

ARQUITECTURA E INGENIERÍA DEL HIERRO EN ESPAÑA (1814-1936)



ARQUITECTURA E INGENIERÍA DEL HIERRO
EN ESPAÑA (1814-1936)

ARCHITECTURE AND ENGINEERING OF IRON
IN SPAIN (1814-1936)

Esta edición, realizada por la Fundación Iberdrola,
consta de 5.500 ejemplares,
de los cuales 250 están numerados del 1 al 250
y 27 van identificados con las letras del abecedario

ARQUITECTURA E INGENIERÍA DEL HIERRO EN ESPAÑA (1814-1936)

ARCHITECTURE AND ENGINEERING OF IRON
IN SPAIN (1814-1936)

Pedro Navascués Palacio

I take special satisfaction in presenting the work *Iron Architecture and Engineering in Spain*, a unique tour-de-force by professor Pedro Navascués published by the Iberdrola Foundation as part of its collection, *Library of the Spanish World*.

This exhaustive work serves to fill a gap in the study and cataloging of the important infrastructures and constructions built of iron that marked a fundamental period in the history of our country's Architecture and Engineering, and thus of Spain's economic and social evolution.

Through the pages of this book, and what they illustrate, the reader will be able to reconstruct important events from a time filled with thrilling changes and profound transformations that laid the foundations for much of our later industrial development.

To speak of architecture and engineering in iron and its derivatives is to speak of the Industrial Revolution, of progress and advancement in all fields, as well as the possibility of exploring new techniques and materials. And it means discussing the results of all this: the construction of large works of infrastructure such as bridges, viaducts and railway stations, but also markets, crystal palaces, theaters and bullrings.

In the nineteenth and early twentieth century, iron fever was ubiquitous: iron permitted previously inconceivable solutions and became the protagonist of architecture that is still with us today and has become a part of a historical heritage of the first order that we must recover and preserve.

A fine example of all this is the ferry bridge over the Bilbao Estuary, which was recently declared a World Heritage Site by UNESCO. Designed in 1893 by Alberto de Palacio, it was the first ever built in the world and it symbolizes the zenith of Basque industrial society of its time.

Such important figures as Eduardo Saavedra, Pablo Alzola y Minondo, Evaristo Churruga and Leonardo Torres Quevedo—the maximum representatives of this iron architecture and engineering—are present and recognized in this work Iberdrola has chosen to publish as an example of its commitment to the arts, culture and the preservation of our heritage.

Beyond any doubt, professor Navascués, an expert in the history of Spanish architecture and author of numerous studies in that field, has created a unique work. I am certain that it will become a fundamental reference work for scholars and a real pleasure for lovers of this unrivaled technical, artistic and cultural legacy.

Ignacio S. Galán
Chairman and CEO of Iberdrola

Es un motivo de especial satisfacción para mí presentarles la obra *Arquitectura e ingeniería del hierro en España*, que constituye un trabajo único y excepcional del profesor Pedro Navascués, y que edita la Fundación Iberdrola dentro de su colección *Biblioteca del Mundo Hispánico*.

Esta exhaustiva obra viene a llenar el vacío existente en el estudio y recopilación de las importantes infraestructuras y construcciones realizadas en hierro, que han marcado un período fundamental de la historia de la arquitectura e ingeniería de nuestro país y, con ello, de la evolución económica y social de España.

A través de las páginas de este libro, y de lo que en ellas se muestra, el lector va a poder reconstruir importantes acontecimientos de una época que vivió apasionantes cambios y profundas transformaciones, y en la que se sentaron las bases de buena parte de nuestro desarrollo industrial posterior.

Hablar de la arquitectura e ingeniería del hierro y sus derivados es hablar de revolución industrial, de progreso, de avances en todos los campos, de la posibilidad de explorar nuevas técnicas y materiales y, como consecuencia de todo ello, de la construcción de grandes obras de infraestructuras como puentes, viaductos o estaciones de ferrocarril, pero también de mercados, palacios de cristal, teatros y plazas de toros.

Durante el siglo XIX y principios del XX la fiebre del hierro lo invadió todo; el hierro hizo posibles soluciones hasta entonces impensables, convirtiéndose en el protagonista de una arquitectura que ha llegado hasta nuestros días y que hoy forma parte de un patrimonio histórico de primer orden que debemos recuperar y conservar.

Valga como ejemplo de todo ello el puente transbordador sobre la ría de Bilbao, recientemente declarado Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO, que, diseñado por Alberto de Palacio en 1893, fue el primero construido en el mundo y símbolo del apogeo de la sociedad industrial vasca en esa época.

Nombres tan importantes como Eduardo Saavedra, Pablo Alzola y Minondo, Evaristo Churruga o Leonardo Torres Quevedo, máximos representantes de esta arquitectura e ingeniería del hierro, tienen su lugar y reconocimiento en este trabajo que Iberdrola ha querido publicar como muestra de su compromiso con las artes, la cultura y la conservación de nuestro patrimonio.

Sin duda alguna el profesor Navascués, experto en la historia de la arquitectura española y autor de numerosos estudios en esta materia, ha conseguido crear una obra única, que estoy seguro se convertirá en un libro de referencia para los estudiosos y un verdadero disfrute para los aficionados a este legado técnico, cultural y artístico sin igual.

Ignacio S. Galán
Presidente de Iberdrola



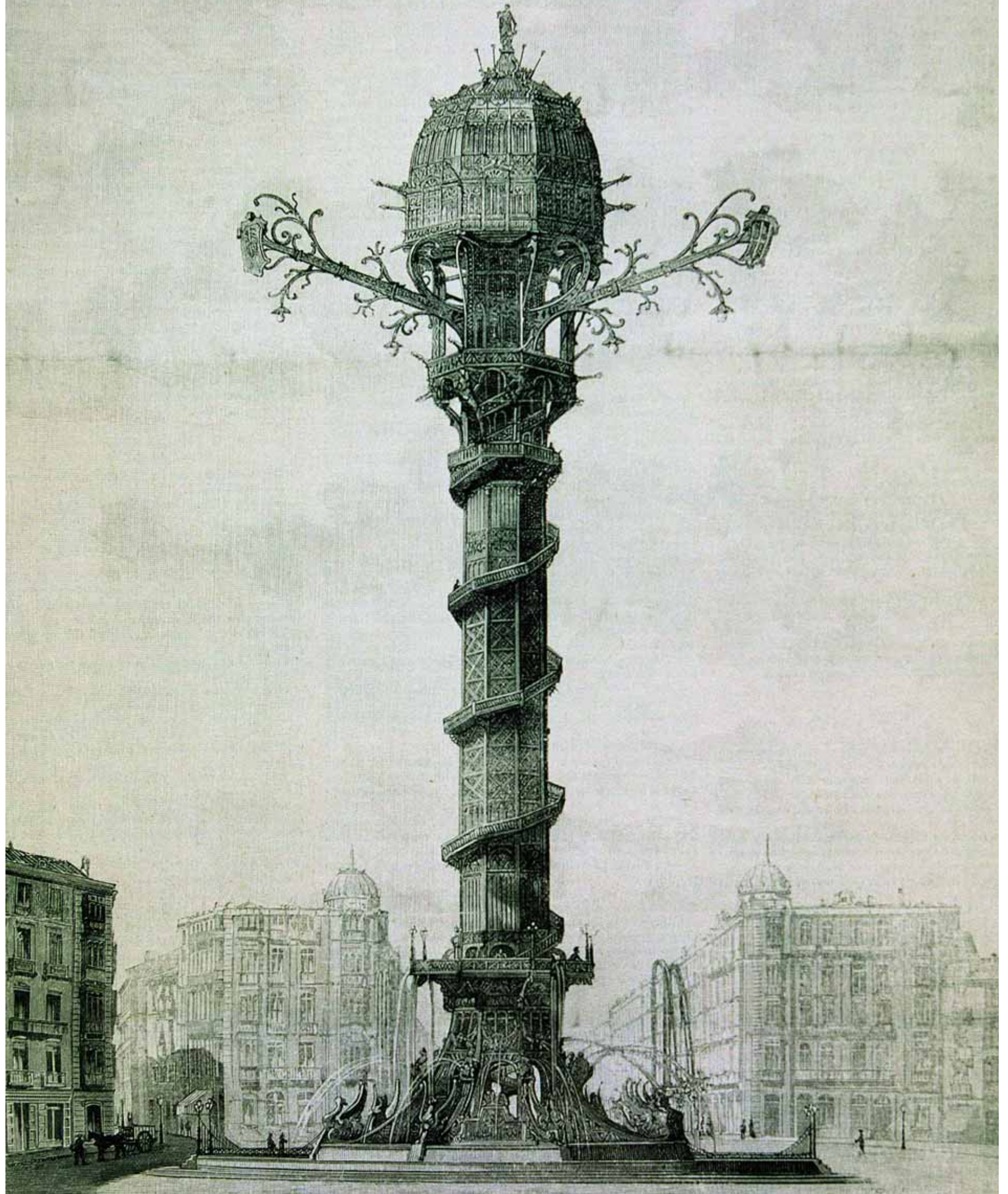




Índice

Contents

- 11** Introducción
Introduction
- 25** Los faros de hierro
Iron Lighthouses
- 41** Los puentes «colgados» o colgantes
"Suspended" or Suspension Bridges
- 77** Los ojos del puente y los puentes sin ojos
The Eyes of a Bridge and Bridges without Eyes
- 109** Los viaductos ferroviarios
Railway Viaducts
- 145** Los puentes de Bilbao y el transbordador de Vizcaya
The Bridges of Bilbao and the Vizcaya Ferry
- 173** El laberinto de hierro
The Labyrinth of Iron
- 193** El mundo de las estaciones
The World of Stations
- 227** El mercado de hierro
Iron Markets
- 259** El palacio de cristal
The Crystal Palace
- 281** Los quioscos de música y otros caprichos
Bandstands and other Caprices
- 303** Índice de ilustraciones
List of Illustrations
- 314** Bibliografía
Bibliography
- 317** Índice onomástico
Index of Names
- 325** Índice toponímico
Topographical Index
- 331** Índice de obras
Index of Works



«Monumento a los Fueros Vascongados»,
grabado de Alberto de Palacio, 1894

*Yo, amigo Scott, llamo oro del porvenir al hierro,
desde que la industria moderna y las artes útiles
lo emplean en todo aquello que nos es útil en la vida.
Díaz y Pérez, Baños de Baños (Viajes por mi Patria)*

Introducción

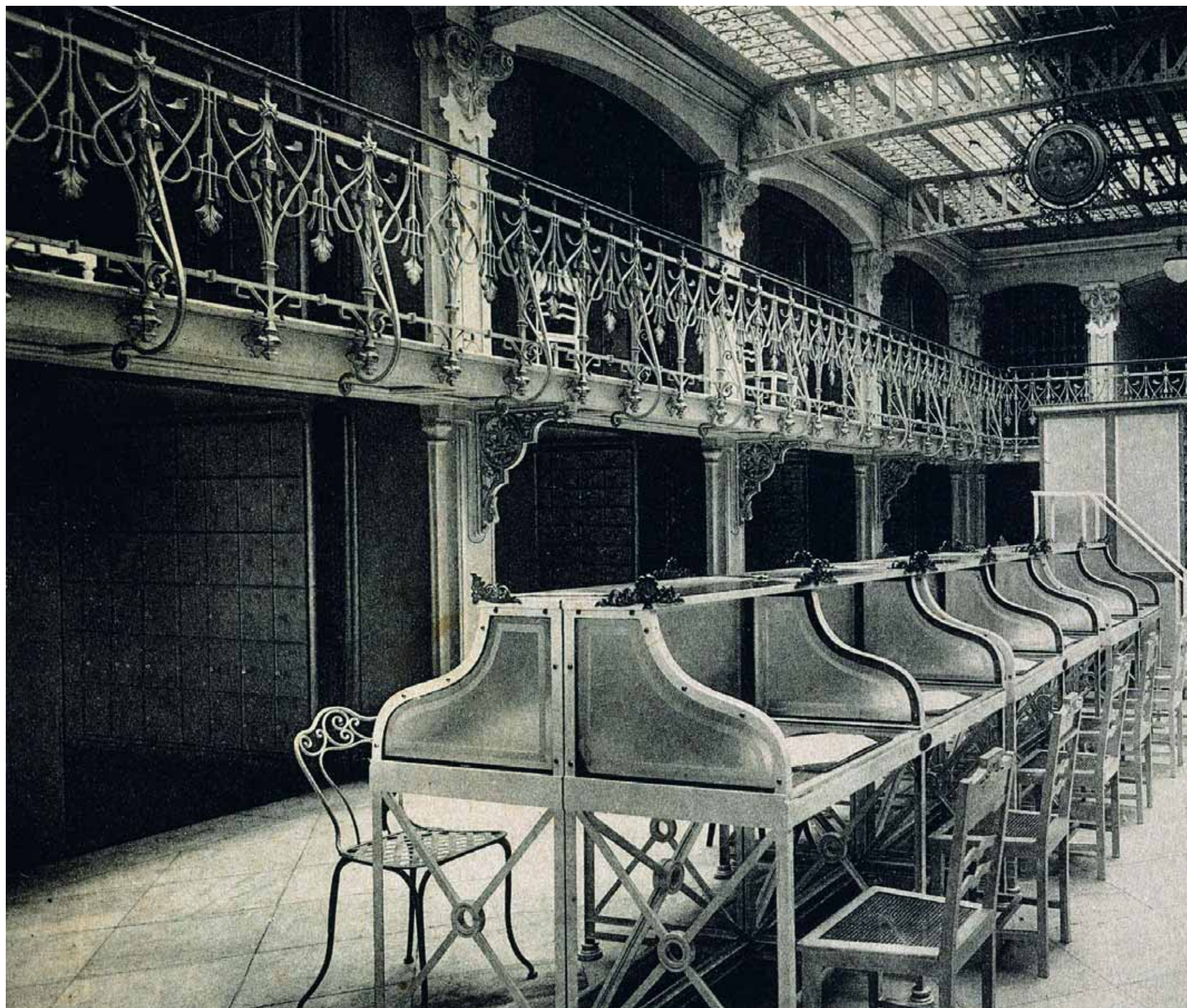
Con estas mismas palabras de Nicolás Díaz y Pérez, escritor y político republicano, cronista de Badajoz y autor del conocido *Diccionario histórico, crítico y bibliográfico de autores y artistas extremeños ilustres* (1884-1888), encabezaba yo un viejo artículo publicado un siglo después de la edición de los *Baños y Baños* (Madrid, 1880), en la desaparecida revista barcelonesa *Construcción, Arquitectura, Urbanismo*, más conocida por sus siglas, CAU. El trabajo estaba dedicado a la arquitectura del hierro en España durante el siglo XIX que era, dentro de esta despreciada centuria, la Cenicienta de la arquitectura y de la ingeniería. Desde entonces no he dejado de seguir la pista a este patrimonio construido en hierro, de excepcional atractivo no sólo por su alcance estético sino por su más inmediato interés cultural.

