del 3,8% en el interior del túnel, parámetros que permiten una velocidad de circulación de 80 km/h.

► Integración paisajística de los muros de hormigón proyectado, junto a la boca oeste del túnel.

## Unidades de obra

Excavación exteriores	600.000 m <sup>3</sup>
Excavación túnel	260.000 m <sup>3</sup>
Hormigón exterior	45.000 m <sup>3</sup>
Hormigón túnel	75.000 m <sup>3</sup>
Acero pasivo y mallazo túnel	2.150 t
Acero en cerchas	2.000 t
Bulones	57.000 ud
Micropilotes túnel y refuerzo ladera	28.000 m

Para el tronco de autovía se ha adoptado una sección tipo formada por dos calzadas de 7 metros cada una, con dos carriles de 3,5 metros, arcenes exteriores de 2,5 metros e interiores de 1 metro y bermas de 1 metro cuando corresponde, con una mediana variable con un mínimo de 2 metros. Además, se han dispuesto pasos de mediana junto a cada una de las bocas del túnel para gestionar el tráfico en caso de accidentes o labores de mantenimiento. Para el túnel se ha adoptado, en cada tubo, una sección tipo formada por dos carriles por sentido de 3,50 metros de anchura, arcén derecho de 1 metro e izquierdo de 0,50 metros, con aceras adosadas de 0,75 metros de anchura en cada lado.

En el capítulo de firmes y pavimentos, para el tronco de autovía se ha adoptado un sección formada por 25 centímetros de subbase de zahorra artificial, sobre la que se ha dispuesto un paquete de firmes formado por 20 centímetros de mezclas bituminosas en caliente (3 cm de BBTM 118 en capa de rodadura, 7 cm de AC22 bin D en capa intermedia y 10 cm de AC22 base en capa de base). En el interior del túnel el pavimento está formado por 21 centímetros de hormigón de firme (HF 4,5).

► Máquina rozadora durante la excavación de la fase de destroza del túnel.



## Túnel de Vallirana

Prácticamente la mitad de la longitud de la variante corresponde al túnel de Vallirana, en la parte central del trazado, que es la principal obra del proyecto. Su sección está formada por dos tubos independientes. El túnel tiene una longitud total de 1.434 metros en el tubo derecho y 1.430 metros en el izquierdo, de los cuales cerca de 1.370 se han excavado en mina (bajo tierra) y el resto son falsos túneles ejecutados en cada extremo (de unos 60 metros de longitud en cada tubo) para conseguir una mayor integración en el paisaje, mejorar la estética y asegurar la estabilidad de los taludes frontales y laterales de las boquillas. La sección media de excavación ha sido de 97 m<sup>2</sup> y la sección final es de 63 m<sup>2</sup>, apta para instalar la plataforma seleccionada. Las monteras máxima y mínima sobre rasante son del orden de 90 y 25 metros, respectivamente.

La construcción del túnel, realizada en distintas fases temporales, ha tenido que superar tanto la compleja geología del macizo (tres unidades formadas por lutitas y areniscas, dolomías y calizas y areniscas y lutitas), como la presencia de cavidades kársticas y minas de yeso y plomo abandonadas,

## Túnel inteligente

El túnel de Vallirana es más que una obra subterránea compleja. También es un paradigma de seguridad gracias a un avanzado equipamiento de instalaciones y tecnología que funcionan de forma inteligente. El túnel es gestionado desde un centro de control situado junto a la boca oeste. Este centro dispone de un software tipo Scada (Supervisión, Adquisición y Control de Datos) que controla todos los sensores y equipos desplegados en ambos tubos, analiza los miles de datos que generan y adopta las decisiones más oportunas para la correcta explotación del túnel. El sistema se ha programado para que la mayoría de las funciones se controlen de forma automática bajo supervisión constante (24h/7) de los operadores del centro, que solo tienen que validar o tomar el control en ciertas ocasiones. El túnel incorpora estos sistemas:

**Energía.** Doble fuente de suministro eléctrico (dos centros de transformación de 630 KVA cada uno, interconectados) y sistema de grupos electrógenos, también redundante, que garantizan la energía en todo momento. Un Sistema de Alimentación Ininterrumpida (SAI) evita cortes de energía durante la transición de un sistema a otro.

**Ventilación.** Longitudinal, con 44 ventiladores de 45 kW de potencia y sensores (10 detectores de CO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub>, 10 anemómetros y 2 estaciones meteo). Los ventiladores se activan automáticamente en función de los datos enviados por los sensores al Scada.

**Alumbrado.** 524 proyectores Led, 324 balizas y control inteligente de luminosidad, con cinco niveles según condiciones de luz exterior aportadas por luminómetros. 344 luces autónomas de emergencia. El alumbrado SAI garantiza 2 horas de luz ante fallo eléctrico.

**Drenaje.** Sistemas independientes para recoger aguas pluviales y vertidos contaminantes en la calzada.

**Galerías de emergencia.** Ambos tubos se comunican mediante tres galerías que permiten el paso de personas y vehículos. Distantes 350 metros entre ellas, de 4-5 metros de ancho y 3,5-4,5 de altura, son presurizadas e incluyen equipos de emergencia.

**Protección contra incendios.** Doble anillo fibroláser para detectar el fuego y tres centrales de incendios para recibir datos. Red mallada de hidrantes y extintores móviles.

**Comunicaciones.** Circuito de TV para detección de incidentes en el 100% del túnel (36 cámaras fijas y domos en interior y bocas, que alertan al Scada de incidencias; cámaras de lectura de matrículas para control de mercancías peligrosas), radiocomunicaciones (cobertura TetraRescat de emergencias de la Generalitat, emisoras de Fomento y cuatro emisoras de FM a las que se podrán *inyectar* mensajes de emergencia), 33 postes SOS (cada 100 metros) y 126 altavoces (cada 25 metros).

**Controles.** Control de accesos (semáforos), control de gálibo (detector de altura, barrera infrarrojos, lazo inductivo), aforos de tráfico (4 estaciones), señalización fija y variable.



sobre las que se asientan viviendas, que amenazaban la estabilidad de los frentes. El sistema de ejecución, seleccionado a la vista de los informes del Cedex, ha sido el Nuevo Método Austriaco, consistente en la excavación de ambos tubos por medios mecánicos (rozadora pesada de 300 kilovatios de potencia y martillo hidráulico de 5 toneladas), en fases de avance y destroza, con una singularidad para garantizar la seguridad: la exca-

vación en avance ha ido precedida 20 metros por una galería piloto, de 5,5 metros de ancho, para detectar y tratar las minas o cavidades, procediéndose luego a ensanchar la sección. Paralelamente, se ha aplicado un procedimiento de técnicas geofísicas de sísmica de reflexión para obtener información predictiva sobre la naturaleza del terreno a atravesar y la eventual presencia de minas o cavidades relevantes. Se han dispuesto cinco tipos de



► Página opuesta, interior del túnel de Vallirana. Arriba, videowall del centro de control del túnel.

sostenimiento en función del terreno (bulones, cerchas y malla electrosoldada, hormigón proyectado, paraguas de micropilotes, gunitado de frente e inyecciones de lechada), con un espesor variable de 5 a 30 centímetros. El revestimiento se ha diseñado como un anillo continuo de hormigón en masa HM-25 de 30 centímetros de espesor en hastiales y bóveda en todo el túnel, realizado mediante carro a sección completa.

## Enlaces y estructuras

El nuevo tramo está delimitado por los enlaces situados en ambos extremos del trazado. El enlace de Vallirana Oeste es una glorieta a nivel que canaliza todos los movimientos entre la B-24 y la N-340: hacia Vallirana, hacia Vilafranca del Penedés o hacia el túnel de Vallirana en dirección Barcelona. Esta glorieta ha sustituido a otra existente a 250 metros, ya demolida, y presenta un diámetro interior de 40 metros. En el otro extremo del tramo se sitúa el enlace de Vallirana Este, que conecta con la variante de Cervelló de la B-24, ya en servicio. Se trata de una glorieta elevada sobre el tronco que ya tenía operativos los ramales del lado Barcelona. En la actual obra se han construido los dos ramales restantes, que completan el enlace, así como un ramal de conexión con las urbanizaciones de Santa Rosa y La Solana sobre la riera de Cervelló, realizado a petición del Ayuntamiento de Vallirana.

En el trazado se han ejecutado una serie de obras de fábrica de distintas tipologías para salvar los

cauces de las rieras. Así, en la glorieta sobre la riera de Vallirana se han ejecutado dos puentes de planta curva de un vano, con 18 metros de luz y 12,5 de ancho, consistentes en sendos pórticos de hormigón armado. Esta misma tipología se ha empleado para el paso sobre torrente de un ramal de conexión de la N-340 con la variante en el enlace de Vallirana Oeste. Para cruzar sobre la riera de Can Campderrós se han ejecutado dos puentes, uno para cada calzada, de un único vano de 11 metros de luz y 11,3 metros de anchura, resueltos mediante tableros bi-apoyados con vigas de hormigón pretensado. Al final del trazado se ha construido una pasarela sobre el tronco y la riera de Can Campderrós para reponer un camino interceptado por la autovía. Se trata de un puente de dos vanos, de 79 metros de longitud y 4 metros de anchura, estructuralmente resuelto mediante una estructura de hormigón pretensado de sección en T, empotrada en una pila central de geometría singular y apoyada en los estribos. Esta obra de paso es la única del trazado que ha requerido cimentación profunda mediante pilotes de hormigón armado.

De especial singularidad son los dos últimos puentes del trazado. La estructura que salva la confluencia de las rieras de Can Campderrós y Vallirana es de una tipología compleja, porque afecta tanto al tronco como a los ramales del enlace de Vallirana Este. Por ello, se han construido, para cada calzada, dos puentes de dos vanos de 11 y 13 metros de luz, de diferente tipología: tableros bi-apoyados con vigas de hormigón pretensado y losa de compresión superior, con una anchura total de 25 metros, para el paso del tronco; y marcos de hormigón armado,

de 7,5 metros de anchura, para el paso de los ramales. Por último, el puente sobre la riera de Cervelló y el vial que une el enlace de Vallirana Este con la calle Eduard Tolrà es una estructura de un vano de 14,8 metros de luz y 40 metros de ancho consistente en una bóveda tri-articulada prefabricada de hormigón armado, de 7,7 metros de radio. Esta era la opción más favorable para soportar un terraplén de 15 metros de altura y construir una glorieta de acceso a una calle.

Junto a las obras de paso, el tramo despliega una variada tipología de muros para soportar el terreno: dos muros de escollera en las bocas de los túneles para sostener los caminos de servicio (84 metros de longitud y 7,5 de altura) y la plataforma de la calle Sant Lluís (79 metros de longitud y 11,8 de altura), un muro de contención de hormigón armado para no afectar a viviendas cercanas (77 y 6,4 metros), un muro de anclado para soportar la plataforma de la calle Eduard Tolrà, de hormigón armado con elementos prefabricados (93 y 9 metros) y sendos muros en ambas calzadas del tron-

co para soportar la plataforma en los ramales del enlace de Vallirana Este, construidos con muros prefabricados de hormigón armado con puntera y talón (altura máxima de 9,5 metros). Asimismo, la ladera de la boca este del túnel ha sido reforzada mediante cosido con bataches de pilas de hormigón armado o pilotes.

---

## El tramo despliega una variada tipología de muros para soportar el terreno: de escollera, anclados, prefabricados de hormigón armado

---

En el capítulo de drenaje, para evacuar el agua de la plataforma se han ejecutado las correspondientes obras de drenaje longitudinal y transversal (este último formado por tres obras: un marco de

► Glorieta elevada y estructuras sobre la unión de las rieras de Can Campderrós y Vallirana (a la derecha de la glorieta) y sobre la riera de Cervelló (bajo el vial superior), al final del tramo.



► Vista de la unión de los dos tramos de la B-24 en Cervelló, con las urbanizaciones de Vallirana en la ladera de la montaña. Debajo, boca oeste del túnel



hormigón armado de 2x2 metros y dos tubos de 1 o 2 metros de diámetro). Como actuación complementaria, se ha ejecutado el encauzamiento de cinco tramos de las rieras y torrentes atravesados por la autovía mediante canales de sección trape-

zoidal de distintas longitudes y alturas protegidos por geomalla y escollera.

En medidas ambientales, se ha procedido a la reposición de dos caminos agrícolas paralelos al trazado y una calle de urbanización en su parte final, y se ha llevado a cabo la captación y canalización de la Font d'Armena. Asimismo, se han instalado 1.200 metros de pantallas acústicas cerca de edificios para limitar el ruido de la autovía. También se ha realizado la restitución ambiental y la integración paisajística de todo el ámbito del proyecto (se han extendido 10.000 m<sup>2</sup> de tierra vegetal e hidrosembrado y plantado una superficie de 50.000 m<sup>2</sup>), destacando la revegetación del talud de desmonte derecho en el lado oeste del tramo.

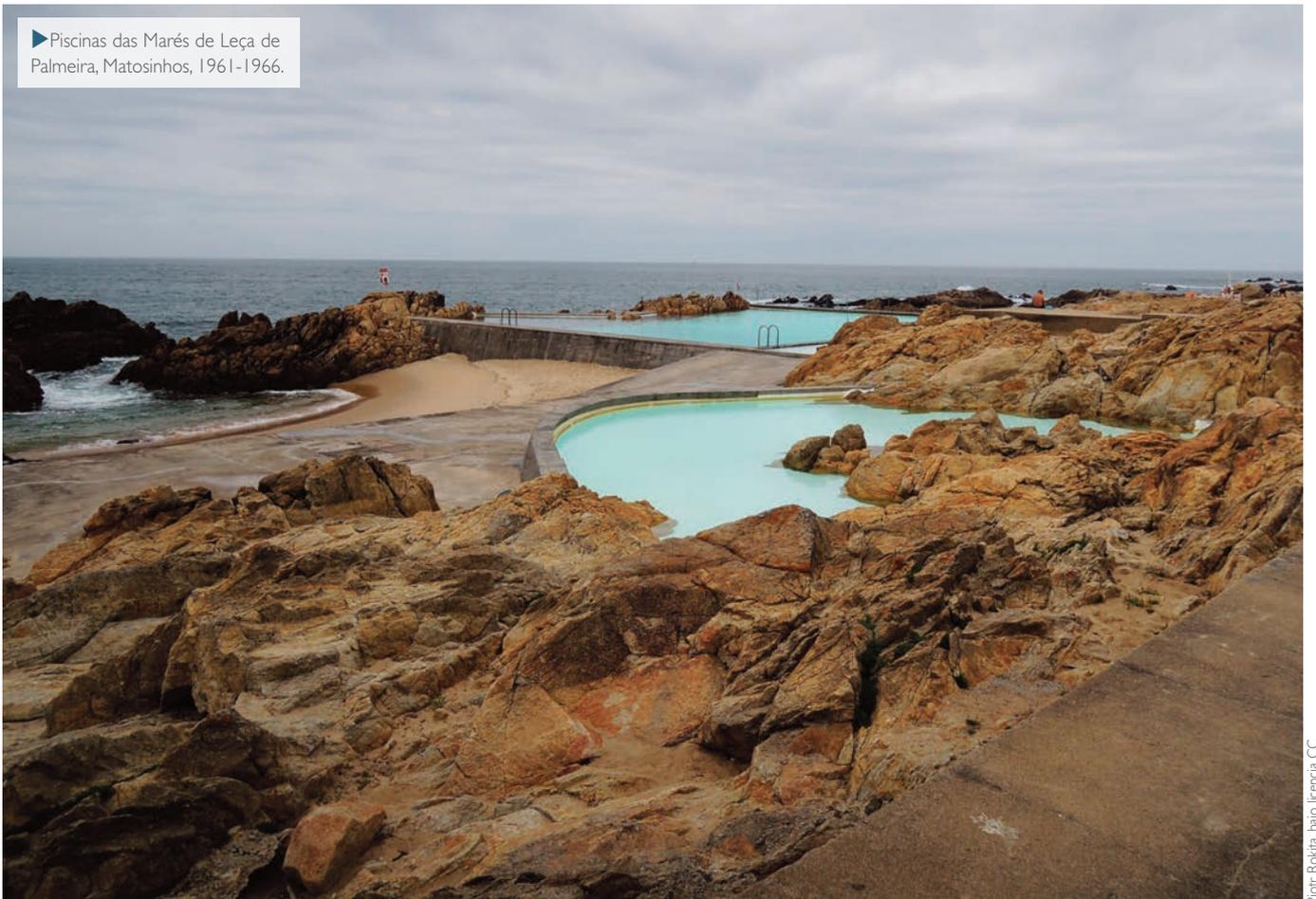


Javier R.Ventosa / Fotos: DCE Cataluña

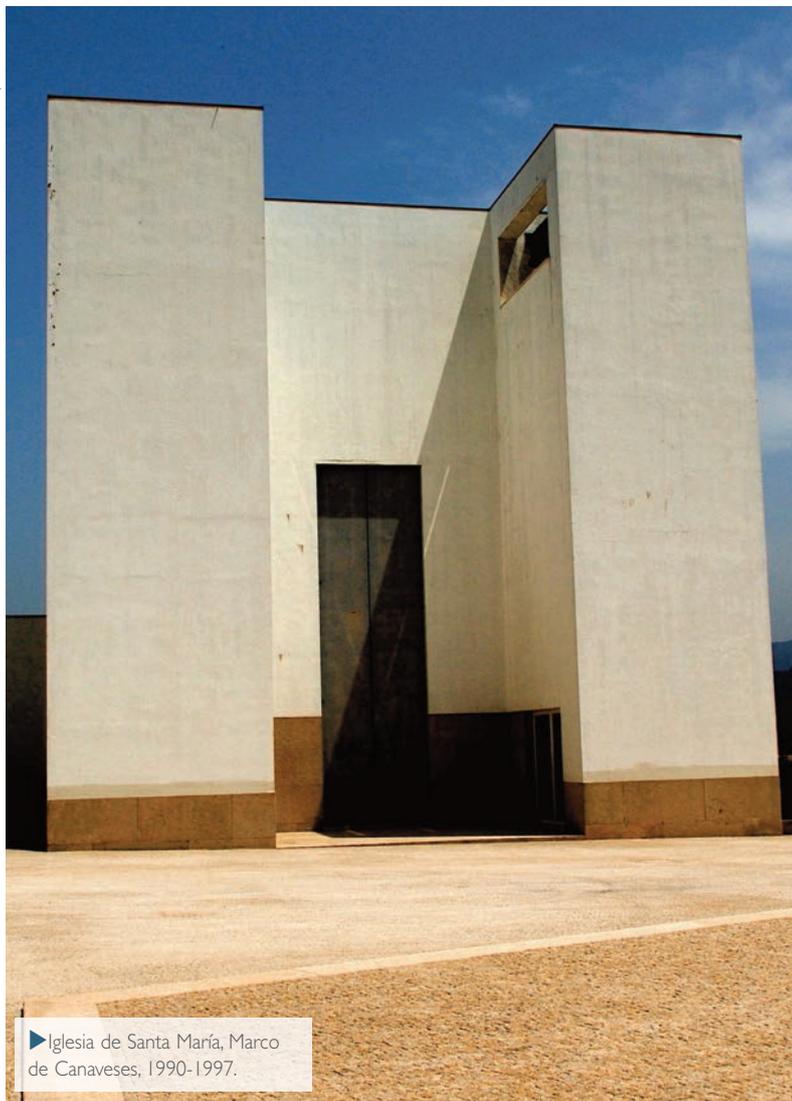
Álvaro Siza, galardonado por el Ministerio de Fomento  
con el Premio Nacional de Arquitectura 2019

# LA MATERIA Y SUS METÁFORAS

► Piscinas das Marés de Leça de  
Palmeira, Matosinhos, 1961-1966.



