ACADEMIA DE
CIENCIAS, INGENIERÍAS Y HUMANIDADES DE LANZAROTE

LOS PUENTES, ARTIFICIOS DEL CAMINO. INGENIERÍA, TERRITORIO Y PATRIMONIO

Discurso leído en el acto de su recepción como
Académico Correspondiente en Alcalá de Henares por

Prof. D. **Tomás Abad Balboa**

el día 21 de mayo de 2025

LOS PUENTES, ARTIFICIOS DEL CAMINO. INGENIERÍA, TERRITORIO Y PATRIMONIO

LOS PUENTES, ARTIFICIOS DEL CAMINO. INGENIERÍA, TERRITORIO Y PATRIMONIO

Discurso leído en el acto de su recepción como
Académico Correspondiente en Alcalá de Henares por
Prof. D. **Tomás Abad Balboa**
el día 21 de mayo de 2025

Arrecife (Lanzarote), Hotel Lancelot Playa

Excmo. Sr. Presidente de la Academia de Ciencias, Ingenierías y Humanidades, Prof. González de Posada, Ilmos. Señoras y Señores Académicos, señoras y señores, queridos amigos.

Roland Barthes comenzó su intervención con motivo de su ingreso en el Collège de France en París en 1977, diciendo que era “una alegría más que un honor, porque el honor puede ser inmerecido, pero la alegría no lo es jamás”.

Permítanme que comience mi intervención transmitiéndoles en primer lugar mi enorme gratitud por su generosidad al acogerme en esta Academia, lo que supone para mí un honor infinito y una alegría inmensa.

Y permítanme también que personalice mi agradecimiento en el Presidente, el Doctor González de Posada, eminente científico, polímata, investigador y profesor, con quien comparto mi profesión, que, a su vez, compartíamos con otro ilustre Ingeniero que perteneció a esta Academia hasta su fallecimiento, el Profesor José Calavera. En este momento, somos los únicos Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos miembros de esta corporación.

Debo añadir que, si para mí ingresar en esta Academia es motivo de orgullo, espero corresponder con humildad al honor que me conceden, con una disposición atenta para aprender de tan ilustres miembros, con esfuerzo, trabajo y dedicación.

“El puente es el artificio más importante que se introduce con el camino…Situado en el cruce de dos circulaciones, articula un problema de geografía humana con uno de geografía física para permitir la coexistencia de las redes vial y fluvial. En el compromiso que se establece queda latente el conflicto naturalidad-artificio”.

Carlos Fernández Casado, ingeniero

Puente de Alcántara sobre el río Tajo (Cáceres).

1. Ingeniería, territorio y patrimonio. Introducción

"Construir es colaborar con la tierra. Imprimir una marca humana en un paisaje que se modificará para siempre".
Marquerite Yourcenar, Memorias de Adriano.

Puente sobre el río Najerilla (La Rioja).

El aprecio por los bienes de interés cultural de nuestro país es creciente. Sin embargo, aún no se ha tomado conciencia plena de la amplitud que llega a abarcar dicho concepto, que no se limita a las obras de arte o arquitectónicas tradicionalmente consideradas como tales, sino que se extiende, entre otros muchos ámbitos, al patrimonio de las obras públicas históricas y también al del territorio y su historia.

En el estudio que presentamos, la obra pública, el territorio y el paisaje van indisolublemente unidos, ya que es la obra del hombre la que singulariza a aquél y le proporciona un carácter único y diferencial, y un valor añadido histórico y cultural.

Resulta paradójico este olvido secular de las obras públicas, teniendo en cuenta que han sido objeto de estudio y catalogación

fragmentos a veces mínimos hallados en campamentos romanos, a la vez que se desdeñaban grandes presas, conducciones de agua de varios kilómetros o puentes importantes que habían sido construidos en la misma época que aquéllos.

Una muestra de esta falta de conciencia se manifestó cuando la Academia de la Historia protestó en 1918 ante las perspectivas de demolición total del acueducto de Sevilla –que había sido pactada por la Comisión Provincial de Monumentos y el Ayuntamiento–, y sólo se le permitió conservar el número de metros que de común acuerdo sea determinado, calificándose la obra de "vulgar, sin rasgos artísticos, desprovista de interés arqueológico".

Es posible que el marcado carácter utilitario de las obras públicas haya contribuido a fomentar esta mentalidad, pero la realidad de estos objetos es otra: en el caso concreto de los puentes permanece viva su función durante siglos, facilitando la travesía de los ríos y la comunicación entre los pueblos desde los itinerarios de las épocas más remotas, a la vez que han constituido su elemento más admirable, vulnerable y mágico.

Además, las vías de comunicación y los puentes han contribuido al desarrollo de las comunidades como pocas obras del hombre, y han marcado como ninguna el espíritu de progreso que animara a sus constructores, siempre a la vanguardia de la aplicación de nuevas técnicas y materiales.

En este sentido, este patrimonio ha desempeñado un papel destacado en la formación y en los rasgos de identidad de un espacio o de un pueblo determinado, que adquiere un significado a escala urbana y territorial de suma importancia, a la vez que soporta y configura ese espacio permitiendo el desarrollo de la actividad humana.

Desde tiempo inmemorial, cuando el hombre comenzó a ejercer un control sobre la naturaleza y a tomar posesión del soporte geográfico para habitarlo, por medio de sus obras configuró el espacio sobre el que se iba a asentar, se apropió de él, y, en definitiva, comenzó a construir el territorio a través de un entramado de sendas, centuriaciones, bancales,

obras de regadío, presas, canales, o puentes, que le permitieron desplazarse, relacionarse, dominar el medio y utilizarlo en su beneficio. Estas obras, que formaron la primera infraestructura para el desarrollo de la vida en comunidad, fueron creciendo y evolucionando a lo largo de la historia hasta llegar a la actualidad en que constituyen el tejido físico de la relación social sobre el que se asienta nuestro sistema espacial y productivo.

De esta evolución y crecimiento de la obra pública en cada época nos quedan testimonios importantes que tiene un especial significado por su valor histórico y cultural, y por su presencia física en el territorio formado hitos primarios que determinan el lugar, al que en numerosas ocasiones prestan el nombre y son también, en la mayoría de los casos, el paso obligado de un territorio a otro y el preámbulo para su percepción física.

Esta permanencia y este carácter de hito territorial es lo que hace que determinadas obras públicas tengan un carácter de monumento, de elemento construido reconocible en el paisaje, tanto por su dimensión como por su valor histórico, estético, arqueológico, funcional o simbólico.

De hecho, estas obras del pasado, no sólo nos hablan del conocimiento técnico, sino que también nos muestran la capacidad tecnológica de la época al tiempo que constituyen un símbolo del lugar en el que se asientan y de todo el territorio circundante.

El patrimonio formado por los objetos y elementos que han desempeñado un papel destacable en la formación y en los rasgos de identidad de un espacio o un pueblo determinado, adquiere así un significado a escala urbana y territorial de suma importancia.

En su actividad vital el hombre traza caminos, sistemas de aprovechamiento del agua, distribuye el espacio en los núcleos habitados, y éstos son el resultado de un largo proceso histórico, de modo que podemos considerar que el territorio es un artificio construido por una sucesión de sociedades y civilizaciones y que, por tanto, tiene su historia. Huellas que aún están presentes en los hitos y los topónimos y

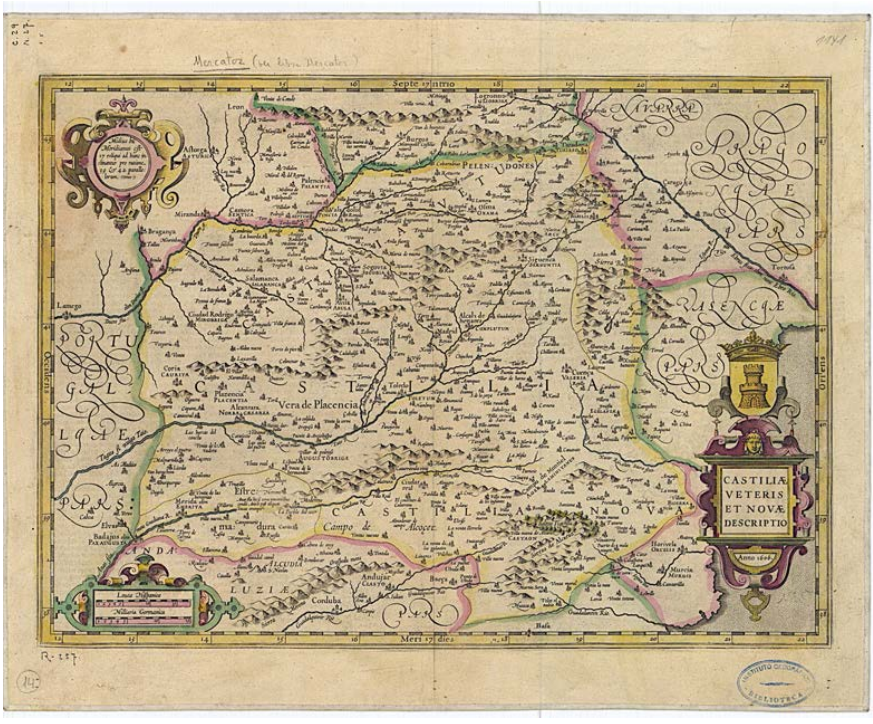
constituyen un verdadero palimpsesto sobre el que cada civilización ha escrito su historia.

Por otra parte, el matiz conceptual entre territorio y paisaje responde a criterios de enfoque; así consideraremos el territorio desde el punto de vista objetivo geográfico tradicional, como el conjunto de elementos naturales que se integran en el estudio de la geografía física, al que se añade el conjunto de elementos construidos por el hombre que componen la geografía humana. Todos ellos son, por tanto, mesurables y georreferenciables, aunque no tengan una materialización física -como un límite administrativo o un distrito censal-.

Sin embargo, en su definición del paisaje, el Convenio Europeo del Paisaje menciona el territorio, al hombre, a la naturaleza y a su interacción, sometida ésta al filtro de la percepción. El concepto de paisaje responde pues a la percepción que del territorio tiene la población, y es, por tanto, subjetivo (Consejo de Europa 2000).

Conocer cómo se ha ido construyendo un territorio y un paisaje a lo largo de los siglos es una labor tan apasionante como necesaria, no sólo porque ambos conforman un patrimonio cultural en el que confluyen aspectos históricos, etnográficos, arquitectónicos, artísticos, literarios, naturales, arqueológicos, etc. propios de un ámbito geográfico (UNESCO 1972), sino porque resulta imprescindible en los ámbitos profesionales y en la conciencia social el reconocimiento de los valores históricos, simbólicos y funcionales de los restos que el pasado ha ido dejando en el territorio antes de abordar cualquier intervención, así como cualquier planificación de protección o de desarrollo turístico o económico a escala regional.

2. Los caminos, determinantes geofísicos e históricos


CASTILIÆ
VETERIS
ET NOVÆ
DESCRIPTIO
Anno 1606
Septentrio
Meridies
Vera de Placencia
Campo de Alcocer
Conduba
Andujar
Mirandola
Bragança
Salamanca
Leon
Palencia
Burgos
Segovia
Toledo
Madrid
Guadalajara
Cuenca
Valencia
Murcia
Mérida
Elvas
Badajos
Lamego
Tortosa
Tudela
Huesca
Zaragoza
Tarazona
Calatayud
Teruel
Sigüenza
Ciudad Rodrigo
Coria
Placencia
Alcantara
Nonalgarrara
Ebro
Tajo
Duero
Guadiana
Guadalquivir
Segura
Xucar
Mar Mediterraneo
Mar Oceano
Mare Cantabricum
Mare Balearicum
Mare Sardoniae
Mare Tyrrhenum
Mare Ligusticum
Mare Adriaticum
Mare Ionium
Mare Cretense
Mare Libycum
Mare Siculum
Mare Tyrhenum
Mare Afric

Ibérica siempre han sido más fáciles de transitar que los que han penetrado siguiendo los meridianos.

La razón estriba en que las cordilleras en España están sensiblemente orientadas en su mayoría en sentido este-oeste, y por tanto las travesías a través de las montañas son más difíciles que lo que supone discurrir por los anchos valles de los ríos que discurren en el sentido de los paralelos.

Siguiendo esta premisa, las primeras invasiones -excluyendo las nórdicas, previas incluso a la colonización romana- procedieron del Mediterráneo, de una cultura común que bordea esa enorme “bañera” que compartimos desde hace más de tres mil años, y que procedentes de la costa penetraron hacia el interior siguiendo esas vías en sentido este-oeste.

En cambio, la invasión árabe y toda la Reconquista transcurrieron atravesando las barreras en un vaivén norte-sur.

Estos condicionantes histórico-políticos fueron los que forzaron a violentar estas leyes generales que tendían a aprovechar las condiciones más favorables del sustrato geológico. Y el Camino de Santiago es un buen ejemplo de ello.

La datación de las vías y puentes es una cuestión compleja porque, salvo excepciones, en los que la aproximación documental atestigua que cierto puente o vía se erigió en una fecha determinada o se reconstruyó en tal otra, es generalmente indirecta. Y lo cierto es que se han venido reutilizando durante muchos siglos y que se abrieron tramos nuevos en la medida en la que convenía o era posible.

Los elementos que permiten datar estos caminos son en buena parte los hitos que los jalonan y, por supuesto, los puentes.

Así los caminos y los puentes, a pesar de las numerosas superposiciones culturales que acumulan, permiten reconstruir la historia del territorio. Proponemos incluso una nueva visión que, más que una historia del territorio, nos conduzca a una visión territorial de la historia.

3. Puentes

"El legado histórico es una forma de inteligencia del territorio,
que genera un sentimiento de pertenencia también emocional
relacionado con el interés general, hoy en crisis"
José María Ballester

Vista aérea de la villa de Alcántara y el puente romano.

3.1. Puentes romanos

"Los puentes tienen una fuerte carga poética. Me fascinan.
En los puentes pasa la vida por encima, pero también el agua por debajo: están hechos para ambas cosas.
Son dos fuerzas necesarias y la vez perpendiculares."
Eduardo Chillida. *Lo profundo es el aire*

Puente en Mérida.