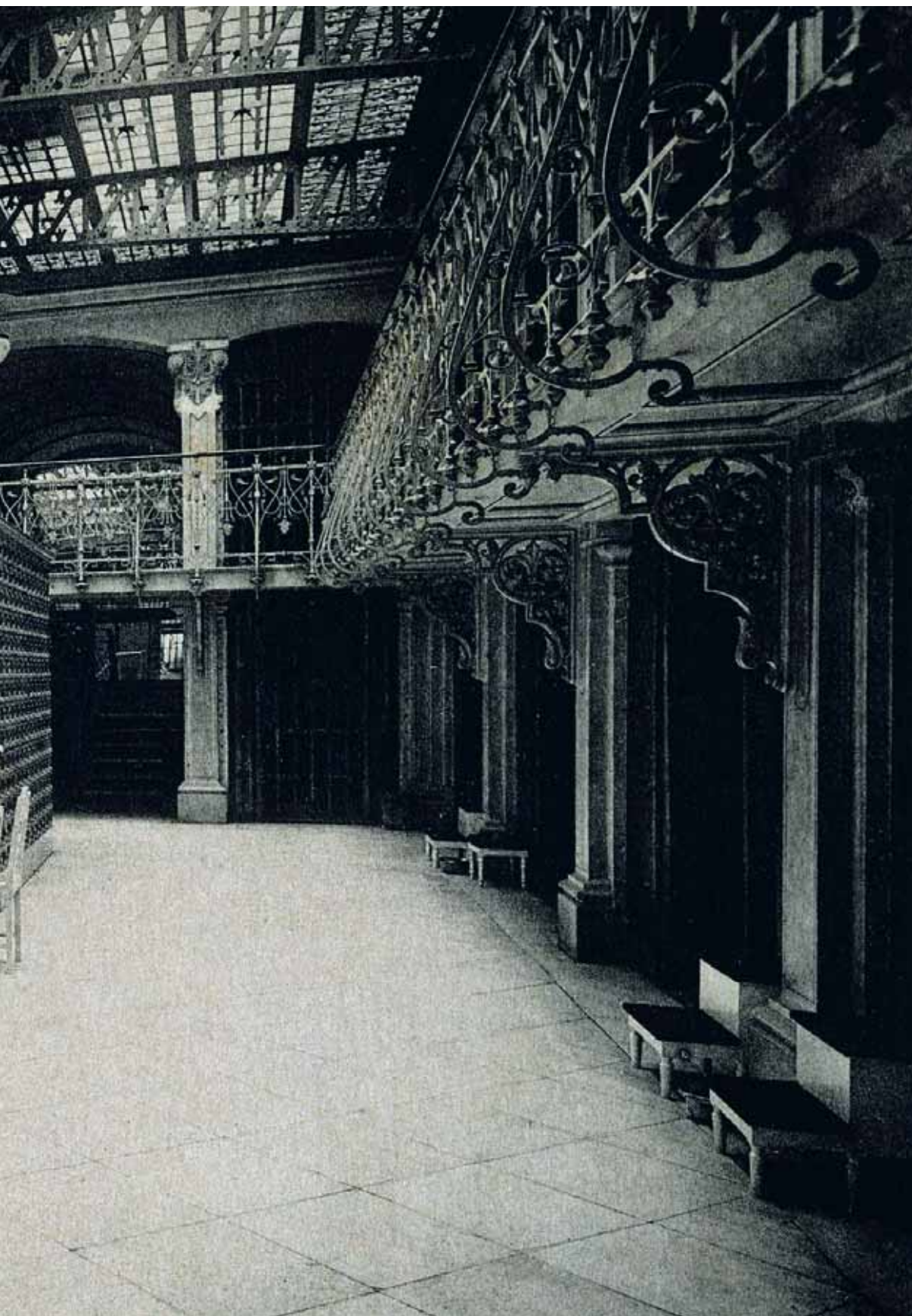
Era la primera vez que se hacía un balance general de lo que representaba entre nosotros aquella producción hija de la Revolución Industrial que, habiendo sido considerada en su día como «oro del porvenir», durante la etapa que llamé segunda Edad del Hierro, fue muy pronto relegada,

*I, friend Scott, call iron the gold of the future,
Ever since modern industry and the applied arts
Use it in all that is useful in life.
Díaz y Pérez, Baños de Baños (Viajes por mi Patria)*

Introduction

These very words by the writer and Republican politician, Nicolás Díaz y Pérez, chronicler of Badajoz and author of the well-known *Diccionario histórico, biográfico, crítico y bibliográfico de autores, artistas y Extremeños Ilustres* ("Historical, Biographic, Critical and Bibliographic Dictionary of Authors, Artists and other Illustrious Extremadurans" 1884-1888), appear at the top of an old article of mine published just a century after his *Baños y Baños* ("Baths and Baths" Madrid, 1880) in *Construcción, Arquitectura, urbanismo* ("Construction, Architecture, Urban Planning"), a now defunct magazine from Barcelona that was better known by its initials, CAU. That work was dedicated to Spain's nineteenth-century iron architecture: the Cinderella of architecture





Departamento de cajas de alquiler del Banco Hispano Americano, hoy Central Santander Hispano, según proyecto de Eduardo de Adaro Magro, 1902

and engineering during that neglected century. Since then, I have always had my eye on the heritage of iron construction, which is exceptionally attractive not only in the esthetic sense, but also for its more immediate cultural interest.

That article was the first general account of what that production born of the Industrial Revolution represented in Spain. Considered the “gold of the future” in the period I called the second Iron Age, it was very soon discarded, forgotten and destroyed. And so, memory of it was lost both here and abroad. Today, we can only piece together the particular story of what we call iron architecture or engineering from period photographs—they have become primary sources on industrial architecture—archival documentation when it exists, information offered by the specialized press of that period, such as *Revista de Obras Públicas* (“Review of Public Works”) or *Anales de la Construcción y de la Industria* (“Annals of Construction and Industry”), or those general magazines that paid some attention to this type of work, including *La Ilustración Española y Americana* (“Spanish and American Illustration”).

In 1972, other countries, universities and publishers launched an interesting project that, as far as I know, lasted until 1999, dealing with iron architecture in the world on a country-by-country basis. They never got as far as Spain. While our presence in international historiography is scant with regard to nineteenth-century architecture and engineering in general—through no lack of recent studies—its coverage of iron and steel construction from that period is inexistent. This book seeks, in some measure, to palliate that lack, that part of our history that we, ourselves, have forgotten. Its pages seek to bridge the gap, soldering the guilty disconnection between, on one hand, those who know architecture, and on the other, those more familiar with engineering. We have broken, and even surpassed,

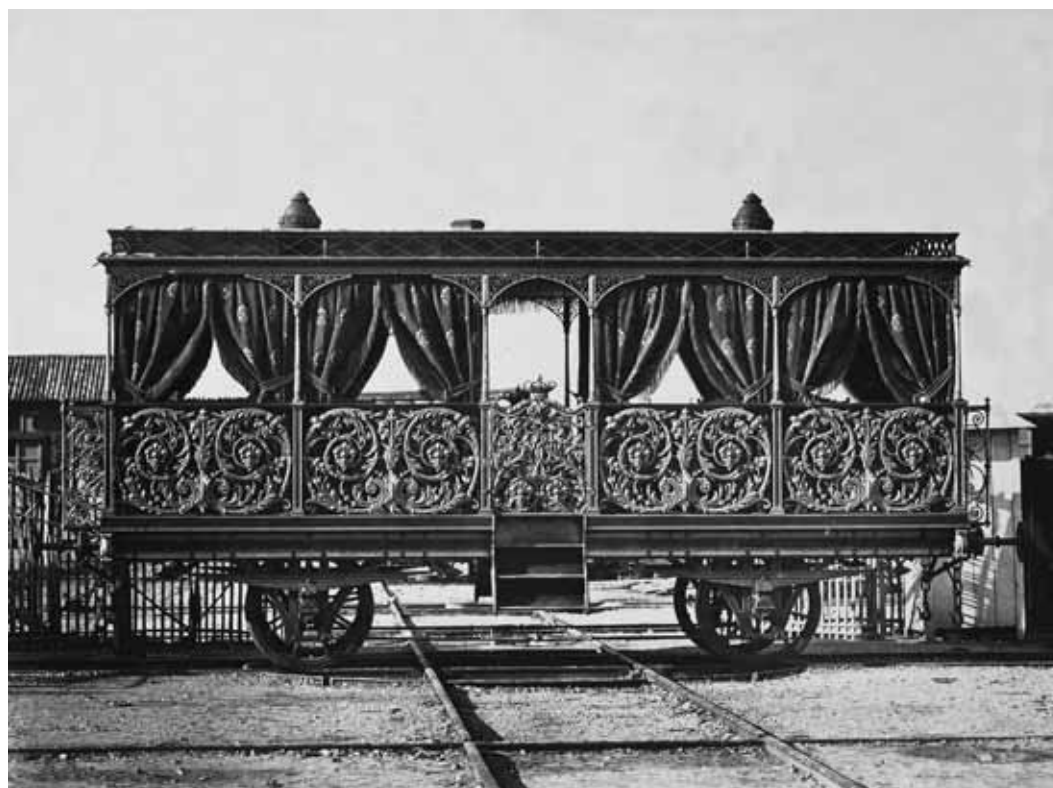
olvidada y destruida de tal forma que se perdió su memoria, dentro y fuera de nuestras fronteras. Hoy, sólo las viejas fotografías convertidas en fuentes primarias de la arquitectura industrial, la documentación de archivo, cuando ésta existe, y la información que proporciona la prensa especializada, como la *Revista de Obras Públicas* o los *Anales de la Construcción y de la Industria*, o bien la procedente de revistas generales, pero atentas a este tipo de obras, como *La Ilustración Española y Americana*, permiten rehacer la particular historia de lo que hemos llamado arquitectura e ingeniería del hierro.

En 1972 universidades y editores internacionales iniciaron un interesante proyecto, interrumpido en 2003 según he llegado a saber, sobre la arquitectura del hierro en el mundo por países; pero el de España nunca se llevó a término. Si nuestra presencia en la historiografía internacional es escasa en lo referido a la arquitectura e ingeniería del siglo XIX en general, y no por falta de estudios en los últimos años, en lo que concierne a la obra en hierro y acero esa presencia es inexistente. Este libro pretende paliar en alguna medida la ausencia de estudios en un campo aún por cubrir, relativos a una parte de nuestra historia olvidada por nosotros mismos. Estas páginas tienen la pretensión de salvar la distancia, de soldar la desconexión culpable que existe entre los conocedores de la arquitectura, por un lado, y de la ingeniería, por otro. La fractura ha ido más allá del natural debate que se produjo en el siglo XIX entre arquitectos e ingenieros; y si a ello se suma la lejanía de ambos con respecto a los historiadores, y la de éstos con aquéllos, el panorama resulta descorazonador. Unos y otros desconocen las aportaciones de los demás, por lo que sus visiones suelen ser exclusivamente técnicas, eruditas o formales, lo que proporciona una perspectiva rota, discontinua e inconexa de una realidad que es mucho más rica y matizada.

Este es, en todo caso, el reto del presente libro, escrito por un historiador que no es arquitecto pero vive la arquitectura desde su cátedra en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid; que tampoco es ingeniero pero siente de cerca la historia de la ingeniería civil por su vinculación con la Fundación Juanelo Turriano. El propósito es rescatar aquellos productos industriales relacionados con nuestra ingeniería y arquitectura con el ánimo de acotar tipologías, salvar nombres y obras del olvido absoluto, recuperar imágenes y proyectos, citar a las casas constructoras hoy desaparecidas y vertebrar todo ello a través del tiempo en un período que va desde el

the nineteenth century's natural debate between architects and engineers, and when we add on the distance between both of them and historians and vice versa, the panorama looks very bleak indeed. Each ignores the other fields' contributions, offering exclusively technical, erudite or formal views that lead to a broken, discontinuous and fragmented vision of a reality that is much richer and more nuanced.

That, at any rate, is the challenge faced by the present book, written by a historian who is not an architect, but who experiences architecture on a daily basis in his professorship at the *Escuela Técnica Superior de Arquitectura* ("Superior Technical School of Architecture") in Madrid. A historian who is not an engineer, either, but whose presence at the Juanelo Turriano Foundation insures a close and constant contact with the history of civil engineering. My purpose, here, is to recover those industrial products related to our engineering and architecture in order to define types, save names and works from total oblivion, recover images and projects, mention construction firms that are now long gone, and structure it all over time in a period running from Fernando VII's return to Spain after the Napoleonic Wars—when all of Europe was redrawing its political maps—to the Spanish Civil War, which dramatically closed an epoch. Those limits are not a matter of caprice, for the first iron bridge projects date from 1815—which practically coincides with the beginning of Fernando VII's reign—and the war of 1936 brought about the physical destruction of an entire infrastructure of iron bridges, viaducts, railways, piers and so on for strategic reasons. Their later reconstruction was often based on concrete, whose advantages had become increasingly apparent over the years. Even the metal constructions that survived the war were slowly consumed by that new material. Thus, in just a few years, Spain lost that "gold of the future"



Vagón real, fotografía de Auguste Muriel, 1864

PÁGINAS SIGUIENTES

Interior de la bodega de González Byass, conocida como «La Concha», en Jerez de la Frontera, Cádiz

at the hands of those who saw such works as nothing more than “rust from the past.” We have probably reacted too late, although there is deep satisfaction in the emerging tendency to view this industrial heritage as possessing cultural interest. Such is the case of the maximum recognition of works like architect Alberto de Palacio’s Vizcaya Bridge over the Bilbao Estuary, which was declared Cultural Heritage of Humanity by UNESCO in 2006.

Between 1814 and 1936, architecture and engineering formalized an entire series of iron works in natural settings and cities as clear signs of a new world. Still, it was impossible to compete with what was offered by other countries, such as France, England or Germany, where the smelting industry was far ahead of Spain. In his book, *El fracaso de la Revolución industrial en España, 1814-1913* (“The Failure of the Industrial Revolution in Spain, 1814-1913”), Nadal has already pointed out the limitations of our situation and the failure of our application of the English model to increment our economic development. It is a fact that our metal production was scant in the nineteenth century compared to that of other European countries, not to mention the United States, as one look at the international competitions of that time reveals.