Piotr Rokita, bajo licencia CC



► Iglesia de Santa María, Marco de Canaveses, 1990-1997.

Con una extensa obra internacional, las creaciones de Siza están sin embargo arraigadas profundamente en su tierra, Portugal, donde comenzó hace más de sesenta años una carrera caracterizada por una mezcla armoniosa de sencillez, evocación del pasado y trascendencia, con una lectura del contexto material y del entorno que le han hecho merecedor del premio de la Unión Europea Mies van der Rohe, el Pritzker y, ahora, el Nacional de Arquitectura de España, la primera vez que se otorga a un arquitecto no español.

**El Ministerio de Fomento**, que ha destacado “la extraordinaria contribución de Álvaro Siza al enriquecimiento de la arquitectura y el urbanismo español dentro de nuestras fronteras”, reconoce así, al igual que lo han hecho instituciones y organismos de medio mundo, la larga trayectoria y la fuerte personalidad de la obra del arquitecto portugués. Nacido el 25 de junio de 1933 en Matosinhos, municipio y puerto pesquero al norte de Portugal muy próximo a Oporto, su vocación iba dirigida hacia la escultura, pero los deseos de su padre, por un lado, y la contemplación de las obras de Gaudí durante unas vacaciones en Barcelona a finales de los años cuarenta, por otro, le acabaron inclinando hacia la arquitectura.



► Parc Esportiu Llobregat, Cornellà, Barcelona, 2004



Georg Sickers, bajo licencia CC

► Edificio Schlesisches Tor o "Bonjour Tristesse", Berlín, 1984.

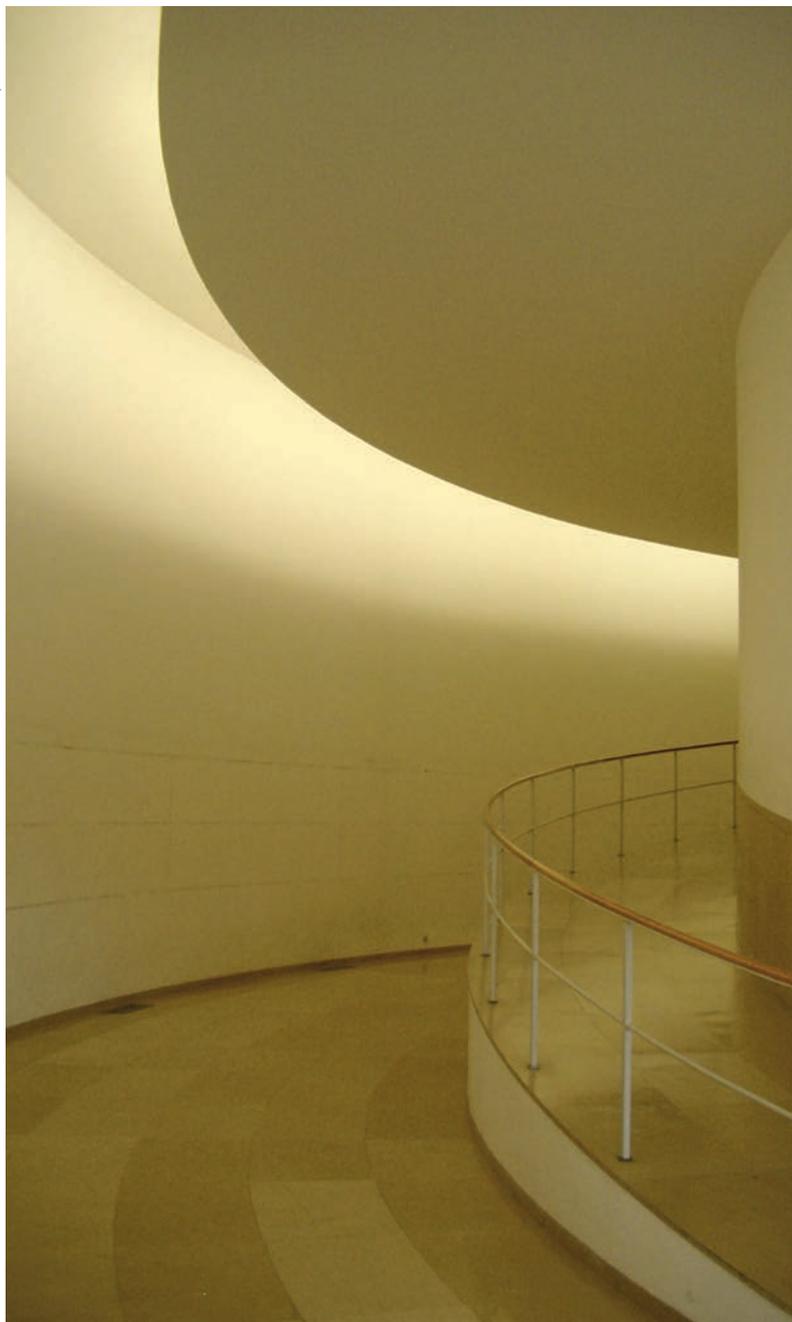
Cuenta el mismo Siza que lo que le deslumbró del maestro catalán fueron las soluciones funcionales, los volúmenes, la ornamentación. En esas visitas a la obra de Gaudí, “presentí por primera vez –ha escrito– que la arquitectura me interesaba más que cualquier otra cosa; que estaba a mi alcance; bastaba con poner a bailar ventanas, puertas, rodapiés, herrajes, estucos de madera o piedra, canalones”; es decir, lo más próximo a su temprana vocación escultórica. Una pasión esta, al igual que la del dibujo –Siza es un extraordinario dibujante–, que ha cultivado “en sus ratos libres” durante toda la vida al margen de su principal profesión; pero también en relación con ella, pues no concibe el comienzo de un proyecto arquitectónico sin bocetos previos. Considera que esculpir y dibujar pertenecen a la misma “familia” que la arquitectura, pero esas otras actividades le permiten recuperar una libertad creativa y un placer que le resulta más difícil encontrar en la profesión: “el placer de la arquitectura –reconoce– es cada vez menor por la complejidad y la serie de condicionamientos que se imponen a la construcción”; para llegar a ese

placer en la arquitectura, añade, “a veces hay que seguir un camino tortuoso”, y el trabajo “se transforma en una variedad de las carreras de obstáculos”.

## Primeros años

Siza ingresa en Arquitectura en la Facultad de Bellas Artes de Oporto en 1949, cuando todavía no tenía claro que allí estuviera su futuro. Cuando enseñó sus dibujos iniciales a sus profesores, estos le hicieron ver que tenía muy poca idea del oficio, y que lo primero que debía hacer era informarse. Entonces se compró varios libros y revistas, quedando impresionado por la obra de Alvar Aalto. Así pues, Gaudí, Aalto..., pero lo que sobre todo le acabó de decidir fueron sus profesores, jóvenes y con nuevas ideas.

Desde su época de estudiante, Siza ha seguido vinculado a la Universidad de Oporto casi toda su vida, compaginando su actividad profesional con



► Facultad de Arquitectura de la Universidad de Oporto, 1987-1994.

la docencia desde muy joven: Entre 1966 y 1969 impartió sus primeras clases de Arquitectura en la todavía Facultad de Bellas Artes de Oporto, y tras unos pocos años sin ejercer la docencia, en 1976 es nombrado profesor asistente de Construcción en la misma facultad, para seguir posteriormente en la nueva Escuela Superior de Arquitectura de Oporto, cuyos edificios él mismo proyectó y construyó. Además, ha sido profesor invitado en la Escuela Politécnica de Lausana y en la Graduate School of Design de Harvard, así como en las universidades de Pensilvania (EE.UU.) y Los Andes

(Bogotá), y ha impartido cursos y seminarios en otros centros de Europa, Japón y América.

Un año antes de terminar la carrera, en 1954, realiza ya su primer proyecto —unas viviendas en su ciudad natal—, y en 1955 empieza a colaborar con uno de sus admirados profesores de la Escuela, Fernando Távora, con el que permanece hasta 1958, fecha en que abre su propio estudio en Oporto, el mismo que continúa siendo su lugar de trabajo más de medio siglo después.

---

### Fomento ha destacado su extraordinaria contribución al enriquecimiento de la arquitectura española

---

Entre los proyectos más tempranos de Siza, podemos destacar dos que siguen siendo un referente de su arquitectura: la Casa de Té de Boa Nova (1958-1962) y las piscinas de Leça de Palmeira (1961-1966), ambas situadas en Matosinhos. La primera surgió de un concurso del ayuntamiento que ganó el estudio de Fernando Távora, donde entonces trabajaba Siza. Távora eligió el emplazamiento, entre las rocas del acantilado sobre el mar, un lugar complicado pero hermoso. Siza observó el paisaje, la configuración de la costa, los posibles accesos desde la avenida principal situada a bastante distancia, y tuvo claro que la idea debía plasmarse, en cuanto a escala, forma y materiales, en una construcción que se integrara plenamente en ese paisaje. El resultado, una casa encajada entre las rocas del acantilado, con grandes ventanales y partes totalmente acristaladas hacia el mar en los espacios principales, salón y comedor, mientras que desde la parte de tierra y su acceso la casa queda prácticamente oculta entre las rocas. Pilares de hormigón visto, muros en calados, teja roja y madera también rojiza constituyen los materiales empleados.

Algo más al sur, realizó Siza poco después otra de sus grandes obras tempranas, las piscinas das Marés de Leça de Palmeira, también un encargo de la Cámara Municipal de Matosinhos. Situadas igualmente en los acantilados de la costa Atlántica, Siza aprovechó una vez más la configuración topográfica y construyó dos vasos de agua salada (además de vestuarios y otras dependencias) en los que apenas existe solución de continuidad con la

Nine LaMaire, bajo licencia CC



► Plaza bajo la losa de hormigón del pabellón de Portugal en la Expo'98, Lisboa, 1995-1997.

costa y el océano. Los materiales utilizados parecen formar parte, por sus colores y texturas, del mismo paisaje natural en el que se integran.

En los años setenta, tras la Revolución de los Claveles, Siza recibe varios encargos del gobierno, asociaciones de vecinos y cooperativas para realizar proyectos urbanísticos en algunas zonas suburbanas de Portugal. Entre ellos, el más destacado es el barrio Quinta da Malagueira, en Évora (Alentejo), que comenzó siendo un proyecto urbanístico y que acabó, por iniciativa de los propios vecinos y tras varios años de trabajo, con la construcción de 1.200 viviendas en lugar de las 120 que se pensaron en un primer momento. Las viviendas son muy sen-

cillas, están realizadas con bloques prefabricados de hormigón revestido de mortero y cubierta también de hormigón, todo de una pequeña fábrica local. Sobre solares de unos noventa metros cuadrados, tienen dos plantas y un patio situado en la parte posterior. El de Quinta da Malagueira, según el propio Siza, fue un encargo complicado y no exento de polémica debido a las tensiones entre las distintas administraciones públicas y los cooperativistas, que provocaron, por ejemplo, que muchos de los equipamientos proyectados no llegaran a realizarse sino muchos años después y en otro contexto completamente diferente. Aun así, el barrio de Évora sigue siendo hoy día bastante fiel a la configuración original.

Filipe Rocha, bajo licencia CC



► Vista desde el río del pabellón de Portugal de la Expo '98, Lisboa, 1995-1997.

## Distinciones

Entre los numerosos premios otorgados a Siza, podemos citar los siguientes: Premio de Arquitectura de la Asociación Internacional de Críticos de Arte (1982). Premio de Arquitectura de la Asociación de Arquitectos Portugueses (1987). Medalla de Oro de Arquitectura del CSCAE (1988). Medalla de Oro de la Fundación Alvar Aalto (1988). Premio de Arquitectura de la Unión Europea - Mies van der Rohe (1988). Premio Pritzker (1992). Premio Nacional de Arquitectura de Portugal (1993). Premio Gubbio de la Asociación Nacional de Centros Histórico-Artísticos de Italia (1994). Premio Secil de Arquitectura (1996). Premio Manuel de la Dehesa de la UIMP de Santander (1997). Arnold W. Brunner Memorial Prize, de la Academia Americana de Artes y Letras (1998). Praemium Imperiale de la Asociación de Arte de Japón (1998). Premio de las Artes de la Fundación Wolf de Israel (2001). Premio Nacional de Arquitectura Alexandro Herculano, Portugal (2001). Premio Internacional Compostela de la Xunta de Galicia (2002). León de Oro (mejor proyecto) de la Bienal de Venecia (2002). Medalla de Oro del Royal Institute of British Architects (2009). León de Oro (trayectoria profesional) de la Bienal de Venecia (2012). Premio Nacional de Arquitectura, España (2019).

Por otro lado, es miembro de prestigiosas instituciones como la American Academy of Arts and Science, el Royal Institute of British Architects, el American Institute of Architects, la Académie d'Architecture de France, o la European Academy of Sciences and Arts. Además, ha sido nombrado doctor honoris causa por universidades de todo el mundo, entre ellas las españolas de València, Menéndez Pelayo de Santander, Sevilla y Granada.

## Reconocimiento nacional e internacional

Los años siguientes suponen para Siza el pleno reconocimiento tanto a nivel nacional como internacional, con proyectos tan emblemáticos como la reconstrucción del barrio del Chiado o el pabellón de la Exposición Universal del 98, ambos en Lisboa, y, fuera de Portugal, sus trabajos en Holanda, Alemania, Italia y España, país con el que ha mantenido una estrecha vinculación y donde ha realizado algunos de sus proyectos más relevantes.

De 1986 es la original interpretación que hace de los postulados racionalistas en el edificio del banco Borges & Irmão en Vila do Conde, obra por la que recibió el premio de Arquitectura de la Unión Europea Mies van der Rohe de 1988; un edificio blanco, de formas puras, aparentemente sencillo pero que va generando complejidad a base de curvas, giros y volúmenes escalonados. Con grandes ventanales en el cuerpo inferior y ciego en el superior; su supuesto racionalismo está contrastado con una tendencia organicista que lo hace tan original.

De 1988 es su primer trabajo en el extranjero, el edificio Schlesisches Tor, en el barrio berlinés de Kreuzberg. Más conocido como “Bonjour Tristesse” (por una pintada que apareció en lo alto del edificio nada más terminado y que nunca fue borrada), la forma curva de la fachada principal ha sido interpretado como un guiño al expresio-



► Museo de la Fundación Iberê Camargo, Porto Alegre, Brasil, 1998-2008.

Eugenio Hansen, bajo licencia CC

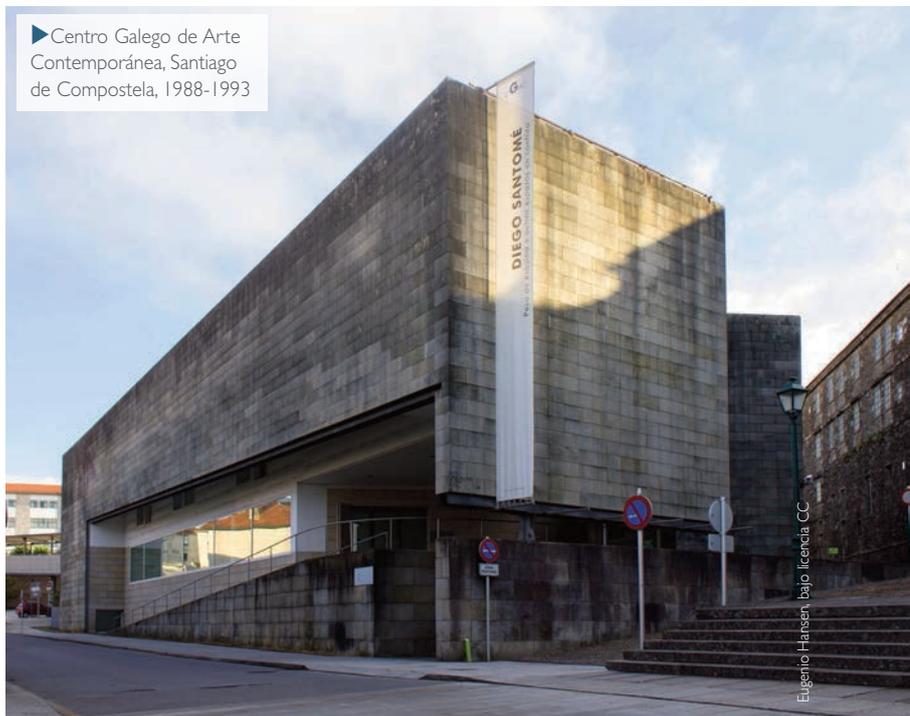
nismo alemán, aunque Siza ha dicho que, de ser así, se trata de una referencia inconsciente, producto de su afán de integración de lo que construye con el entorno. De vuelta en Portugal, de esa década es la Facultad de Arquitectura de la Universidad de Oporto, en donde Siza también compaginó armónicamente las necesidades funcionales del edificio con las características del lugar.

En 1996 terminaría su primera construcción religiosa: la iglesia parroquial de Santa María de Marco de Canaveses (Oporto) –una modalidad, la edificación religiosa, en la que no se ha prologado Siza-. Como recuerda el arquitecto, su intervención fue un empeño personal del cura párroco de entonces, que tuvo que enfrentarse a las reticencias de la diócesis. Es una obra donde confluyen, como ha dicho Siza, intenciones y planteamientos distintos, e incluso recuerdos infantiles como la sensación de claustrofobia provocada por la oscuridad de la iglesia a la que iba cuando era niño, y que en San Marco de Canaveses quiso contrarrestar con el absoluto protagonismo de la luz.