Iniciamos este recorrido histórico por los puentes españoles más destacables, abordando algunos ejemplos de gran interés legados por la ingeniería romana y que aún se conservan. Son muestras de una invención eficaz, el arco de medio punto con dovelas aparejadas radialmente, y de su evolución y refinamiento estéticos.

No obstante, no podemos dejar de mencionar el hecho de que con anterioridad a esta conquista el hombre utilizara tramos adintelados para cubrir un espacio, práctica que en el caso de salvar un cauce se traduciría en la colocación de troncos o losas planas apoyadas sobre piedras o

montones de ellas. Aún pueden encontrarse buenas muestras de estas fábricas primitivas, especialmente en Galicia.

Pero aún es anterior otro ingenio para atravesar los regatos de escasa profundidad: la pasadera, consistente en una sucesión de piedras de gran peso y altura suficiente en el cauce, que permitiría saltar de una a otra orilla. Es el primer estadio de la evolución del puente, que todavía no permitía el tránsito con carga arrastrada, muy lejos aún del uso de la rueda.

Fue pues una lenta evolución constructiva la que llevó del dintel a la falsa bóveda - construida por aproximaciones sucesivas de hiladas hasta juntarlas en lo más alto-, para después alcanzar la perfección del arco de medio punto y de la bóveda de cañón; logros que se remontan a la civilización mesopotámica, y que hasta Roma no alcanzarían el rango de lo cotidiano.

El arco de medio punto resultó ingenioso sobre todo por su sencillez de diseño, replanteo y construcción, pues apenas con un cordel y un punto fijo era posible su trazado, sin incorporar a él más variable que el valor del radio. Además se construía con piezas relativamente pequeñas frente a la luz a salvar, y su resistencia mecánica resultaba altamente satisfactoria al acuñarse las dovelas entre sí favoreciendo la transmisión de las cargas verticalmente a los apoyos. El resultado era un elemento constructivo estable y de fácil reproducción.

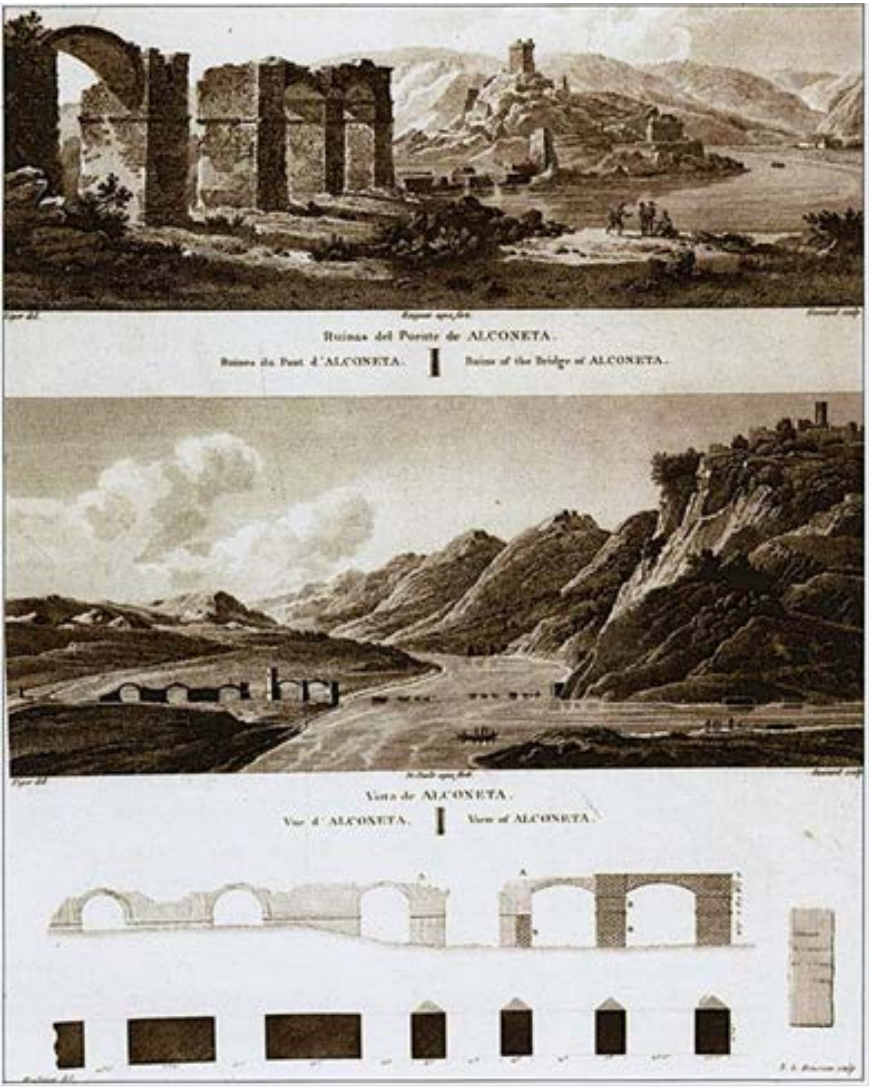
De este modo el arco de medio punto se convirtió para los romanos en la forma canónica de su expresión arquitectónica, con la salvedad de la utilización del arco rebajado durante un periodo heterodoxo que se extendió a los imperios de Trajano y Adriano, y que fue difundido por el célebre arquitecto Apolodoro de Damasco. En esta época se construyeron dos de los puentes más interesantes debidos a los romanos: el que se tendió sobre el Danubio cerca de Orsova en Rumanía - hoy desaparecido, pero del que queda su imagen tallada en los relieves de la Columna Trajana- y el de Alconétar sobre el río Tajo, cuyas majestuosas ruinas aún hoy pueden ser contempladas, aunque no sea en su emplazamiento original.

Otra de las aportaciones esenciales del genio romano fue el uso y difusión del hormigón, el primer material de construcción artificial de la historia: por su economía y facilidad de empleo, su maleabilidad, durabilidad y resistencia, lo convirtieron en el material idóneo para la construcción de todas las estructuras -especialmente las bóvedas de gran luz- del Imperio.

Junto al hormigón -capaz de fraguar bajo el agua- se utilizaron otros materiales de dimensiones normalizadas, como los ladrillos, cuyos aparejos también fueron difundidos por todo el territorio romanizado, frecuentemente actuando como encofrados perdidos de un núcleo resistente de hormigón.

Pero además, desde una interpretación funcional de la ingeniería no se puede olvidar que el puente se construye con el fin evidente de enlazar las orillas -"el puente hace aparecer la tierra como región en torno al río", en palabras de Heidegger- y con vocación de perdurar. En este sentido, fueron los romanos quienes establecieron una primera estructuración del territorio peninsular con intenciones supralocales, basando en una red de comunicaciones estables su intención de conquista y civilización. Y serían precisamente las travesías de los ríos los puntos más débiles de tal articulación territorial, por lo que suponen de intervención frente al libre discurrir de las aguas.

Por tanto, el primer conflicto con la naturaleza se planteó al tener que situar en medio del cauce, subdividiéndolo sin dañarlo, unos apoyos firmes sobre los que levantar las bóvedas. Para ello, la elección de un emplazamiento correcto para el puente -es decir, de un terreno adecuado para cimentar las pilas y los estribos- resultaría primordial, obligando al trazado de la calzada correspondiente: así el puente crea un lugar, y por ello, y parafraseando a Heidegger, es capaz de significar un espacio. En palabras de Carlos Fernández Casado, "el puente orienta el desarrollo de los caminos [...y] es motivo de fijación del poblamiento". Pues gracias al puente un emplazamiento merece tal distinción en el largo recorrido que ofrecen las orillas del río.



Alexandre Laborde 1811, Puente de Alconétar.

Pero si la bóveda de cañón -concebida como una extensión en profundidad del arco de medio punto- proporcionaba la estabilidad mecánica, una cimentación sólida y un diseño adecuado de las pilas habría de aportar el necesario equilibrio hidráulico. Para ello, se

plantearon como apoyos de sección rectangular y se le adosaron tajamares -semicirculares o triangulares- en las partes inferiores, con el objeto de evitar el impacto frontal de las aguas en los paramentos que se ofrecían aguas arriba, desviándolas hacia los vanos.

Es característica de los puentes romanos la extrema atención a la relación vano-macizo de la estructura, la búsqueda de una imagen esbelta que culmina en ocasiones con la aproximación a la relación armónica -como es el caso del Puente de Alcántara. En este sentido, eran conscientes de que un exceso de solidez resultaría un obstáculo al paso de las aguas durante las crecidas extraordinarias, actuando como una presa y favoreciendo su ruina. Ello llevaría a la construcción en muchos casos, especialmente en las obras de menor altura de rasante sobre el cauce medio, de una serie de arquillos de aligeramiento consistentes en pequeñas bóvedas que atravesarían la fábrica de los tímpanos -sobre las pilas- de las principales, transversalmente y de parte a parte para aumentar la sección de desagüe.

Precisamente los arquillos, o la mayor pesantez de las fábricas, son características que han llevado a aventurar hipótesis para fechar ciertas fábricas romanas como pertenecientes a las épocas republicana e imperial temprana. Después aparecen los excepcionales puentes de directriz escarzana; y por último, los que por su mayor refinamiento constructivo sugieren un origen más tardío. Pero todo ello ha de ser considerado con precaución, pues a puentes coetáneos pueden corresponder fisonomías aparentemente muy distintas debidas no sólo a las diferencias en la naturaleza del río, sino a los materiales pétreos disponibles en las proximidades y a la irregular pericia de la mano de obra local.

En consecuencia, existen diferentes tipologías que coexisten en el tiempo. Por ejemplo, un primer grupo lo constituyen los puentes de gran vano único que permite salvar cauces estrechos o profundos; este gran vano se ve flanqueado ocasionalmente por pequeñas bóvedas que aligeran los estribos, y que debido a la gran altura que alcanza la bóveda produce un perfil en lomo de asno muy pronunciado y presenta unas rampas de acceso muy pendientes.

Un segundo grupo está formado por los puentes que poseen dos o tres bóvedas de cañón de gran luz, lo que permite salvar cauces a la vez vastos y profundos.

Un tercer grupo está constituido por los puentes de varias bóvedas y mayor desarrollo longitudinal, que salvan cauces anchos y zonas inundables. Por último, existe un grupo más modesto que se compone de pequeñas bóvedas y alcantarillas que se repiten a lo largo de itinerarios como el del Puerto de la Fuenfría; o en los tramos burgaleses de la vía que enlazaba la *Galaecia* con Aquitania por *Asturica Augusta* -destacando grupos de pontones como el de Castrojeriz y bóvedas como la de Cañizar de los Ajos o la *de la Magdalena* en Pancorbo- y de la calzada que unía *Clunia* (altozano entre Coruña del Conde y Peñalba de Castro) y *Cantabria* - con los puentes de Tordómar, Gumiel de Hizán y de Coruña del Conde.

En conclusión, con la excepción de aquéllas fábricas privilegiadas por contar con algún apoyo epigráfico o documental, resulta difícil la datación de un puente romano porque a menudo no coincide con la época de construcción de la calzada a la que sirve -frecuentemente reutilizada y reconstruida en siglos posteriores-, la cual puede ser más fácilmente detectable en otras fuentes, como el *Itinerario de Antonino* -recopilación de itinerarios que se ha fechado durante el imperio de aquel emperador-, los famosos *Vasos de Vicarello*, la *Tabula Peutingeriana* -así denominada en honor a su descubridor y en la que falta la Península casi por completo- o las dudosas tablillas de Astorga; o gracias a los datos que suministran objetos como los miliarios, hitos que permiten situar las calzadas en el espacio y en el tiempo.

Con tal suma de aportaciones, a las que hay que añadir las informaciones cartográficas, toponímicas y los rastreos que permite actualmente la fotografía aérea y el georradar, así como los restos que aún se conservan, todavía es posible reconstruir en España -e incluso recorrer- el trazado de tramos enteros de calzada.

Tal es el caso, por ejemplo, de la importantísima *Vía de la Plata*, que discurre en sentido norte-sur enlazando las tierras gallegas con

Sevilla y los puertos atlánticos andaluces. Pero otras no menos importantes, aunque más desconocidas, recorren todas las provincias de la geografía peninsular y de las Baleares -como atestiguan los restos de calzada y el puente que se encuentran en Pollensa- configurando un denso entramado multidireccional que conserva los pavimentos originales de tierra o los enlosados de piedra.

Por último, no se puede dejar de contemplar el carácter simbólico que ha presidido desde antiguo este tipo de construcciones; de hecho, para los romanos el Colegio de Pontífices fue una de las instituciones con implicaciones religiosas más primitivas, que ha perpetuado su nombre en la alta jerarquía de la Iglesia Católica. Dentro del contexto mágico primitivo, el puente entronca con las creencias ancestrales de dominación de las fuerzas maléficas, que son recogidas en las numerosas leyendas que rondan en torno a los llamados "puentes del diablo".

3.2. Puentes medievales

"El prodigio de la ingeniería se atribuye durante siglos a los poderes de Lucifer. Estos puentes satánicos, levantados durante una noche por motivos de venganza, seducción o ambición fáustica, incorporan el misterio de la poesía a la misteriosa belleza de la técnica"
Juan García Hortelano

Puente del diablo (Martorell).

Frente a la situación unitaria que planteó la civilización hispano-romana en la Península - de la que las obras públicas fueron un fiel reflejo-, el Medievo ofreció un panorama muy diferente al carecer de un planteamiento de conjunto de las comunicaciones y al reunir, por una parte, a los débiles y fragmentados reinos cristianos, y por otra, a la refinada civilización árabe; enzarzados ambos -y entre sí- en luchas seculares, iban consolidando fronteras y dotando a la sociedad de unas

características muy particulares, basadas fundamentalmente en las relaciones de intercambio mantenidas en todos los órdenes.