When Daniel de Cortázar, chief engineer of the Mining Corps and member of the jury for the Centennial Exhibition in Philadelphia in 1876, offered his personal opinion of that international show, he wrote: “Spanish metal products were limited to a few bars of wrought iron from the provinces of Lugo and Teruel, a few scrawny samples of cast and soft iron sent by Hijos de Heredia in Malaga and Ibarra y Compañía in Bilbao, as well as a quite notable exhibition of work from the El Pedroso factory. But all of this added up to a miserable collection at a fair in which the competition included Germany, Belgium, Sweden, Norway and the United States, whose exhibitions of iron working

regreso de Fernando VII a España tras las guerras napoleónicas, cuando toda Europa rehace su mapa político, hasta la Guerra Civil española que cierra de forma dramática una época. Estos límites no son caprichosos, pues los primeros proyectos de puentes de hierro datan de 1815, coincidiendo prácticamente con el comienzo del reinado de Fernando VII, mientras que por otra parte la guerra de 1936 supuso, por razones estratégicas, la destrucción física de toda una infraestructura de puentes, viaductos, ferrocarriles, muelles de hierro y demás, cuya reconstrucción aprovecharía ya las ventajas que el hormigón venía anunciando desde hacía años, hasta el punto de que aquellas construcciones metálicas que habían sobrevivido serían también fagocitadas poco a poco por el nuevo material. Así, en muy pocos años, nos quedamos sin aquel «oro del porvenir» ante la desidia o aprobación de quienes sólo veían en estas obras «el óxido del pasado».

Es mucho lo que se ha perdido; por eso vemos con honda satisfacción la tendencia a considerar este patrimonio como bien de interés cultural, patrimonio que hace poco ha alcanzado

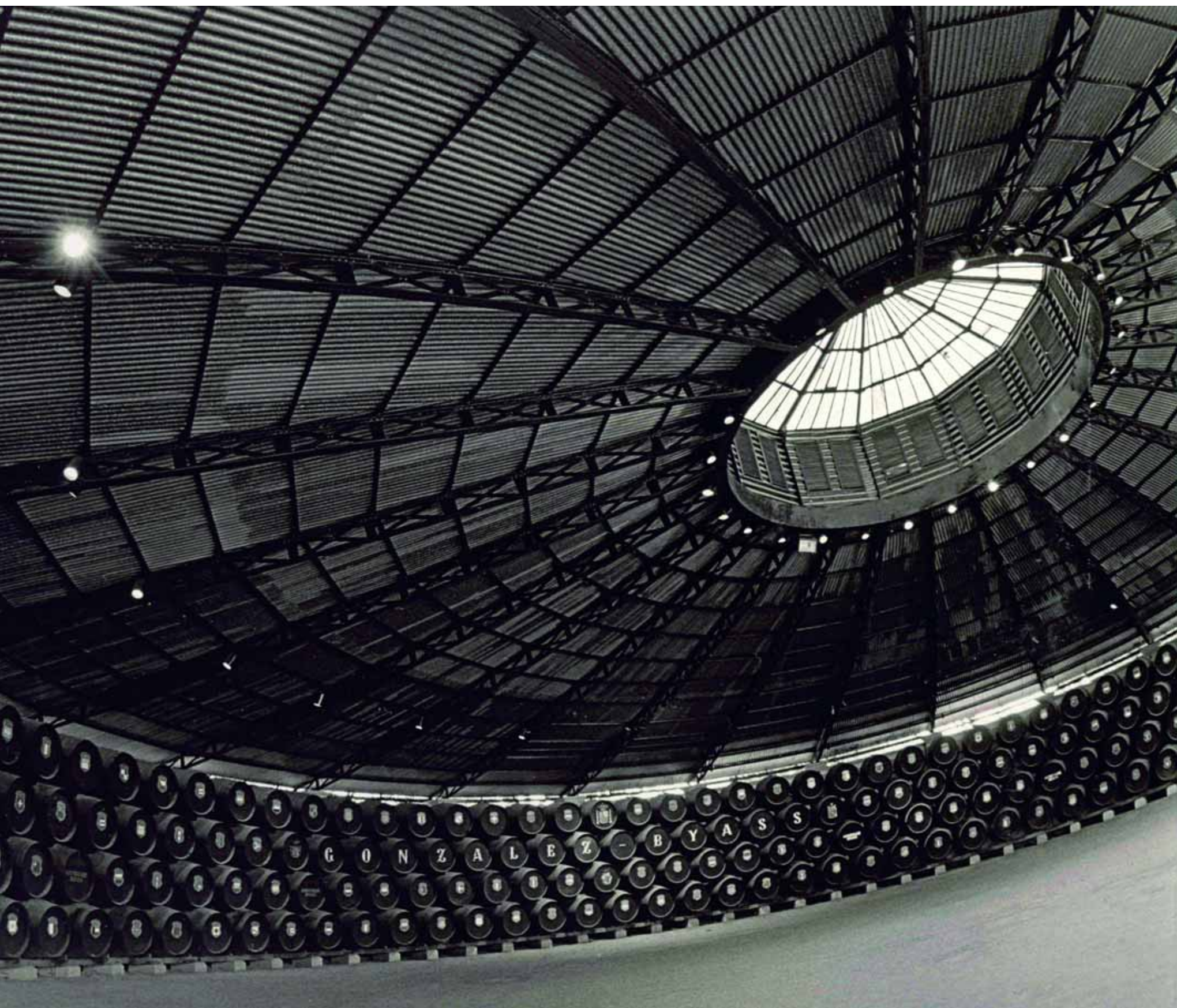
su máximo reconocimiento en obras como el Puente de Vizcaya sobre la ría de Bilbao, del arquitecto Alberto de Palacio, declarado Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO en 2006.

Entre 1814 y 1936 la arquitectura y la ingeniería formalizaron toda una serie de obras en hierro, tanto insertas en parajes naturales como en medio de las ciudades, como signo evidente de un mundo nuevo que, en verdad, no podía competir con las obras que ofrecían otros países como Francia, Inglaterra o Alemania, donde la industria siderúrgica nos llevaba una gran ventaja. Ya señaló Nadal en su libro *El fracaso de la Revolución industrial en España, 1814-1913*, las limitaciones de nuestra situación y la imposibilidad de aplicar el modelo inglés para incrementar nuestro desarrollo económico. Es un hecho que nuestra producción siderúrgica resultó exigua en el siglo XIX comparada con la de otros países de Europa, y nada se diga en relación con los Estados Unidos, pues bastaría acudir a los certámenes internacionales para comprobar un hecho evidente.

Cuando Daniel de Cortázar, ingeniero jefe del Cuerpo de Minas y miembro del jurado de la Exposición del Centenario de Filadelfia de 1876, dio a conocer su particular opinión sobre el contenido de aquella muestra internacional, escribió lo siguiente: «Los productos siderúrgicos españoles estaban reducidos a una cuantas barras de hierro forjado, procedentes de las provincias de Lugo y Teruel, algunas muestras raquílicas de hierros fundidos y dulces enviadas por los hijos de Heredia, de Málaga, e Ibarra y Compañía de Bilbao, y una exhibición bastante notable, hecha por la fábrica del Pedroso; pero con estos elementos se obtenía un conjunto miserable para un certamen en que se presentaban como competidores Alemania, Bélgica, Suecia, Noruega y Estados Unidos, cuyas exposiciones de ferrería asombraban aun a los que conocen la importancia de estos países en la producción del hierro» (*Anales de la Construcción y de la Industria*, 1877). Las palabras pueden parecer duras pero reflejaban la realidad; sin embargo, también hay que decir que fue a partir de aquellas fechas, y terminadas las guerras carlistas, cuando se produjo bajo la Restauración un considerable relanzamiento de la industria del hierro dentro de la general recuperación política y económica del país.

Pero al margen de las consideraciones políticas y económicas que se puedan argumentar para razonar la negativa valoración de este período debemos ver, tenemos la obligación de ver, que bien fuere por causa de ingenieros, arquitectos e industrias españolas, bien por capital, ingenieros y





productos de origen foráneo, el conjunto patrimonial de la arquitectura e ingeniería del hierro en España acabó siendo verdaderamente notable: desde los faros en la desembocadura del Ebro hasta el dique flotante del puerto de La Habana, construido en Inglaterra en vísperas del Desastre del 98.

Las obras en hierro que cruzaron nuestros ríos, las que hicieron más transitables nuestras carreteras, las estaciones de ferrocarril por las que el campo se vació en la ciudad, los mercados que abastecieron a nuestras ciudades, los quioscos de música que semanalmente amenizaron la vida de los ciudadanos en paseos y alamedas, el ocio vivido en las plazas de toros, circos o frontones de pelota, los muelles portuarios por donde tantas gentes se dijeron adiós o por los que se desangró la riqueza mineral de nuestro país, representan, en fin, una página verdaderamente notable de nuestra historia que hay que poner junto a las de la literatura, música o pintura de su tiempo. Es más, creo que tanto el proyecto, como el cálculo y la construcción de estas obras en hierro perdieron los acentos locales para incorporarse al lenguaje internacional de la técnica, por lo que he puesto especial empeño en citar a ingenieros ingleses, franceses y españoles, y a casas constructoras belgas, españolas y alemanas, etcétera, para establecer bien las dimensiones del alcance de las obras aquí citadas dentro del prieto tejido de la trama de hierro y de la urdimbre de acero.

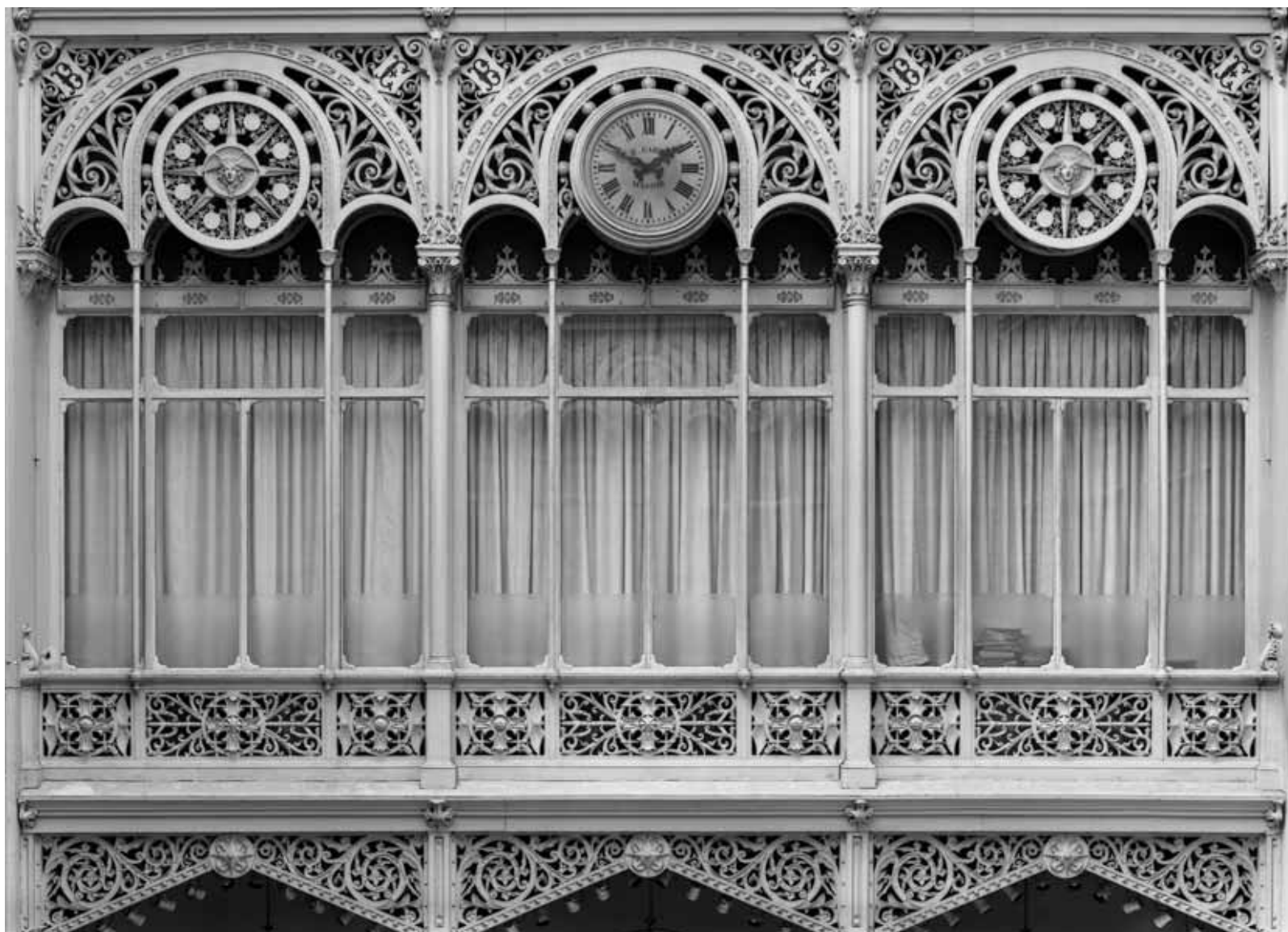
Desde estas páginas preliminares debo advertir también que no se trata de hacer aquí un inventario ni un catálogo de obras, es decir, no se citan todas las obras en hierro que se levantaron en España entre 1814 y 1936 porque, ni ha sido ese el objetivo cuando hace mucho tiempo propuse a mi admirable amigo y editor Santiago Saavedra hacer una obra de esta índole, ni yo tendría capacidad para abordar ahora una tarea así. Lo que sí se ha hecho ha sido una valoración crítica de este precioso legado todavía por descubrir y estudiar, de tal forma que cada uno de los capítulos sería susceptible de convertirse en índice de varias monografías, pues tal es la riqueza que arrastran un simple puente o un mercado. Cuando a estas obras, a las que se tacha de frías, se les da la vida que las hizo posibles, con todas las implicaciones económicas, políticas, técnicas y sociales que arrastran y explican cada una de ellas, surge entonces una visión rica y matizada que no sólo ensancha nuestro horizonte de conocimiento y refuerza la Historia, sino que además, a mi juicio, no cabe entender el mundo moderno sin aquella arquitectura y sin aquella ingeniería que fueron el escenario natural de nuestra sociedad.

Detalle del antiguo Patio de Efectivo o Caja de Metálico del Banco de España, construido por la Fábrica de Mieres, en Asturias, 1882

astonished even those who already knew what important iron-producers those countries are.” (*Anales de la Construcción y de la Industria, 1877*). His words may seem harsh but they were true. Still, it must be said that it was around that time, with the end of the Carlist Wars and the restoration of the monarchy, that the iron industry began to bloom as part of Spain’s overall political and economic recovery.