## Arquitectura de museos y Expo'98

Si en la arquitectura religiosa no ha sido muy pródigo –cabría añadir a la de San Marco de Canaveses la reciente iglesia (2017) de Saint-Jacques de la Lande, en Rennes-, su dedicación a la arquitectura museística fue y sigue siendo intensa, con algunas obras que están entre las mejores de su repertorio, como el museo para la Fundación Iberê Camargo en Porto Alegre, el de la Fundación Serralves de Oporto, el Museo de Arte Contemporáneo Donnaregina de Nápoles, el Centro Galego de Arte Contemporánea de Santiago, o más recientemente, el Museo del Diseño de Hangzhou (China) y el Mimesis (Corea del Sur).

Situado a orillas del río Guaíba, en Porto Alegre, al sur de Brasil, el edificio del museo de la Fundación Iberê Camargo está construido en hormigón blanco, con unas fachadas que revelan el contrapunto entre las formas rectas del cuerpo y las más sinuosas de las rampas que lo abrazan, creando un juego de simetrías y asimetrías que algunos han relacionado con la dicotomía entre arte y naturaleza y otros con el diálogo entre las dos orillas del Atlántico. Pero quizá lo más destacable en esta obra sea el respeto al medio ambiente y al paisaje, pues, ubicado en un terreno estrecho que fue antigua cantera, Siza ha sabido amoldar la



► Centro Galego de Arte Contemporánea, Santiago de Compostela, 1988-1993

Eugenio Hansen. Bajo licencia CC

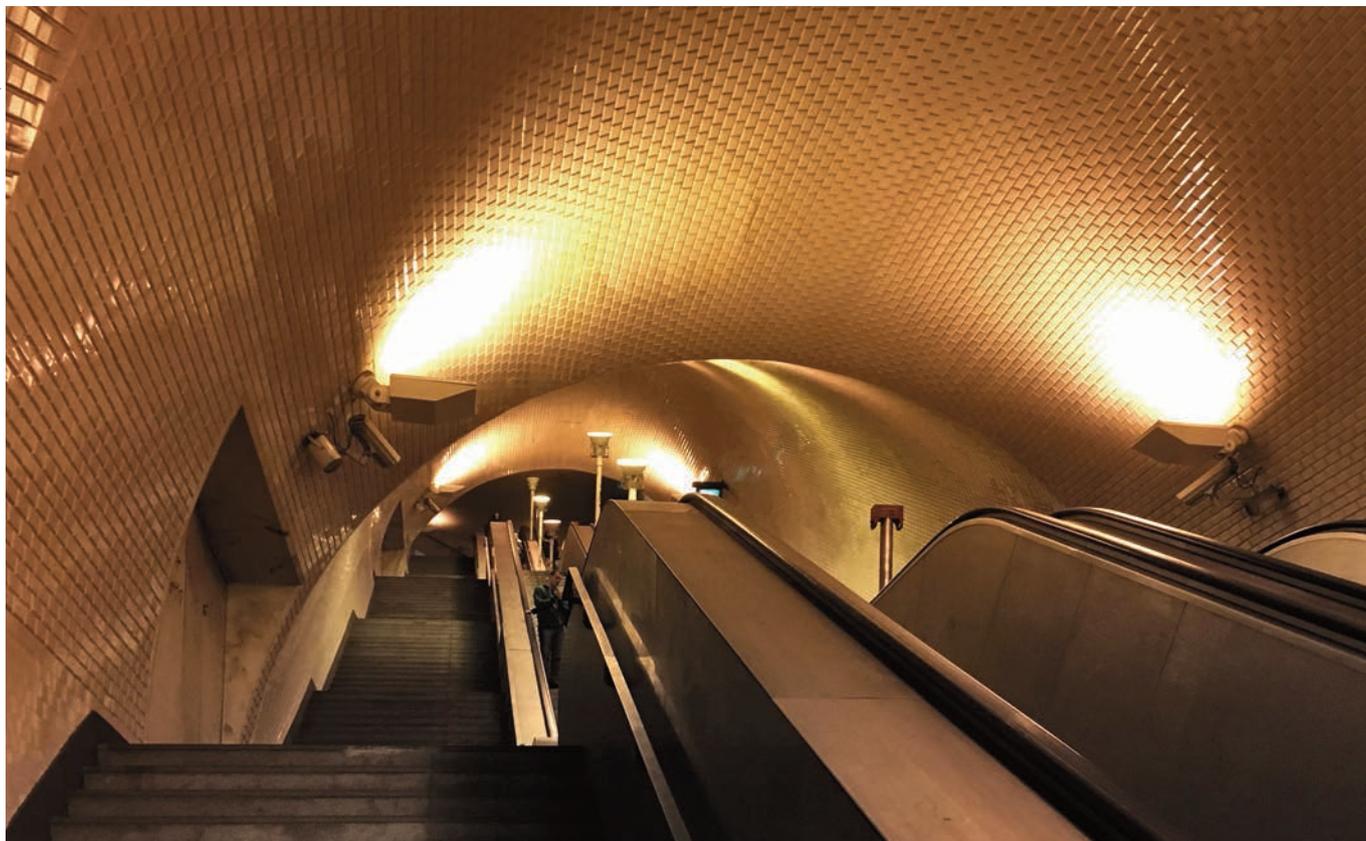
### Mención Especial del Jurado a SelgasCano

Este año, el Jurado realizó una propuesta de mención especial a la candidatura del estudio SelgasCano, "reconociendo los nuevos valores que aporta su arquitectura, por convertir aspectos como la temporalidad, el rol de la naturaleza como elemento arquitectónico y la ligereza, en oportunidades críticas experimentales y reflexivas que conectan a los arquitectos con la sociedad contemporánea, buscando una vía de desarrollo para la arquitectura futura".

José Selgas y Lucía Cano son autores, entre otras obras y pabellones temporales, del Palacio de Congresos y Auditorio de Plasencia, que ha sido este año 2019 uno de los cinco proyectos finalistas del Premio de Arquitectura Contemporánea de la Unión Europea - Mies van der Rohe.

construcción al medio preexistente, entre el río y el desmonte rocoso, integrándola en el paisaje y utilizando sistemas estructurales respetuosos con el ecosistema.

Ya de finales del siglo pasado y principios de este, y ambos en Lisboa, no pueden dejar de mencionarse otros dos proyectos clave: la reconstrucción del barrio del Chiado y el pabellón de Portugal para la Exposición Universal del 98. En agosto de 1988, un espantoso incendio redujo a cenizas buena parte del barrio del Chiado, uno de



► Metro Baixa-Chiado, Lisboa, 1992-1998. Detalle de las bóvedas.

los lugares más emblemáticos de la vida comercial y cultural lisboeta. La ejecución del proyecto redactado por Siza se convirtió en una carrera de obstáculos y contrarreloj, pues a la complejidad de la obra se unió la necesidad de llevarla a cabo cuanto antes. El Chiado, además de un barrio lleno de actividad por su comercio y turismo, plagado de referencias culturales e históricas, es paso obligado entre la Baixa y el Bairro Alto, los otros dos centros de la vida lisboeta. Por ello la reconstrucción —que debía conjugar la recuperación del pasado con la necesaria modernización— supuso un auténtico desafío para conservar en la medida de lo posible y recuperar cuanto antes la vida y el tránsito en el barrio. En ese sentido, el proyecto de Siza fue impecable y modélico, y así le fue reconocido con varios premios nacionales e internacionales. El proyecto incluyó una nueva estación de metro, Baixa-Chiado, con largas pasarelas y altas bóvedas revestidas de cerámica en las que se proyecta una luz anaranjada que le dan un efecto cálido y acogedor.

Parada obligada en la obra de Siza es también el pabellón de Portugal de la Expo '98. Situado a orillas del río Tajo, su elemento fundamental es una enorme pero delgada lámina de hormigón

tendida entre dos grandes pórticos, formando una plaza cubierta, que recuerda a una vela ondeando al viento y que proporciona una espectacular perspectiva del río.

Más recientemente, Siza ha vuelto su mirada hacia Asia, con obras en Corea del Sur y China, algunas en colaboración con el arquitecto Carlos Castanheira (Otra característica de Siza es la de haber colaborado con grandes arquitectos, como el ya citado Távora o Eduardo Souto de Moura, el otro Pritzker portugués, que trabajó varios años en su estudio.) De esta colaboración con Castanheira han surgido varias obras, como los museos ya citados del Diseño y el Mimesis, el llamado Edificio sobre el Agua —un complejo de oficinas en medio de un lago artificial de Huai'an (China), de hormigón blanco y sinuosas formas que evocan las de un dragón tumbado— o la capilla y el pabellón de arte en el parque Saya, un modelo de integración en el paisaje, a caballo entre la escultura y la obra arquitectónica.

En la actualidad, con 86 años, Siza aún es capaz de reinventarse, y está embarcado en un proyecto inédito en su arquitectura: un rascacielos en el mítico barrio Hell's Kitchen de Manhattan.

## Proyectos Destacados

### En Portugal

- ✓ Viviendas en la avenida Don Alfonso Henriques (1957).
- ✓ Casa de Chá Boa Nova (1958-1962).
- ✓ Piscina das Marés de Leça da Palmeira (1961-1966).
- ✓ Barrio Quinta da Malagueira (Évora, 1973-1977).
- ✓ Banco Pinto & Sotto Mayor (Oliveira de Azeméis, 1971-1974).
- ✓ Viviendas sociales en Bouça (Oporto, 1975-1978).
- ✓ Casa Avelino Duarte (Ovar, 1980-1984).
- ✓ Banco Borges & Irmão (Vila do Conde, 1980-1986).
- ✓ Escuela de Educación de Setúbal (1986-1993).
- ✓ Escuela de Arquitectura de Oporto (1987-1994).
- ✓ Biblioteca Universitaria de Aveiro (1988-1994).
- ✓ Iglesia de Santa María (Marco de Canaveses, 1990-1997).
- ✓ Museo de la Fundación Serralves (Oporto, 1991-1999).
- ✓ Rehabilitación del Chiado y metro (Lisboa, 1992-1998).
- ✓ Pabellón de Portugal en la Expo 98 (Lisboa, 1995-1998).
- ✓ Biblioteca Municipal de Viana do Castelo (2001-2007).
- ✓ Adega Maior (Campo Maior, 2003-2006).
- ✓ Casa Armanda Passos (Oporto, 2002-2007).
- ✓ Edificio Leonel (Lisboa, 2007).
- ✓ Nadir Afonso Art Museum (Chaves, Portugal, 2015).
- ✓ Pabellón multiusos de Gondomar (Oporto, 2017).

### En España

- ✓ Centro Galego de Arte Contemporánea (Santiago de Compostela, 1988-1993).

- ✓ Centro Meteorológico de Barcelona (1992).
- ✓ Viviendas sociales en Cádiz (1992).
- ✓ Facultad de Ciencias de la Información (Santiago de Compostela, 1993-1999).
- ✓ Rectorado de la Universidad de Alicante (1996-1999).
- ✓ Parc Esportiu Llobregat (Cornellà, Barcelona, 2004).
- ✓ Paraninfo de la Universidad del País Vasco (Bilbao, 2010).
- ✓ Edificio Zaida (Granada, 2010).
- ✓ Auditorio Manzana del Revellín (Ceuta, 2011).
- ✓ Teatro-auditorio (Llinars del Vallès, Barcelona, 2013).

### En otros países

- ✓ Edificio Schlesisches Tor o "Bonjour Tristesse" (Berlín, 1984).
- ✓ Museo Insel Hombroich (Düsseldorf, 1995-2009).
- ✓ Pabellón de la Serpentine Gallery (Londres, 2005).
- ✓ Museo de Arte Contemporáneo Donnaregina (Nápoles, 2005).
- ✓ Museo para la Fundación Iberê Camargo (Porto Alegre, Brasil, 1998-2008).
- ✓ Museo Mimesis (Paju Book City, Corea del Sur 2006-2010).
- ✓ Laboratorios Amore Pacific (Gyeonggi-do, Corea del Sur, 2007-2011).
- ✓ Plan de Recuperación de Schilderseijk (La Haya, 2011).
- ✓ Edificio sobre el Agua (Huai'an, China, 2014).
- ✓ Iglesia Saint-Jacques de la Lande (Rennes, 2017).
- ✓ Museo del Diseño (Hangzhou, China, 2018).
- ✓ Pabellón de arte y capilla en el parque Saya (Corea del Sur 2018).

## Siza en España

La vinculación entre Siza y nuestro país ha sido muy intensa, y después de Portugal es aquí donde ha llevado a cabo el mayor número de proyectos. Así, entre 1988 y 1993, realiza en Santiago de Compostela el Centro Galego de Arte Contemporánea, donde el arquitecto portugués jugó con los contrastes entre el estilo vanguardista del museo –levantado en la que fuera huerta del antiguo convento de San Domingos de Bonaval– y el entorno barroco que lo rodea, pero también con las similitudes logradas mediante el granito

de las fachadas oscurecidas por la humedad y el tiempo. Predominio de la horizontalidad, líneas rectas, fachadas planas y austeras, muros y cubiertas de granito emplastado pintado de blanco son algunas de sus características más relevantes. En el interior, materiales como el mármol y la madera, las formas puras que combinan curvas y rectas y la entrada de luz agudizan ese aire de austeridad, casi de misticismo. Dentro del mismo recinto del convento dominico, junto al museo, realizó el propio Siza el parque de Bonaval, con varios niveles de altura y magníficas vistas de la ciudad.

► Complejo cultural  
Manzana del Revellín,  
Ceuta, 2011.



Xemenendura, bajo licencia CC

Tras el Centro Galego de Arte, sigue Siza en Santiago para la construcción de la Facultad de Ciencias de la Comunicación de la universidad compostelana, también ejemplo de la armonía de formas, y antes de acabar acomete otro proyecto de arquitectura universitaria, el Rectorado de la Universidad de Alicante, igualmente austero y sencillo, de forma cuadrangular, fachadas limpias e interiores luminosos dispuestos a uno y otro lado de patios porticados longitudinales.

Entre las obras más recientes de Siza en España se pueden citar tres ejemplos de arquitectura cultural: el Paraninfo de la Universidad del País Vasco en Bilbao, el Teatro-Auditorio de Llinars del Vallès (Barcelona) y el Complejo Cultural Manzana del Revellín de Ceuta. El primero, construido en un lugar emblemático de Bilbao, junto a la ría y muy cerca del Guggenheim, alberga, además de dependencias de la UPV, tres auditorios y cuatro salas de

exposiciones donde se celebran multitud de actos que lo han convertido en un referente cultural de la capital vizcaína. El edificio de seis plantas y en forma de L tiene una estructura mixta de hierro forjado y hormigón, con fachadas en las que se combina el revestimiento de mármol blanco y azulejos artesanales de color gris.

Por su parte, en el auditorio de Llinars la conservación del paisaje, especialmente del bosque que rodea al terreno –en el que se ubicaba una antigua casa de campo– ha sido no ya un condicionante sino un elemento principal constituyente del proyecto. Se trata de un edificio compuesto por dos volúmenes de ladrillo rojo articulados en dependencia del elemento fundamental, la caja escénica.

En cuanto al auditorio y complejo cultural de Ceuta, se trata de cinco cuerpos que ocupan toda una manzana del centro histórico, delimitando una plaza interior. El mayor de los edificios es el teatro-auditorio, que llena gran parte del espacio. Con fachadas blancas y netas, el conjunto se integra a la perfección en el casco histórico ceutí en el que se levanta. Precisamente con ocasión de este proyecto, declaraba Siza en una entrevista que él nunca tiene pretensiones monumentales, que lo peor que le puede ocurrir a un arquitecto “es intentar hacer el *monumento* de la ciudad” –de cualquier ciudad–, sino que se trata de crear algo “con la preocupación de encontrar la escala justa de intervención”. Toda una declaración de principios.

### Bibliografía

“Álvaro Siza”. *El Croquis*, núm. 95. Madrid, 1999.

Álvaro Siza: *Transformando la realidad*. Libro-CD. Textos: Juan Miguel Hernández León; dirección: Michael Blackwood. Arquia, Barcelona, 2004.

Siza, Álvaro: *Textos*. Abada Editores, Madrid, 2014.

Rodríguez, Juan; Seoane, Carlos: *Siza X Siza*. Arquia, Barcelona, 2015.

Entrevista de Pedro Torrijos a Álvaro Siza en la revista electrónica *Jot Dawn*, 12/2015.

“Álvaro Siza”. *Arquitectura Viva*, Monográfico núm. 187-188. Madrid, 2016.

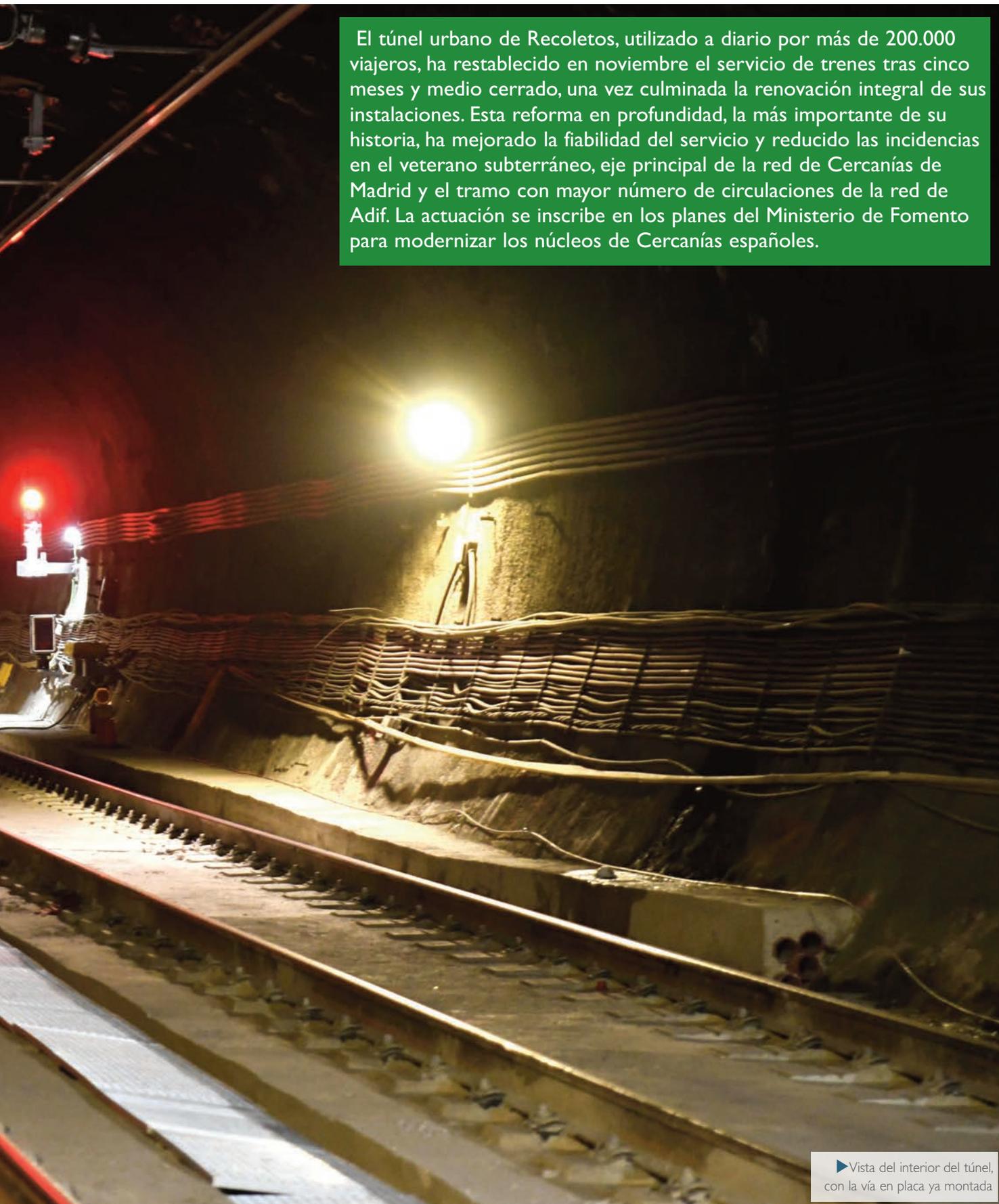
Mariano Serrano

El renovado túnel de Recoletos, clave para las Cercanías de Madrid, gana fiabilidad

# Reforma en profundidad



El túnel urbano de Recoletos, utilizado a diario por más de 200.000 viajeros, ha restablecido en noviembre el servicio de trenes tras cinco meses y medio cerrado, una vez culminada la renovación integral de sus instalaciones. Esta reforma en profundidad, la más importante de su historia, ha mejorado la fiabilidad del servicio y reducido las incidencias en el veterano subterráneo, eje principal de la red de Cercanías de Madrid y el tramo con mayor número de circulaciones de la red de Adif. La actuación se inscribe en los planes del Ministerio de Fomento para modernizar los núcleos de Cercanías españoles.