En el ámbito de las comunicaciones por tierra, ambas culturas se emplearon en la reconstrucción basada en iniciativas individuales de las obras legadas por culturas precedentes, básicamente por los seis siglos de influencia ejercida por Roma. Sin embargo, perdidas algunas de sus tradiciones constructivas fundamentales como el uso del hormigón, así como muchos de los conocimientos de hidráulica acumulados por aquéllos, las obras medievales tuvieron que afrontar los problemas que planteaba la erección de puentes con menos recursos y un notable incremento de los riesgos.

Este aspecto de la ausencia de tradición en la resolución de problemas hidráulicos y estáticos fue especialmente significativo en los territorios cristianos. Pero en general, condujo a una gran variedad formal de puentes, aunque siempre en torno a la tipología única de la bóveda de fábrica, en sus tres variantes: de cañón, de herradura y ojival.

Aunque resulta cierta la preferencia árabe por el uso en los puentes de bóvedas de herradura, no es menos cierto que emplearon básicamente las de cañón. Del mismo modo que las bóvedas ojivales, características de la arquitectura de la Baja Edad Media -y frecuentemente más fruto de la impericia que de intenciones estéticas-, convivieron en los reinos cristianos con las de cañón hasta el mismo siglo XV.

Además hay que considerar el problema de técnico que suponía superar la corriente con una o más bóvedas de gran luz, o con varias menores aumentando el número de cimentaciones en el cauce. En este sentido, la elección de la bóveda apuntada de gran luz llevó casi inevitablemente aparejado un perfil en lomo de asno que se ha fijado en la imagen del puente medieval como si resultase ineludible. Pero la realidad es que fue una época de imagen heterogénea, de convivencia estilística sin rigideces.

Esta heterogeneidad formal radica también en el empleo de materiales locales, en ausencia de una organización constructora

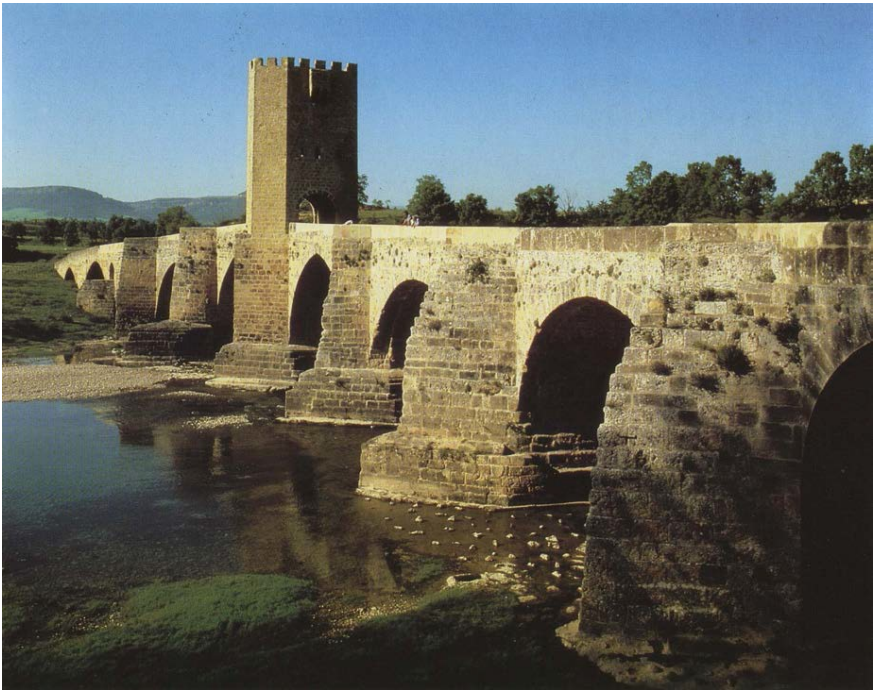
supralocal. Resultó frecuente, por tanto, reservar la sillería para los lugares más expuestos a la acción del agua y para las bóvedas, construyendo el resto -tímpanos, parte superior de los estribos, pretiles- con mampostería, sillarejo o ladrillo.

Pero además fue un período de guerra, circunstancia que añadió al carácter de elemento comunicador del puente, el aspecto defensivo. Esto indujo a incorporar al puente una serie de elementos tales como torres, matacanes, estrechamientos en la calzada, escaleras y pasadizos con salida al río, que llevarían a alterar sensiblemente la pureza formal de la estructura.

Las torres -como elemento singular o múltiple- presidieron la imagen de la mayoría de los puentes medievales, pero al quedar obsoletas se fue produciendo su ruina progresiva, y son pocos -y celebrados- los ejemplos que aún se conservan.

Para aliviar la estrechez de la calzada se optó en muchos casos por elevar los tajamares hasta el nivel de la rasante, ocasionando desahogos puntuales y rítmicamente dispuestos que se denominaron apartaderos, pues permitían el cruce sobre el exiguo tablero del puente de carros, caballerías y viandantes a costa de que algunos se refugiasen apartándose en ellos. Al suponer prolongaciones verticales de los tajamares, su planta suele ser triangular o rectangular.

También es frecuente que la planta quebrada de los puentes medievales obedezca a su carácter defensivo, aunque lo más habitual es que su motivación fundamental radique en la búsqueda de suelo resistente para cimentar las pilas. No obstante, tales quiebros fueron adecuadamente utilizados para disponer en ellos torres o elementos de control que, en el peor de los casos, permitirían la fragmentación del puente en tramos y su defensa progresiva



Puente en Frías (Burgos).

Al hecho bélico se superpuso el concepto del puente como propiedad privada, derivado del desmembramiento del poder y del elevado coste de su construcción y mantenimiento, que recaían nominalmente en los señores feudales, aunque en la práctica sólo resultaban gravosas para el pueblo llano.

Son múltiples los ejemplos de puentes propiedad de los reyes, de nobles o eclesiásticos, costeados a base de impuestos sobre la sal o la carne... o reparados a través de las recaudaciones de los pontazgos - derechos de paso que afectaban a personas y mercancías. En realidad, los privilegios que el rey otorgaba en relación con la percepción de tales pontazgos rara vez revertían en los pobladores, sino que venían a engrosar las arcas de sus perceptores directos, motivando con ello grandes retrasos en las obras y la incomunicación entre pueblos o comarcas enteras.

El control del puente se convirtió entonces en un instrumento de poder sin precedentes, que perduró hasta el nacimiento de los estados modernos. Pero en su aspecto recaudatorio, los pontazgos siguieron cobrándose hasta el siglo XIX, reportando pingües beneficios, entre otros al Estado.

Aún hoy es posible reconstruir las rutas comerciales más importantes de la Península en el Medievo -y en épocas posteriores- si se analiza la localización de tales pontazgos y la procedencia de sus beneficios. Y de entre ellas resulta fundamental el estudio del Camino de Santiago, resultado de una voluntad decidida de conseguir en torno a una ruta de peregrinaje el afianzamiento de las tierras reconquistadas, y la consolidación de un esencial medio de intercambio cultural y comercial entre las tierras septentrionales de la Península y el resto de Europa.

Puente la Reina (Navarra).

También constituyen un grupo identificable los que se encuentran en la red que configuran las cañadas ganaderas, que mantuvieron durante

siglos -desde la creación por Alfonso X en 1273 del Real Concejo de la Mesta y hasta su disolución en 1836- la difícil comunicación peninsular en sentido norte-sur a través de más de tres mil kilómetros de rutas trazadas respondiendo a las necesidades de pasto del ganado ovino según las épocas del año. Los puentes mesteños ocasionalmente presentan "contaderos", estrechamientos en embudo que permitían el recuento de las cabezas trashumantes. De entre ellos merece destacarse el Puente del Arzobispo en Toledo, etapa obligada en la ruta de los pastos extremeños.

Afortunadamente y debido a no haber sufrido la acción de ninguna de las dos guerras mundiales, España cuenta con el patrimonio de puentes medievales más rico e interesante de Europa.

3.3. Puentes de los siglos XV al XVII

"El puente, aquí o allá, conduce tanto a los caminos dudosos como a los soñados para que los hombres vayan sobre otras orillas y, finalmente, y como mortales, lleguen a la otra orilla…
Con esas bóvedas elevadas sobre sus pilas, el puente salta el río o el barranco a fin de que los mortales… que están siempre en camino hacia el último puente, se esfuercen en superar cualquier actividad negativa para aproximarse a la integridad de lo Divino"
Martin Heidegger

Puente de San Marcos en León sobre el Bernesga, s. XVI.

El comienzo de la Edad Moderna supuso para España de nuevo la concentración del poder, esta vez en la imagen de los reyes. Sin embargo, la coincidencia con el descubrimiento de las nuevas tierras americanas distrajo el interés de los problemas peninsulares hacia los ultramarinos -por no mencionar la sangría que supusieron las guerras europeas-, con

consecuencias catastróficas para el país, que comenzó a despoblarse, a empobrecerse y en definitiva, a retrasar su evolución respecto a las naciones vecinas en un declive progresivo no advertido hasta la Ilustración y que aún hoy nos afecta.

Precisamente debido al desinterés de los gobernantes por el conjunto del solar peninsular, se descuidaron las comunicaciones, con las gravísimas repercusiones que ello tuvo para el comercio y la economía nacional.

El resultado fue el aislamiento de las comarcas, que hubieron de resistir los malos tiempos a base de una economía de subsistencia.

Son numerosos los testimonios de viajeros que hablan de las calamidades y penurias sufridas en los viajes por España, y en particular los relatos de accidentes sufridos al atravesar los ríos. En general los caminos sólo eran aptos para caballerías, y sólo en ocasiones como el traslado de maquinaria de guerra o por celebraciones reales se producían obras de acondicionamiento para el paso de carros. Por ejemplo, la sublevación de los moriscos de 1568 exigió a Felipe II efectuar arreglos en los caminos de Sierra Morena para que las piezas de artillería pudiesen llegar a Córdoba. Y cuando el mismo rey desposó con doña Ana de Austria, se dispuso que entre Burgos y Madrid "...hubiese una gran copia de bastimentos y los pasos dificultosos y grandes atolladeros se allanaran, así como calzadas de argamasa, como ingenios y otros instrumentos se fortaleció para que queden perpetuas. En particular se remedió uno de los más importantes puertos o entradas que había a un pago que llaman Valmigral [Fuencarral], distancia de media legua de Madrid. Han trabajado en él más de ciento y cincuenta hombres cada día, gastándose gran número de carretadas de piedra, allanóse un cerro y quedó enlosado, que se representan aquéllas vías stratas romanas, y muchos barrancos y obras harto necesarias que la buena venida de S.M. ha remediado".

Abundando en ello cuenta Santos Madrazo que, cuando el cardenal Borghese atravesaba Aragón en 1591, como las ruedas patinaban en los hielos y se hundían en los fangales, hubo de ser transportado a

hombros; y en verano, las pistas polvorientas obligaban a utilizar un atuendo especial como los llamados "anteojos de camino".

Pero tampoco los reyes escapaban a la dureza de las condiciones del viario. Por ejemplo, cuando el rey Felipe IV se desplazó a Andalucía en 1624, los avatares del viaje fueron cuidadosamente recogidos por el cronista Herrera y Sotomayor: por ejemplo, entre Cózar y Torre de Juan Abad había una legua de terreno pantanoso, lo que ocasionó una "siembra" de coches, acémilas y carros que tardaron hasta la mañana siguiente en salir del barro; después, de Santisteban del Puerto a Linares tuvieron que rodear dos leguas para vadear el río Guadalimar por no existir puente, y sólo el coche del rey y los de algunos caballeros lo consiguieron, pues el resto quedaron atascados “muriendo cabalgaduras de tiro y carga: la gente necesitó el día siguiente para recobrarse”. Algo similar sucedió al atravesar el arroyo Guadiel en las proximidades de Bailén, por lo que el rey, escasamente acompañado, llegó a Andújar “previo atasco de su coche”. En esta localidad le resultaría muy difícil atravesar el Guadalquivir por el puente debido a su estado ruinoso. El resto del camino fue malísimo, todo un cúmulo de circunstancias adversas, tras las que el cronista concluiría que el rey “pecó sólo en su valor”.

En términos generales, un fiel reflejo de la situación de los caminos en España hasta el reinado del rey ilustrado Carlos III, se recoge en el testimonio de extranjeros, como el *Testamento* de Alberoni: “El comercio en el interior del reino es tan difícil como en los países más salvajes; los caminos aún son los mismos que en el tiempo en que cada provincia, formando un reino particular, no tenía por toda riqueza más que sus cosechas y debía apreciar los desfiladeros que impedían a su vecino ir a destruirlas. Apenas podían las mulas atravesar Castilla: en un país cortado por hermosos ríos, se ignora el uso de las barcas, y las mercancías remontan y descienden el Guadiana, el Ebro y el Tajo sobre acémilas; no se ha intentado hacer estos ríos navegables [...]. Los restos, aún admirados, de los caminos de los romanos, no inspiran tan noble emulación”.

En cambio, la intervención del poder público en tales obras se organizó de modo esencial en torno a la Inspección de Caminos, cuerpo creado con el cometido de obligar a los pueblos a mantener en buen estado los caminos de sus términos, autorizando para ello las imposiciones en forma de sisas o repartimientos necesarias, y arrogándose el derecho de intervenir en su distribución.

Para dar idea del retraso que se estaba gestando en materia de obras públicas, basta reseñar que, a finales del siglo XVI, las Cortes del Reino se lamentaban de que de los trescientos puentes que les constaba que se hallaban en obras desde hacía años, sólo uno había podido concluirse. Ello no siempre era causado por la falta de financiación, sino que frecuentemente podía atribuirse a la impericia de quienes las dirigían.

Además su realización se vio regulada desde 1500 por una ordenanza que establecía que los proyectos debían formularse por persona competente y verse acompañados por el correspondiente presupuesto -con su propuesta de financiación- y un informe del corregidor correspondiente. Cada propuesta se había de enviar al Consejo de Castilla y, previa información pública, se procedía o no a autorizar la obra.