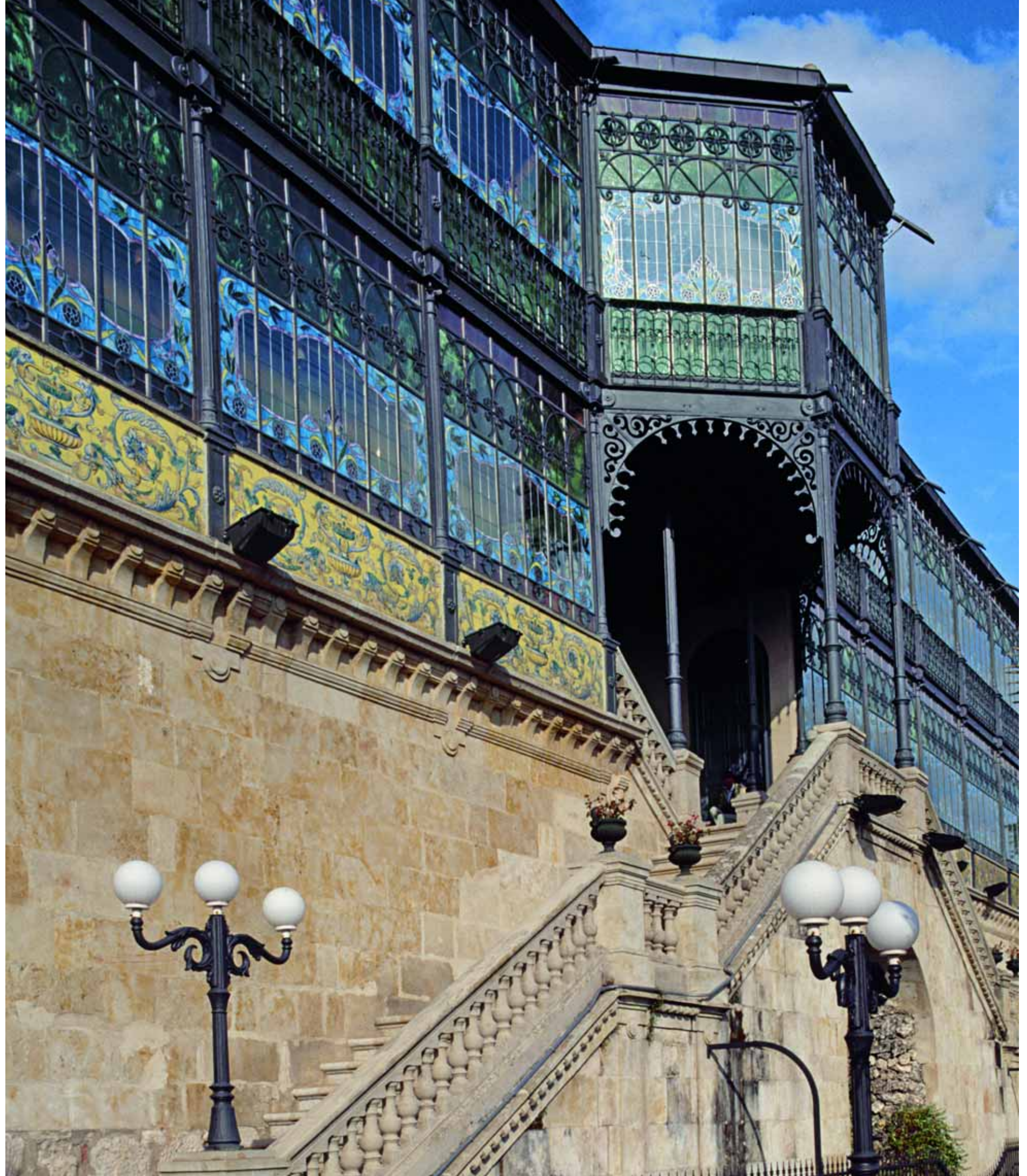
But let us set aside the political and economic considerations that could be used to cast that period in a negative light, for we must see that, whether it was due to Spanish engineers, architects and industry, or to foreign capital, engineering and products, Spain’s overall heritage of iron architecture and engineering was truly remarkable—from the lighthouses at the mouth of the Ebro River to the English-made floating dock delivered to the port of Havana on the eve of the Disaster of ’98.

The iron structures that spanned our rivers, improving transit on our roads; the train stations through which the countryside emptied into our cities, the markets that feed those cities, the bandstands that brought music to our citizens in parks and poplar groves on a weekly basis; the leisure hours spent in bullrings, circuses and pelota stadiums; the piers where so many people bid farewell, and the ones that bled our country of its mineral resources—all of these represent a truly noble page in the history of Spain, and they belong next to the literature, music and painting of that time. Moreover, I believe that the design, calculus and construction of such iron works erased local accents, leading us to speak an international technical language, which is why I have made a special effort here to mention English, French and Spanish engineers, Belgian, Spanish and German building firms, and so on, in order to give a true sense of how influential the works discussed herein were in the close-knit world of iron and steel.



Entre las advertencias preliminares también debo señalar que el hierro se incorporó con fuerza a la arquitectura en la segunda mitad del siglo XIX. Así lo hallamos en los humildes forjados de las casas de renta o en los más ricos de los edificios públicos y representativos como el Senado o la Biblioteca Nacional, además de en los museos, centros de enseñanza, teatros, salas de conciertos, casinos y un largo etcétera que incluiría a la arquitectura industrial propiamente dicha con sus naves, tinglados y depósitos. Pero he preferido dejar fuera de este análisis

In these introductory pages, I must also warn that this is neither an inventory nor a catalog of works. Not all the iron works erected in Spain between 1814 and 1936 are mentioned, as that was not the objective when, long ago, I proposed a work of this sort to my admirable friend, the publisher Santiago Saavedra. Nor would I have the capacity to take on such a huge task. What I *have* sought to offer here is a critical evaluation of this precious heritage that has yet to be discovered and studied. Thus, each of the chapters could really



a tales edificios en los que, con frecuencia, o bien la arquitectura acaba ocultando la estructura férrea, o bien es elemental su planteamiento y poco o nada añade a las tipologías básicas de lo que aquí hemos llamado arquitectura e ingeniería del hierro.

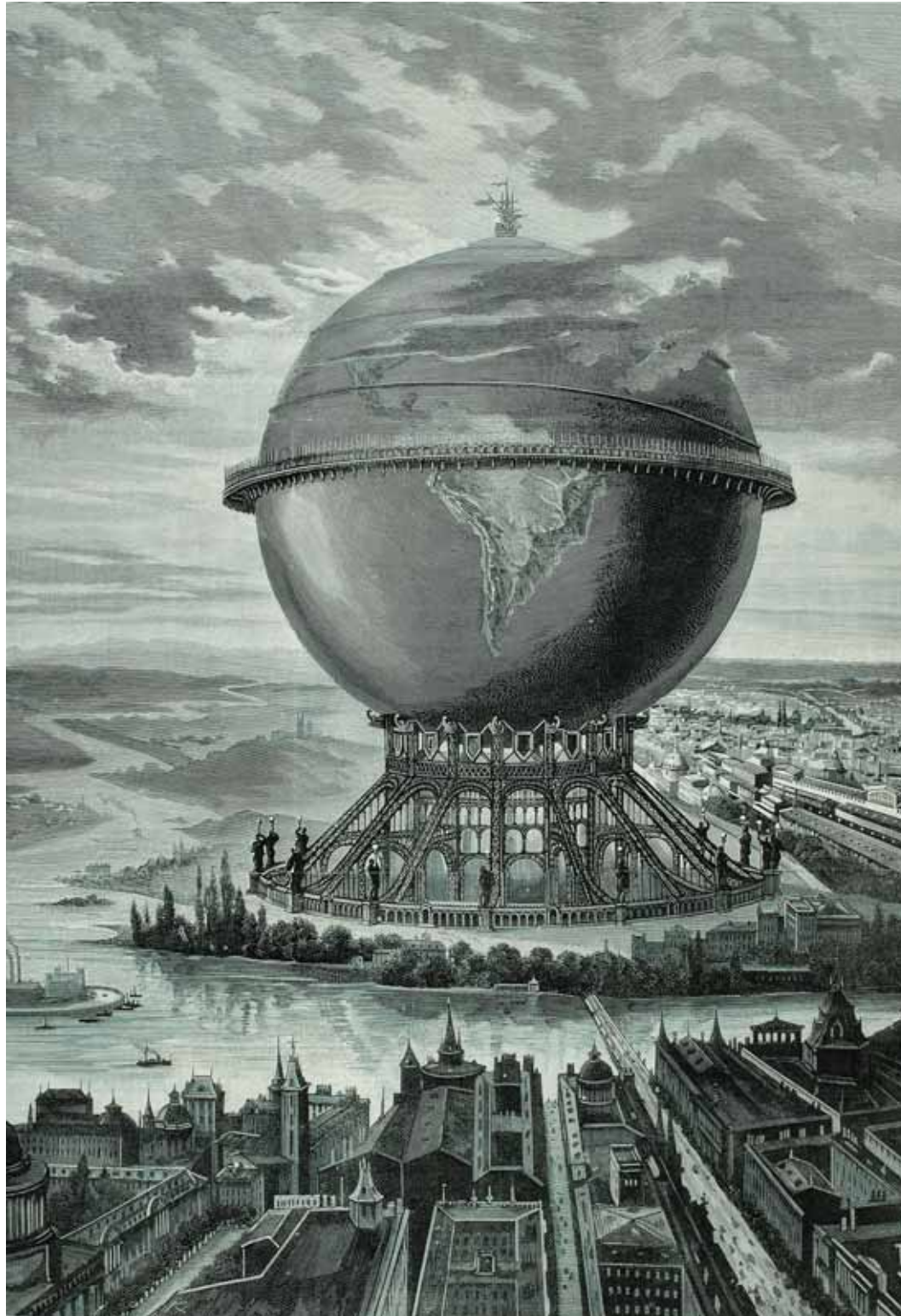
Intencionadamente también, y por haberlo tratado ya en otros trabajos, he dejado a un lado el discurso teórico sobre lo que el hierro representó como material de construcción en el siglo XIX, así como las distintas reacciones suscitadas. Los ingenieros no tuvieron problema alguno en acoger el hierro para diseñar sus obras, si bien no pudieron ocultar, como se dice en varios capítulos, su escrúpulo ante el desafío estético de este producto industrial. Distinta, en cambio, fue la reacción del mundo de la arquitectura que se identificaba en exceso con la historia de los estilos, como lo muestran los debates del Primer y Segundo Congreso Nacional de Arquitectos celebrados en Madrid (1881) y Barcelona (1888) respectivamente, donde los partidarios del hierro, como Doménech y Estapá y Juan Torras defendían una posición más confiada en las posibilidades reales del nuevo material para expresar la nueva arquitectura, mientras que otros, como Joaquín Bassegoda y Amigó, se mostraban más reservados, concibiendo el uso del hierro con un sentido restringido, como material útil y económico pero a ocultar dado su corto rendimiento estético. Las discusiones habidas en las sesiones son de un gran interés para acercarse a los problemas, no sólo científicos, económicos o artísticos, sino incluso morales y religiosos que embargaron el ánimo, no sólo de los arquitectos, sino de la sociedad toda. Así, defendiendo el hierro, creo que con un exceso de optimismo en ocasiones, Doménech y Estapá denunciaba su rechazo por parte de algunos arquitectos para determinadas obras como pudiera ser la arquitectura religiosa: «¡Ojalá, señores, los pueblos de la Edad Media hubieran tenido el hierro de qué disponer como elemento sustentante, allí donde el objeto del arquitecto era obtener anchurosas naves para contener al pueblo, con imponentes alturas para dar a aquéllas esa grandiosidad que arrebató y empequeñece al hombre, y al inspirar una mirada a lo alto de sus bóvedas, indica en dónde debe recibir el justo el premio de sus virtudes! ... Y precisamente, señores, el empleo del hierro hoy en los templos está postergado cual si tuviese una maldición de Dios. ¡Cuidado con presentar un arco o una jácena de hierro en una iglesia, porque entonces podría parecer un tinglado de ferro-carril!».

◁ Fachada sur de la Casa Lis, en Salamanca, de Joaquín Vargas, 1905

be the table of contents for various monographic works, for such is the wealth of a simple bridge or market. When these works, often considered cold, receive the life that made them possible, with all the economic, political, technical and social considerations that relate to, and help explain, their existence, what emerges is a rich and nuanced view that not only broadens our horizons of knowledge and strengthens our History, but also, in my opinion, defines the natural setting for our society, which would be impossible to understand without that architecture and engineering.

In this introduction, I must also point out that iron became an important part of architecture in the second half of the nineteenth century, from its humble position in the roofing of rental properties to its use in such representative public buildings as the Senate or the National Library, as well as museums, schools, theaters, concert halls, casinos and a long list of other structures that includes industrial architecture as well, with its warehouses, hangars and shacks. But in this analysis, I have chosen to exclude those buildings in which either the architecture wound up completely hiding the iron structure, or that structure was so elemental that it adds little or nothing to the basic categories of what we have chosen to call iron architecture and engineering here.

I have also deliberately set aside the theoretical discussion of what iron represented as a building material in the nineteenth century, and the different reactions it provoked. That is a subject I dealt with in earlier texts. Engineers had no difficulty whatsoever in including iron in their designs although, as is mentioned in several chapters, they could not hide their scruples in the face of the esthetic challenges this industrial product posed. Quite different, though, was the reaction of the architectural world, with its excessive identification with the history of styles. This is manifest in the debates at the First and Second National Congress of Architects held in Madrid in 1881 and



Proyecto de monumento colosal en memoria de Cristóbal Colón, grabado de Alberto de Palacio, 1890

Barcelona in 1888, respectively. There, advocates of iron such as Doménech y Estapá or Juan Torras defended a position of greater confidence in the real possibilities of this new material to express new architecture, while others, such as Joaquín Bassegoda y Amigó, were more reserved, conceiving the use of iron in a more restricted sense, as a useful and economical material whose limited esthetic possibilities called for it to be hidden. The arguments that took place in those sessions are very relevant to an understanding of not only the scientific, economic and artistic problems involved, but also the moral and religious ones that haunted the souls not only of architects, but of society at large. Thus, with an occasional excess of optimism, Doménech y Estapá denounced the rejection of iron by some architects for certain kinds of work, including religious architecture: "I wish, good sirs, that the people of the Middle Ages could have had iron for their sustaining structures where the architect's objective was to obtain broad naves to hold the people, with imposing heights intended to give those naves that grandeur that overwhelms and reduces the individual, inspiring him to look up to its vaults and see where the righteous are to receive their just rewards! ... And precisely, gentlemen, the use of iron today in temples is avoided as though it suffered the damnation of the Lord. Dont you dare present an iron arch or girder in a church, because then it might look like a railway shed!"