► Vista del interior del túnel, con la vía en placa ya montada



**El túnel Atocha-Chamartín** vía Recoletos, conocido desde sus orígenes como “túnel de la risa”, es una infraestructura de 7,3 kilómetros que cruza el centro de Madrid de sur a norte y que comunica, mediante una línea de ferrocarril convencional, las dos mayores terminales de la capital a través de las estaciones intermedias de Recoletos y Nuevos Ministerios. Su trazado, que salva un desnivel de 110 metros entre el origen y el final, es recorrido por los trenes a 60-70 km/h. Este enlace subterráneo, operativo desde 1967, presta servicio a cinco de las 11 líneas de Cercanías (C1, C2, C7, C8 y C10) – además de a una veintena diaria de trenes de Media y Larga Distancia–, por lo que es el eje principal de esta red suburbana y una infraestructura básica del sistema del movilidad de los madrileños. Se trata del tramo con mayor número de circulaciones de la red ferroviaria española, casi 3.300 a la semana (el 98% de Cercanías), con una media de 470 trenes y más de 200.000 viajeros en un día laborable.

En este túnel, aquejado por el paso del tiempo y el uso exhaustivo, Adif ha realizado en los últimos años varias intervenciones para mejorar su funcionamiento: modernización de catenaria (2004), sustitución de desvíos en Nuevos Ministerios y Recoletos (2008), obras de mantenimiento (2009), arreglo de filtraciones en la plataforma y corrección del gálibo de la catenaria (2012), renovación de ventilación y eliminación de marquesina en Recoletos (2016), además de otras reparaciones puntuales, que han supuesto su cierre durante breves periodos. Pese a estas reformas parciales, las incidencias en el tramo no han dejado de crecer, y cada una de ellas ha supuesto retrasos para miles de viajeros. Solo entre 2014 y 2018, Adif ha contabilizado 225 incidencias, con una media de 28 trenes afectados y 316 minutos de retraso por suceso. La mayor parte se ha debido a las instalaciones de control y gestión de tráfico y a la vía (estas últimas causan los mayores retrasos), según datos de Adif.

► Tren en fase de pruebas en los andenes abovedados de la estación de Nuevos Ministerios.



► Trazado del túnel Atocha-Chamartín vía Recoletos.

Entre 2017 y 2018, un equipo multidisciplinar de técnicos del Ministerio de Fomento, Adif y Renfe analizó, en el marco de un estudio sobre la red de Cercanías de Madrid, el caso del túnel de Recoletos y sus singulares características de antigüedad (su construcción se inició en 1933), elevada demanda de movilidad (con grados de saturación cercanos al 100% en varias bandas horarias) e importancia para las Cercanías (cualquier afectación en el tramo repercute en la red). Como conclusión, el estudio determinó la necesidad de acometer una reforma integral de las instalaciones para modernizar y mejorar el servicio que el túnel presta a la ciudad. Para ello se proyectaron tres actuaciones: la sustitución de vía en balasto y traviesas de madera por vía en placa, la sustitución de la catenaria flexible por catenaria rígida y la modernización de la señalización ferroviaria. Dada la incompatibilidad de la actuación propuesta con el mantenimiento del tráfico ferroviario, el túnel debería cerrar durante varios meses.

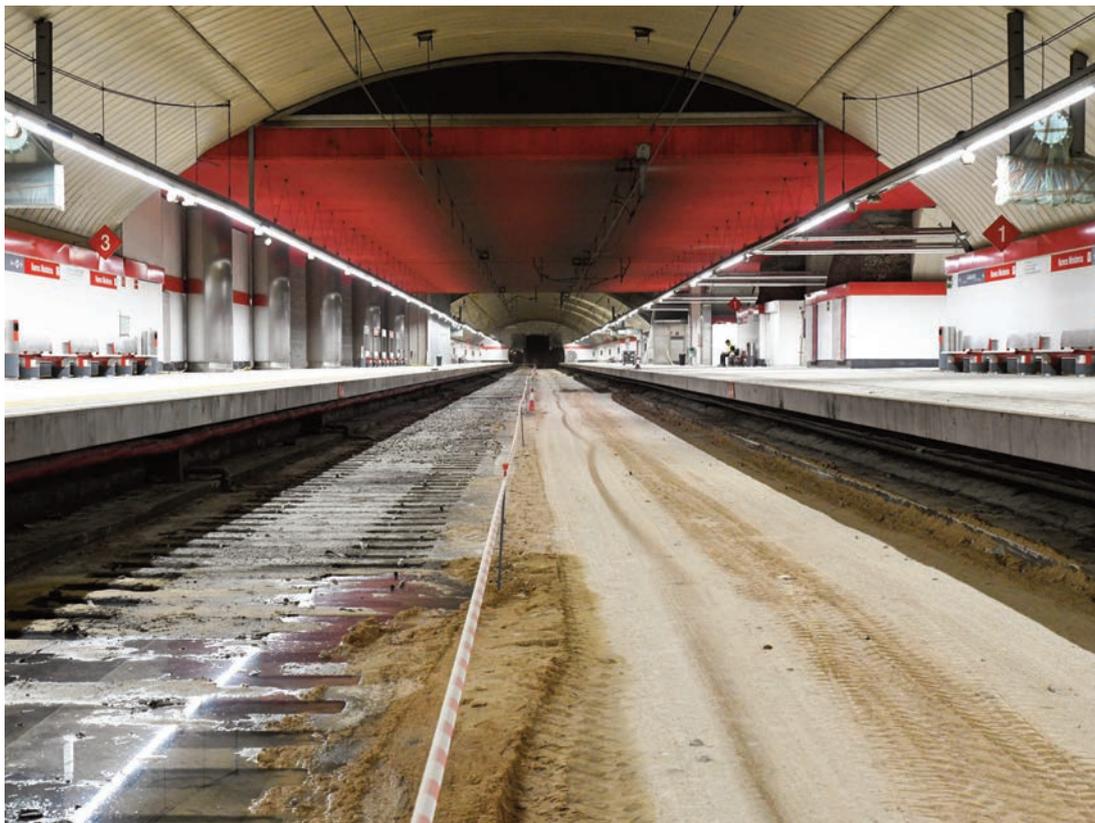
La reforma integral del túnel, la obra más importante de su historia y estratégica para la red de Cercanías, se incluyó en un plan de acción urgente del Ministerio de Fomento, a ejecutar entre 2018 y 2019, comprendido a su vez en el Plan Integral de Mejora de Cercanías de Madrid (2018-2025). De hecho, según los responsables ministeriales, “es una de las obras más importantes” de ese Plan. Licitada en diciembre de 2018, la obra se adjudicó a principios de 2019 a media docena de empresas del sector, por un importe superior a 45 M€ (IVA incluido), desglosado en varios contratos. Los más importantes son los de renovación de vía y electrificación (24,1 M€) y de modernización de la señalización (10,1 M€), a los que se suman los relativos al suministro de material, como aparatos de vía (4,8 M€), traviesas (3,9 M€) y carril (1,9 M€). El plazo fijado para la obra ha sido de seis meses, entre junio y noviembre, periodo que ha permitido hacer coincidir lo máximo posible el cierre del túnel con el periodo estival y minimizar así las afecciones.

## Cierre y condicionantes

Con carácter previo al inicio de los trabajos, Renfe interrumpió el tráfico por el túnel y procedió a su cierre. Para mantener el servicio, la operadora desvió los trenes al vecino túnel de Sol, reforzando en horas punta los servicios de las líneas C3 y C4 que lo recorren al crecer la demanda de viajeros en Atocha, Nuevos Ministerios y Chamartín. Paralelamente, en coordinación con el Consorcio

Regional de Transportes, estableció un plan alternativo de transporte con autobuses de la EMT para cubrir el recorrido Atocha-Nuevos Ministerios, con parada en Recoletos, y retorno para hacer trasbordos de tren a autobús. En este periodo, además, Renfe implantó un servicio especial de trenes en el Corredor del Henares, entre Guadalajara y Chamartín por la vía de contorno de O'Donnell, que se ha mantenido tras la reapertura del túnel.

Las obras, iniciadas el 2 de junio, se han llevado a cabo durante 5,5 meses. El ajustado plazo ha sido uno de los retos de la obra, dado que el objetivo era minimizar el tiempo de interrupción del servicio. Para ello, la dirección de obra, ejercida por Adif, y las empresas han destinado un equipo de más de 120 profesionales, que han trabajado 24 horas diarias los siete días de la semana, en tres turnos, tanto en las tareas asignadas como en la resolución de imprevistos (filtraciones de agua, etc.), para terminar en plazo, lo que han conseguido. Otro condicionante ha sido la propia estructura del túnel, construido con técnicas de los años 30 del pasado siglo, con secciones cambiantes e irregulares, bóvedas de ladrillo y un gálibo reducido, que los ingenieros han tenido que encajar en el proyecto y en la obra, adaptando en la medida de



► Infografía de situación inicial y final del túnel. Izquierda, plataforma de los andenes 2 y 4 de la estación de Nuevos Ministerios con las vías levantadas.

## Un cincuentón con pasado

El túnel Atocha-Chamartín vía Recoletos es uno de los tres enlaces ferroviarios subterráneos que atraviesan Madrid de sur a norte conectando ambas estaciones (los otros dos son el túnel oeste de Sol y el túnel este de alta velocidad, de próxima puesta en servicio). Es el más antiguo de los tres, con 52 años de actividad cumplidos, aunque el proyecto se remonta a la Segunda República. Su origen está en el Plan de Enlaces Ferroviarios de Madrid (1932) propuesto por el ministro de Obras Públicas, Indalecio Prieto, que preveía una conexión pasante de sur a norte para resolver el problema de la falta de conexión de las líneas confluyentes en Madrid, condenadas a *morir* en alguna de las estaciones término situadas en el sur (Norte, Delicias y Atocha, incomunicadas entre sí), sin posibilidad de enlazar con otras líneas. La solución elegida fue un túnel bajo el eje de los paseos del Prado, Recoletos y Castellana que conectara Atocha (en el sur) con la futura estación de Chamartín (en el norte), prolongando luego la vía hasta Fuencarral, y que además impulsaría el crecimiento planificado de Madrid hacia el norte. Las obras de este túnel, bautizado como "tubo de la risa" por la prensa contraria al proyecto, arrancaron en abril de 1933, pero fueron interrumpidas por la Guerra Civil.

Tras la contienda, con nuevos planes que priorizaban el enlace con entrada por el norte de Madrid, y en vista de los avances de la obra (varios tramos estaban finalizados), se retomó la excavación y la construcción de las estaciones. El túnel se inauguró en julio de 1967 con dos nuevas estaciones (Chamartín y Nuevos Ministerios) y dos apeaderos (Recoletos y Atocha), y servicios cada 15 minutos entre Atocha Apeadero y Chamartín, además de dar paso a los trenes de la línea Madrid-Cercedilla-Segovia. En las décadas siguientes, con el auge de la movilidad, el túnel cobró importancia para las conexiones norte-sur y se consolidó —ya con la estación de Atocha-Cercanías (1992)— como eje estratégico de la red de Cercanías. La falta de capacidad mostrada a principios de siglo se resolvió en 2008 con el nuevo túnel de Sol, que absorbió parte del tráfico. La reforma de 2019 ha revitalizado a este túnel cincuentón, que hoy acoge con renovada eficacia el tránsito de 470 trenes diarios, con frecuencias de paso similares a las del metro.

► Carril y traviesas a la espera del hormigonado definitivo para constituir la vía en placa.



lo posible la normativa del siglo XXI a un túnel de estas características. Finalmente, la coordinación y sincronización de trabajos de naturaleza muy dispar, a cargo de distintas empresas, ha sido otro factor que ha habido que gestionar para cumplir el cronograma de obras.

## Desarrollo de las obras

La primera actuación de la reforma ha sido la renovación de vías y catenaria. El ámbito de esta obra civil, según el proyecto, ha abarcado desde el inicio de la vía en placa existente en la estación de Atocha-Cercanías sentido Chamartín (vías 1, 2, 3, 4 y 5) hasta la salida del túnel junto a la terminal de Chamartín, incluyendo las transiciones entre la nueva vía en placa a ejecutar y la vía sobre balasto existente. En el tramo se ha sustituido la superestructura de vía en balasto y traviesa de madera por vía en placa, y se ha cambiado la catenaria flexible existente por catenaria rígida, salvo en la cabecera



de Atocha, donde se han renovado los elementos de electrificación por otros similares. Los nuevos elementos instalados ofrecen mayor solidez y fiabilidad que los desmontados.

Secuencialmente, esta obra se ha iniciado con el levante de las vías existentes (primero una y después la otra, siempre en sentido Atocha-Chamartín), la retirada de la capa de balasto que las soportaba y el saneamiento del solado a lo largo de más de 7 kilómetros. En total, se han levantado mediante grúas 15 kilómetros de vía (carril y traviesas) en parejas de 18 metros, que se depositaron en un tren formado por 13 plataformas para su traslado y tratamiento a una zona de acopio en la antigua estación de O'Donnell. A continuación, el equipo de obra ha retirado más de 35.000 metros cúbicos de balasto silíceo, con el apoyo de trenes de 12 tolvas cada uno (con una capacidad de 35 metros cúbicos cada uno). Una vez liberada la plataforma, el siguiente paso ha sido la construcción de la vía en placa, consistente en un hormigonado previo de limpieza, el tendido de traviesas, carril y aparatos

de vía, y el posterior hormigonado definitivo. Por debajo de estos elementos se ha colocado en algunos puntos manta antivibratoria, para amortiguar las vibraciones y proteger estructuras sensibles. En total, para ejecutar la vía en placa en todo el túnel se han empleado 30.000 metros de carril de 60 kg/m, 24.500 traviesas bibloque y 16 aparatos de vía, que han quedado embebidos en hormigón tras el vertido de 23.000 metros cúbicos de este material.

► Trabajos con máquina en la plataforma de la estación de Nuevos Ministerios.

### Unidades de obra

Vía en placa	15.700 m
Carril 60 kg/m	29.345 m
Traviesas bibloque	24.464 ud
Aparatos de vía	16 ud
Catenaria	17.000 m
Hormigón	27.000 m <sup>3</sup>
Manta antivibratoria	9.758 m <sup>2</sup>



► Vista de la inacabada estación de Recoletos desde la cabina de un tren en pruebas.

En paralelo a estos trabajos en la plataforma inferior del túnel, en la parte superior se ha procedido al desmantelamiento de más de 15 kilómetros de la línea aérea de contacto que pro-

### La reforma del túnel ha incluido la instalación de la versión digital del sistema de mando, control y señalización

porciona energía a los trenes, de tipo flexible a base de cobre, y a su posterior sustitución por otra catenaria de tipo rígido, en una longitud de casi 17.000 metros. Esta operación ha requerido el montaje previo de más de 2.400 soportes en la bóveda del túnel para sustentar la nueva catenaria.

Con la fase de vía y electrificación ya avanzada, se han simultaneado los trabajos iniciales de instalación de los nuevos sistemas de control del túnel, que han

supuesto la completa renovación de los sistemas de señalización y protección del tren, además de nuevas comunicaciones fijas tren-tierra. En concreto, se ha sustituido el enclavamiento eléctrico de la estación de Nuevos Ministerios por otro electrónico (como en las estaciones de Atocha-Cercanías y Chamartín) y se han implementado los bloqueos necesarios con estas dos estaciones colaterales. También se ha adaptado la señalización, configurándose una redistribución de los cantones existentes (tramos de vía protegidos por una señal, para evitar colisiones) para maximizar así la capacidad de circulaciones que transitan por el túnel. Asimismo, se ha sustituido el sistema de control, mando y señalización ASFA (Anuncio de Señales y Frenado Automático) existente por el ASFA Digital, con mayores prestaciones, lo que ha requerido el despliegue de nuevas balizas en el túnel. Todo el cableado de señalización y telecomunicaciones, antes perchado, se ha renovado y reubicado en canalizaciones hormigonadas.

En la fase final, una vez terminados todos los trabajos, los técnicos de Adif y Renfe han compro-

## Obras complementarias

En paralelo a la reforma del túnel, Adif ha realizado en verano intervenciones complementarias en tres estaciones del tramo (Recoletos, Chamartín y Atocha-Cercanías). En Recoletos se han llevado a cabo mejoras de la accesibilidad y del sistema de evacuación (nuevos ascensores y accesos al exterior), además de otras actuaciones (refuerzo de bóvedas y galerías, impermeabilización, nueva señalética), algunas aún en ejecución. En Chamartín, las obras, en curso, comprenden una nueva configuración de la cabecera sur para adaptarla a la gran reforma a ejecutar en próximos años y la reforma del vestíbulo soterrado de Cercanías. Y en Atocha-Cercanías se ha renovado parte de las escaleras mecánicas del andén vías 1 y 2, primer paso para sustituir todos los equipos elevadores de la estación. La inversión en estas mejoras supera los 30 M€.