Una excepción entre estas obras descoordinadas la constituyen los puentes realizados para mejorar la comunicación de la Corte -trasladada a Madrid por Felipe II- con los caminos de Castilla, Extremadura y Andalucía, así como con los Reales Sitios que la circundaban y que permitían el solaz estacional de los reyes. En particular destacan las obras de enlace con el Monasterio de El Escorial, debidas al ingenio del célebre Herrera y paradigmáticas en su sobriedad.

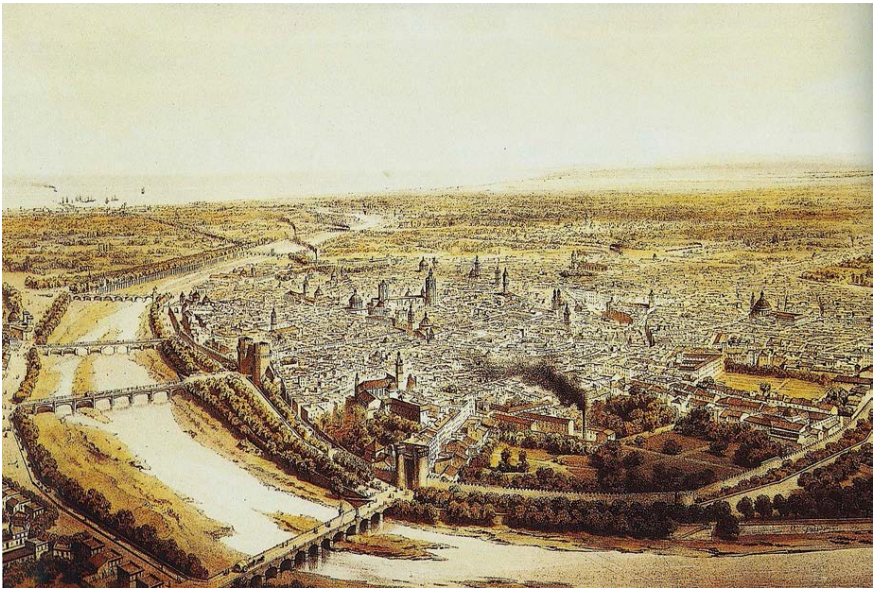
Pero en general fue una época en la que menudearon las obras de consolidación y las reconstrucciones de puentes preexistentes, resultando muy escasas las fábricas de nueva planta.

De entre los puentes debidos a la iniciativa local son mayoría los que se sitúan junto a núcleos de población consolidados, para permitir el acceso ininterrumpido a los mismos. Tal es el caso de los puentes de Cagánchez (Badajoz) y de Plasencia (Cáceres) entre otros; y el de los que

Puente de Almaraz sobre el río Tajo (Cáceres).

se tienden sobre el Turia en Valencia configurando un conjunto único y singular. Pero lo esencial es que tales iniciativas locales nunca respondieron a un proyecto general de miras amplias.

Afortunadamente los puentes nuevos, aunque escasos, eran de una belleza singular. Ello se debía en gran parte al renovado interés por la Arquitectura y por las leyes que regían el Universo -y de la física en particular- que emanaban de la corriente humanista. Por primera vez se concibió el puente como un elemento hermoso, objeto de un diseño en su conjunto e individualizado. Se aplicaron los criterios constructivos y decorativos que primaban en la Arquitectura, resultando hermosos y sólidos ejemplos de bóvedas de cañón de gran luz, básicamente realizados a base de sillería.



Alfred Guesdon ca. 1854, Valencia

Además, alejada la amenaza de guerra dentro del territorio peninsular, los nuevos puentes se desprendieron de sus atributos bélicos, recuperando la belleza de la estructura sin aditamentos superfluos. En cambio, no se abandonó la tradición de los apartaderos, que posibilitaba el cruce de vehículos y peatones o caballeros sobre el tablero del puente. Tales apartaderos fueron evolucionando progresivamente desde ser la prolongación de los tajamares hasta constituirse en auténticos tambores, potentes elementos sobre los que habrían de apoyar las bóvedas.

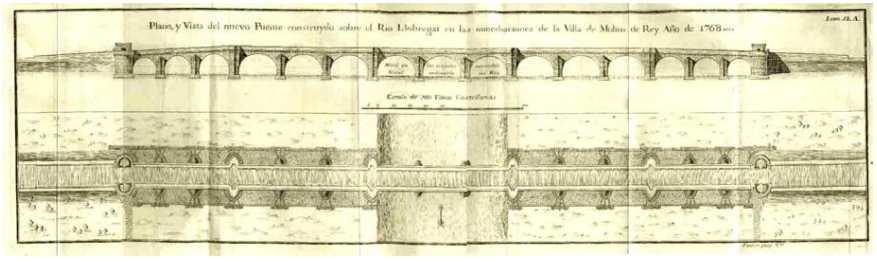
Y, por último, acabó por dominar la rasante horizontal, uno de los elementos distintivos de los puentes modernos en opinión de Fernández Casado.

La mayoría de estos puentes sólo han necesitado a lo largo de los siglos alguna intervención reciente a causa del uso intensivo del tráfico rodado, ya que la anchura de la calzada no se planteó con tales previsiones.

3.4. Puentes del siglo XVIII

"… magnífica obra, y de suma utilidad; pero dexará de ser uno, y otro, si no se acude presto a reparar lo que ahora ni sería difícil, ni de gran costo… No sé yo que se pudiera dexar una manda más del agrado de Dios, y de los hombres como la que se hiciera para la restauración de este puente, antes que una avenida acabe con él, como con otros muchos, por la desidia y poca consideración de los que miran al Público como una cosa extraña, y que nada debe interesarles, y a los venideros como si nunca hubieran de existir, bastándoles a ellos para pasar sus días. Ciertamente que pensando de esta forma, no mereceríamos de nuestros antecesores la tierra que pisamos!"

Antonio Ponz, Carta VII, Viage por España



Puente en Molins de Rey sobre el Llobregat.

Con una de las páginas más emotivas que se hayan escrito nunca en defensa de un puente, el ilustrado Antonio Ponz nos introduce en el siglo XVIII, en este caso, sobre la necesidad de reconstruir el puente de Villarente sobre el río Porma en León.

Para que comenzara a modificarse el deficiente estado de la caminería en España fue necesario esperar al siglo XVIII, cuando la dinastía borbónica ilustrada decidió intervenir activamente y planificar de forma coordinada las actuaciones sobre la misma. Bajo Felipe V, en 1718 se dio el primer paso acopiándose información para elaborar un plan conjunto de reparación y rectificación de la red caminera con el fin de beneficiar a todo el país y no sólo a algunos y de forma esporádica. Desgraciadamente, poco más se hizo durante su reinado y fue su sucesor, Fernando VI, quien comenzaría algunas mejoras como las relativas a los accesos a los Reales Sitios y a las principales carreteras como la de Madrid a La Coruña, así como a su señalización, dentro de una red que comenzaba a dar muestras de radialidad pero que evidenciaba la existencia de zonas enteras como Asturias que permanecían incomunicadas para los vehículos de ruedas.

Puente de Castro (León), s. XVIII.

La decisión política de establecer la red radial fue retomada por Carlos III, influido por el precedente francés de Colbert; así, por Real Decreto de 10 de junio de 1761, y de acuerdo con las directrices del *Proyecto Económico* redactado por Bernardo Ward -que enfatizaba la centralización, la financiación y la planificación por cuenta del Estado-, decidió consignar cantidades fijas anuales para la reparación de las diferentes carreteras, asignando también a tal fin un impuesto sobre la sal.

Un año después, el Rey dictaba una reglamentación general sobre el uso y conservación de caminos y puentes en la que su responsabilidad recaía sobre los pueblos del término correspondiente, siempre que no fuesen muy gravosos, en cuyo caso se financiarían mediante el producto de los portazgos -si los hubiere- o por medio de los arbitrios concedidos al efecto.

El interés real por las obras de fábrica y los puentes en particular era evidente, llegando a prohibir que su construcción recayera en manos de incapaces locales -Reales Decretos de 1764 y 1787- e incluso a disponer la obligatoria consulta de sus proyectos a la Academia de Bellas Artes de San Fernando -Disposiciones de 23 de noviembre de 1777, de 8 de marzo de 1786 y de 30 de agosto de 1789, esta última promulgada ya por Carlos IV.

Desgraciadamente, al final del reinado de Carlos III los avances en la mejora y construcción de caminos, aunque apreciables, habían sido mínimos: la descoordinación de competencias había llegado a una situación tal que los tramos construidos se abandonaban y los puentes levantados por el Consejo no "casaban" con los caminos que realizaba el Ministerio.

Floridablanca y Jovellanos serían las voces más autorizadas para comentar el estado de las comunicaciones del Reino en las dos últimas décadas del siglo: sus ideas relativas a la sobriedad y a que los beneficios de los portazgos se destinaran a la conservación del camino, fueron felizmente recogidos por el Duque de Alcudia, quien en 1794 conseguiría que tomaran forma legal en la Instrucción y Reglamento para la Dirección General de Caminos.

Puente de Toledo sobre el Manzanares (Madrid), 1717-1735.

En general, puede decirse que a lo largo del "Siglo de las Luces" o "de la Razón" se procedió a restaurar y construir un gran número de puentes; todos ellos -salvo los que cayeron en manos de profanos o malos técnicos- denotan un cierto avance en las técnicas de cimentación procedente de la generalización del empleo de la máquina de hincar estacas, que a partir de entonces habrían de consistir en pilotajes y encepados de madera; a veces, incluso, se llegó a construir un enrejado o una solera entre las bóvedas que actuaría a modo de arriostramiento, como sucediera en el desaparecido puente de Molins de Rei.

Aunque se continuó en muchos casos la tradición de la bóveda de cañón, abundan los ejemplos de bóvedas escarzanas o carpanel de sillería -siguiendo el modelo francés-, en las que destaca su cuidadosa y en ocasiones barroca labra. También resulta frecuente la utilización de la sillería exclusivamente en los elementos más resistentes o representativos, construyéndose el resto a base de ladrillo o mampostería, de acuerdo con la disponibilidad local de materiales.

Puente en Ronda, 1763-93.

Otra particularidad concurre en estos puentes cuando se encuentran emplazados en un entorno urbano: es el hecho de constituirse en elemento de disfrute y paseo, en "salón urbano" dotado de la forma y los aditamentos adecuados para tal uso, como son bancos, plazas de acceso, fuentes o esculturas.

En estos ejemplos abundan los tajamares de planta ojival o semicircular, rematados por sombreretes gallonados; o incluso ascendentes hasta la rasante configurando rotundos tambores que ensanchan el tablero creando hermosas zonas de estancia.

Pero junto a estas muestras más características del gusto barroco, coexisten otros puentes más humildes, propios de las zonas montañosas o

del medio rural, en los que se continuó utilizando la mampostería tosca, siguiendo la tradición de siglos precedentes y la sabiduría popular.

De acuerdo con el tipo de vía que soportaban -senda o *iter*, carril o *actus*, carretera o *via*, camino real provincial o gran camino real- se intentó regular su ancho, adaptándolo respectivamente al tráfico peatonal, de caballerías o rodado. Los resultados fueron heterogéneos, ya que a la mencionada ausencia de coordinación vino a sumarse, en aras de una pretendida reducción de costes, la posibilidad de construir puentes estrechos en despoblados que abriera la instrucción de 1778.

Finalmente, los nuevos afirmados –"a la romana", sistema Gautier o Trésaguet...- que se utilizaron también en la pavimentación de los puentes, hubieron de protegerse por reglamentaciones específicas que restringieron la utilización de llantas estrechas o herradas.

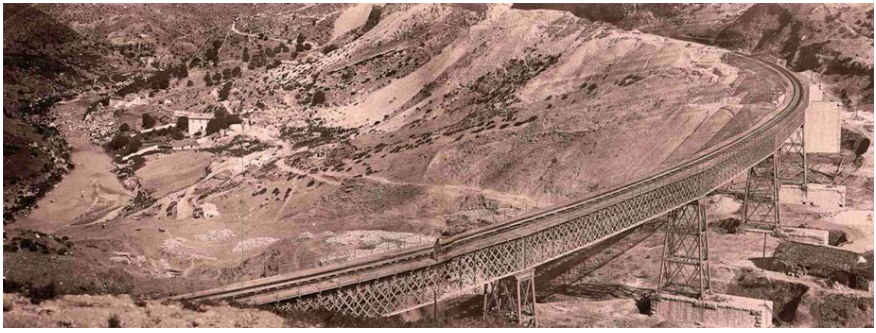
Con el fin de remediar tanta incompetencia y descoordinación, se creó el 12 de junio de 1799 el Cuerpo de Ingenieros de Caminos y Canales del Reino, a imitación de su homólogo francés y animado por el genial espíritu de don Agustín de Betancourt.

Al ser consultado sobre el estado de las obras públicas en la España del cambio de siglo, redactó en 1805 la *Noticia del estado actual de los caminos y canales de España*; en ella denunciaba situaciones tales como la de la Carretera de Galicia, en la que se había hecho "poco o nada que no sea efímero... Al primer invierno cayeron casi todas las paredes de sostenimiento, se hundieron muchas alcantarillas y se desprendieron una porción de terrenos, cortando y dejando intransitable el camino". Pero Betancourt propuso soluciones prácticas que supusieron la construcción de unos 2.000 km de caminos nuevos sólo en los primeros ocho años del siglo.

Desgraciadamente, la Guerra de la Independencia vendría a truncar tales propósitos, postergándolos un tercio de siglo y sumiendo al país, en consecuencia, en un nuevo retraso respecto a la evolución de las restantes potencias de la Europa Occidental, inmersas ya en pleno despegue industrial.