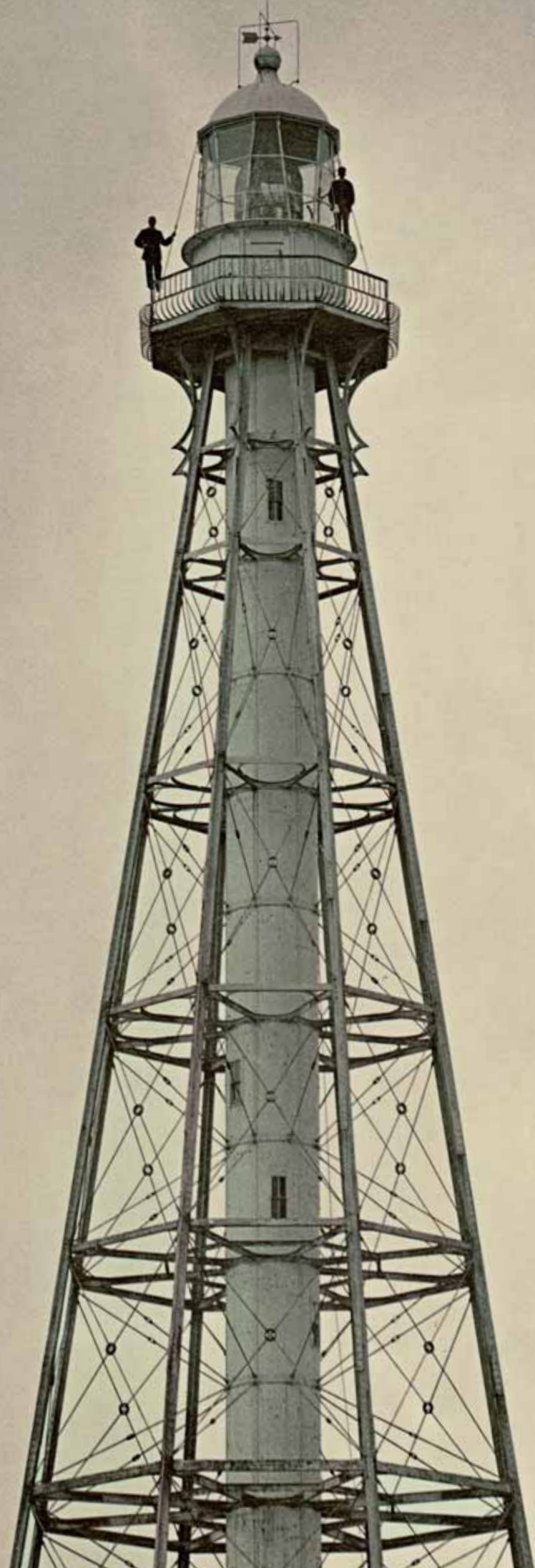
This sort of exclamations have often been quoted to make architects look like narrow-minded conservative professionals while engineers embodied the more liberal and modern facet of construction. But all of this has to be nuanced because otherwise we will have reduced history to a stereotype, and I hope to convince the reader of this in the following pages. There was certainly a debate between architects and engineers, but this had mostly to do with titles and professional competence. Nevertheless, those who have dealt with this

Este tipo de manifestaciones, recogidas ya muchas veces, hacen ver en los arquitectos a unos profesionales de mentalidad conservadora, mientras que la ingeniería mostraba la cara más liberal y moderna de la construcción, todo lo cual hay que matizar porque, de lo contrario, haríamos de la historia un estereotipo, y espero convencer de ello al lector en las páginas siguientes. Es cierto que hubo un debate entre arquitectos e ingenieros pero, sobre todo, por razones de titulación y competencias profesionales, es frecuente ver entre quienes han tratado este delicado asunto una discusión de salón, quedándose allí, sin salir a la calle, sin llegar a ver sobre lo que realmente se discutía. En todo caso, y a riesgo de equivocarme, he preferido salir al encuentro de aquello que arquitectos e ingenieros hicieron en su momento, al margen de las discusiones, olvidando por un instante los condicionamientos políticos y económicos de nuestro país, sin mirar el pasaporte de quienes proyectaron o construyeron aquel mundo mágico en hierro que, en ocasiones, parece contagiado de la imaginación de un Julio Verne. El resultado de aquella búsqueda desinhibida es este libro que, a modo de apretado resumen, da cuenta de obras apasionantes de muy distinto grado: desde las visiones utópicas de un arquitecto como Alberto de Palacio, plasmadas en su colosal monumento a Colón con motivo de la conmemoración del IV Centenario del Descubrimiento de América, concebido como un globo terrestre de trescientos metros de diámetro cuyo interior albergaría bibliotecas, museos, aulas y cátedras, utopía que parece participar de los viejos sueños de Boullée, hasta el primer transbordador aéreo del mundo que el ingeniero Torres Quevedo construyó en el monte Ulía de San Sebastián. Tenía éste una concepción filiforme que parecía contener toda la poesía del constructivismo de un Gabo, probablemente porque el hierro fue a la historia de la arquitectura y de la ingeniería tradicional lo que la abstracción a la historia del arte: una ruptura con la que empezó el mundo moderno.

Por último, quisiera recordar aquí que ningún libro se construye solo. Tampoco éste. Por ello, deseo dejar constancia de mi gratitud sincera hacia don Manuel Utande Iguualada, a doña Mariola Gómez Láinez y a doña María del Carmen Utande Ramiro por su consejo y ayuda en la redacción de los textos, búsqueda de documentación gráfica y correcciones, esto es, por ese trabajo callado que mejora el original siempre.

subject often portray it as little more than a living-room argument that never actually reached the street, without ever really understanding what was truly being discussed. At any rate, and at risk of committing some errors, I have preferred to seek out what architects and engineers actually did in their time, above and beyond those arguments, temporarily setting aside Spain's political and economic restraints, and not bothering to look at the passport of those who designed and constructed that magic world of iron that sometimes seems to have burst directly from the imagination of Jules Verne. The result of that unfettered search is this book, a crowded summary of thrilling works of very varied types, from the utopian visions of an architect like Alberto de Palacio in his monument to Columbus to commemorate the IV Centenary of the Discovery of America—a globe of the earth three-hundred meters in diameter with room for libraries, museums, classrooms and lecture halls that seems to come directly from Boullée's old dreams—to the first aerial ferry in the world, which engineer Torres Quevedo built on Mount Ulía in San Sebastian. That project had a wiry conception that seems to personify the poetry of Naum Gabo's constructivism. Perhaps this is because iron's relation to the history of traditional architecture and engineering was the same as abstraction's relation to the history of art, a breaking away that marked the beginning of the modern world.

No one writes a book alone, and the present one is no exception, that is why I wish, here, to express my sincere gratitude to Mr. Manuel Utande Iguualada, Ms. Mariola Gómez Láinez and Ms. María del Carmen Utande Ramiro, for their suggestions and help with the texts, illustrations and corrections, in other words, all the mute labor that invariably improves the original.



*Envuelve al mundo extenso triste noche;
ronco huracán y borrascosas nubes
confunden, y tinieblas impalpables,
el cielo, el mar, la tierra:
y tú invisible, te alzas, en tu frente
ostentando de fuego una corona,
cual rey del caos, que refleja y arde
con luz de paz y vida.*

Duque de Rivas, *Al faro de Malta*

Los faros de hierro

El faro como tema literario, según lo entendía en clave romántica el duque de Rivas en su conocido poema *Al faro de Malta* (1834), o como metáfora, en la línea recogida por sor Juana Inés de la Cruz en *El sueño*, cuenta con una rica y dilatada historia cuya fuerza deriva de esa otra realidad construida que, en medio del silencio y bañada por la soledad, bordea las costas, se yergue enhiesta sobre los cabos o señala la salida al mar de los ríos. Su historia también es muy larga, tanto que entre las siete maravillas del mundo antiguo se encontraba el desaparecido Faro de Alejandría, al que se refiere Lope de Vega en aquel soneto que en su primera estrofa dice: «Al sepulcro de amor que contra el filo / del tiempo hizo Artemisa vivir claro, / a la torre bellísima de Faro, / un tiempo de las naves luz y asilo...».

En efecto, desde la Antigüedad grecolatina el faro ha conocido muchos episodios en el intento de mejorar sus prestaciones a los navíos en la oscuridad de la noche, aunque no fue hasta el siglo XIX cuando se produjo un salto cuantitativo y cualitativo, ya que multiplicó su presencia

*Broad, sad night envelops the world;
A hoarse hurricane, stormy clouds
And impalpable darkness confuse
The sky, the sea, the earth:
And you, rising invisibly, a fiery crown
On your forehead like some
King of chaos, who reflects and burns
With a light of peace and life.*

The Duke of Rivas, *To The Lighthouse of Malta*

Iron Lighthouses

The lighthouse as a literary subject, cast in a Romantic vein by the Duke of Rivas in his well-known poem, *To the Lighthouse of Malta* (1834)—or as a metaphor, in a line from Sister Juana Inés de la Cruz's *The Dream*—has a long, rich history whose strength lies in that other, real construction that, bathed in sunlight and surrounded by silence on the water's edge, stands erect on the capes, or signals the rivers' passage to the sea. Its story is also very long, so much so, that Antiquity's Seven Wonders of the World included the now-lost Lighthouse of Alexandria mentioned by Lope de Vega in that sonnet whose first strophe reads: "To the tomb of love that, against the edge/of time, Artemis made living light,/ to the most beautiful tower of Faro, / a time for ships of light and shelter..."

en las costas haciendo más segura la creciente navegación marítima, impulsada a su vez por la fuerza motriz del vapor; pero, sobre todo, los faros se fueron haciendo cada vez más sólidos en su estructura y más potentes en su proyección lumínica. Esto supuso grandes ventajas para la pesca y el transporte marítimo, tanto de personas como de mercancías, contribuyendo sin duda a la general idea de progreso que impregnó buena parte del siglo XIX.

En el faro se producía además una circunstancia muy particular pues, de entre todas las obras públicas era ésta la única que puede considerarse una estructura semiviviente ya que albergaba el cuerpo y alma de sus torreros, quienes alimentaban sin descanso y con riesgo de sus propias vidas las lámparas de los faroles, cuidando de que no les faltara el aceite o el carburante empleado hasta la aparición de la electricidad, ya muy avanzado el siglo XIX. Prueba de este palpito vital de los faros son las numerosas y tristes noticias sobre las desdichas vividas por los torreros a causa de la furia del mar y del viento, como por ejemplo recogía *El Museo universal*, en noviembre de 1869, donde se daba cuenta de lo acaecido en el faro de la Hormiga Grande, asentado sobre un islote del mismo nombre que se encuentra a dos millas del cabo de Palos: «Las aguas, combatiendo en medio de un temporal, han deshecho la torre del Faro, arrastrando sucesivamente todos los muebles y útiles del establecimiento y, por último, a la familia del Torrero. Este desgraciado se defendió cuanto pudo de las olas, luchando para salvar a su familia, y viendo perecer sucesivamente a su esposa y tres niños arrebatados por los embates del mar. Próximo a sucumbir también, y teniendo su último hijo en los brazos, fue recogido con un valor heroico y entre inminentes peligros de muerte por el patrón de la barquilla agregada al servicio del Faro». Aquél era un faro cuya torre tenía doce metros de altura «de color blanco perla» y de quinto orden, que se había construido en 1862.

Este riesgo personal de los fareros o torreros, a cuyas fatigas dedicó un poema Julio Fernández-Puente (1903), y cuya responsabilidad jerarquizó la Administración en un Cuerpo de Torreros con un escalafón de cuatro clases distintas, era visto por los hombres del mar y por la sociedad toda con inmensa gratitud, por lo que se entienden bien las palabras del ingeniero Eusebio Page en *Los apuntes sobre los proyectos de Faro* (1867): «Cuando en las tempestuosas noches de invierno se descubre la luz bienhechora que enseña al solitario navegante el punto

In fact, since the times of Greco-Latin Antiquity, the lighthouse has evolved through many stages in an effort to improve its usefulness to ships in the night. But it was not until the nineteenth century that a quantitative and qualitative leap was made, multiplying its presence on coasts to bring greater safety to the growing maritime traffic brought about by the advent of steam power. Most of all, though, lighthouses gained ever-greater structural solidity and increasingly powerful luminosity. This offered numerous advantages to the fishing trade, as well as to transportation of cargo and passengers and undoubtedly contributed to the general idea of progress so prevalent in the nineteenth century.

Lighthouses also had one very particular quality: of all public works, they were semi-living structures that sheltered the body and soul of keepers who tirelessly fed their lamps at risk of their own lives, insuring that they never ran out of oil or whatever other fuel they used before the advent of electricity well into the nineteenth century. Proof of the lighthouses' life were the numerous tragic reports of their keeper's misfortune in the face of the sea and wind's fury. In November of 1869, for example, *El Museo universal* reported that, on the Hormiga Grande lighthouse, set on the island of the same name just two miles from Cape Palos, "The water, rising up in the midst of a storm, destroyed the lighthouse, successively dragging its furnishings and equipment, and finally the keeper's family, into the sea. The keeper himself fought off the waves as best he could, struggling to save his family, only to see his wife and three of his children successively torn from his grasp by the ocean's onslaught. When he was about to succumb himself, with his last child in his arms, he was heroically rescued by the captain of the lighthouse's service boat, at considerable risk to his own life." Twelve meters high and "pearly white," that fifth-order lighthouse had been built in 1862.

Lighthouse keepers' risk to life and limb and their hardships were the subject of a poem by Julio Fernández-Puente (1903) and their

donde sus hermanos velan por él, la alegría y las fuerzas renacen a bordo y la salvación es cierta a pesar de las enrarecidas olas. Dondequiera que un faro se establece convenientemente, cesan o disminuyen de una manera notable los naufragios».

La doble vivencia del faro, visto tanto desde tierra firme como desde la inestabilidad amenazante del mar, ha alimentado una verdadera leyenda de carácter marcadamente romántico cargada de emotividad, silencio, tristeza y hasta pobreza, en la que el torrero resulta ser una suerte de ermitaño, aunque viviera con su familia, y cuya forzada soledad se aliviaba tan sólo con la presencia ocasional de algunos visitantes para quienes el faro era una especie de divertimento veraniego, a veces postergado, como en el caso de la familia Ramsay en la conocida novela de Virginia Woolf, *To the Lighthouse* (1927), cuya señora «si por fin iban al faro, daría el par de calcetines al torrero para su niño amenazado de coxalgia; le daría también una pila de revistas viejas y también un poco de tabaco y, en fin, cuanto encontrase que no fuese estrictamente necesario entre las cosas diseminadas y en desorden por toda la casa. Había que darle algo a esa pobre gente que debía sufrir un tedio mortal, sentada todo el día, y sin otro quehacer más que sacar brillo a las lámparas, vigilar las mechas y, ¡oh supremo entretenimiento!, el rastrillo por una pizca de jardín». Sin duda, muchos torreros verían en el faro de la escritora inglesa un deseable destino, pues estaba en una bahía, era accesible a pie y contaba con un núcleo urbano próximo, además de tener junto a la torre una «pizca» de jardín para pasar el rastrillo, esto es, un verdadero paraíso en comparación con la situación aislada y rocosa de tantos faros.