Las intervenciones estivales de Adif se han extendido a dos estaciones de Cercanías más. En Méndez Álvaro se ha completado la mejora estructural de la estación en superficie. La obra ha consistido en la consolidación del terreno sobre el que se asienta con inyecciones de impregnación para resolver las patologías existentes en vías y andenes, operación que ha interrumpido durante dos meses el servicio entre Delicias y Atocha-Cercanías, obligando a establecer un plan alternativo de transporte con autobuses entre ambas estaciones. Y en Príncipe Pío se ha aumentado la capacidad de vías para servicios comerciales mediante un nuevo andén.

bado que los nuevos sistemas e instalaciones cumplen con los parámetros de seguridad, homogeneidad, fiabilidad y estabilidad exigibles por la normativa para túneles ferroviarios. En esta fase, el protagonismo ha recaído en los trenes y maquinistas de la operadora pública, que han realizado un número no determinado de viajes por el trazado renovado para verificar el funcionamiento

de la nueva superestructura en situaciones estándar y extraordinarias, así como su interacción con el tren. Concluidas con éxito las pruebas, Renfe restableció el servicio el domingo 17 de noviembre con las frecuencias de un festivo, aunque la prueba de fuego llegaría al día siguiente, cuando las frecuencias de una jornada laboral crecen hasta acercarse a las que registra el metro.



► Un automotor de la serie 447 de Renfe hace su entrada en la renovada estación de Nuevos Ministerios.

## Beneficios de la reforma

La reforma del túnel se ha traducido, desde su reapertura, en la prestación de un servicio de mayor calidad, con importantes beneficios para los usuarios, para el gestor de la infraestructura y para la operadora. Por un lado, se ha mejorado la fiabilidad de la línea y de sus instalaciones, asegurando la regularidad de las circulaciones en un tramo de elevado tráfico y reduciendo la posibilidad de incidencias que afecten al servicio entre las estaciones de Atocha-Cercanías y Chamartín (las dos más concurridas de Madrid), precisamente una de las principales razones que ha impulsado las actuaciones.

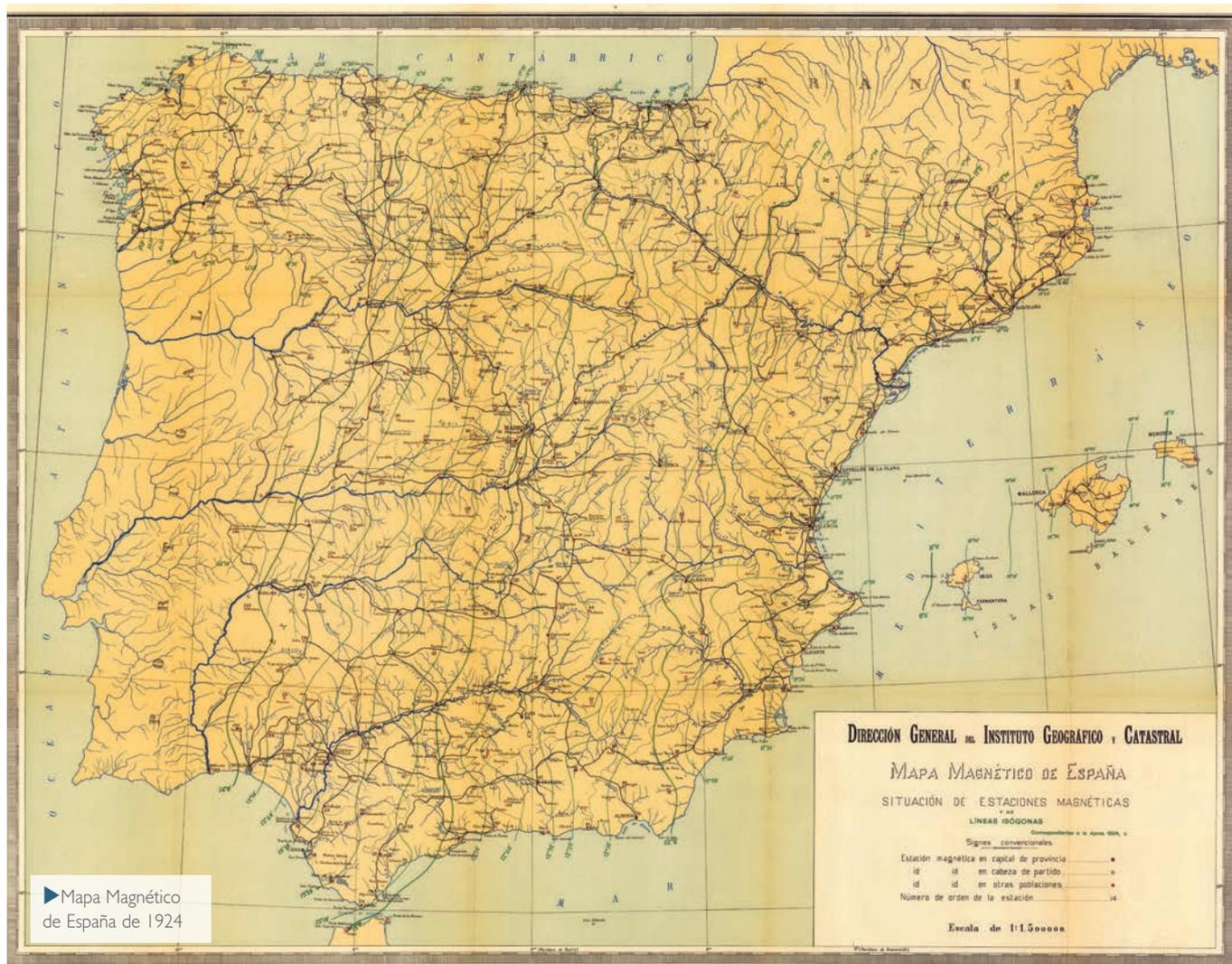
Por otro, se ha reforzado de forma importante la seguridad de la circulación al disponer de enclavamientos electrónicos en todas las estaciones del trazado, así como de nuevos bloqueos y de un sistema de acantonamiento de vías más ágil. Especialmente relevante para incrementar la seguridad es el despliegue en vías y trenes del sistema de protección automático ASFA Digital, más avanzado que el analógico, que supervisa continuamente la velocidad y aporta mayor información al maquinista, frenando de forma automática ante determinadas señales y minimizando la posibilidad de fallo humano. Otro elemento que eleva el nivel de

seguridad del túnel es la vía en placa, más estable que la vía en balasto y que facilita la evacuación en caso de emergencia.

La menor necesidad de mantenimiento, y por tanto la reducción de los costes, es otra ventaja adicional de la nueva superestructura, concretamente para el gestor de las vías. En el caso de la catenaria rígida, por ejemplo, el nivel de desgaste es menor que la flexible, algo fundamental en una línea con tráfico diario, y además la sustitución de elementos la hace de forma automática una máquina especializada.

Por último, los usuarios que han viajado por el túnel renovado tienen la sensación de que la circulación de los trenes es ahora más suave y silenciosa que antes, comparándola con la del túnel de Sol, construido 40 años después. A esta mejora en el confort contribuye la nueva vía en placa, que limita las vibraciones del tren, pero también la catenaria rígida, cuya interacción con el pantógrafo (mecanismo sobre el techo del tren que lo conecta con la línea aérea de contacto y le suministra la fuerza de tracción para moverse) mejora el deslizamiento, evitando saltos e interrupciones.

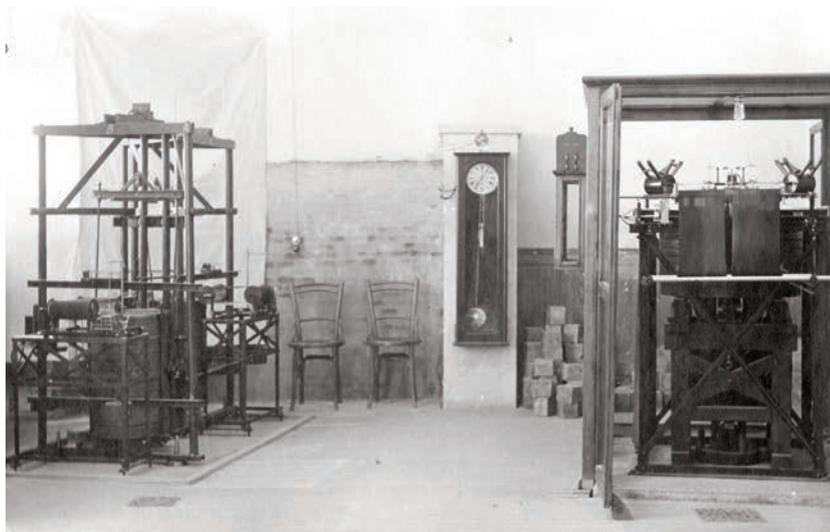
Javier R. Ventosa / Fotos: Adif



Los observatorios de geomagnetismo del IGN monitorizan y estudian la variabilidad del campo magnético

# SIN PERDER EL NORTE

El 1 de septiembre de 1859. Una magnífica y brillante aurora boreal se deja ver en el cielo de Madrid, presentándose como una inmensa gasa de fuego que ocupa el horizonte. Las líneas telegráficas de gran parte de Europa y América se han colapsado con una actividad espontánea y anormal de los aparatos.



► Instrumentación sísmica y geomagnética en el antiguo Observatorio de Toledo.



**Estaba teniendo lugar** el “Evento Carrington”, la tormenta geomagnética más intensa de la que se tienen registros, debida a una enorme erupción solar que perturbó a la magnetosfera y al campo magnético terrestre.

## El origen del geomagnetismo en el IGN

Desde la creación del IGN hace 150 años, se era consciente de la necesidad de estudiar el geomagnetismo, ciencia en auge debido a la aparición de los primeros instrumentos de registro del campo geomagnético terrestre. Así, a principios del siglo XX, nace el Servicio de Geomagnetismo como una sección encargada de obtener un primer Mapa Magnético de España. Tras más de siete años de trabajo de campo y unos cuantos más de procesamiento, el mapa vería la luz finalmente en 1924, constando de tres hojas: una de declinaciones, otra de inclinaciones y otra de intensidades horizontales. Como base para reducir el levantamiento magnético realizado, se utilizó el Observatorio del Ebro, perteneciente a la Compañía de Jesús, que, si bien tenía una posición muy excéntrica en la Península Ibérica, era un observatorio de primer orden en el ámbito del estudio del geomagnetismo.

Esto, sin embargo, puso de manifiesto la necesidad de que el IGN contase con sus propios observatorios geomagnéticos, en especial con un Observatorio Central situado en el centro de la Península, que sería finalmente establecido en el año 1934 en el nuevo Observatorio Geofísico de Toledo. Dicho observatorio, que nacía como una nueva y mejorada

ubicación de la Estación Sismológica de Toledo (desde 1909 ubicada en los sótanos del edificio de la Diputación Provincial de Toledo), se localizó en la finca Buenavista, a las afueras de la ciudad, y además de la estación Sismológica, se construyó un Observatorio Geomagnético para la monitorización del campo magnético terrestre, y posteriormente una Sección de Geoelectricidad para el estudio de corrientes atmosféricas y telúricas.

Posteriormente, el IGN estableció nuevos observatorios geomagnéticos en Almería, Logroño, Moca (isla de Fernando Poo) y en Tenerife. Todos estos observatorios estuvieron equipados con la instrumentación geomagnética más moderna de su época, incluyendo instrumentación para la determinación de los valores absolutos del campo magnético y para el registro continuo de las variaciones de las componentes del campo.

La creación de los observatorios geomagnéticos por parte del IGN supuso un gran avance en el estudio de esta ciencia dentro de este organismo. Su disposición a lo largo y ancho del territorio español permitió utilizarlos como referencia para la reducción de observaciones de cara a la confección de la cartografía geomagnética que el IGN tenía encomendada. Además, su monitorización continua del campo geomagnético hizo posible la realización de estudios sobre el campo geomagnético interno de la Tierra, así como la detección de fenómenos geomagnéticos externos debidos a la acción solar, como es el caso de las tormentas geomagnéticas.

Durante estos años, el IGN volvió a actualizar el Mapa Magnético de España con nuevas ediciones para las épocas 1939.5 y 1944.5. En 1953 comenzó



► Observatorio geomagnético de Güímar.

un nuevo proyecto para la elaboración conjunta de un mapa magnético de la Península Ibérica junto al Servicio Meteorológico Nacional de Portugal. Los trabajos de campo tuvieron lugar entre 1953 y 1959, observándose un total de 40 estaciones de primer orden (estaciones seculares o de repetición) y 2.416 estaciones de segundo orden (estaciones de mapa). Los valores obtenidos se redujeron a la época 1960.0., obteniéndose así un mapa que constó de tres hojas: una de declinaciones, otra de intensidades horizontales y una tercera de intensidades verticales. Más tarde, a partir de ellas, se confeccionarían las de intensidades totales e inclinaciones. La hoja de declinaciones sería trasladada posteriormente a la época 1970.0 mediante la corrección de la variación secular.

A principios de los años 70 el Servicio de Geomagnetismo aborda una nueva campaña de trabajo de campo, consistente en la observación de 620 estaciones de mapa a lo largo de toda la España Peninsular e islas Baleares, que conforman una malla de puntos de mapa que serán la nueva base para la cartografía. Dicha malla de puntos complementa a una Red de Estaciones de Repetición que se examina cada año para poder trasladar las observaciones de campo a la fecha de la cartografía.

Para 1975.0 se publicaron los mapas de todas las componentes magnéticas, y desde entonces se ac-

tualiza cada 5 años el mapa de Declinación Magnética, y cada 10 años los mapas correspondientes a todas las componentes.

## La evolución del geomagnetismo

Con el paso del tiempo, los observatorios geofísicos se habían visto perturbados por factores externos que afectaron a la calidad de sus registros, por lo que fueron dejando de estar operativos. Esto hizo que en los años 80 el IGN se replantease la necesidad de buscar nuevos emplazamientos para sus observatorios geofísicos, con una menor densificación, pero con unas condiciones más estables a lo largo del tiempo, y capaces de ofrecer unas mejores prestaciones acordes a la nueva realidad. En la nueva planificación se decide contar con un observatorio en la península y otro en las islas Canarias, situados en emplazamientos alejados de grandes ciudades y de zonas afectadas por grandes vías de comunicación.

El Observatorio Geofísico de Toledo, reconocido a nivel mundial en el estudio de la geofísica, estuvo instrumentalmente operativo hasta los años 80, en que la calidad de sus datos se vio comprometida, debido a fenómenos de ruido cultural relacionados con el crecimiento de la ciudad, que había llegado a rodear la parcela del observatorio, y los efectos de la electrificación del ferrocarril, que tenían es-



► Observatorio geomagnético de San Pablo de los Montes.

pecial repercusión sobre los instrumentos de geomagnetismo. Para darle continuidad, el IGN adquirió una nueva parcela en la localidad de San Pablo de los Montes, en una zona con muy baja densidad de población, con buena comunicación por carretera y para la que no existe un planeamiento de futuras grandes vías de comunicación o ferrocarriles electrificados, naciendo así el Observatorio Geofísico de San Pablo de los Montes. Dicho observatorio constó inicialmente de varios pabellones destinados a la medida del geomagnetismo, entre los que destacan el pabellón de medidas absolutas y el pabellón de variómetros, este último con un diseño particular en forma de bóveda rellena de arena para conseguir un óptimo aislamiento. Igualmente consta de una cueva artificial para el estudio de la sismología, en la que se instalan los sensores sísmicos. Tras unos años de solape y contrastación con el Observatorio Geofísico de Toledo, el observatorio de San Pablo, pasa a estar plenamente operativo y a ser el observatorio de referencia del IGN en geomagnetismo desde el año 1982 y, como estación de la Red Sismográfica Mundial, en 1992. Desde su puesta en marcha, el Observatorio es renovado en su instrumentación con la última tecnología disponible, para ofrecer en todo momento datos de calidad en sus observaciones.

Por otro lado, el Observatorio Geofísico de Tenerife también se había visto afectado en la calidad de sus datos debido al crecimiento de la ciudad de Tenerife hacia su emplazamiento en Las Mesas, así como por la instalación de grandes infraestructuras de telecomunicaciones en sus inmediaciones. Para garantizar un buen emplazamiento de la instrumentación geofísica en las islas Canarias, necesario tanto para el estudio del geomagnetismo como de

la actividad volcánica en las islas, el IGN adquiere una nueva parcela en la localidad de Güímar, en los límites del Parque Nacional del Teide, suficientemente alejada de grandes infraestructuras que puedan perturbar a la instrumentación geofísica. Nace así el Observatorio Geofísico de Güímar, operativo desde principios de los años 90. Este observatorio consta fundamentalmente de un pabellón para la observación de medidas absolutas del campo geomagnético y otro para la monitorización continua de las variaciones del campo geomagnético, y se complementa con una estación sísmica para la detección de movimientos sísmicos relacionados fundamentalmente con la actividad volcánica.

De este modo, son dos los observatorios geomagnéticos que el IGN tiene operativos en la actualidad: el Observatorio Geofísico de San Pablo de los Montes (Toledo) y el Observatorio Geomagnético de Güímar (Tenerife). Ambos están equipados con instrumentación digital moderna para la monitorización del campo magnético terrestre y desde el año 1997 están integrados en la Red Mundial de Observatorios Geomagnéticos (INTERMAGNET), cumpliendo con los requisitos definidos en cuanto a la calidad de la instrumentación, calidad de los datos, operatividad del observatorio y remisión de datos.

---

## El IGN tiene dos observatorios geomagnéticos, en Toledo y Tenerife, integrados en la Red Mundial de Observatorios Geomagnéticos

---

A estos observatorios geomagnéticos se les complementa con una Red de Estaciones de Repetición, también conocidas como estaciones seculares, que consta de una serie de puntos fijos distribuidos por la península Ibérica donde se miden las componentes geomagnéticas periódicamente. El objetivo principal de las estaciones de repetición es el de poder determinar la variación media anual de las componentes del campo magnético terrestre (variación secular) en el mayor número posible de puntos y durante un periodo de tiempo lo más grande posible. Esta variación depende del tiempo y del lugar, y conocer su valor es necesario para mantener vigente un mapa magnético, es decir, para su conservación.