3.5. Puentes del siglo XIX

"... El hierro ha llegado a ser el más poderoso elemento de progreso para todas las industrias, y el arte de la construcción se puede decir que vive sólo de esta materia, que se encuentra en las herramientas, en las máquinas, en los buques, en los ferrocarriles y en los puentes, y el negro color de este metal, en lugar de despertar las tristes ideas que hacía concebir cuando su destino preferente era para forjar cascos y espadas, nos induce a pensar en los indefinidos adelantos de la civilización,
en el más alto sentido".
Eduardo Saavedra, "Los puentes de hierro",
Revista de Obras Públicas (1861

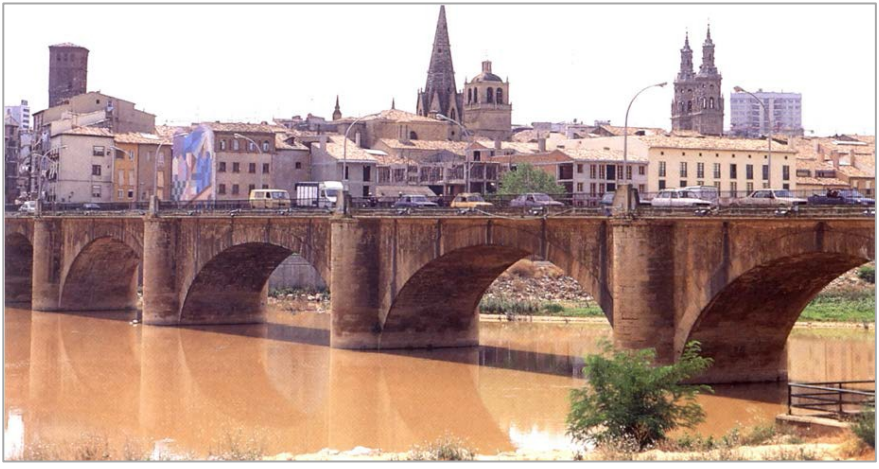


Viaducto de El Chorro FC Córdoba-Málaga, 1865.

La vida intelectual del siglo XIX fue sin duda más compleja que la de épocas precedentes, y ello se debió a varias causas que podrían resumirse en la considerable ampliación de los espacios de actuación -con la entrada en escena de América y Rusia-, en las conquistas científicas y en la producción industrial -que permitieron adoptar una nueva conciencia del poder humano frente a las actuaciones sobre el medio físico-, y en una profunda rebelión contra los sistemas tradicionales de pensamiento filosófico, político y económico.

En los siglos precedentes los accidentes geográficos eran simplemente aceptados como fenómenos naturales, pero las nuevas ideas

-en su doble vertiente romántica y racionalista- y la creciente interacción entre ciencia y técnica, fueron extendiendo y afianzando la convicción de que la Naturaleza podía ser modulada a voluntad, a la vez que se mejoraban los equipos técnicos y, en particular, las aplicaciones de la máquina de vapor a la industria y el transporte.



Puente de Piedra en Logroño.

Pero si la transición de una forma de vida ancestral a una sociedad en transformación por la revolución industrial fue lenta en países como Inglaterra o Francia, en España los efectos fueron notablemente más tardíos debido a las particulares condiciones político-económicas que se fueron gestando tras la guerra de la Independencia, pero cuyas raíces su hundían en los albores de la época moderna.

Aunque la red de carreteras había mejorado considerablemente debido a las iniciativas de los gobiernos ilustrados, las deficiencias debidas a la inexistencia de técnicos competentes en materia de obras públicas -con la excepción de algunos ingenieros militares o de los formados en el extranjero- se hacían evidentes en el mal estado general de las carreteras, en las inversiones superfluas y en los desaciertos ocasionados por los intereses particulares y la impericia de los artífices.

Afortunadamente, la visión de políticos como Floridablanca, Aranda y Fernán Núñez, y la tenacidad de ingenieros formados en el extranjero como Agustín de Betancourt consiguieron institucionalizar la carrera del ingeniero de Caminos y Canales a imitación de la educación que se impartía en la francesa *École des Ponts et Chaussées*, y como soporte técnico de la correspondiente Inspección General creada en 1799, cuyo cometido habría de ser "conseguir que se planteen bien los proyectos relativos al trazado y alineación de Caminos y Canales, y las obras de mampostería, puentes y demás [...]"

Desgraciadamente, apenas transcurridos seis años de la fundación de la Escuela de Caminos estalló la Guerra de la Independencia, circunstancia que supuso la degradación de la infraestructura existente y un brusco corte en la gestión de los servicios técnicos. Ello vino a unirse a una azarosa posguerra en la que fue combatido el talante liberal de gran parte de los ingenieros, y que desembocó en la supresión de la Inspección y de la Escuela en 1814 por orden del absolutista Fernando VII, reunificándose el control de las obras públicas, como antaño, con Correos.

Entre 1814 y 1820 retornó un periodo de arbitrariedades que redundó en el estancamiento de la red viaria. En este año y durante el periodo constitucional que duró hasta 1823, pudo reabrirse la Escuela, y plantearse una primera "Memoria y Propuesta de Ley de Comunicaciones" en la que se consideraba prioritario el uso del canal como sistema de comunicación, incluso por delante de las carreteras. Pero la situación cambió y la Escuela volvió a clausurarse, restableciéndose la fusión con Correos hasta 1833.

La política gubernamental de resistencia a la innovación que predominó durante el nefasto reinado de Fernando VII, no sólo frenó la expansión ferroviaria, sino también el desarrollo de la red viaria.

Los años que siguieron permitieron la reapertura de la Escuela en 1834 y la reorganización en 1836 del Cuerpo, que fue incluido en 1851 en el recientemente creado Ministerio de Fomento.

Durante estos años las iniciativas sobre canales se fueron abandonando paulatinamente, en relación directa con el entusiasmo suscitado por los primeros ferrocarriles, que casi relegaron a las carreteras a un segundo plano. Además, el estado de la red viaria se reconocía en informes ministeriales como "deplorable".

En cambio, el fervor que producía la alternativa ferroviaria quedó reflejado en el Informe que la Comisión de Ingenieros de Caminos, encabezada por Juan Subercase, redactara en 1844: “Desde que multiplicadas considerablemente las líneas de estos [ferrocarriles], en algunos países han hecho concebir la posibilidad de que este medio de conducción absorba todos los demás, como se observa ya en las líneas construidas hasta ahora”.

Desde mediados de siglo se pudieron acometer las legislaciones correspondientes al desarrollo de los ferrocarriles -que tras varias propuestas apoyadas por Bravo Murillo, Seijas Lozano Reinoso se materializó en la Ley General de 1855- y de las comunicaciones viales, sobre la base de la Ley de Carreteras debida a la iniciativa del ingeniero Seijas Lozano en 1851, y a su ampliación de 1857.

Estas últimas imprimieron un cierto carácter de subsidiaridad al viario basado en una jerarquía en cuatro niveles: las carreteras generales o de primera clase -destinadas a enlazar Madrid con las capitales de provincia-, transversales -las que cortan dos o más carreteras generales pasando por poblaciones importantes o capitales provinciales-, provinciales y locales. Si estas últimas eran promocionadas para dar servicio a varios pueblos y a comunicar las carreteras con los apeaderos de tren, la verdadera estructuración del territorio iba a descansar sobre las tipificadas como transversales o de segundo orden.

La realidad de estas obras, acometidas sobre una base monopolística del Estado, queda reflejada en el hecho de que coincidiendo con la restauración de la monarquía en 1875, apenas se habían terminado 18.972 km de carreteras, cuando en 1868 la longitud total de las mismas se había cifrado en 17.409, y en la década precedente se habían concluido más de 8000 km.

El ferrocarril, en cambio, disfrutó de una política liberal apoyada en concesiones a sociedades privadas, dotadas de un gran respaldo de capital extranjero, frecuentemente con experiencia en empresas ferroviarias, que habría de repercutir en la redacción de los proyectos por parte de técnicos foráneos y confiados a soluciones importadas.

De acuerdo con los datos que aporta Wais, a finales del siglo XIX la red ferroviaria estaba prácticamente consolidada, compuesta por 10.864 km de ancho normal, y 1.972 km de vía estrecha. Por compañías la distribución era la siguiente:

* los Caminos de Hierro del Norte figuraban a la cabeza con 3.672 km en explotación;
* los Ferrocarriles de Madrid a Zaragoza y a Alicante (M.Z.A.) contaba con 2.927 km de la red "antigua" y con 723 km de la red catalana, totalizando 3.650 km en explotación;
* la Compañía de Andaluces seguía con 1.072 km de extensión y una consistencia económica considerablemente más débil que las precedentes;
* los Ferrocarriles de Madrid a Cáceres y a Portugal, con 429 km más los 343 km correspondientes a la anexionada línea de Plasencia a Astorga; el resto hasta alcanzar los 10.864 km de vía ancha se distribuía entre un total de trece compañías, de las cuales sólo la "de Medina a Zamora y Orense a Vigo", la "de Salamanca a la frontera portuguesa" y "la del Sur de España" alcanzaban los 200 km de extensión; y la "de Lorca a Baza" y la "de Torralba a Soria" superaban los 100 km.

No contaron los inversores extranjeros con las fuertes dificultades orográficas que habría de presentar un país en el que apenas el 46% de su superficie puede considerarse llanura. La solución se basó en gran medida en la construcción de puentes y túneles, lo que dificultó y encareció las obras considerablemente. Convirtiendo en un negocio la simple obtención de la concesión.

Precisamente en lo que a los puentes se refiere, en esta época única compitieron estructuras de madera, de piedra y de hierro, del

mismo modo que convivieron distintas tipologías estructurales: arcos y bóvedas, vigas rectas, celosías, puentes colgantes o tipologías mixtas. Asimismo fue frecuente el recurso a sistemas y patentes extranjeros, fundamentalmente en la resolución de los viaductos metálicos.

De la importancia que se concedió al hierro dan fe las palabras de Saavedra: “El hierro ha llegado a ser el más poderosos elemento de progreso para todas las industrias, y el arte de la construcción se puede decir que vive sólo de esta materia, que se encuentra en las herramientas, en las máquinas, en los buques, en los ferrocarriles y en los puentes, y el negro color de este metal, en lugar de despertar las tristes ideas que hacía concebir cuando su destino preferente era para forjar cascos y espadas, nos induce a pensar en los indefinidos adelantos de la civilización”.

Sólo en estructuras metálicas, en el siglo XIX puede contemplarse un amplio panorama. Aún existen ejemplos de las primeras obras de fundición: estructuras sólo adecuadas para trabajar a compresión y por ello tendentes a adoptar tipologías en arco, o a insertarse en las celosías mixtas realizadas incluyendo elementos de madera, herencia de la tradición constructiva basada en el uso de este material.

De los primeros quedan muestras en España como el pequeño puente de la Alameda de Osuna en Madrid, o ejemplos de la importancia del sevillano puente de Triana, el único del que queda constancia que fuera construido siguiendo el sistema Polonceau.

En cambio, los procedimientos de eliminación del carbono y de producción de acero laminado, abrieron un sinfín de posibilidades de uso en elementos que trabajaban a tracción, dando lugar a celosías de gran luz de cordones paralelos -como vigas de luces cercanas a los 80 m de la línea Campo Real-Linares-, o del tipo Bow-string -y de su inverso, el "vientre de pez", como el que exhibe el jienense puente sobre el Guadalimar. También produjeron grandes arcos, vigas de alma llena como las del cordobés puente sobre el río Cabra, e incluso soluciones del tipo cantiléver.

Las ventajas que el nuevo material ofrecía fueron indiscutibles: posibilidad de salvar grandes accidentes geográficos reduciendo el

número de pilas y, por tanto, eliminando los riesgos de la cimentación; y la reducción del peso de la estructura, la facilidad de transporte despiezado y el posterior montaje in situ.

La ligereza comparativa de estas estructuras respecto a las tradicionales de piedra, las hicieron idóneas para puentes de ría o estuario, debido a que ofrecían la posibilidad de incorporar elementos móviles para facilitar el paso de barcos de elevada arboladura; como ejemplo ha quedado el puente transbordador de Portugalete, con su barquilla móvil que permite salvar la ría de Bilbao.

Puente transbordador Alberto de Palacio, Portugalete (Vizcaya).

Desgraciadamente, las primitivas estructuras metálicas no resistieron las innovaciones y mejoras que afectaron al material móvil en la última mitad del siglo, lo que condujo a que con el aumento de la velocidad y el peso de los convoyes aquéllas quedaran obsoletas y tuvieran que ser sustituidas por otras más modernas y adecuadas. Tal es el

caso de la mayoría de los viaductos metálicos que continúan en servicio, y del que son ejemplos los jienenses "del Salado" -con 105 m de luz y 110 m de altura sobre rasante- y el "del barranco del Gante", que fuera proyectado a base de diez arcos de 10 m de luz y que actualmente consta de cinco vigas metálicas de alma llena de 31,25 m de luz, ambos en la línea del FC. Linares- Almería.

Como puede deducirse, la utilización del hierro no resultó privativa de la empresa ferroviaria, sino que fue ampliamente aceptada en los proyectos de carreteras. No obstante y debido a su elevado costo, en el viario siguió utilizándose de forma habitual la bóveda de fábrica en sus versiones de sillería y mampostería e incluso ladrillo, y frecuentemente en soluciones que combinaban varios de estos materiales.

En lo que respecta a la tipología dominante, desde las Jefaturas de Carreteras se impulsó el uso de la bóveda escarzana de colección oficial, que configuraban puentes de una o más bóvedas -habitualmente de luz única- cuyos elementos más significativos tales como embocaduras, aristones, albardillas o impostas, se realizaban en sillería, construyéndose el resto de los paramentos en sillarejo o mampostería rejuntada con mortero.

Pero también se utilizaron las tradicionales bóvedas de cañón y las bóvedas carpaneles. De modo análogo a como sucediera con los puentes metálicos del XIX, los de fábrica han resultado en muchos casos de capacidad insuficiente para atender a los modernos requerimientos del tráfico carretero, a la vez que planteaban problemas de trazado por situarse habitualmente en posición perpendicular al cauce. Por esta razón un gran número de ellos ha sido sustituido por otras fábricas más modernas y ha quedado fuera de servicio -cuando no ha sido destruido-.

3.6. Puentes del siglo XX

"Mi puente -dijo Findlayson para sí- Esto tiene que ser de otra época ya. ¿Qué tienen que ver los dioses con mi puente?"
R. Kipling, *Los constructores del puente*

Viaducto Requejo, en Pino sobre el Duero.