Digamos finalmente que la imagen tradicional del faro se identifica de un modo automático con una obra de fábrica sólida, construido en piedra; pero los faros de los que aquí se hablará fueron construidos en hierro, representando una fugaz página en la historia de esta tipología entre arquitectónica e ingenieril. En efecto, el hierro, que con tanto éxito se había ensayado en todo tipo de estructuras, se acercó igualmente a la del faro, dando lugar a unas imágenes filiformes e inéditas que, por su apariencia, tenían mucho de ficción literaria, pues recuerdan, sin proponérselo, a las imágenes fantásticas que suscitan las intuitivas propuestas de carácter científico que Julio Verne plasmó en sus novelas de la década de 1860, a la que pertenecen los tres faros proyectados y construidos en el delta del Ebro por el ingeniero y arquitecto tantas veces

responsibilities were defined and ordered by the administration in a hierarchy with four different levels. Both sailors and society were immensely grateful to them, which explains the words with which engineer Eusebio Page opens *Los apuntes sobre los proyectos de Faro* (“Notes on Lighthouse Projects”, 1867): “When, in the stormy winter nights, the benevolent light appears to show the lonely navigator the place where his brothers are looking out for him, happiness and strength are reborn on board, and salvation is certain, despite the burgeoning swells. Anywhere a lighthouse is conveniently set up, shipwrecks cease or are notably reduced.”

The double experience of a lighthouse—it can be seen both from dry land and from the threatening instability of the sea—has nurtured a true legend of markedly romantic character, loaded with emotions, silence, sadness and even poverty, in which the lighthouse keeper is cast as a sort of hermit, even though he lives with his family. His ineluctable solitude was relieved only by the presence of the occasional visitor, for whom a lighthouse was a sort of summer excursion that could even be put off, as happened to the Ramsay family in Virginia Woolf’s well-known novel, *To the Lighthouse* (1927). There, “if they ever got to the lighthouse, [the lady of the family] would give a pair of socks to the lighthouse keeper for his son, who was threatened by coxalgia; she would also give him a stack of old magazines, as well as a little tobacco and, finally when she came across some things that were no longer needed, scattered around the disorderly house, she would have to give them to those poor people, who must be mortally bored, sitting there all day with nothing to do but polish the lamps, tend to the wicks and—most entertaining of all—drag the rake through their tiny bit of garden.” Many lighthouse keepers would undoubtedly have seen this British writer’s lighthouse as a choice location, as it was in a bay, with access by foot and close to a town. Not to mention that there was a “bit of garden” beside the tower to rake.

citado Lucio del Valle, más joven pero coetáneo en parte del novelista francés quien, al morir en 1905, dejó el manuscrito de la novela *Le Phare du bout du monde*, excelente introducción a la vida y menesteres de faros y fareros.

Fue Lucio del Valle, efectivamente, el primer ingeniero que entre nosotros ensayó la estructura metálica del faro, llegando a construir el más alto en su género de los levantados en Europa durante el siglo XIX: el faro de Buda sobre la arenosa superficie del delta del Ebro (1861). Sin embargo, antes de analizar esta singular estructura, se debería recordar que la señalización costera española fue una tarea pendiente hasta que, bajo el reinado de Isabel II, se aprobó, el 13 de septiembre de 1847, el primer Plan General de Alumbrado Marítimo de las Costas y Puertos de España e Islas Adyacentes, que recogió la necesidad de construir nuevos faros. Hasta entonces, sólo había veinte en funcionamiento y algunos de ellos de muy remoto origen. El nuevo plan propuesto por la llamada Comisión de Faros, que existía desde 1842, preveía la construcción de ciento veintiséis nuevos faros cuya puesta en práctica se fue haciendo realidad, no sin serias dificultades económicas, en los años siguientes, siendo especialmente significativo al respecto el período de 1860-1870, al que tampoco fueron ajenas las circunstancias políticas, si bien moderados y progresistas compartieron siempre el interés por paliar esta carencia que nos alejaba de la media europea, y muy especialmente de Inglaterra y Francia.

La Comisión de Faros, de la que Lucio del Valle era miembro desde 1856 y en la que ejerció durante muchos años como secretario acordó, en su sesión del 12 de mayo de 1859, abordar el proyecto de las «luces de las bocas del Ebro», esto es, de los llamados faros de Buda, El Fangar y La Baña, de los que no queda ninguno *in situ*. Sus funciones han sido reemplazadas por el moderno faro de Tortosa, y de ellos, sólo el de La Baña resta en pie, pero no en su emplazamiento original, pues se trasladó al puerto de Tarragona donde, convertido en museo de los faros españoles (2003), queda como testimonio excepcional de un pasado en el que el hierro tuvo voz propia.

Mientras la construcción del faro de La Baña no se hizo efectiva, la Comisión de Faros acordó levantar en el delta un faro provisional que debería encenderse el 15 de septiembre de 1860, proyectado por el ingeniero Ángel Camón, autor igualmente de un primerísimo proyecto de faros de hierro para las tres puntas del delta del Ebro. Este faro provisional, de diez metros de altura,

This, then, was a veritable paradise compared to the isolated and rocky location of so many lighthouses.

Lastly, we might add that the traditional image of a lighthouse is automatically identified with a solid stone building, whereas the lighthouses we will be discussing here were built of iron, representing a brief moment in the history of this construction halfway between architecture and engineering. In fact, iron, which was so successfully employed in all types of structures, was equally applied to lighthouses, giving them skeletal and previously unknown appearances that owe much to literary fiction and unwittingly recall the fantastic images inspired by the intuitive scientific proposals in Jules Verne's novels from the eighteen sixties. That is the case of the three lighthouses designed and built on the Ebro River Delta by the oft-quoted architect and engineer, Lucio del Valle, who was a younger contemporary of the French author. When Verne died in 1905, he left behind the manuscript to his novel, *La Phare du bout du monde* ("The Lighthouse at the End of the World."), which was an excellent introduction to the life and labors of lighthouses and their keepers.

In fact, Lucio del Valle was the first Spanish engineer to try using a metal structure for a lighthouse, and he even built the highest one of its type in Europe during the nineteenth century: The Buda Lighthouse that stood on the sandy surface of the Ebro River Delta (1861). Before we analyze this singular structure, however, we should recall that the installation of signals to mark the Spanish coast was not done until 13 September 1847, when Queen Isabel II approved the first General Plan for Maritime Lighting of the Coasts and Ports of Spain and its Adjacent Islands, which included the need to build new lighthouses. There had only been twenty functioning lighthouses until then, and some of them were very old indeed. The new Plan proposed by the so-called Lighthouse Commission, which had been in existence since 1842, foresaw the construction of

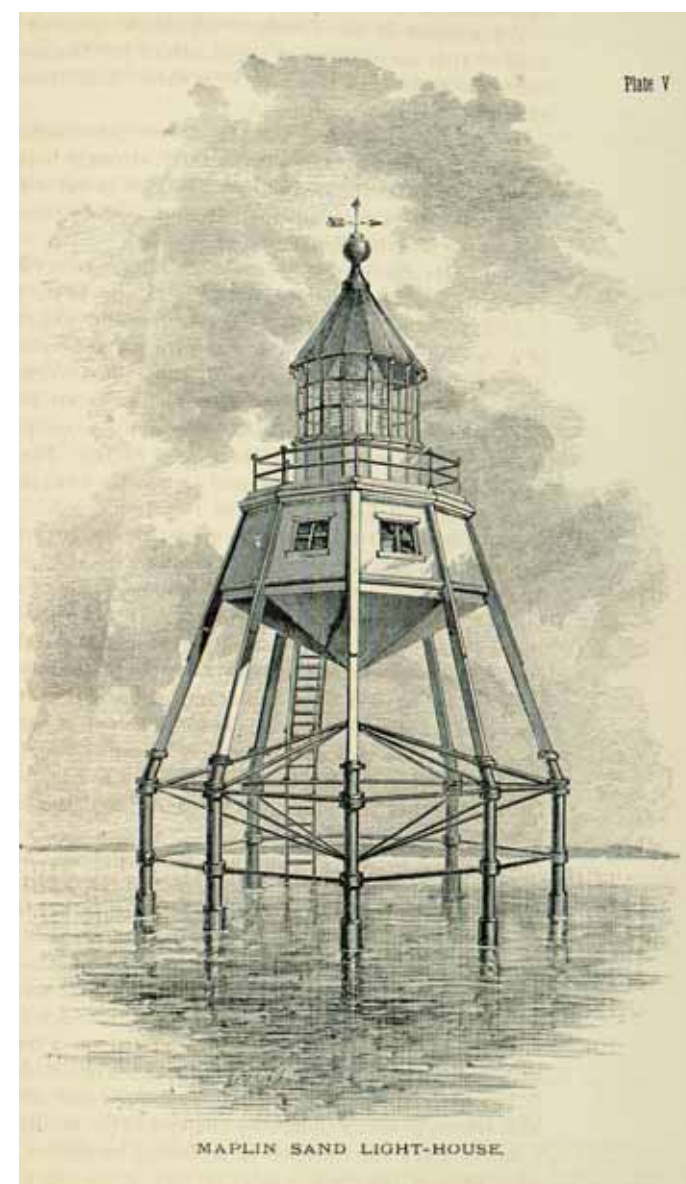
sería de madera sobre planta hexagonal y tendría una linterna octogonal cubierta con un casquete esférico blanco que alojaría un aparato catadióptrico de quinto orden con luz blanca fija. Muy cerca estaría la casa de los torreros consistente en una «barraca cubierta de juncos», lo cual refleja la modestia de este proyecto provisional.

Entretanto, Lucio del Valle se hizo cargo de los «proyectos de torres de hierro para los faros del Ebro» que se le habían encargado por una Real Orden del 9 de enero de 1861 después de oír el dictamen de la Comisión de Faros y de la Junta Consultiva de Caminos, Canales y Puertos. Dicha orden puntualizaba que las torres del Ebro debían ser de armadura de hierro, de los llamados de claraboya o de esqueleto, montadas sobre pilotes de hélice; que aprovechando la estancia en Inglaterra del ingeniero Lucio del Valle se le encargara la redacción de los tres proyectos, y que éste pidiera precios a los fabricantes para poder elegir la proposición más ventajosa, según se recoge en el preámbulo de la memoria que el propio Lucio del Valle presentó el 15 de mayo de 1861.

En aquélla, publicada luego por la *Revista de Obras Públicas*, el ingeniero hace un resumen de todas las gestiones llevadas a cabo en Inglaterra y Francia acerca de la viabilidad de la utilización del hierro para estas torres, cuyo pilotaje se hincaba helicoidalmente en la arena bajo el agua. La decisión final fue que dicho pilotaje se haría con hierro forjado y las roscas helicoidales de fundición en la punta para que se adentraran mejor en el lecho de arena, de acuerdo con el sistema inventado por el ingeniero irlandés Alexander Mitchell (1780-1868) y puesto en práctica por vez primera en Inglaterra, en el faro de Maplin Sands (1838) que, proyectado por Walter, se mantuvo en pie en el estuario del Támesis hasta 1932. Este sistema tenía múltiples ventajas, entre las que destacaban su bajo coste, la estandarización de sus piezas, su rapidez y facilidad constructiva y la posibilidad de desmontar y trasladar los faros, algo impensable de hacer con los de fábrica y aspecto muy a tener en cuenta dado el carácter cambiante de los bancos de arena por el efecto de las mareas y del aporte de los ríos.

Para justificar esta elección, Lucio del Valle menciona una serie de faros sobre torres metálicas construidos en Inglaterra y Estados Unidos y estudia las causas de sus daños, como los sufridos por el faro de Minot's Ledge, proyectado por el capitán Swift y levantado en la bahía de

Faro de Maplin Sands, en la isla de Foulness, Essex (Inglaterra), proyectado por Walter, 1838





Faro de Sand Key, en Key West, Monroe County, Florida (Estados Unidos), de Isaiah William Penn Lewis, 1853

one hundred twenty-six new lighthouses. This plan was carried out despite serious economic difficulties in the following years. The period between 1860 and 1870 was especially significant. It was also influenced by political circumstances which were moderate and progressive and always shared an interest in palliating the lacks that distanced us from the general situation in Europe, especially that of England and France.

The Lighthouse Commission, of which Lucio del Valle had been a member since 1856—he was its secretary for many years—agreed on 12 May 1859 to take up the project of the “lights at the mouths of the Ebro,” which became the lighthouses of Buda, El Fangar and La Baña. Today, none of them remains, and their function has been taken over by the modern Tortosa Lighthouse. The one at La Baña has been moved to the Port of Tarragona, as a Museum of Spanish Lighthouses (2003) and remains there as an exceptional witness to a past in which iron spoke with its own voice.

Until the definitive structures could be built, the Lighthouse Commission agreed to build a provisional lighthouse on the Delta, which was lit for the first time on 15 September, 1860. It was designed by the engineer, Ángel Camón, who also authored a very early iron lighthouse project for the three points of the Ebro River Delta. The provisional lighthouse was ten meters high and built of wood, with a hexagonal floor plan and an octagonal lantern topped by a white spherical cap intended to house a fifth-order catadioptric device with a fixed white light. The keepers’ house was to be quite close, and consisted of “a shack covered with reeds,” which gives some idea of how modest this provisional project was.

Meanwhile, Lucio del Valle took charge of the “design of iron towers for the Ebro River lighthouses,” which had been commissioned by a Royal Order (9 January 1861) following the decision of the Lighthouse Commission and the Consulting Board for Roads, Canals and Ports.

Boston sobre una roca conocida como Outer Minot, que sólo pudo resistir los temporales entre el 1 de enero de 1850, fecha en la que se encendió el faro por vez primera, y el 17 de abril de 1851, cuando una fuerte tormenta lo derribó, con consecuencias fatales para sus torreros que ya habían advertido del peligroso movimiento de la estructura.

Finalmente, nuestro ingeniero no podía ocultar su admiración por el faro de Sand Key que él, por error, llama de Coral Reef, del ingeniero Isaiah William Penn Lewis. Es el más meridional

del Estado de Florida (EE.UU.) y se localiza en la que se denomina segunda zona marítima. Cuenta con una espectacular solución de diecisiete pilotes de hierro, debidamente arriostrados y atirantados entre sí, cuya función es hacer frente no tanto al choque de las olas como a la fuerza de los huracanes, tan habituales en aquel lugar. Entre dichos pilotes, que sostienen la linterna, se encontraba la vivienda de los torreros, a unos diez metros sobre el nivel del mar. Su monstruosa imagen conserva todavía algo de gigantesco cefalópodo pues, aunque modificado en su restauración (1994), aún se mantiene en pie sobre un aislado arenal desde 1852, si bien se han eliminado tanto la vivienda de los torreros como los depósitos de aceite y agua potable.