La actual Red de Estaciones de Repetición está constituida por 42 estaciones, 39 en la Península y 3 en Baleares, donde se miden las componentes geomagnéticas cada dos o tres años para poder determinar la variación secular. La densidad media de estaciones en la península Ibérica es de una estación por cada 12.500 km<sup>2</sup>, mientras que en las islas Baleares existe una estación en cada una de las islas principales. La distancia media entre estaciones en la península, es de unos 150 km, superior a la recomendada por la IAGA (200 km), para poder detectar rasgos magnéticos con longitudes de onda mayores de 400 km y así poder estudiar la relación del núcleo de la Tierra con la variación secular verdadera.

Los datos obtenidos de la observación de esta Red también son compartidos con organismos internacionales en los que el IGN participa activamente. A nivel europeo, los datos son compartidos con MagNetE (Red Europea de Estaciones Seculares Magnéticas) donde se utilizan, por ejemplo, para la elaboración del Mapa Europeo de Declinaciones Magnéticas. A nivel mundial son compartidos con el World Data Center for Geomagnetism, donde son utilizados para la realización de modelos globales del campo geomagnético como el del IGRF (International Geomagnetic Reference Field), que permite calcular el valor de las componentes del campo geomagnético en cualquier lugar de la Tierra.

En cuanto a la elaboración de la cartografía geomagnética, la década de los 90 también supuso un nuevo punto de inflexión. La aparición de nueva instrumentación, para la observación de campo más precisa y rápida de utilizar, permitió realizar una nueva campaña de observación de estaciones de campo en la que se midieron un total de 752 estaciones, que aportaron datos suficientes para la formación de la cartografía magnética para la época 1995.0. Dichas observaciones se han ido trasladando a partir de los modelos de variación secular, lo que ha permitido seguir publicando la cartografía actualizada cada cinco años. Recientemente se ha publicado el Mapa Geomagnético de España para la época 2015.0 a partir de estas observaciones de campo reducidas para 1995.0 y con el modelo isopórico, obtenido a partir de las observaciones anuales realizadas en la Red de Estaciones de Repetición del IGN.

## Meteorología espacial en el IGN

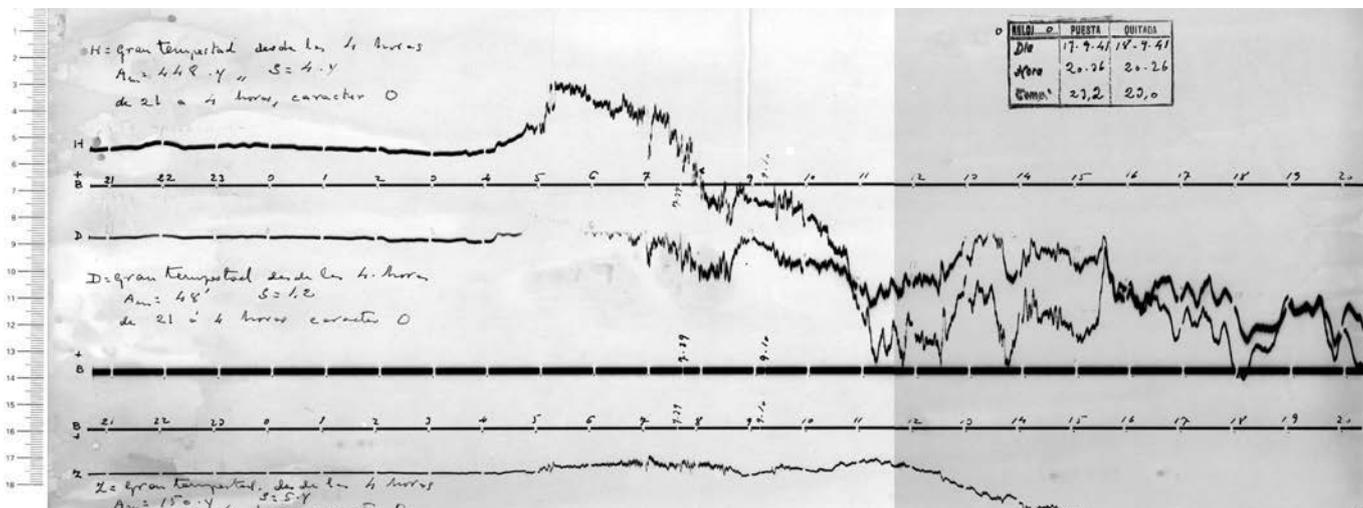
La meteorología espacial se define como el conjunto de condiciones físicas en el entorno espacial cercano a la Tierra, en especial las condiciones de radiación (tanto electromagnética como partículas cargadas eléctricamente) y el estado del campo magnético. En cada momento, dichas condiciones dependen de la actividad solar, que determina el estado del viento solar y de las estructuras transitorias de origen



► Mapa Geomagnético de España de 2015. Hoja de Declinaciones Magnéticas.

solar que se propagan por la heliosfera (eyecciones de masa coronal, regiones de interacción causadas por los agujeros coronales, nubes magnéticas, etc.) hasta alcanzar la Tierra, y de su interacción subsiguiente con la magnetosfera y la atmósfera terrestres. Estos fenómenos son responsables de las perturbaciones del campo magnético terrestre conocidas como tormentas geomagnéticas y uno de sus efectos más espectaculares es la aparición de auroras boreales y australes en la atmósfera terrestre a latitudes altas. La medición, el conocimiento e incluso el pronóstico de las condiciones de meteorología espacial tienen una gran importancia para la prevención y la respuesta ante sus potenciales efectos perjudiciales, que incluyen disfunciones en los sistemas de telecomunicaciones por satélite, radio o cable, problemas en las redes de suministro eléctrico, problemas en los sistemas de canalización metálicos subterráneos, problemas en los sistemas de posicionamiento global por satélite, fallos electrónicos en satélites e incluso daños biológicos de diversa magnitud en las tripulaciones de vehículos espaciales y de aerolíneas comerciales.

El Servicio de Geomagnetismo del IGN desarrolla diversas tareas en el ámbito de la meteorología espacial. En primer lugar, el mantenimiento y operación ininterrumpida de sus dos Observatorios Geomagnéticos en San Pablo de los Montes (Toledo) y Güímar (Tenerife), adscritos a la red internacional de Observatorios Geomagnéticos INTERMAGNET, permite un seguimiento continuo en tiempo real del estado del campo magnético en la superficie terrestre, y por tanto de la ocurrencia y características de las tormentas geomagnéticas. Esta información, además de ser completamente pública, se utiliza para calcular el índice trihorario local  $K$ , que da una idea de las condiciones magnéticas locales, y que a su vez alimenta los mensajes del sistema de alerta de ocurrencia de tormentas geomagnéticas que el IGN distribuye al público general, vía Twitter, y a usuarios especializados junto con un informe de la situación de las últimas 24 horas vía *e-mail*. En segundo lugar, ya en el ámbito de la investigación aplicada y desarrollo de nuevas herramientas, el IGN ha instalado y opera una estación experimental de medida de las co-



► Tormenta geomagnética del 17-09-1941 registrada en el Observatorio de Toledo.

rrientes geoelectricas generadas en la corteza terrestre por la ocurrencia de tormentas geomagnéticas, actualmente instalada en el Observatorio de San Pablo de los Montes. Este sencillo dispositivo, consistente en la colocación en tierra de unos electrodos impolarizables enterrados a 70 cm para medir la diferencia de potencial eléctrico, proporciona un registro interesante, cuyo análisis servirá para enriquecer y reforzar aún más el sistema de alertas que el IGN ya tiene operativo. Además, el Servicio de Geomagnetismo del IGN participa en varios proyectos de investigación actualmente en marcha, que incluyen el estudio de la actividad solar y la meteorología espacial mediante la correlación de observaciones simultáneas tanto satelitales, como del campo geomagnético en superficie, como de la llegada a la Tierra de las partículas de alta energía cargadas eléctricamente y conocidas como rayos cósmicos. La actividad solar y las diferentes estructuras del viento solar afectan a la propagación de los rayos cósmicos a través de la heliosfera, viéndose alteradas tanto sus trayectorias como sus tasas de llegada. Estas partículas, que viajan a velocidades relativistas (próximamente a la velocidad de la luz), alcanzan la Tierra en un tiempo menor que el que necesita la perturbación magnética para alcanzar la superficie terrestre. De este modo, las alteraciones en el flujo de rayos cósmicos registrado en tierra, así como el estudio de sus trayectorias, podrían ser buenos precursores de la actividad magnética, permitiendo prevenir y mitigar los daños causados por las tormentas magnéticas cuando lleguen a la atmósfera terrestre y a la superficie. En relación a estos fenómenos, el Instituto Geográfico Nacional participa en la actualidad junto a varias universidades españolas y centros internacionales en el Proyecto del Plan Nacional de Investigación ORCA (Observatorio

de Rayos C6smicos Antártico). Dentro del Geomagnetismo, la meteorología espacial representa un campo puntero en rápida expansi3n, de importancia cada vez mayor debido a la tecnificaci3n creciente de nuestra sociedad. En consonancia con su importancia social, durante los últimos años el Servicio de Geomagnetismo del IGN est haciendo un esfuerzo especial en potenciar sus actividades en este ámbito.

### Magnetismo ambiental en el IGN

Dentro del geomagnetismo, el magnetismo ambiental se define como el uso de las características magnéticas de los sedimentos marinos, lacustres, fluviales y e3licos, así como de los suelos, el polvo atmosférico depositado en diversas superficies y distintos tipos de residuos mineros e industriales, para su caracterizaci3n mineral3gica y textural, incluyendo su evoluci3n temporal y cartografía espacial, y la utilizaci3n de este conocimiento para la investigaci3n y resoluci3n de problemas medioambientales (condiciones actuales) o paleoambientales (condiciones ambientales y climáticas en el pasado).

La medida de las propiedades magnéticas de este tipo de materiales es especialmente sensible a la presencia y características de la fracci3n mineral ferromagnética presente en el material, que depende de diversos procesos ambientales y climáticos, tales como las tasas y patrones de erosi3n, transporte y sedimentaci3n, el aporte e3lico, la cantidad de materia orgánica presente en el sedimento y el nivel de actividad biol3gica asociada, los procesos de edafogénesis (formaci3n del suelo), la contaminaci3n antr3pica de origen industrial, etc. Por todo ello, esta fracci3n ferromagnética y sus caracte-



► Depósitos industriales oscuros muy ricos en hierro y altamente magnéticos de la playa de Tunelboca, en la desembocadura de la ría de Bilbao, que están siendo estudiados por el IGN mediante técnicas de Magnetismo Ambiental dentro del Proyecto Antropicosta-2.

terísticas detalladas pueden ser usadas como trazador de los cambios, tanto temporales como espaciales, en dichos procesos ambientales y climáticos. Además, un gran número de fuentes de contaminación antrópica producen cantidades importantes de materiales ferromagnéticos que son redistribuidos por la circulación atmosférica, fluvial y oceánica. Un ejemplo importante es la producción generalizada de micropartículas esféricas altamente magnéticas, compuestas principalmente por los minerales magnetita y hematites, que se genera por la quema de combustibles fósiles (carbón y petróleo, principalmente) en las centrales de generación de energía eléctrica, en los altos hornos, etc., así como los depósitos masivos de minas de hierro, escorias de fundiciones, etc., con presencia de material ferromagnético en altos porcentajes. Es evidente el gran interés, no sólo científico sino principalmente social, que tiene este campo de trabajo y todos aquellos que estén destinados a la resolución e investigación de problemas medioambientales, ya que estos problemas se encuentran entre los más graves que afectan a nuestra sociedad en el presente y con toda seguridad aumentarán su importancia en el futuro.

Desde el Servicio de Geomagnetismo del Observatorio Geofísico Central del IGN, se está desarrollando en los últimos años una línea de trabajo de magnetismo ambiental. Dentro de esta línea figura, como elemento clave, la creación de un Laboratorio de Magnetismo de Materiales y Magnetismo Ambiental con instrumentación propia, cuyo objetivo es permitir abordar distintos estudios ambientales y paleoambientales, así como ofrecer la posibilidad a investigadores y grupos externos

de efectuar medidas relacionadas con proyectos en este ámbito. Actualmente, el laboratorio está siendo dotado de equipos de medida de la susceptibilidad magnética en función de la frecuencia y la temperatura, además de diversos sensores de campo y, de modo relevante, con un sistema de medida de testigos enteros de material sedimentario procedentes de perforaciones.

---

## El magnetismo ambiental tiene un gran interés en los estudios sobre el cambio climático

---

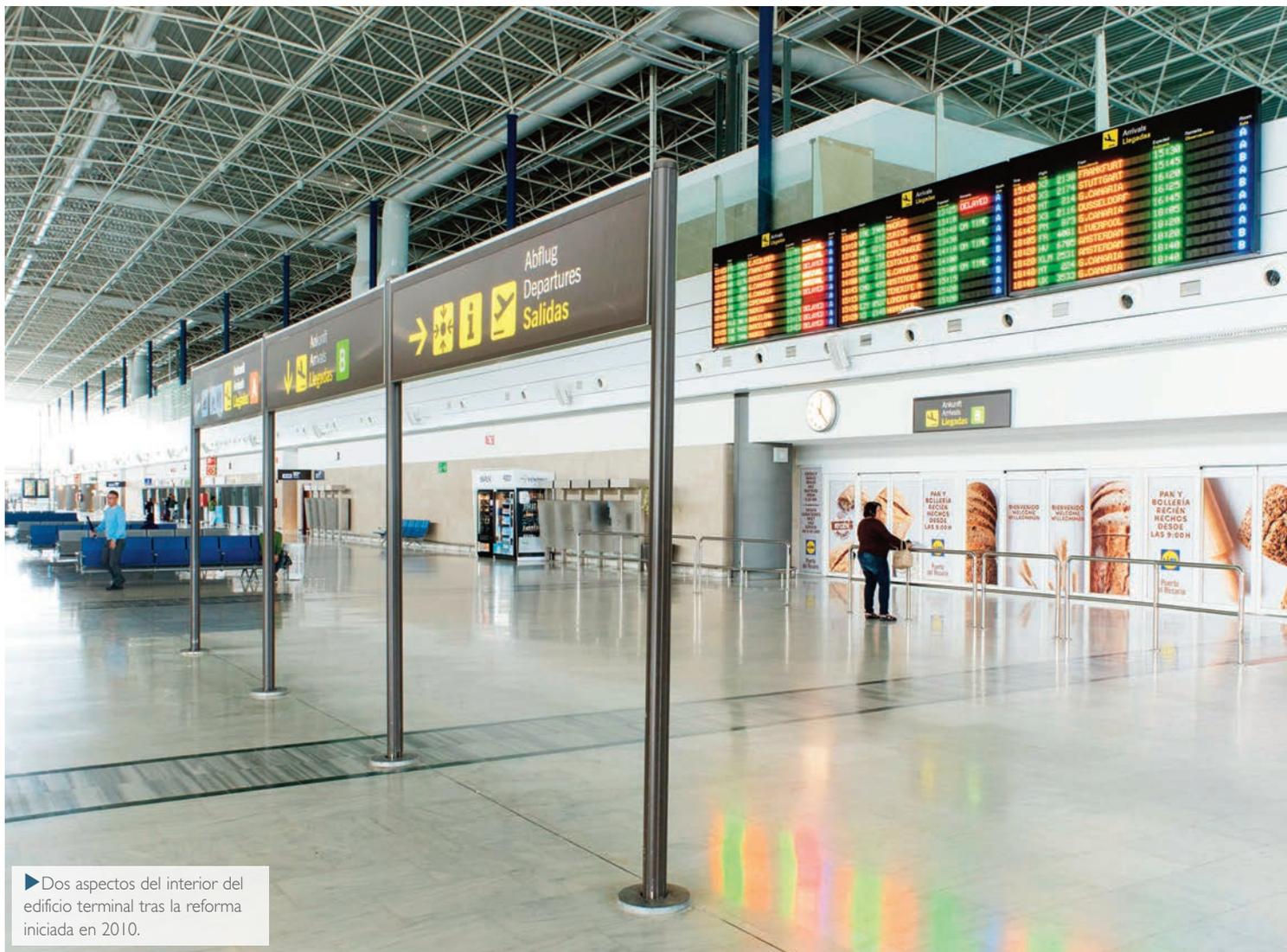
Además, el personal del área de Magnetismo Ambiental del IGN participa actualmente en diversos proyectos de investigación centrados en distintos problemas medioambientales: por una parte, en el estudio de la evolución ambiental y el grado de contaminación industrial registrada en los sedimentos muy recientes (últimos cientos de años) de algunas de las zonas más importantes de desarrollo industrial de la costa atlántica norte española (rías de Bilbao, Avilés, Vigo y también en Mondego, en Portugal, así como del estuario del río Oka, en la Reserva Natural de Urdaibai); por otra parte, en estudios que analizan sedimentos recientes de diversas perforaciones del Mediterráneo, con el objetivo de obtener información paleoclimática y acerca de los cambios en la productividad biológica, la desoxigenación y el aporte eólico durante los últimos miles de años, con el objetivo de usar esta información para anticipar los cambios del mismo tipo esperables para el Mediterráneo en el futuro próximo, dadas las condiciones actuales de cambio climático y calentamiento global. Por último, se trabaja también en el análisis de sedimentos lacustres recientes procedentes de varios lagos de montaña de la cordillera cantábrica, con el objetivo de investigar los cambios ambientales, tanto naturales como antrópicos, registrados en dichos lagos. Todos estos estudios, que analizan los sedimentos investigados desde un punto de vista siempre multidisciplinar, incluyen la medida sistemática de sus características magnéticas y su posterior correlación con otros indicadores para obtener una interpretación ambiental conjunta, trabajo del que se encarga el personal del Servicio de Geomagnetismo del IGN que participa en los citados proyectos.

J. M. Tordesillas García-Lillo y Víctor Villasante Marcos  
Fotos: IGN

El aeropuerto de Fuerteventura cumple 50 años

# Punto de unión con el mundo





► Dos aspectos del interior del edificio terminal tras la reforma iniciada en 2010.

Situado en El Matorral, a tan sólo cinco kilómetros de distancia de Puerto del Rosario, la capital de la isla, el aeropuerto de Fuerteventura ha jugado un papel determinante en su desarrollo turístico y, por tanto, como catalizador también de su economía. Con un tráfico de pasajeros procedentes en su mayoría de la Unión Europea, durante el año 2018 recibió a 6.118.840 personas en las 51.541 operaciones de vuelo que registró, mientras que el tráfico de mercancías alcanzó las 874 toneladas.