Si durante el siglo XIX compiten tipologías y materiales diversos -madera, fábricas de ladrillo y piedra, hierro y acero- el comienzo del siglo XX se va a caracterizar por la introducción del hormigón armado en la construcción de puentes, lo que tendrá repercusiones desde el punto de vista tipológico, constructivo y estético.

El origen y desarrollo del hormigón armado en España está íntimamente ligado con la vida y la obra del ingeniero José Eugenio Ribera. En efecto, antes de Ribera no sólo no existe prácticamente el hormigón armado, sino tan siquiera fábrica alguna de cemento Portland.

Durante el siglo XIX el hormigón se utilizaba con una composición muy variada de acuerdo con el criterio de cada ingeniero, y normalmente en cimentaciones y rellenos de estructuras metálicas y de sillería. Fundamentalmente compuestos a base de cal con un alto

contenido en arcilla, poco a poco se iría sustituyendo la cal por prestigiosos cementos naturales como los producidos en las fábricas de Zumaya, de Ireta o de la Fe.

Alejandro Millán utilizó en la restauración del puente de Alcántara en 1817 cemento de Vizcaya, pero habitualmente se recurría a la importación de cemento Portland producido, desde los años 50, en Inglaterra.

Por primera vez en 1866, cuando el ingeniero Ricardo Bellsolá proyectara dos puentes sobre los ríos Iregua y Lavalle en la carretera de Soria a Logroño, a base de seis bóvedas de 10 m de luz, el hormigón encuentra acomodo en elementos resistentes de superestructuras.

No obstante hasta 1896 no apareció en la Revista de Obras Públicas ninguna noticia sobre hormigón armado. Se comentaba en esta ocasión el proyecto, no construido de un puente en Suiza.

Solamente los ingenieros militares, antes que Ribera, habían mostrado interés por la utilización del hormigón armado en sus obras de fortificaciones y cuarteles, o el depósito de agua que construyera en 1893 el ingeniero Francesc Maciá, primera obra conocida de hormigón armado construida en España.

En 1897 Ribera construyó el puente de Ciaño (Asturias) sustituyendo un tablero de madera por otro de hormigón armado, utilizando el sistema Hennebique del cual sería concesionario en España.

Convencido de “las inapreciables ventajas que este sistema ofrece”, Ribera se lanza a una frenética actividad divulgativa y constructora: artículos, conferencias y proyectos se suceden en lo que el propio Ribera calificará como labor de “apostolado”. En 1899 abandonó el Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos y fundó su propia empresa constructora con los hermanos Manuel y Luis Gomendio. En su actividad como contratista impulsó la modernización de la construcción de obras públicas a base de la utilización de hormigón armado, la introducción de medios auxiliares modernos y procesos constructivos originales como, por ejemplo, la invención de la "armadura rígida" para

las bóvedas de hormigón. Con este sistema -que consistía básicamente en suspender los encofrados de las propias armaduras de las bóvedas conformadas por perfiles metálicos atornillados- construyó el puente del Golbardo en 1900 sin necesidad de utilizar cimbras.

Rastrear las obras de Ribera permite seguir la línea evolutiva de los puentes de hormigón armado durante los primeros treinta años del siglo.

En efecto, los ligerísimos arcos del puente del Golbardo vibraban al paso de carros “como si fueran metálicos” produciendo a los peatones “sensación de peligro”. Insatisfecho con el resultado, Ribera buscó mayor rigidez para sus puentes a base de recurrir a bóvedas en toda su anchura y con tímpanos constituidos por diafragmas longitudinales, en un intento “de dar sensación de reposo, de inmovilidad, de duración, ya que podía conseguirse sin aumento de coste sensible y a veces hasta con menos gasto”. Los puentes de Valencia de Don Juan, en León, y de María Cristina en San Sebastián, corresponden a este tipo.

Posteriormente dispuso los aligeramientos de los tímpanos transversalmente. El monolitismo que obtenía era casi absoluto, “parece un puente de piedra: habíamos pasado de un extremo a otro, pues sobraba ya rigidez”. Cabía, pues, una disposición intermedia entre el ligerísimo puente del Golbardo y las bóvedas continuas que hemos comentado. Así, en 1909 con ocasión de la construcción del puente de la Reina Victoria en Madrid, aplicó una disposición de bóvedas gemelas semejante a la que Sejourné utilizara en el puente de Amidonniers. Ribera dio un paso más y empleó el hormigón armado no sólo en el tablero sino en las bóvedas y en los diafragmas transversales correspondientes.

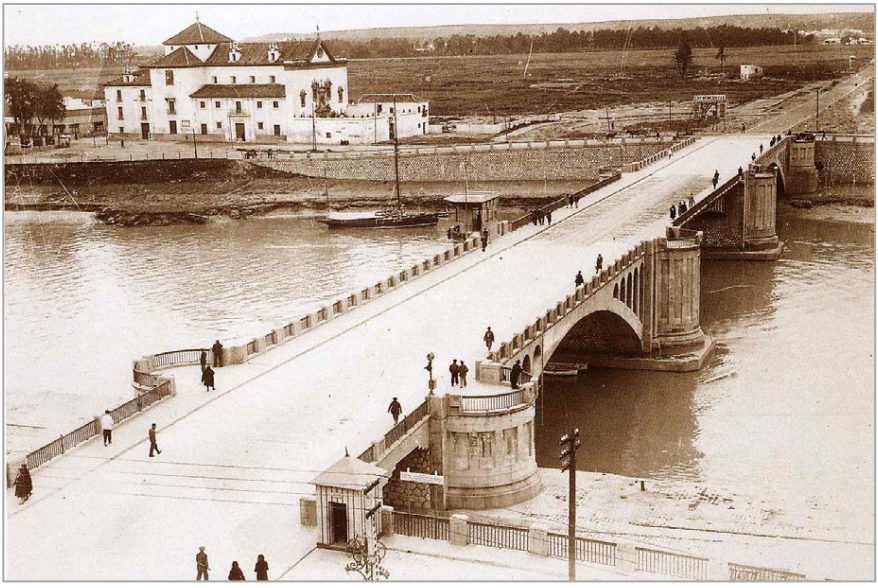
Los dos tramos laterales del puente de San Telmo en Sevilla corresponden a esta misma disposición que, en adelante, utilizará siempre en todas sus obras con bóvedas de grandes luces.

El madrileño puente de la Reina Victoria sirvió de prueba para el establecimiento de los Modelos Oficiales adoptados por el Ministerio de Fomento en 1925 para los puentes de carretera.

En estos años se aprobó también la colección que al efecto preparara el ingeniero Juan Manuel de Zafra, profesor de hormigón armado de la Escuela de Caminos.

Si Ribera aprovechó la construcción del puente de la Reina Victoria como prueba para sus modelos, la experiencia de Zafra se remonta a los primeros años del siglo en que proyectara los puentes de la línea Málaga-Torre del Mar para la Compañía de los Ferrocarriles Suburbanos de Málaga. El puente sobre el río Vélez, construido en 1908 y con 26 m de luz, fue el mayor del mundo en vigas rectas de hormigón armado para ferrocarril.

Ambas colecciones se referían a puentes en caminos vecinales y carreteras de tercer orden.



Puente de San Telmo (Sevilla).

Las características generales de ambas colecciones, de las que se encuentran numerosísimos ejemplos en el territorio español, se pueden resumir así:

* Colección Zafra: tramos rectos para luces menores de 6 m, losas de espesor uniforme; hasta 25 m, losas nervadas a base de dos vigas de alma llena con amplios cartabones en las uniones; para luces superiores, losas nervadas constituidas por dos vigas de alma aligerada mediante una celosía Howe, y arriostramiento horizontal en las cabezas de tracción de ambos nervios;
* Colección Ribera: bóvedas gemelas empotradas de directriz parabólica, construidas mediante armaduras rígidas. Los rebajamientos varían con la luz, desde 1/2 para las de menor luz, hasta 1/10 para luces entre 30 m y 40 m.

En estas mismas fechas, Domingo Mendizábal, profesor de Materiales Metálicos en la Escuela de Ingenieros de Caminos, sería el encargado de redactar la correspondiente Colección de tramos metálicos, así como la nueva Instrucción de 1925.

Eduardo Torroja, Viaducto Martín Gil (Zamora).

En 1942, seis años después de la muerte de Ribera, Eduardo Torroja, su discípulo más querido, concluirá la gran bóveda del viaducto

Martín Gil sobre el embalse de Ricobayo que, con sus 210 m de luz, sería récord de luz de puentes en arco de hormigón armado. Constituía el más hermoso homenaje a su maestro.

Durante las primeras décadas del siglo la tipología usada para salvar grandes luces fue, de forma generalizada, la de bóvedas de hormigón armado. A los nombres de Ribera y Torroja hay que añadir el de Carlos Fernández Casado, constructor de importantísimos puentes de esta tipología.

No obstante, la extraordinaria actividad de Fernández Casado en la construcción de toda clase de obras públicas no se limitó al proyecto y construcción de los mismos. Su *Colección de puentes de altura estricta*, que probablemente no ha recibido la atención que merece, resolvía de forma sencilla un problema frecuente, con una utilización racional de medios, una economía general en la obra, produciendo la mínima perturbación en el paisaje y con interesantísimas repercusiones estéticas.

Tras el informe favorable, en junio de 1936, del Consejo de Obras Públicas y una Orden Ministerial de diciembre de 1939 que aprobaba la Colección e indicaba los requisitos necesarios para su declaración como colección oficial, la tramitación administrativa quedó paralizada. No obstante, el Ministerio de Obras Públicas había adquirido anteriormente la publicación parcial que realizara su autor para distribuirla a los Servicios de Carreteras.

La penuria en el suministro de acero que entonces se venía padeciendo en España, supuso una fortísima restricción a las soluciones de hormigón armado en la construcción de puentes. A pesar de todo, entre 1933 y 1955 se habían construido más de cincuenta puentes según los modelos de la Colección.

También a partir de mediados de siglo se construyeron interesantes puentes, de ferrocarril y carreteros, a base de bóvedas de hormigón armado de luces importantes.

La patente del pretensado de Freyssinet, de octubre de 1928, abrió una nueva época al hormigón: los procedimientos constructivos que

permite el pretensado amplió de forma inusitada el campo de la construcción de puentes de hormigón. Permite, por ejemplo, la prefabricación de piezas pequeñas, dovelas que no necesitarán de la forma en arco para comprimirse; permite el avance en voladizo, cuyo primer ejemplo en España y en Europa (con la excepción de un puente anterior construido en la entonces Unión Soviética) es el puente de Almodóvar, obra de 1962 de Fernández Casado.

Cabe afirmar que "hasta Freyssinet, el hormigón -armado o sin armar- no era mucho más que el usado por los romanos hace veinte siglos. Gracias a él, el hormigón da un gran salto, supera el escalón histórico más importante en la eterna conquista de la ligereza, de la sustitución de la cantidad por la calidad".

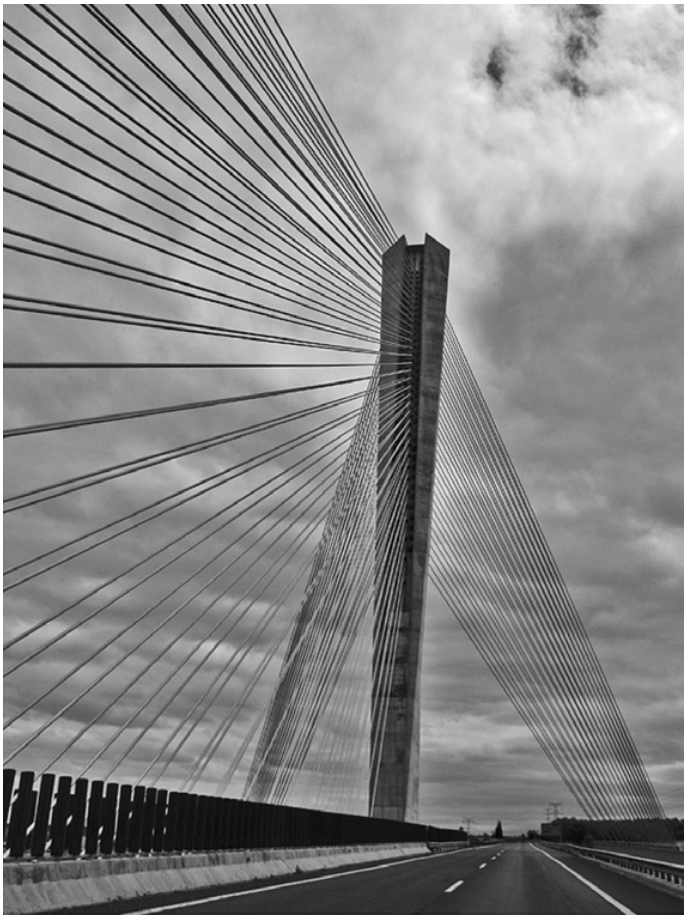
En Europa, tras la Segunda Guerra Mundial los puentes metálicos experimentaron un notable desarrollo en su aplicación a la reconstrucción de los destruidos durante la contienda. Algunos aspectos como la mejora de los métodos de unión (soldadura eléctrica y automática, tornillos de alta resistencia), la aplicación de la losa ortótropa en el tablero de los puentes, mejora en la calidad de los aceros, permitieron este efímero desarrollo, pues económicamente el puente metálico no competía con las soluciones pretensadas.

Se ha generalizado, en cambio, el empleo de estructuras mixtas, con una utilización adecuada de los materiales en su lugar preciso y que permite, como en la larga serie de obras que construyera Julio Martínez Calzón, altísimas cualidades estéticas con la adecuada combinación cromática y de texturas del hormigón y el acero.