En este punto convendría aclarar algo que ha pasado inadvertido y es que Lucio del Valle, en la citada memoria publicada en la *Revista de Obras Públicas* (1861), menciona el «Faro de Coral Reef en la Florida, a la entrada al puerto de Key» y lo describe pormenorizadamente, advirtiendo que: «Tal es en breves palabras la descripción del referido faro, que, como se ve, difiere en gran manera del croquis dado a la luz en los Anales de Puentes y Calzadas del año 1857, que parece aludir también a la misma obra. Si así fuese, puedo asegurar que se padeció equivocación, por cuanto las noticias que acabo de dar están tomadas de publicaciones inglesas y de dibujos calcados de vistas fotográficas sacadas del mismo faro después de armado en la localidad».

El hecho tiene su interés pues se ve que hay ya una confusión inicial con los nombres y obras de los faros de la Florida; y no me cabe la menor duda de que el faro que Lucio del Valle llama «de Coral Reef» es en realidad el de Sand Key, no el de Key West ni el American Shoal que aún hoy se conservan allí, ni tampoco el asimismo proyectado por Lewis e iniciado muy poco antes, el de Carysfort Reef, que entró en funcionamiento el mismo año que el de Sand Key, en 1853. Este último y el de Carysfort Reef son los dos más antiguos de los conservados en los cayos de Florida, y es el de Sand Key el que cuenta con diecisiete pilotes, coincidiendo en todo con la descripción hecha por Lucio del Valle.

Con estos y otros antecedentes, nuestro ingeniero acometió el proyecto de «tres luces diferentes, a saber: una de segundo orden con eclipses de minuto en minuto en la isla de Buda, otra fija de tercer orden en la punta de La Baña, y la última de sexto orden también de luz fija en la punta del Fangar». Uno de los primeros problemas que hubo que resolver fue el de la altura de los faros, pues le constaba por experiencia ajena que una esbeltez excesiva iba en perjuicio de su estabilidad.

That order specified that the Ebro River towers should have an iron framework of the sort called skylight or skeleton, mounted on helical pilings. As engineer Lucio del Valle was in England, he was commissioned to draw up the three projects and also to consult manufacturers' prices and take the best offer. All of this is set out in the preamble of the Report presented by Lucio del Valle himself on 15 May 1861.

In that report, which was later printed by the *Revista de Obras Públicas* ("Review of Public Works"), the engineer summed up his efforts in England and France, where he was researching the possibility of using iron for those towers. Their pilings were to be set in the sand under the water in a helical fashion and it was finally decided that they would be made of wrought iron. The helical screws on the ends would be cast, entering into the sand bed according to the system invented by the Irish engineer, Alexander Mitchell (1780-1868) and first put into practice in England at the Maplin Sands lighthouse (1838). The latter, designed by Walter, stood in the Thames Estuary until 1932. There were numerous advantages to this system, especially its low cost, use of standardized pieces and rapid, easy construction, as well as the ease with which the lighthouses could be dismantled and moved in response to shifts in the sandbanks as a result of the tides and deposits brought down by the rivers. This would have been inconceivable with masonry lighthouses.

In justifying his choice, Lucio del Valle mentions a series of lighthouses built on metal towers in England and the United States, studying their wear and tear. These included the Minot's Ledge lighthouse, which was built on a rock in Boston Bay known as Outer Minot. It had been designed by Captain Swift and was only able to withstand the stormy weather between 1 January 1850, when its lamp was first lit, and 17 April 1851, when a strong storm knocked it down, with fatal consequences for its keepers, who had already warned of the structure's dangerous movement.



Faro de Buda, en el Delta del Ebro,
Tarragona, de Lucio del Valle, 1864

El faro de Buda, óleo sobre lienzo
de Antonio Coronado, 1884



Así, partiendo de los datos que le facilitó el ingeniero Ángel Mayo sobre el alcance y la altura necesarias, Del Valle dio al faro de Buda, el más importante de los tres, una altura de algo más de cincuenta metros, contando con la linterna y con lo poco que emergía sobre el nivel del mar. Su base es octogonal y se accede a la linterna por una escalera de caracol en el eje de la torre.

La vivienda de los torreros tuvo primero un solo piso a la altura del tercer tramo, añadiéndosele después otro cuerpo de habitación por debajo del anterior. Todo ello mostraba la deuda que formal y estructuralmente tenía con los faros ingleses y, sobre todo, con los de la península de la Florida en Norteamérica, a pesar de que, a su juicio, Lewis había cometido el error de utilizar el hierro fundido en el faro de Sand Key, neutralizado en parte por la doble pirámide truncada concéntrica de su estructura. Del Valle utilizaría en su lugar hierro forjado.

El faro se encendió por primera vez el 1 de noviembre de 1864. Su imagen se identificó con la desembocadura del Ebro hasta que se colapsó en la Nochebuena de 1961. Las fotografías de Laurent (1867) inmortalizaron su imagen y los pinceles de Coronado recogieron en 1884 la ampliación de la vivienda de los torreros.

El faro de Buda fue el orgullo de la ingeniería civil española y, como tal, figuró en las exposiciones universales de París (1867) y Viena (1873) con un modelo a escala cuyo texto recoge el catálogo del siguiente modo: «El faro de que se trata es el mayor de los tres de hierro que se han construido en la embocadura del Ebro, en la provincia de Tarragona. Su altura desde el foco luminoso hasta la escollera que rodean los pilotes sobre los que descansa la obra y que constituyen un zócalo general, es de 53 metros. Como se puede ver por el modelo toda la obra es de hierro y está fundada sobre nueve pilotes de rosca del sistema Mitchell. El aparato es de 2.º orden, con luz giratoria blanca y destellos de un 1' en 1': se encendió por vez primera en 1864».

En la misma fecha, 1 de noviembre de 1864, se encendió también el faro sito en la Punta del Fango, sustituido en 1972 por una baliza y hermano menor del más importante faro de La Baña, encendido también aquel mismo día, mes y año. La fisonomía de ambos era muy peculiar dada la relación de proporciones entre su torre cilíndrica de palastro o hierro laminado por la que subía la escalera a la linterna, y la plataforma con la vivienda de los torreros, sobre todo en El Fangar, cuya luz se levantaba a nueve metros sobre el nivel del mar, mientras que la de La Baña

Lastly, del Valle wrote admiringly about the lighthouse at Sand Key, which he erroneously called of Coral Reef. This southernmost lighthouse in the state of Florida (U.S.A.) was in what was called the Second Maritime Zone. Its designer, the engineer Isaiah William Penn Lewis, found a spectacular solution of seventeen iron pilings that were duly stayed and braced in order to resist not only the waves but also the hurricane winds so frequent there. Between those pilings, which held up the lantern, was the keepers' lodgings, set some ten meters above sea level. Even today, something of its monstrous squid-like appearance remains, though it was modified during its restoration in 1994. It still stands on an isolated sand bank where it was installed in 1852, but the keepers' lodgings and the oil and drinking water tanks have been removed.

At this point, it would help to clarify something that has been overlooked: in the Report he published in the *Revista de Obras Públicas* (1861, year IX, n.º 10, pp. 123-124), Lucio del Valle mentions the "Coral Reef Lighthouse in Florida, at the entrance to the Key's port," describing it in detail and observing that "This, in a few words, is a description of the lighthouse in question which, as can be seen, is quite different from the sketch published in *Anales de Puentes y Calzadas* ("Annals of Bridges and Roads") in 1857, which seem to allude to the same work. If that were the case, I can certainly state that an error was made there, as the information I have just supplied is taken from English publications, and from drawings traced from photographs of the lighthouse itself, once it was installed there."

This situation is not without its interest, as there is clearly an initial confusion about the names and construction of the Florida lighthouses. I have no doubt whatsoever that the lighthouse Lucio del Valle called "of Coral Reef" is actually that of Sand Key, between the current lighthouses at Key West and American Shoal. It was designed by Lewis at the same time as that of Carysfort Reef and began very shortly thereafter, as both were built at the same time and both entered



Faro de la Punta de la Baña, en el Delta del Ebro, Tarragona, de Lucio del Valle, 1864

use in 1853. These two are the oldest remaining lighthouses on the Florida Keys, and the one with seventeen pilings is that of Sand Key, which completely coincides with the description offered by Lucio del Valle.

With these and other forerunners, del Valle took on the project of “three different lights, namely: a second order one with eclipses of a minute and a half on Buda island, another fixed third-order lighthouse on La Baña point, and lastly, a sixth-order one on El Fangar point.” One of the first problems that had to be solved was how high the towers should be. It was clear from earlier lighthouses designed by others, that an excessively tall and slender construction was a risk to stability. Thus, on the basis of data received from the engineer, Ángel Mayo, concerning the necessary height and range, he gave the Buda lighthouse, which was the most important of the three, a height somewhat over 50 meters, including the lantern and the small portion that actually stood above sea level. Its base was octagonal with access to the lantern through a spiral staircase running along the tower’s axis.

At first, the keepers’ lodgings were only one story high, set at the first level, but another living space was later installed beneath it. All of this reveals the considerable formal and structural influence of English lighthouses, and even more so, of those from peninsular Florida in the United States. Nevertheless, Del Valle felt that Lewis had committed an error in his use of cast iron for the Sand Key Lighthouse, though this was partially neutralized by the structure’s double truncated concentric pyramid. Instead, the Spanish engineer opted to use wrought iron.

The Buda Island lighthouse was first lit on 1 November 1864 and its image was identified with the mouth of the Ebro River until it collapsed on Christmas Eve in 1961. Laurent’s photographs (1867) immortalized its image, and Coronado’s painting from 1884 shows the enlarged living quarters for its keepers.



Faro de la Punta del Fangar, en el Delta del Ebro, Tarragona, de Lucio del Valle, 1864

The Buda Island lighthouse was the pride of Spanish civil engineering. As such, it was displayed at the universal exhibitions of Paris (1867) and Vienna (1873), in the form of a scale model whose catalog text read: “the lighthouse in question is the largest of the three iron ones built at the mouth of the Ebro in the province of Tarragona. It stands 53 meters tall from the light itself down to the breakwater surrounded by the pilings that bear the work and constitute a general footing. As the model shows, the entire work is of iron and is set on nine Mitchell-system threaded pilings. The apparatus is of second order, with a revolving white light that flashes once each minute. It was first lit in 1864.”

The lighthouse at El Fango Point was lit on the same date: the first of November 1864. Before it was replaced by a buoy in 1972, this younger brother of the more important lighthouse at La Baña (which was also lit on the same day, month and year) shared the latter’s very peculiar physiognomy marked by the proportions of the cylindrical laminated iron tower from which stairs led up to the lantern, and the platform with its keepers’ lodgings. This was especially true of the lighthouse at El Fangar, whose light stood nine meters above sea level. At La Baña, the light was ten meters higher. These lighthouses lacked a cistern for drinking water. Their lack of space, and the fact that they were to be operated by two keepers, who had to be lodged there with their families, made it necessary to build auxiliary housing. Two shacks were added at La Baña in 1913, one of which stored fuel, oil, petroleum, and so on until electricity arrived. The La Baña tower ended its working life as a lighthouse on 1 November 1978 but, as mentioned above, it was reborn in 2003 as the Museum of Spanish Lighthouses in the Port of Tarragona.

Like the previous two, this lighthouse was built by the John Henderson Porter Company of Birmingham, England. In response to the conditions set out by Lucio del Valle for his iron towers, their bid had been accepted over that of Frederick Johnson and George Rennié and Sons, both of

alcanzaba diez metros más. Estos faros carecían de aljibe de agua potable y estaban concebidos para dos torreros con sus familias por lo que, dado lo exiguo del espacio, se construyeron edificios auxiliares, como las dos casetas añadidas al de La Baña en 1913, una de ellas para almacenar combustible, aceite, petróleo, etcétera, hasta que llegó la electricidad. El faro de La Baña apagó su vida como tal el 1 de noviembre de 1978 y resucitó en 2003 como Museo de los Faros Españoles en el puerto de Tarragona, según se dijo más arriba.

Este faro, como los dos anteriores, fue construido por la firma John Henderson Porter, de Birmingham (Inglaterra), que junto a Frederick Johnson y George Rennié e Hijos, ambos de Londres, y Cochroane y Compañía, de Woodside, cerca de Dudley, ofrecieron en su día precios a las condiciones de Lucio del Valle para sus torres de hierro. Los tres faros del Ebro utilizaron para su iluminación unos aparatos catadióptricos de distinto alcance contruidos por la casa inglesa Chance Brothers, de tal forma que todo, desde el hierro hasta la óptica empleada, vino de Inglaterra, si bien el concepto estructural llegó, a mi juicio, de los Estados Unidos.

Todavía a comienzos del siglo XX se levantaron faros metálicos, pocos y de características técnicas muy distintas, si bien alguno a modo de excepción parece enlazar con las imágenes que tuvieron en el siglo XIX. A este tipo pertenece el faro de San Sebastián, en Cádiz, cuyo nombre le presta el castillo del siglo XVIII que, sobre una isla, defendía la ciudad por su costado norte. El castillo se encuentra en un extremo de la playa de la Caleta y se unió a tierra firme con un malecón en el siglo XIX, al tiempo que se reforzaba el castillo con nuevas defensas y baterías (1860). Había allí una ermita y un faro de segundo orden, «con destellos blancos y rojos alternados que en el interior del castillo de San Sebastián, hoy de Isabel II, a unos 700 metros al oeste de Cádiz, fue necesario destruir en 1898 con motivo de la guerra con los Estados Unidos», como recuerda el ingeniero Rafael de la Cerda, autor del nuevo faro, al entrar éste en servicio el 30 de septiembre de 1913. Era un nuevo faro, sobre un nuevo asentamiento a unos cien metros del anterior, con una nueva señal en «grupos de dos destellos, relámpagos blancos cada diez segundos»; y lo que era aún más notable, con una nueva fuente de alimentación, pues se trataba de un faro eléctrico, uno de los primeros en España, cuyo suministro lo garantizaba la Sociedad Lebon y Compañía, pese a la propuesta hecha por la segunda empresa que suministraba electricidad a la ciudad, la Cooperativa Gaditana.

London; and Cochroane and Company, of Woodside, near Dudley. The three towers on the Ebro River were illuminated with catadioptric devices of differing range built by the English firm of Chance Brothers. Thus, from the iron to the lights themselves, everything came from England. In my opinion, though, the structural concept came from the United States.