**Separada del continente** africano por apenas un centenar de kilómetros, la isla de Fuerteventura contaba con poco más de 10.000 almas a comienzos del pasado siglo. La ganadería caprina, en el interior, y la pesca, en algunos pequeños núcleos del litoral, eran los escasos recursos de una población condenada históricamente a la emigración. Quizá la más aislada y también la más desértica de las siete islas, no es extraño que su única fama le viniera como

acreditado lugar de destierro. Allí cumplieron condena, entre otros nombres ilustres, Miguel de Unamuno, el diputado republicano Rodrigo Soriano y también el legendario anarquista Buenaventura Durruti. La aviación, sin embargo, empezó pronto a cambiar esas condiciones de destino extremo, y a traer para sus habitantes una fuente más estable de ingresos: el turismo, que hoy representa más del 80% de su PIB.



► Fingers junto a la terminal.

## Tefía, de aeropuerto a colonia penitenciaria

Un 14 de septiembre de 1969 tomaba tierra en la pista del aeropuerto de El Matorral un Focker 27 de Iberia procedente de Las Palmas y con destino a Lanzarote. Se inauguraba así oficialmente el flamante nuevo aeropuerto de Fuerteventura. No era, sin embargo, el primero del que disponía la isla. Antes, en 1924 habían amerizado hidroaviones de la empresa Latécoère en la ensenada cercana a Puerto de Cabras, con el fin de estudiar el terreno y establecer puntos de escala en sus rutas desde África al continente americano a través de las Canarias. Y poco más tarde, ya en los primeros años 30 del pasado siglo, la compañía LAPE (Líneas Aeropostales Españolas) había levantado un pequeño campo de vuelo, en realidad una improvisada explanada en la carretera de Tetir que servía como escala para sus vuelos de enlace entre la península y las islas. El objetivo era también disponer de un enlace con el cercano aeródromo militar de Cabo Juby, en suelo africano, en el protectorado español del Sáhara Occidental.

Luego, casi una década después, ya concluida la Guerra Civil, el Ejército del Aire elabora un plan de defensa aérea para las Islas Canarias y proyecta, en 1941, un nuevo aeropuerto en unos baldíos del municipio de Tefía, en la planicie de Muchichafe, a unos 20 kilómetros de Puerto del Rosario. Se consideró que el lugar quedaba lo suficientemente lejos del alcance de la artillería naval, y para la pista, únicamente señalizada con unas toscas balizas, se utilizó el suelo natural y se levantaron unos barracones de madera para alojar a una guarnición de unos 20 hombres. Despejada de piedras y compactada la pista en las zonas más bacheadas, casi un año más tarde, en 1942, aterrizó por primera vez allí un Junkers Ju-52 del Ejército del Aire. Dos años después, a partir de 1944, comenzarían a aterrizar con regularidad aviones militares y, en 1946, tras el decreto que autoriza al Ministerio del Aire a abrir al tráfico civil algunos de sus aeropuertos, en el aeródromo de Tefía se inician los primeros trabajos de adaptación para hacer posible la escala de aviones de compañías comerciales.

De este modo, apenas un año después, en 1947, comienzan ya a aterrizar los JU-52 de Iberia, con una frecuencia de un vuelo por semana. Y, junto a los pocos pasajeros, en total alrededor de 750 personas al año, llegan también el correo, paquetes postales y, sobre todo, bienes de primera necesidad como medicinas con las que se pueden abastecer las contadas farmacias de la isla.

---

### En 1947 comenzaron a llegar al aeródromo de Tefía los primeros pasajeros a bordo de los JU-52 de Iberia

---

Hubo al parecer, durante esos años, coincidentes con los de la Segunda Guerra Mundial, otro enigmático aeropuerto en la península de Jandía, al sur de la isla, en una de sus zonas más desérticas y despobladas. Hasta allí llegó en 1928 el ingeniero ale-

mán Gustav Winter Klingele, especializado en la instalación de centrales termoeléctricas y que algunos años antes ya había puesto en marcha varias de ellas, tanto en la península como en las Canarias. Gustavo “El Alemán”, como llegó a ser más conocido, tras la venta de sus participaciones en la Compañía Insular Canaria Colonial de Electricidad y Riego, decide comprar a los marqueses de Lanzarote, por entonces condes de Santa Coloma y Cifuentes, Grandes de España, la casi totalidad de los terrenos de la península de Jandía, una extensión de 178 km<sup>2</sup> que es uno de los últimos relictos señoriales de Canarias. En 1937, en la ciudad de Burgos, proclamada capital del alzamiento franquista, Winter firma con los herederos un contrato de arrendamiento, por valor de 9.000 pesetas, con derecho a compra de toda la propiedad. Luego, finalizada la Guerra Civil y a través de una sociedad instrumental, Winter adquiere finalmente las tierras de Jandía por unas 250.000 pesetas a las que se añaden su impresionante Hispano Suiza, del que se encapricha uno de los herederos de los condes. La intención declarada de Winter es establecer allí

► Zona de llegadas.





► Plataformas de embarque.

un emporio pesquero, con fábricas de conservas, salazones, una factoría de hidrógeno para la producción de hielo; también, en las tierras del interior, explotaciones agrícolas y ganaderas. Y junto a esos proyectos, entre 1940 y 1941, en un paraje cercano a la costa, diseñada por él mismo, Winter construye en secreto una pista de aterrizaje de 800 metros de longitud. Su utilización durante los años del conflicto bélico es un enigma frecuentado por toda suerte de especulaciones, al igual que los terrenos costeros donde Winter levantó una encastillada mansión y que algunos informes de la inteligencia aliada identifican como lugar frecuentado por los submarinos alemanes, utilizado como fondeadero y punto de suministro y repostaje en sus patrullas por el Atlántico. Finalizada la guerra, el lugar y la pista de aterrizaje siguieron siendo objeto de toda suerte de rumores y leyendas que lo relacionan con la operación Odessa diseñada por las SS y lo convierten en el último punto de fuga de sus oficiales y otros responsables del gobierno nazi en su huida hacia Argentina y Brasil. Ciertos o no, en 1950 el general en jefe de la Zona Aérea de Canarias decidió prohibir su utilización y obligar a que cualquier aeroplano que tomara tierra en Fuerteventura lo hiciera en el aeropuerto de Tefía.

## De Tefía a El Matorral

Sin embargo, muy pronto, en los primeros 50, se hacen evidentes las enormes carencias de las instalaciones de Tefía: su aislamiento en el interior de la isla, la ausencia de carreteras y caminos practicables para vehículos de ruedas... Los responsables de las instalaciones militares solicitan traslado a un nuevo emplazamiento más cercano a la capital, eligiéndose unos baldíos en la zona de Los Estancos, donde se construye una pista de 1.350 metros de longitud y donde, en 1951, con enorme expectación, aterriza ya un DC-3 de Iberia. El Ministerio del Aire cierra definitivamente el aeródromo de Tefía en 1952 y traspasa las dependencias al Ministerio de Hacienda y luego al de Justicia, que decide establecer allí una colonia y campo de trabajo para la redención de penas de vagos y maleantes, donde se confinará a unas 200 personas, en su mayoría presos comunes, políticos y homosexuales.

Mientras, avanzados los años 50 y pese a sus cada vez más evidentes carencias —exposición de los aeroplanos a los fuertes y cambiantes vientos de norte y sur, cruce de la carretera de Tetir—, el aeropuerto



► Torre de control y, debajo, vía de servicios.

de Los Estancos prosigue su desarrollo con la construcción de una segunda pista, finalizada en 1955, nuevos barracones para la tropa, aljibes de gran capacidad para almacenar el agua de lluvia, torre de control y edificio terminal. Hacia ese año, el aeropuerto es ya utilizado por unos 1.150 aviones al año y unos 5.200 pasajeros. Sus instalaciones de uso civil se amplían también con personal administrativo y de servicios, entre ellos un médico que debía atender no sólo cualquier contingencia acontecida al pasaje sino también las evacuaciones, pues aún la isla no cuenta con ningún hospital.

Pese a todos los esfuerzos de mejora se comprueba que Los Estancos nunca podrá satisfacer las exigencias de un aeropuerto de carácter internacional y se comienzan a buscar nuevos emplazamientos, barajándose tres posibles junto a Puerto del Rosario y eligiéndose finalmente los de la zona de El Mar-torral, a unos 5 km de la capital mayorera.

Tras un complicado proceso de expropiación, las obras se inician en 1966 y su desarrollo significará sortear todo un cúmulo de dificultades. Toda la máquina pesada de la isla se reduce a una docena de tractores, y para transportar los primeros *bulldozer* y motoniveladoras se recurre a una lancha de desembarco norteamericana prestada por la Marina. Ante el lento avance de las obras, el Cabildo decide subcontratar la mayor parte del proyecto con la empresa Cubiertas y Tejados. Se da



un nuevo empuje así a las obras de infraestructuras y urbanización, de modo que en septiembre de 1969 el flamante aeropuerto internacional de Fuerteventura en El Matorral está ya listo para su inauguración.

El primer avión en tomar tierra en la nueva pista del aeropuerto de El Matorral será un Focker 27 de la compañía Iberia, que hacía el trayecto Las Palmas-Fuerteventura-Lanzarote. A partir de ese momento el número de operaciones anuales efectuadas comenzará a crecer a ritmo vertiginoso, alcanzándose las 5.408 en 1972. Aumentan también las compañías que tienen como destino el aeropuerto; Spantax se suma a Iberia y, en 1973, la compañía Condor comienza a efectuar vuelos directos que conectan con varios países europeos a través del trayecto Düsseldorf-Puerto del Rosario. El desarrollo turístico de la isla cobra pleno auge y con él tiene lugar un espectacular despegue económico, que conlleva un importante retorno de población. En el aeropuerto aumentan también el número de vuelos, frecuencias y destinos, de modo que en el año 1978 se hacen necesarias nuevas obras de mejora y ampliación.

Hacia 1992 el aeropuerto alcanza ya un tráfico anual de más de 1.600.000 pasajeros. Semejante volumen obliga a un replanteamiento de su capacidad y a una profunda reforma del área terminal y estacionamiento de aeronaves. Las obras de la



► Área infantil. Debajo, vista del terminal desde los jardines.

nueva terminal se inician en 1994 y se emprende también la construcción de una plataforma de aeronaves, una calle de rodadura paralela a la pista de vuelo, una central eléctrica y una nueva carretera de acceso.

En 2010, con un tráfico anual superior ya a los 4 millones de pasajeros, fue necesario acometer una nueva remodelación, la de mayores proporciones hasta la fecha. Con un presupuesto de 237 millones de euros, a fin de interferir lo menos posible en las operaciones y actividades diarias, las obras de am-





► Acceso principal y, debajo, dársenas y zona de parking.

pliación, cofinanciadas por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional de la Unión Europea, se desarrollaron en tres fases coordinadas entre sí: en la primera se llevaron a cabo los trabajos en la nueva zona de llegadas, donde se instalaron 6 nuevos hipódromos de recogida de equipaje hasta alcanzar los 13 actuales. En la segunda fase se construyó la nueva zona de embarque, dotada con otras 12 puertas más, que elevaron a 24 el total, y 6 nuevas pasarelas telescópicas hasta alcanzar las 13 de que dispone hoy el aeropuerto. Por último, en la tercera fase se construyó la nueva zona de facturación, do-

tada con otros 31 nuevos mostradores hasta sumar un total de 65. Además de la ampliación del edificio terminal, se realizaron otras actuaciones de mejora, como la construcción de una nueva torre de control, la ampliación de la plataforma y la instalación del sistema automatizado de tratamiento de equipajes. Con todo ello, el aeropuerto consiguió aumentar su capacidad operativa hasta un tránsito anual estimado en torno a unos 8 millones de pasajeros anuales.

También en el entorno se procedió a una adecuación que incluyó nuevas zonas de ajardinamiento y diversas actuaciones destinadas a mejora medioambiental. Así, se restauraron las zonas afectadas por las obras con plantaciones de especies autóctonas, especialmente allí donde mejor podían servir de barrera natural y reducir el impacto acústico y visual de la actividad aeroportuaria. Se construyó, además, una desaladora.

Gracias a la nueva configuración y al rediseño de la operativa, el aeropuerto consiguió disminuir también los sobrevuelos y su impacto acústico en Puerto del Rosario, actuaciones todas que le permitieron obtener la certificación ISO 14001, conforme a los requisitos internacionales de gestión medioambiental.



Antonio Recuero / Fotos:Aena

De los leguarios a los mojones, la referencia de la distancia en caminos y carreteras

# ENTRE MILLAS, LEGUAS Y KILÓMETROS



▶ Leguario del siglo XVII en el Real Monasterio de El Escorial con medidas en leguas y varas.

► N-622 PK 57 Tordómar, Burgos. En la cabecera del puente romano sobre el río Arlanza permanece este miliario del emperador Nerva, de finales del siglo I d.C. Por cierto, el cilindro más corto también es otro miliario, del que se conserva la mitad superior y que pertenece a época de Adriano. Están ubicados en la vieja calzada de Clunia a León.



Lo cierto es que, desde que el ser humano inventó los números (en sus variados guarismos) ha intentado imponerlos en todas sus actividades y, como no podía ser de otro modo, en la caminería tradicional también se empezaron a usar; si cabe, con más razón.

**Imaginémonos a un viajero del siglo XVII** cruzando aquellos horribles caminos hispanos en invierno, embarrados e impracticables, cabalgando o guiando el lento carretón, en un punto indeterminado, hostil y deshabitado, sin señales ni información sobre lo que queda por venir, hacia dónde se dirige y lo alejado que puede encontrarse de llegar a un destino. Bien, lo normal es que le fuera la vida en ello en muchas ocasiones y el encuentro con un testigo mudo en piedra que le informara sobre la distancia hasta la próxima posada, venta o pueblo era primordial.

## El foro, miliario cero

Desde los tiempos más antiguos los diferentes sistemas de medidas en longitud han sido de índole antropométrico, utilizándose el codo, el brazo o el pie, como describen algunos textos babilonios, caldeos o egipcios. Aunque en el mundo clásico se seguía considerando al ser humano como «medida de todas las cosas» y eran habituales las unidades de medida señaladas, en situaciones de largo recorrido como podían ser caminos y calzadas comienza a extenderse la milla, que equivalía a mil

pasos. Según los estudiosos del tema, el criterio general es que la milla romana tenía una equivalencia aproximada a los 1.480 metros de nuestro sistema métrico decimal actual para longitudes. En cada milla se solía hincar en las cunetas un poste cilíndrico de piedra llamado miliario, en el que se hacía referencia a la *mansio* o *civitas* más cercana y su distancia. En muchos de los miliarios se consigna el nombre del emperador y su consulado o el del

magistrado provincial que construyó o rehabilitó esa calzada. El miliario central, o miliario cero, estaba en el Foro Romano, centro neurálgico del imperio, y se le denominaba *milliarium aureum* o Miliario de Oro, una auténtica columna clásica de la que todavía queda la basa y restos del fuste.

Aunque en Hispania abundaban estos hitos, con el discurrir de los siglos y la propia modificación



► Hito de dirección del siglo XVIII de los Caminos Reales de El Escorial y de Castilla. Galapagar, Madrid.



► N-611 PK 174. Leguario de Barros, Cantabria, en el Camino Real de Santander fechado en 1753 durante el reinado de Fernando VI.



► N-502 PK 51 Fuente del Colmenar, cerca del puerto del Pico. Ávila. Leguario convertido en fuente.

de los caminos, fueron desapareciendo por diversos motivos: destruidos, enterrados bajo cienos o tierras en las múltiples avenidas y crecidas de muchos de nuestros ríos, olvidados u ocultos al modificar el itinerario de una calzada determinada o esquilma-dos por coleccionistas y anticuarios que los han vendido o incluso los exhibían en sus palacios o castillos. Algunos han hecho la función de palizadas, lindes de terrenos o protección en muros y vallados rurales. El progreso cultural y el respeto por estas venerables piedras, especialmente desde mediados del siglo XIX, ha inducido a la protección, cuidado y catalogación de los miliarios romanos, y por lo general se encuentran custodiados en diferentes museos de España. En ocasiones, nos encontramos con copias que han sido hincadas en los lugares donde se encontraron sus originales. La propia ingeniería carreteril decimonónica es protagonista de muchos descubrimientos al respecto y destaca sobremanera la figura

de Eduardo Saavedra Moragas, excelente ingeniero, profesor en la Escuela de Caminos de Madrid y aficionado a la arqueología, que, en sus trabajos ordinarios en la demarcación de carreteras de Soria, tuvo la oportunidad de descubrir la calzada romana de Uxama a Augustobriga (Burgo de Osma a Muro de Ágreda) con algunos de sus miliarios romanos además de encontrar la ubicación de la ciudad de Numancia en el Cerro de Garray.

## Leguas de la Edad Media

En época medieval se siguieron aprovechando, en la medida de lo posible, los viejos miliarios romanos, pues las rutas de comercio o conexión entre pueblos y ciudades no había variado mucho y los viajeros, militares o funcionarios cultos seguían familiarizados con el latín y sus variantes romances,



► CM-2027 PK 0 Pozo de Guadalajara. Cruce de caminos con señalización hacia Pastrana y Alcalá de Henares del siglo XIX.

por lo que no tenían dificultades para entender o traducir la epigrafía de muchos de estos postes de piedra. También se incorporaron variados hitos camineros y cartelera que informaba sobre destinos y distancias, generalmente contruidos en madera por lo que no han llegado hasta nosotros. En todo caso, subsisten muchos cruceros de piedra, pairones o cruces de término que, en las encrucijadas de caminos, orientaban al viajero.

Tras la Reconquista, se consolida la organización del territorio peninsular y se vuelve a prestar atención al estado de los caminos; se rehabilitan lentamente, y es muy probable que se siguieran utilizando hitos y términos de información en madera que han desaparecido con el tiempo. Aunque se siguen utilizando medidas antropométricas, se generaliza el uso de la legua, que también usaron los romanos como equivalencia de tres millas. Originariamente se aludía a una legua como la distancia que un viajero podía recorrer en una hora, pero existía una gran dispersión en sus longitudes exactas, dado que viajeros o geógrafos se referían a lo transitado en ese tiempo ya fuere caminando a pie, a caballo o en carruajes, con las consiguientes confusiones. Será en el siglo XVI cuando se intentan armonizar los diferentes valores de la legua, que quedarán recogidos en el Ordenamiento de 1568 promulgado por Felipe II, donde se toma como referencia la legua común y la vara castellana burgalesa en detrimento de otras medidas, con una equivalencia aproximada de una legua igual a 6.666 varas o 5.572 metros, según nuestro SMD (Sistema Métrico Decimal), aunque en muchos lugares de nuestra geografía se siguieron



► N-340 PK 1182 en la rotonda del arco romano de Bará, Tarragona. Estos hitos, de los que quedan poquísimos en nuestras calzadas, se corresponden con el Plan de Carreteras que se inició en tiempos de Isabel II, a finales del siglo XIX. En este caso, informa de la distancia a Barcelona, esto es, 75 kilómetros.

midiendo predios, fincas y caminos en leguas legales –obsoletas– y pies castellanos. Entre los raros vestigios de hitos de esta época cabe señalar el leguario del monasterio de El Escorial, que daba servicio al Camino Real de Madrid, donde aparecen grabados los guarismos de leguas y varas castellana,s que, en la distancia hasta la capital del Reino, eran de 6,5 leguas y 1.191 varas.