Una tipología cuyo uso ha ido en aumento desde el último tercio del siglo es la de los puentes atirantados. El primer proyecto ejecutado en España fue el del puente de la Salve sobre el Nervión en Bilbao, con estructura metálica, obra del ingeniero Juan Batanero. La pasarela de la plaza de las Glorias Catalanas, en Barcelona, de Leonardo Fernández Troyano (Carlos Fernández Casado), es también metálica y rematada con accesos de hormigón en sus tres extremos. En 1992 fue desmontada y

trasladada desde su emplazamiento original hasta el cinturón litoral de Barcelona, muy próxima al mar.

El puente de Rande, incorporó por primera vez en España el hormigón a las pilas, aunque el tablero seguía siendo metálico.



Puente Sancho el Mayor (Navarra).

El hermoso puente Sancho el Mayor, con una original disposición estructural, se ejecutó totalmente en hormigón y el puente Ingeniero Carlos Fernández Casado que consiguió, con sus 440 m de luz, detentar

el récord mundial absoluto de puentes atirantados durante más de tres años, y hasta 1992 el récord de puentes de hormigón. Ambos son fruto, respectivamente, de la labor de los ingenieros Leonardo Fernández Troyano y Javier Manterola Armisén.

La inauguración en 1987 del puente Fernando Reig sobre el río Barxell en Alcoy supuso una inflexión en la evolución de esta tipología. En efecto, la prefabricación total del tablero que pone de manifiesto la posibilidad de utilizar grandes elementos estructurales previamente esculpidos y engarzados in situ, con un acabado perfecto y con escasa manipulación en obra, abre nuevas perspectivas a este tipo de puentes. El del Centenario, el de mayor longitud de España entre estribos, representa magistralmente las posibilidades de la prefabricación: proceso de construcción rápido y sencillo y, como consecuencia, ajustado a un coste estricto pero sin renunciar al carácter emblemático que una obra de estas dimensiones y un río y ciudad tan ilustres exigían.

Otro puente sevillano, el del Alamillo, ha ejercido una notable atracción en los más diversos ambientes.

Durante las últimas décadas del pasado siglo, la ingeniería del puente se ha puesto de moda y precisamente “a través de uno de sus aspectos más olvidados: la estética”. Si durante mucho tiempo los ingenieros de puentes pensaron que lo funcional es siempre bello, en la actualidad hay una deliberada búsqueda de sorprendentes aspectos formales. El puente se ha convertido en "una golosina visual".

En un momento de cambio como el actual, debemos reflexionar sobre la actividad creativa que nuestra actividad comporta, lejos siempre de extravagancias y exageraciones innecesarias.

Como nos recordara Josep Conrad en El espejo del mar, “Tal pericia, la pericia de la técnica, es más que honradez; es algo más amplio, un sentimiento elevado y claro, no enteramente utilitario, que abarca la honradez, la gracia y la regla, y que podría llamarse el honor del trabajo. Está compuesto de tradición acumulada, lo mantiene vivo el orgullo individual, lo hace exacto la opinión profesional y, como las artes más

nobles, lo estimula y sostiene el elogio competente”. Palabras que evocan la afirmación de Carlos Fernández Casado:

“Hacer bien un puente, es hacer el bien”.

Puente Ingeniero Carlos Fernández Casado sobre el embalse de Barrios de Luna (León).

.

COLECCIÓN:
DISCURSOS ACADÉMICOS

Coordinación: **Dominga Trujillo Jacinto del Castillo**

1. *La Academia de Ciencias e Ingenierías de Lanzarote en el contexto histórico del movimiento académico*. (Académico de Número). **Francisco González de Posada**. 20 de mayo de 2003. Excmo. Ayuntamiento de Arrecife.

2. *D. Blas Cabrera Topham y sus hijos.* (Académico de Número). **José E. Cabrera Ramírez**. 21 de mayo de 2003. Excmo. Ayuntamiento de Arrecife.

3. *Buscando la materia oscura del Universo en forma de partículas elementales débiles.* (Académico de Honor). **Blas Cabrera Navarro**. 7 de julio de 2003. Amigos de la Cultura Científica.

4. *El sistema de posicionamiento global (GPS): en torno a la Navegación.* (Académico de Número). **Abelardo Bethencourt Fernández**. 16 de julio de 2003. Amigos de la Cultura Científica.

5. *Cálculos y conceptos en la historia del hormigón armado.* (Académico de Honor). **José Calavera Ruiz**. 18 de julio de 2003. INTEMAC.

6. *Un modelo para la delimitación teórica, estructuración histórica y organización docente de las disciplinas científicas: el caso de la matemática.* (Académico de Número). **Francisco A. González Redondo**. 23 de julio de 2003. Excmo. Ayuntamiento de Arrecife.

7. *Sistemas de información centrados en red.* (Académico de Número). **Silvano Corujo Rodríguez**. 24 de julio de 2003. Ayuntamiento de San Bartolomé.

8. *El exilio de Blas Cabrera.* (Académica de Número). **Dominga Trujillo Jacinto del Castillo**. 18 de noviembre de 2003. Departamento de Física Fundamental y Experimental, Electrónica y Sistemas. Universidad de La Laguna.

9. *Tres productos históricos en la economía de Lanzarote: la orchilla, la barrilla y la cochinilla.* (Académico Correspondiente). **Agustín Pallarés Padilla**. 20 de mayo de 2004. Amigos de la Cultura Científica.

10. *En torno a la nutrición: gordos y flacos en la pintura.* (Académico de Honor). **Amador Schüller Pérez**. 5 de julio de 2004. Real Academia Nacional de Medicina.

11. *La etnografía de Lanzarote: "El Museo Tanit".* (Académico Correspondiente). **José Ferrer Perdomo**. 15 de julio de 2004. Museo Etnográfico Tanit.

12. *Mis pequeños dinosaurios. (Memorias de un joven naturalista).* (Académico Correspondiente). **Rafael Arozarena Doblado**. 17 diciembre 2004. Amigos de la Cultura Científica.

13. *Laudatio de D. Ramón Pérez Hernández y otros documentos relativos al* **Dr. José Molina Orosa**. (Académico de Honor a título póstumo). 7 de marzo de 2005. Amigos de la Cultura Científica.

14. *Blas Cabrera y Albert Einstein.* (Acto de Nombramiento como Académico de Honor a título

póstumo del Excmo. Sr. D. **Blas Cabrera Felipe**). **Francisco González de Posada**. 20 de mayo de 2005. Amigos de la Cultura Científica.

15. *La flora vascular de la isla de Lanzarote. Algunos problemas por resolver*. (Académico Correspondiente). **Jorge Alfredo Reyes Betancort**. 5 de julio de 2005. Jardín de Aclimatación de La Orotava.

16. *El ecosistema agrario lanzaroteño.* (Académico Correspondiente). **Carlos Lahora Arán**. 7 de julio de 2005. Dirección Insular del Gobierno en Lanzarote.

17. *Lanzarote: características geoestratégicas*. (Académico Correspondiente). **Juan Antonio Carrasco Juan**. 11 de julio de 2005. Amigos de la Cultura Científica.

18. *En torno a lo fundamental: Naturaleza, Dios, Hombre.* (Académico Correspondiente). **Javier Cabrera Pinto**. 22 de marzo de 2006. Amigos de la Cultura Científica.

19. *Materiales, colores y elementos arquitectónicos de la obra de César Manrique.* (Acto de Nombramiento como Académico de Honor a título póstumo de **César Manrique**). **José Manuel Pérez Luzardo**. 24 de abril de 2006. Amigos de la Cultura Científica.

20. *La Medición del Tiempo y los Relojes de Sol*. (Académico Correspondiente). **Juan Vicente Pérez Ortiz**. 7 de julio de 2006. Caja de Ahorros del Mediterráneo.

21. *Las estructuras de hormigón. Debilidades y fortalezas*. (Académico Correspondiente). **Enrique González Valle**. 13 de julio de 2006. INTEMAC.

22. *Nuevas aportaciones al conocimiento de la erupción de Timanfaya (Lanzarote).* (Académico de Número). **Agustín Pallarés Padilla**. 27 de junio de 2007. Excmo. Ayuntamiento de Arrecife.

23. *El agua potable en Lanzarote.* (Académico Correspondiente). **Manuel Díaz Rijo**. 20 de julio de 2007. Excmo. Ayuntamiento de Arrecife.

24. *Anestesiología: Una especialidad desconocida*. (Académico Correspondiente). **Carlos García Zerpa.** 14 de diciembre de 2007. Hospital General de Lanzarote.

25. *Semblanza de Juan Oliveros. Carpintero – imaginero.* (Académico de Número). **José Ferrer Perdomo**. 8 de julio de 2008. Museo Etnográfico Tanit.

26. *Estado actual de la Astronomía: Reflexiones de un aficionado*. (Académico Correspondiente). **César Piret Ceballos**. 11 de julio de 2008. Iltre. Ayuntamiento de Tías.

27. *Entre aulagas, matos y tabaibas*. (Académico de Número). **Jorge Alfredo Reyes Betancort**. 15 de julio de 2008. Excmo. Ayuntamiento de Arrecife.

28. *Lanzarote y el vino.* (Académico de Número). **Manuel Díaz Rijo**. 24 de julio de 2008. Excmo. Ayuntamiento de Arrecife.

29. *Cronobiografía del Dr. D. José Molina Orosa y cronología de aconteceres conmemorativos.* (Académico de Número). **Javier Cabrera Pinto**.15 de diciembre de 2008. Gerencia de Servicios Sanitarios. Área de Salud de Lanzarote.

30. *Territorio Lanzarote 1402. Majos, sucesores y antecesores.* (Académico Correspondiente).

Luis Díaz Feria. 28 de abril de 2009. Excmo. Ayuntamiento de Arrecife.

31. *Presente y futuro de la reutilización de aguas en Canarias.* (Académico Correspondiente). **Sebastián Delgado Díaz**. 6 de julio de 2009. Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información.

32. *El análisis del tráfico telefónico: una herramienta estratégica de la empresa.* (Académico Correspondiente). **Enrique de Ferra Fantín**. 9 de julio de 2009. Excmo. Cabildo de Fuerteventura.

33. *La investigación sobre el fondo cósmico de microondas en el Instituto de Astrofísica de Canarias.* (Académico Correspondiente). **Rafael Rebolo López**. 11 de julio de 2009. Instituto de Astrofísica de Canarias.

34. *Centro de Proceso de Datos, el Cerebro de Nuestra Sociedad.* (Académico Correspondiente). **José Damián Ferrer Quintana.** 21 de septiembre de 2009. Museo Etnográfico Tanit.

35. Solemne Sesión Académica Necrológica de Homenaje al Excmo. Sr. D. Rafael Arozarena Doblado, Académico Correspondiente en Tenerife. *Laudatio Académica* por **Francisco González de Posada** y otras *Loas*. 24 de noviembre de 2009. Ilte. Ayuntamiento de Yaiza.

36. *La Cesárea. Una perspectiva bioética.* (Académico Correspondiente). **Fernando Conde Fernández**. 14 de diciembre de 2009. Gerencia de Servicios Sanitarios. Área de Salud de Lanzarote.

37. *La "Escuela Luján Pérez": Integración del pasado en la modernidad cultural de Canarias.* (Académico Correspondiente). **Cristóbal García del Rosario**. 21 de enero de 2010. Fundación Canaria "Luján Pérez".

38. *Luz en la Arquitectura de César Manrique*. (Académico Correspondiente). **José Manuel Pérez Luzardo**. 22 de abril de 2010. Excmo. Ayuntamiento de Arrecife.

39. *César Manrique y Alemania*. (Académica Correspondiente). **Bettina Bo**rk. 23 de abril de 2010. Ilte. Ayuntamiento de Haría.

40. *La Química Orgánica en Canarias: la herencia del profesor D. Antonio González.* (Académico Correspondiente). **Ángel Gutiérrez Ravelo**. 21 de mayo de 2010. Instituto Universitario de Bio-Orgánica "Antonio González".

41. *Visión en torno al lenguaje popular canario.* (Académico Correspondiente). **Gregorio Barreto Viñoly**. 17 de junio de 2010. Ilte. Ayuntamiento de Haría.

42. La otra Arquitectura barroca: las *perspectivas falsas*. (Académico Correspondiente). **Fernando Vidal-Ostos**. 15 de julio de 2010. Amigos de Écija.

43. *Prado Rey, empresa emblemática. Memoria vitivinícola de un empresario ingeniero agrónomo*. (Académico Correspondiente). **Javier Cremades de Adaro.** 16 de julio de 2010. Real Sitio de Ventosilla, S. A.

44. *El empleo del Análisis Dimensional en el proyecto de sistemas pasivos de acondicionamiento térmico*. (Académico Correspondiente). **Miguel Ángel Gálvez**

Huerta. 26 de julio de 2010. Fundación General de la Universidad Politécnica de Madrid.

45. *El anciano y sus necesidades sociales.* (Académico Correspondiente). **Arístides Hernández Morán**. 17 de diciembre de 2010. Excmo. Cabildo de Fuerteventura.

46. *La sociedad como factor impulsor de los trasplantes de órganos abdominales.* (Académico de Honor). **Enrique Moreno González**. 12 de julio de 2011. Amigos de la Cultura Científica.

47. *El Tabaco: de producto deseado a producto maldito.* (Académico Correspondiente). **José Ramón Calvo Fernández**. 27 de julio de 2011. Dpto. Didácticas Espaciales. ULPGC.

48. *La influencia de la ciencia en el pensamiento político y social.* (Académico Correspondiente). **Manuel Medina Ortega**. 28 de julio de 2011. Grupo Municipal PSOE. Ayuntamiento de Arrecife.

49. *Parteras, comadres, matronas. Evolución de la profesión desde el saber popular al conocimiento científico.* (Académico Numerario). **Fernando Conde Fernández**. 13 de diciembre de 2011. Italfármaco y Pfizer.

50. *En torno al problema del movimiento perpetuo. Una visión histórica*. (Académico Correspondiente). **Domingo Díaz Tejera**. 31 de enero de 2012. Ayuntamiento de San Bartolomé

51. *Don José Ramírez Cerdá, político ejemplar: sanidad, educación, arquitectura, desarrollo sostenible, ingeniería de obras públicas viarias y de captación y distribución de agua*. (Académico Correspondiente). **Álvaro García González**. 23 de abril de 2012. Excmo. Cabildo de Fuerteventura.