En el siglo XVIII, debido a la inestimable labor de los ministros y funcionarios ilustrados que acompañaban a Felipe V, la carretera cobra la importancia económica que se esperaba y se ejecutan itinerarios mejor diseñados desde un punto de vista ingenieril, al tiempo que se generaliza el hincado



► N-611 PK 81 Herrera de Pisuegra, Palencia. Viejísimos hito de piedra caliza del Camino Real datado a finales del siglo XIX con la leyenda "a Santander 127" kilómetros y que se exhibe con buen mantenimiento en este pueblo.



►BU-627 PK 27 Sandoval de la Reina, Burgos. Esta joya mojonera es rarísima. Se trata de un mojón del Plan Peña para dos calzadas en su PK 0. En este caso de la N-620 (Burgos-Salamanca) y de la comarcal C-627 (Villanueva de Argaño-Herrera de Pisuerga).

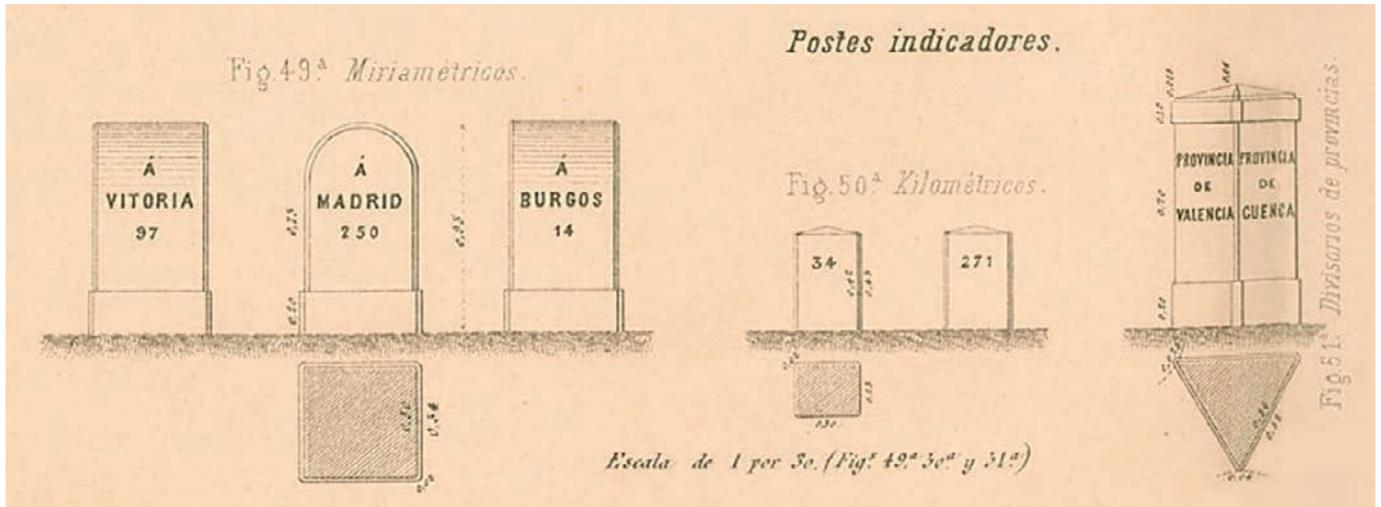
de hitos de distancias en leguas en todos los caminos reales. En el año 1769, durante el reinado de Carlos III, se promulga una real orden en la que se especifica que los hitos de los caminos reales que salen de Madrid –semejantes a las actuales carreteras radiales– deberán señalar la distancia desde un determinado punto, normalmente una ciudad o villa importante hasta la capital del Reino, estableciéndose el kilómetro cero en la Puerta del Sol. Lo cierto es que tampoco se debieron construir muchos leguarios, pues a día de hoy son realmente escasos los testigos que han perdurado. Es significativo al respecto el caso del Camino Real de Rei-

nosa a Santander, donde todavía podemos contemplar tres leguarios, en el término municipal de Corrales de Buelna, que señalan la distancia que queda para llegar a Santander y se asocian a los reinados de Fernando VI y Carlos III. Existen otros bellos ejemplos de leguarios en granito berroqueño en lo que actualmente es la carretera N-502 a su paso por la sierra de Gredos, y que informan de las distancias a Ávila o Madrid.

Auspiciado por el ministro Bravo Murillo, bajo el reinado de Isabel II se aprueba en 1849 la Ley de Pesos y Medidas, que establece obligatoriamente el sistema métrico decimal, idea, por demás, que ya preconizó la Revolución Francesa, medio siglo atrás. Las primeras normas carreteriles obligan a incorporar en las calzadas hitos de piedra que señalen los kilómetros que faltan para llegar a la localidad importante más próxima, y en muchos casos –debido a nuestro sistema radial de caminos, con su centro en la capital– la distancia a Madrid. Todavía quedan algunos hitos isabelinos en nuestras carreteras. El mayor empuje en la señalización carreteril, así como en la técnica constructiva de caminos, se produce en tiempos de Alfonso XIII y la dictadura de Primo de Rivera, con el diseño de un plan ambicioso llamado Circuito Nacional de Firmes Especiales, del año 1926, auspiciado por el entonces ministro del ramo e ingeniero Rafael Benjumea Burín. Algunos mojones de esta época son fáciles de reconocer, pues llevan grabado la sigla CNFE en el sombrerete. También se instalaron otros hitos más pequeños



►A-132 PK 54 cerca de Puente la Reina de Jaca, Huesca. Como se aprecia en el mojón, ésta era la antigua nacional N-240 PK 267 y en vez de arrancarlos y poner los de chapa de acero, con buen criterio histórico y de ahorro, han sido reutilizados.



que señalaban los hectómetros, y se diseñaron nuevos postes de términos provinciales.

El IV Plan General de Carreteras (1939-1941), conocido popularmente como «Plan Peña» ya que fue diseñado por el competente ingeniero Alfonso Peña Boeuf, reactualiza el mundo carreteril, asignando matrículas para cada calzada, diferenciando nacionales, comarcales o locales, y creando un nuevo balizamiento con postes de sección triangular, con dos caras más visibles para los viajeros que circulan por la vía –los conocidos mojones– de piedra o de hormigón, ya sea macizo o hueco, colocados en cada kilómetro lineal transitado.

Las diferentes y posteriores leyes al respecto, siendo la última la hoy vigente Ley General de Carreteras

37/2015, han ido modificando materiales y tipologías de matrículas y puntos kilométricos en favor de su mejor visibilidad y durabilidad. Así, los actuales son de acero galvanizado en formato de poste elevado sobre la rasante, si bien en algunas carreteras aún es posible encontrarse con algunos mojones del antiguo Plan Peña. En general, la nueva cartelería dispone de dos cuarteles; en el inferior figura el punto kilométrico y en el superior se consigna la matrícula de la vía, con fondo de color rojo si es carretera de interés general del Estado, de color naranja si es carretera autonómica de primer orden, de color verde si es autonómica de segundo orden (semejante a las antiguas comarcales) o amarilla si es autonómica de tercer orden (semejantes a las antiguas locales), independientemente de los colores asignados a autovías o a itinerarios europeos.

► Dibujos a escala de los hitos utilizados a finales del siglo XIX según el Manual de Carreteras del profesor de la Escuela de Caminos Manuel Pardo.



► N-611 PK 90 y 91. Mojones del Plan Peña que el autor de este artículo ha rehabilitado y que se instalaron junto a los jardines del Puente de Las Monjas en el pueblo palentino de Alar del Rey.



► N-630 PK 131. El famoso leguario de Venta de la Tuerta, León ahora en el Centro de Interpretación del Ministerio de Fomento en Madrid.



► N-340 PK 1000 junto al desvío de Cabanes, Castellón. Único hito miriamétrico en la península con este guarismo. (Tampoco existe el PK 900).

### Conservación de estos testigos

El propio Consejo de Europa hace tiempo que marcó unas líneas a seguir en la conservación de este patrimonio carreteril a nivel global, y afecta a todo tipo de carreteras y caminos históricos, bien en el sentido de proteger la señalización vertical de estas vías, así como los correspondientes a las

► Muestrario de hitos kilométricos actuales.



calzadas, ya sean cajones, muros de contención, cunetas, rellenos y firmes que por su especial relevancia merezcan ser rescatados del abandono en que se encuentran. En nuestro país han surgido en los últimos años determinadas asociaciones y colectivos de la caminería que pretenden poner en valor y conservar este patrimonio singular e histórico de la obra pública, pues no deja de ser un símbolo más de la propia evolución en la ingeniería de caminos y el desarrollo social y cultural de un pueblo.

En cuanto a los variados modelos de hitos o términos históricos existentes en algunas colecciones, es preciso destacar el jienense de La Cerradura, en la antigua nacional N-323, así como el del propio Ministerio de Fomento, en Madrid, con algunas piezas interesantes cuya datación y reseña histórica se podrían ampliar más. Por otra parte, es laudatorio el interés de algunos ayuntamientos que intentan dar relevancia a muchos mojones de sus propias carreteras —especialmente los del Plan Peña—, restaurándolos y ubicándolos en rotondas o glorietas de sus respectivos lugares ya sea como estatuas, monumentos o viejos testigos camineros.

Texto y fotos: Luí Solera Selvi



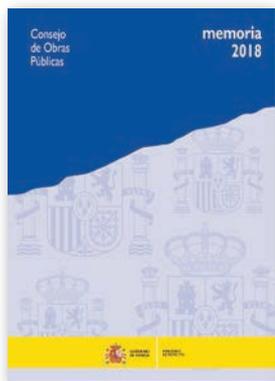
### El urbanismo en sus textos

Resultado de un proyecto de investigación de la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Navarra, *El abecedario de la teoría urbana* es un libro sobre libros, una bibliografía razonada donde se seleccionan y comentan los libros sobre urbanismo más influyentes escritos desde hace casi 150 años hasta nuestros días. Se parte de la idea de que la teoría urbana, si bien debe responder a las necesidades y condicionantes de cada época y lugar, no deja de ser un saber acumulativo, en el que las propuestas y soluciones ofrecidas en el pasado pueden ayudar al investigador actual a identificar la mayor o menor adecuación entre un planeamiento concreto y unas necesidades urbanas determinadas. Como se señala en el prólogo, aunque los problemas de la ciudad actual no sean los mismos que los de antaño, “las necesidades y aspiraciones del ser humano se mantienen sustancialmente idénticas”.

Con este propósito se estudia lo que dejaron escrito y dibujado en sus principales textos más de un centenar de urbanistas. Algunas de las publicaciones reseñadas se remontan al siglo XIX, como es el caso de *Teoría general de la urbanización*, de Ildefonso Cerdà, publicado en 1867, o *Tomorrow: A peaceful Path to Realm Reform*, de Ebenezer Howard, de 1898; otros, en cambio, son plenamente actuales, como la serie de libros titulada *Event-Cities*, del franco-suizo Bernard Tschumi, el último de los cuales se publicó en 2010.

Cada uno de los libros seleccionados se comenta en una doble página, ofreciendo al final una valoración de sus tesis, y el comentario se acompaña de planos, fotos de maquetas e ilustraciones que ayudan a la comprensión del libro reseñado.

Luque, J.; Aseguinolaza, I.; Mardones, N.: *El abecedario de la teoría urbana*. Biblioteca Nueva, Madrid, 2018.

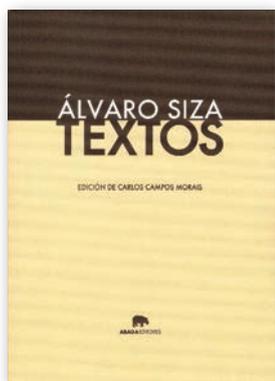


### La actividad del Consejo de Obras Públicas

Se ha publicado la Memoria correspondiente al año 2018 del Consejo de Obras Públicas en la que este organismo consultivo, responsable del asesoramiento en materias que son competencia del Ministerio de Fomento, presenta el informe anual de sus dictámenes emitidos sobre las incidencias surgidas en la ejecución de los contratos para el proyecto, construcción, conservación y explotación de carreteras, en las concesiones del dominio público y en las reclamaciones patrimoniales por las afecciones de las obras públicas a terceros y por el funcionamiento de los servicios públicos, así como sus informes sobre los proyectos normativos acerca de los que ha sido consultado en este periodo.

Por otro lado, también es competencia del Consejo la emisión de observaciones y sugerencias orientadas a la mejora de la gestión en materia de obras públicas, apartado que se recoge igualmente en esta Memoria, que se completa con varios anexos, entre ellos una reseña histórica sobre este órgano cuyos antecedentes se remontan a la Junta Consultiva de Caminos, Canales y Puertos creada en 1836.

Ministerio de Fomento. Subsecretaría: *Memoria 2018 del Consejo de Obras Públicas* (Recurso electrónico). Centro de Publicaciones, Ministerio de Fomento, Madrid, 2019.



### Reflexiones de un arquitecto

Con ocasión del Premio Nacional de Arquitectura 2019 concedido por el Ministerio de Fomento a Álvaro Siza, resulta interesante recuperar esta antología de 154 textos del arquitecto portugués escritos entre 1963, muy poco después de comenzar su carrera en su ciudad natal, Matosinhos, y 2008, cuando ya había realizado la mayor parte de las obras que le han dado fama internacional y le habían hecho merecedor, entre otros muchos, del Premio Pritzker. A su carrera arquitectónica suma Siza otras muchas inquietudes artísticas –dibujo, escultura, literatura–, así como su actividad docente en la Facultad de Arquitectura de la Universidad de Oporto; pero hasta este libro (que en Portugal se publicó en 2009 y al que le han seguido otros dos volúmenes aún no traducidos al castellano) sus escritos habían permanecido dispersos en multitud de medios y formatos: entrevistas, discursos de aceptación de premios o doctorados *honoris causa*, conferencias y otros escritos breves en libros colectivos, revistas y catálogos.

Los textos aquí reunidos hablan, por supuesto, de arquitectura, pero también de otros muchos temas, aunque siempre de una forma u otra en relación con ésta. Presentados de forma cronológica, con la cita del lugar donde aparecieron por primera vez, cada uno de los textos ha sido adscrito por el editor a un determinado concepto, de forma que con la ayuda del índice temático el lector, además de leerlos de forma cronológica, puede hacerlo según los asuntos tratados, que responden a 21 conceptos: Arquitectura, Arte, Bibliotecas, Casas, Ciudades, Diseño, Dibujo, Discurso, Diversos, Enseñanza, Exposiciones, Familia, Homenaje, Muebles, Museos, Otros arquitectos, Pedagogía, Poética, Presentación, Reflexión y Viajes.

Tal vez la mejor expresión del pensamiento de un arquitecto esté en su obra; pero no es menos cierto que conocer de primera mano su ideario, inquietudes y opiniones resulta una inestimable guía para comprender aquélla.

Siza, Álvaro: *Textos*. Edición de Carlos Campos Morais. Abada Editores, Madrid, 2014.

Librería del Ministerio de Fomento Centro de Publicaciones Plaza de San Juan de la Cruz, 10, 28003 Madrid Centro de Publicaciones <https://www.fomento.gob.es/MFOM.CP.Web> Librería del Ministerio de Fomento Centro de Publicaciones Plaza de San Juan de la Cruz, 10, 28003 Madrid Tel.: 915 97 53 96 / 915 97 00 00 Tel.: 915 97 53 96 / 915 97 00 00 Librería del Ministerio de Fomento Centro de Publicaciones Plaza de San Juan de la Cruz, 10, 28003 Madrid Tel.: 915 97 53 96 / 915 97 00 00 <https://www.fomento.gob.es/MFOM.CP.Web> Librería del Ministerio de Fomento Centro de Publicaciones

Librería del Ministerio de Fomento Centro de Publicaciones Plaza de San Juan de la Cruz, 10, 28003 Madrid Centro de Publicaciones <https://www.fomento.gob.es/MFOM.CP.Web> Librería del Ministerio de Fomento Centro de Publicaciones Plaza de San Juan de la Cruz, 10, 28003 Madrid Tel.: 915 97 53 96 / 915 97 00 00 Tel.: 915 97 53 96 / 915 97 00 00 Librería del Ministerio de Fomento Centro de Publicaciones Plaza de San Juan de la Cruz, 10, 28003 Madrid Tel.: 915 97 53 96 / 915 97 00 00 <https://www.fomento.gob.es/MFOM.CP.Web> Librería del Ministerio de Fomento Centro de Publicaciones Plaza



Librería del Ministerio de Fomento Centro de Publicaciones Plaza de San Juan de la Cruz, 10, 28003 Madrid Centro de Publicaciones <https://www.fomento.gob.es/MFOM.CP.Web> Librería del Ministerio de Fomento Centro de Publicaciones Plaza de San Juan de la Cruz, 10, 28003 Madrid Tel.: 915 97 53 96 / 915 97 00 00 Tel.: 915 97 53 96 / 915 97 00 00 Librería del Ministerio de Fomento Centro de Publicaciones Plaza de San Juan de la Cruz, 10, 28003 Madrid Tel.: 915 97 53 96 / 915 97 00 00 <https://www.fomento.gob.es/MFOM.CP.Web> Librería del Ministerio de Fomento Centro de Publicaciones

# Mapa Oficial de Carreteras®

## ESPAÑA

# 2019

## Mapa Oficial de Carreteras® ESPAÑA

### Incluye:

- Cartografía (E. 1:300.000 y 1:1.000.000)
- DVD interactivo actualizable vía web (windows 7 o superior)
- Caminos de Santiago en España 
- Alojamientos rurales 
- Guía de playas de España
- Puntos kilométricos
- Índice de 20.000 poblaciones
- Mapas de Portugal, Marruecos y Francia

Español / Inglés

# 2019

## Mapa Oficial de Carreteras® ESPAÑA

DVD INTERACTIVO  
(Windows 7 o superior)  
Versión 34.0  
Español / Inglés  
Actualizable vía web

ISBN 978-84-201-4  
MPO 001-18-174  
DL A12754-2018



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE FOMENTO

### También en el DVD:

- 1123 Espacios Naturales Protegidos
- 152 Rutas Turísticas
- 118 Vías Verdes