52. *Perfil biográfico de César Manrique Cabrera, con especial referencia al Municipio de Haría.* (Académico Numerario). **Gregorio Barreto Viñoly**. 25 de abril de 2013. Ilte. Ayuntamiento de Haría.

53. *Tecnología e impacto social. Una mirada desde el pasado hacia el futuro.* (Académico Correspondiente). **Roque Calero Pérez**. 26 de abril de 2013. Mancomunidad del Sureste de Gran Canaria.

54. *Historia del Rotary Club Internacional: Implantación y desarrollo en Canarias.* (Académico Correspondiente). **Pedro Gopar González**. 19 de julio de 2013. Construcciones Lava Volcánica, S.L.

55. *Ensayos en vuelo: Fundamento de la historia, desarrollo, investigación, certificación y calificación aeronáuticas.* (Académico Correspondiente). **Antonio Javier Mesa Fortún**. 31 de enero de 2014. Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial.

56. *El cielo nocturno de Fuerteventura: Recurso para la Ciencia y oportunidad para el Turismo.* (Académico Numerario). **Enrique de Ferra Fantín**. 20 de mayo de 2015.

57. *La Unión Europea ante las crisis internacionales.* (Académico Numerario). **Manuel Medina Ortega**. 24 de julio de 2015.

58. *Seguridad alimentaria y disruptores endocrinos hoy.* (Académico Correspondiente). **Antonio**

Burgos Ojeda. 14 de diciembre de 2015.

59. *El Dr. Tomás Mena y Mesa: Médico filántropo majorero.* (Académico Numerario). **Arístides Hernández Morán**. 15 de diciembre de 2015.

60. *Callejero histórico de Puerto de Cabras - Puerto del Rosario*. (Académico Numerario). **Álvaro García González**. 20 de abril de 2016.

61. *El moderno concepto de Probabilidad y su aplicación al caso de los Seguros/Il moderno concetto di Probabilità e il suo rapporto con l'Assicurazione*. (Académico Correspondiente en Italia). **Claudio de Ferra**. 25 de julio de 2016.

62. *Comentarios históricos sobre la obra de Boccaccio. "De Canaria y de las otras islas nuevamente halladas en el océano allende España"*. (Académico Numerario). **Cristóbal García del Rosario**. 25 de julio de 2016.

63. *«"Literatura Viva"*, Una iniciativa en Lanzarote para fomentar la práctica de la *Lectura en VozAlta»*. (Académico Correspondiente). **Manuel Martín-Arroyo Flores**. 26 de julio de 2016.

64. *La herencia centenaria de un soñador. Huella y legado de Manuel Velázquez Cabrera (1863-1916).* (Académico Correspondiente). **Felipe Bermúdez Suárez**. 17 de octubre de 2016.

65. *Propuesta para la provincialización de las islas menores del archipiélago canario*. (Académico Correspondiente). **Fernando Rodríguez López-Lannes**. 18 de octubre de 2016.

66. *Cambio Climático y Tabaco: El negocio está en la duda*. (Académico Numerario). **José Ramón Calvo Fernández**. 12 de diciembre de 2016.

67. *Los RPAS, un eslabón más en la evolución tecnológica*. (Académico Numerario). **Juan Antonio Carrasco Juan**. 30 de enero de 2017.

68. *La Seguridad de los Medicamentos*. (Académico Numerario). **José Nicolás Boada Juárez**. 31 de enero de 2017.

69. *Teoría de Arrecife*. (Académico Numerario). **Luis Díaz Feria**. 26 de abril de 2017.

70. *Sistemas críticos en aeronaves no tripuladas: Un ejemplo de optimización y trabajo en equipo*. (Académico Numerario). **Antonio Javier Mesa Fortún**. 28 de abril de 2017.

71. *1878 – 1945: La Arquitectura en la ciudad de Las Palmas de Gran Canaria en tiempos de Blas Cabrera Felipe*. (Académico Numerario). **José Manuel Pérez Luzardo**. 17 de mayo de 2017.

72. *Energía osmótica: una renovable prometedora en desarrollo.* (Académico Numerario). **Sebastián N. Delgado Díaz**. 20 de julio de 2017.

73. *El descubrimiento de Lanzarote y de Canarias por parte del navegante italiano Lanzarotto Malocello*. (Académico Correspondiente). **Alfonso Licata**. 21 de julio de 2017.

74. *La Palma Canaria: Una cultura agrícola-artesanal.* (Académico Correspondiente). **Gerardo Mesa Noda**. 25 de septiembre de 2017.

75. *El Reloj de Sol del Castillo de San Gabriel en Arrecife: Su carácter primicial y la difusión del modelo.* (Académico Numerario). **Juan Vicente Pérez Ortiz**. 22 de diciembre de 2017.

76. *Mis recuerdos de César Manrique.* (Académico Numerario). **José Dámaso Trujillo -"Pepe Dámaso"-**. 23 de abril de 2018.

77. *Un nuevo modelo de desarrollo sostenible: necesidad y características.* (Académico Numerario). **Roque Calero Pérez**. 24 de abril de 2018.

78. *Reserva de la Biosfera de Fuerteventura en la red mundial de Reservas de la Biosfera. Logros y retos de futuro.* (Académico Correspondiente). **Antonio Gallardo Campos**. 25 de abril de 2018.

79. *La Extraposofía o la Arquitectura del Universo.* (Académico Correspondiente). **Antonio Padrón Barrera**. 25 de abril de 2018.

80. *La huella del Vaticano II en Fuerteventura.* (Académico Numerario). **Felipe Bermúdez Suárez**. 16 de julio de 2018.

81. *La construcción de la nueva comisaría de Arrecife.* (Académico Numerario). **Fernando Rodríguez López-Lannes**. 19 de julio de 2018.

82. *Acupuntura médica occidental / Western medical acupuncture*. (Académico Correspondiente en el Reino Unido). **Bill Ferguson**. 12 de diciembre de 2018.

83. *Leonardo da Vinci. Quinto centenario de su fallecimiento.* (Académico Numerario). **Alfonso Licata.** 22 de mayo de 2019.

84. *De Lanzarote a la Luna y a Marte: Claves geológicas y astrobiológicas.* (Académico Correspondiente). **Jesús Martínez Frías**. 30 de enero de 2020.

85. *Remembranza de un académico poeta, Rafael Arozarena.* (Académico Numerario). **Manuel Martín-Arroyo Flores**. 10 de diciembre de 2020.

86. *La conservación del patrimonio paleontológico de Lanzarote.* (Académica Correspondiente). **Esther Martín González**. 18 de mayo de 2021.

87. *El Geoparque Mundial de la UNESCO Lanzarote y Archipiélago Chinijo.* (Académica Correspondiente). **María Elena Mateo Mederos**. 19 de mayo de 2021.

88. *Los ángeles en la obra fresquista de Francisco de Goya.* (Académica Correspondiente). **María Teresa Fernández Talaya**. 8 de septiembre de 2021.

89. *Integración en edificios de viviendas de la tecnología de enfriamiento pasivo (o de bajo gasto energético) por re-irradiación de onda larga.* (Académico Numerario). **Miguel Ángel Gálvez Huerta**. 9 de septiembre de 2021.

90. *Medio ambiente y salud, reflexiones post pandémicas.* (Académico Numerario). **Antonio Gallardo Campos**. 13 de diciembre de 2021.

91. *Control sanitario del tráfico marítimo en los puertos canarios occidentales: Epidemias.* (Académico Numerario). **Antonio Burgos Ojeda**. 14 de diciembre de 2021.

92. *Interlingua: La lengua global.* (Académico Numerario). **Domingo Díaz Tejera**. 3 de febrero de 2022.

93. *Los recuerdos de Blas Cabrera en Lanzarote hasta 1978.* (Académico Correspondiente). **Enrique Díaz Herrera**. 26 de mayo de 2022.

94. *Canarias: Cuando el magma alcanza el Cosmos.* (Académico Numerario). **Jesús Martínez Frías**. 27 de mayo de 2022.

95. *Consideraciones en torno al lenguaje. Las variedades atlántica y canaria de la Lengua Española.* (Académica Correspondiente). **María Dolores Fajardo Espino**. 27 de mayo de 2022.

96. *Julio Palacios frente a Einstein y a la Relatividad.* (Académico Correspondiente). **Albino Arenas Gómez**. 17 de mayo de 2023.

97. *El reformismo de Felipe V y la derrota atlántica del comercio con las Indias: Una tarea de José Patiño.* (Académico Correspondiente). **Fernando López Rodríguez**. 17 de mayo de 2023.

98. *La globalización: amenazas y oportunidades.* (Académico Correspondiente). **Alfredo Rocafort Nicolau**. 18 de mayo de 2023.

99. *La trimilenaria Cádiz, madre de la Cirugía moderna y contemporánea española.* (Académico Correspondiente). **José Antonio Salido Valle**. 19 de mayo de 2023.

100. *El registro fósil marino de Macaronesia: interpretando eventos de su historia geológica.* (Académica Numeraria). **María Esther Martín González.** 19 de mayo de 2023.

101. *Antonio de Nebrija. El humanista que amaba las palabras. Quinto centenario de su fallecimiento (1444-1522).* (Académica Correspondiente). **Cecilia Kindelán Amorrich.** 13 de julio de 2023.

102. *La inteligencia artificial y la estupidez natural.* (Académico Correspondiente). **Jordi Martí Pidelaserra.** 14 de julio de 2023.

103. *Liderazgo empresarial en el siglo XXI: creación de valor compartido y nuevos estilos de dirección*. (Académico Correspondiente). **Jaume Llopis Casellas**. 26 de octubre de 2023.

104. *La usura en la España del Siglo XXI*. (Académico Correspondiente). **Xabier Añoveros Trías de Bes**. 26 de octubre de 2023.

105. *Observaciones acerca de la navegación desde nuestros días hasta su origen histórico*. (Académico Correspondiente). **Félix Martín de Loeches Martín**. 27 de octubre de 2023

106. *El enfoque una sola salud, en la lucha para el control de la resistencia a los antibióticos.* (Académica Correspondiente). **Mª Àngels Calvo Torras.** 11 de diciembre de 2023.

107. *La presencia de la bioética en un grupo sanitario privado español.* (Académica Correspondiente). **María Anunciación Tormo Domínguez.** 12 de diciembre de 2023.

108. *De la polución al cambio climático.* (Académico Correspondiente). **Marcelino Benítez de Soto y Sánchez-Ventura.** 15 de diciembre de 2023.

109. *El Instituto "Blas Cabrera Felipe": Historia de la Enseñanza Secundaria en Lanzarote hasta 1978.* (Académico Numerario). **Enrique Díaz Herrera.** 28 de febrero de 2024.

110. *Comentarios (bastante personales) sobre la obra de: Jorge Luis Borges.* (Académico Numeraria). **María Dolores Fajardo Espino.** 29 de febrero de 2024.

111. *Identidad personal y Humanidad, una relación que conviene comprender. Una indagación sobre el sentido de la vida humana.* (Académico Correspondiente). **Juan Jesús González Torres.** 1 de marzo de 2024.

112. *El sabor dulce. Azúcares y edulcorantes.* (Académico Correspondiente). **Rafael Urrialde de Andrés.** 25 de abril de 2024.

113. *La sanidad que tenemos, necesitamos y queremos.* (Académico Correspondiente). **Antonio Alarcó Hernández.** 25 de abril de 2024.

114. *La alargada sombra de la serendipia en el origen de la era psicofarmacológica: ¿Mito o realidad?* (Académico Correspondiente). **Francisco López Muñoz.** 26 de abril de 2024.

115. *La ética como valor fundamental de las empresas familiares.* (Académico Correspondiente). **Felipe Hernández Perlines.** 26 de abril de 2024.

116. *La Inteligencia artificial: Oportunidades y Riesgos.* (Académica Correspondiente). **Montserrat Casanovas Ramón.** 27 de abril de 2024.

117. «Concierto discursado. *"Las suites para cello, Bach y el Siglo XX". Obras de Bach, Reger, Cassadó y Bloch».* (Académico Correspondiente). **Francisco Javier González Navarro.** 27 de abril de 2024.

118. *Impacto presente y futuro de la obesidad: Nuevos biomarcadores, el índice TyG.* (Académico Correspondiente). **Fernando Vidal-Ostos de Lara.** 21 de mayo de 2024.

119. *La tragedia del Titanic y el Convenio S.O.L.A.S. (Seguridad de la vida en el mar). Un antes y un después en la Seguridad Marítima.* (Académico Correspondiente). **José Antonio Reyero López.** 22 de mayo de 2024.

120. *Arquitectura de lo excéntrico a lo extraordinario.* (Académico Numerario). **Antonio Padrón Barrera.** 23 de mayo de 2024.

121. *El riesgo de zozobra de buques atracados en puerto; el caso del buque 'Super Servant 4'.* (Académico Correspondiente). **Amable Vicente Esparza Lorente.** 20 de septiembre de 2024.

122. *Turismo cultural y creativo.* (Académica Correspondiente). **Idaira Clavijo Casanova.** 21 de septiembre de 2024.

123. *Biología cuántica, la frontera sin límites.* (Académico Correspondiente). **Joaquim Gironella Coll.** 31 de octubre de 2024.

124. *Lanzarote y Fuerteventura: Ecos de fuego y arena en Canarias. Una mirada desde la distancia.* (Académica Correspondiente). **M. Esther Subirá Lobera.** 1 de noviembre de 2024.

125. *Núcleo y polos de la psiquiatría.* (Académico Correspondiente). **José Luis González de Rivera y Revuelta.** 10 de diciembre de 2024.

126. *El papel de las Academias en el siglo XXI: tradición, excelencia y desafíos compartidos.* (Académico de Honor). **Alfredo Rocafort Nicolau.** 24 de abril de 2025.

127. *Los puentes, artificios del camino. Ingeniería, territorio y patrimonio*. (Académico Correspondiente). **Tomás Abad Balboa.** 21 de mayo de 2025.