A few metal lighthouses were still being built in the early twentieth century but their technical characteristics were very different, although some seem similar in appearance to those from the nineteenth century. That is the case of the San Sebastian Lighthouse in Cadiz, which draws its name from the eighteenth-century castle intended to defend the capital city's north flank from an adjacent island. The castle stands at one end of La Caleta beach. It was linked to the mainland by a jetty in the nineteenth century, when new defenses and artillery emplacements were also added to the castle (1860). There was a hermitage there as well as a second-order lighthouse "with alternating white and red flashes inside San Sebastian castle, now belonging to Queen Isabel II, some 700 meters West of Cadiz, that had to be destroyed in 1898 because of the war with the United States," as engineer Rafael de la Cerda recalled when the new lighthouse designed by him went into service on 30 September 1913. The new one stood on new foundations about one hundred meters from the previous one, and had a new signal in "groups of two white flashes every ten seconds." Even more remarkable was its new source of power, as this was one of the first electric lighthouses in Spain. Its power was supplied by Sociedad Lebon y Compañía, whose services were chosen over those of Cooperativa Gaditana, the city's second source of electrical power.

This Cadiz lighthouse replaced the provisional one built to span the gap between the one destroyed in 1898 and the new one inaugurated in 1913. In keeping with the March 1902 plan for renovating the maritime lighting of the Spanish coasts, it had to meet a series of technical specifications including the requirement that "The tower that is to bear

Desde marzo de 1902, en que se aprobó un plan de reforma del alumbrado marítimo de las costas españolas, este faro gaditano, que sustituía a su vez al que hizo las veces de faro provisional entre el destruido en 1898 y el que se inauguraba en 1913, debía reunir una serie de condiciones técnicas, entre las que figuraban las siguientes: «La torre que ha de sostener la linterna se compondrá de dos partes: una fija de mampostería, cuya altura sea menor que las de las casamatas de la batería para que no sea visible desde el exterior, y otra formada por un entramado de hierro, constituido de tal modo que pueda ser desmontada con facilidad, reduciendo los elementos de dicho entramado a los más precisos, a fin de que presente el menos blanco posible», y «se autoriza igualmente la construcción de un pequeño almacén para el servicio del faro, hecho con materiales ligeros, en el sitio y de las dimensiones que previamente marque la Comandancia de Ingenieros de Cádiz»; es decir, se trata de un faro concebido desde la cautela militar por su valor estratégico. Quizá por ello se construyera metálico, aquí de acero laminado, pensando siempre en la posibilidad de su desmonte, como ocurría con los faros del Ebro, para lo cual en este faro de San Sebastián se dejaron de forma permanente los elementos que se utilizaron para su construcción, llevada a cabo sin andamios, a saber, un pescante de hierro con su torno en lo alto y una cabria que se apoyaba sobre la propia torre. Todos sus elementos eran desmontables gracias al empleo de pasadores y tuercas.

La altura total del faro es de unos treinta y siete metros y se compone de un tubo de palastro, que encierra la escalera de caracol para acceder a la cámara de servicio, reforzado exteriormente con ocho contrafuertes en celosía con cruces de San Andrés. Su arranque curvo desde la base le da un perfil verdaderamente elegante que recuerda el de las pilas metálicas de los viaductos franceses proyectados por el ingeniero alemán Wilhelm Nördling, como los de Bouble, Rouzat o Neuvial (1869), aunque aquí no sean de tubo los elementos que hacen de contrafuerte. La parte metálica se adjudicó en 1909 a La Constructora Gijonesa que ofrecía mejores condiciones que las otras dos casas que acudieron a la subasta de la obra, La Compañía Transatlántica y La Cordobesa. El servicio del faro difería notablemente de los descritos más arriba, pues atendido por tres fareros, éstos vivían en sus casas con sus familias, lejos del faro, al que asistían por turnos pero sin los legendarios riesgos que hicieron de estos hombres verdaderos héroes solitarios.

the lantern will be made in two parts: a fixed one of masonry whose height will be less than that of the fortified artillery emplacements so that it cannot be seen from the outside, and another consisting of an iron framework designed to be easily disassembled, with a minimum of structural elements so that it offers the smallest possible target." Those specifications "equally authorize[d] the construction of a small storage hut to serve the lighthouse, made of light materials, of a size and location previously indicated by the Engineering Command of Cadiz." Thus, this lighthouse's strategic value dictated a design based on military caution. Curiously, the fact that it was made of metal—in this case, laminated steel—was once again associated with the possibility of dismantling it, as was the case with the Ebro River lighthouses as well. In the San Sebastian lighthouse, the elements used in its construction without scaffolding—an iron davit with its overhead winch and a hoist mounted on the tower itself—were left permanently installed. these elements were fixed with nuts and bolts so they could be dismounted.

The lighthouse stood about thirty-seven meters tall and consisted of a laminated steel tube enclosing the spiral staircase leading to the service chamber, reinforced on the outside with eight x-braced latticed buttresses. Its curved structure, which begins at the base, gives it a truly elegant profile that recalls the metal pilings of French viaducts designed by the German engineer, Wilhelm Nördling, such as those at Bouble, Rouzat and Neuvial (1869), although here the buttress pieces are not tubular. In 1909, the metal elements of this lighthouse were adjudicated to La Constructora Gijonesa, which offered better conditions than the other two firms that bid on this project: La Compañía Transatlántica and La Cordobesa. This lighthouse was serviced in a very different manner than the ones describe above. It was tended by three keepers, who lived in their houses with their families, far from the lighthouse they tended in shifts, and without the legendary risks that made these men true lone heroes.





*Cada paso en la tierra
nos lleva a un mundo nuevo.
Cada pie lo apoyamos
sobre un puente colgante.*
García Lorca, *Los puentes colgantes*

Los puentes «colgados» o colgantes

Es conocido el hecho de que la irrupción del hierro en el específico campo de la construcción de puentes significó un cambio sustancial y profundo pues, además de aprovechar las ventajas del nuevo material frente a la piedra o la madera, permitió soñar en voz alta proponiendo formulaciones hasta ese momento impensables. Nos referimos a los puentes que en su tiempo comenzaron llamándose entre nosotros «colgados» para más tarde denominarse «colgantes».

Cuando el ingeniero y arquitecto Eduardo Saavedra (1829-1912) escribía en la *Revista de Obras Públicas* sobre las características de los diversos puentes de hierro (1861), haciendo un balance de lo que había significado hasta entonces este material en sus distintas soluciones, se refiere a los puentes colgantes con especial entusiasmo, pues no en vano fue él el autor del primer trabajo español sobre este asunto, ampliamente debatido entonces en Europa y América, al constatar las ventajas ciertas de este sistema, pero considerando también los graves inconvenientes que la práctica ponía en evidencia. La obra de Saavedra,

*Every step on earth
Carries us to a new world.
Each foot, we set
On a suspension bridge*
García Lorca, *The Suspension Bridges*

“Suspended” or Suspension Bridges

“It is well known that the emergence of iron in the specific field of bridge building signified a substantial and profound change in that field. The advantages of this new material over stone or wood were accompanied by the possibility of dreaming aloud, proposing formulations that would previously have been inconceivable. We are referring to those bridges that were first called “suspended” bridges and later, “suspension” bridges”.

When the engineer and architect, Eduardo Saavedra (1829-1912), wrote about the characteristics of different types of iron bridges in the *Revista de Obras Públicas* in 1861, he evaluated what that material and its distinct solutions had signified until then, referring to suspension

Teoría de los puentes colgados, apareció en Madrid en 1856, esto es, cinco años después de haber alcanzado el título de ingeniero y cuando llevaba dos años como profesor de Mecánica Aplicada en la Escuela Especial de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid. Es por tanto un trabajo hecho con entusiasmo juvenil, surgido en el ámbito académico, destinado a sus estudiantes en particular y a los ingenieros en general y con una ambición teórica que no ocultaba su título. El libro se agotó y fue necesaria una segunda edición (1864-1865) en la que recogía teórica y gráficamente cuanto concernía a los puentes «colgados», esto es, sus partes, propiedades mecánicas de los polígonos funiculares, forma de los cables, cálculo, apoyos, variaciones, movimientos y proporciones de sus elementos, para terminar enumerando los distintos sistemas de puentes colgados y su economía frente a los puentes tradicionales.

No obstante, Saavedra, defensor a ultranza de los puentes colgantes, sólo proyectó uno y de carácter provisional sobre el río Bernesga en León (h. 1862-1863). En nada merma este hecho para reconocer en él a una de las figuras más relevantes de la cultura española del siglo XIX pues, más allá del mero ingeniero proyectista y constructor que fue, se daban a la vez en él no sólo los conocimientos del ingeniero y del arquitecto, sino que, como ya escribí hace muchos años, encarnaba la figura del ingeniero humanista que, a la vez que estudiaba el trazado de una carretera o de una línea de ferrocarril, hurgaba en la historia de aquel paisaje no sólo como ingeniero sino como cumplido historiador. Dichos conocimientos dieron lugar a trabajos como el de su *Descripción de la Vía Romana de Uxama a Augustóbriga* (1861) que, además de servir de base a posteriores estudios de Schulten, Mélida o Bosch Gimpera, permitió entre otras cosas la localización de Numancia. La muy completa biografía publicada luego por José Mañas lleva como justo título *Eduardo Saavedra. Ingeniero y humanista*.

Pues bien, de este erudito ingeniero que alcanzó todos los destinos deseables dentro de su profesión y que abordó campos tan alejados de ésta como el de la literatura aljamiada, tema de su ingreso en la Real Academia Española, puede decirse que tuvo una especial devoción por las estructuras metálicas, de tal modo que tradujo para los lectores españoles obras básicas de su tiempo como *Investigaciones experimentales sobre la aplicación del hierro fundido y forjado*

bridges with special enthusiasm. It was no coincidence that he was the author of the first Spanish work on these bridges, which were being fiercely at that time in Europe and America. Their advantages were clear and evident, but so were their serious drawbacks. Saavedra's work, *Teoría de los puentes colgados* ("Theory of Suspended Bridges") was published in Madrid in 1856, just five years after he earned his engineering degree, and two years after he became Professor of Applied Mechanics at Madrid's Special School of Civil Engineers. It was thus a work made with youthful enthusiasm that arose in an academic setting and was directed to his students in particular, and to engineers in general, with a theoretical ambition that is clear in its title. The book sold out and a second edition was printed (1864-1865), with theoretical and graphic data about "suspended" bridges: their parts, the mechanical properties of their funicular polygons, the shape of their cables, their calculus, supports, variations, movements and the proportions of their elements. Finally, it listed the different systems of suspended bridges and noted how inexpensive they were, compared to traditional bridges.

Nevertheless, while Saavedra was an outspoken defender of suspension bridges, he only designed one provisional one over the Bernesga River in León (ca. 1826-1863). But this in no way detracts from his stature as one of the most relevant figures in nineteenth-century Spanish culture. Not only was he a knowledgeable engineer and architect; he also embodied the figure of the humanist engineer who, while studying the route of a road or railway line, simultaneously delved into the history of its landscape, not only as an engineer, but also as an accomplished historian. This led to works such as his *Descripción de la Vía Romana de Uxama a Augustóbriga* ("Description of the Roman Road from Uxama to Augustóbriga", 1861), which was the basis for later studies by Schulten, Mélida and Bosch Gimpera and led, among other things, to the localization of Numancia. The

a las construcciones, del ingeniero William Fairbairn, apenas tres años después de su aparición en Londres y Nueva York en 1854, a la que siguió la traducción de *Aplicaciones del hierro a las construcciones* (1859), del mismo autor escocés, obras ambas muy populares entre los ingenieros de todo el mundo y donde su autor se mostraba partidario del hierro fundido o forjado según el modo en que se fueran a trabajar las piezas. Creo que en todos los escritos de Saavedra sobre el hierro permanece una deuda hacia Fairbairn en sus apreciaciones sobre el comportamiento de este material.

En lo que concierne a los puentes colgantes, puede decirse que para las fechas de que estamos hablando ya se habían probado distintas soluciones y, en general, la experiencia europea se había mostrado muy negativa, a pesar de éxitos ingleses como el del bellísimo puente que aún podemos contemplar, si bien reforzado, sobre el estrecho de Menai, en Gales, al que Thomas Telford le dio una luz de ciento setenta y siete metros en 1826; o el espectacular Grand Pont de Friburgo sobre el río Sarine, en Suiza, de doscientos cincuenta y seis metros de luz, construido por Joseph Chaley en 1834 y sustituido por un viaducto en 1924. Pero los frecuentes hundimientos parciales o totales de muchos puentes colgantes, de fatales consecuencias, crearon una alarma generalizada. De hecho, fue el propio ingeniero Chaley quien proyectó en 1838 el puente colgante de Basse-Chaîne en Angers (Francia), que se hundió el 16 de abril de 1850 al paso de un regimiento cuando se dirigía a una revista militar, pereciendo doscientos veintiséis soldados de los cuatrocientos ochenta y siete que se encontraban sobre el tablero y que, por precaución, marchaban divididos en secciones. Una conocida canción, *Le Pont d'Angers*, guarda aún hoy en la memoria popular semejante catástrofe que, a su vez, recordaba a otra muy similar ocurrida en 1831 en Broughton (Inglaterra), cerca de Manchester, cuando perecieron sesenta y seis soldados al marchar sobre el puente colgante y transmitirle las vibraciones rítmicas propias del paso de una columna militar. Éstas se tradujeron en oscilaciones crecientes que provocaron el colapso o desplome del puente causado por un fenómeno que se conoce con el nombre de resonancia mecánica.

Por el contrario, en Norteamérica, a pesar de los muchos accidentes ocurridos, los puentes colgantes volaron cada vez más alto y se hicieron más seguros, tanto los peatonales como

Puente colgante en el estrecho del Menai, entre la isla de Anglesey y el continente de Gales, Thomas Telford, 1826



very complete biography later published by José Mañas bears the fitting title, *Eduardo Saavedra. Ingeniero y humanista* (“Eduardo Saavedra. Engineer and Humanist”). This erudite engineer reached all the desirable goals his profession could offer and also took on such distant subjects as Aljamiada literature¹—the subject of the lecture marking his entry into the Royal Academy of Spain—to cite just one example that was quite far from his professional training. He could be said to have a special fondness for metal structures, and he translated fundamental works of his time for Spanish readers, such as engineer William Fairbairn’s *Experimental Investigations on the Application of Cast and Wrought Iron for Building Purposes*, first published in London and New York in 1854. Saavedra translated this work three years later, and followed it with his translation of *On the Application of Iron for Building Purposes* (1859) by the same Scottish author. Both works were very popular among engineers around the world and their author proved to be a staunch advocate of cast or wrought



Puente de Prado, en Valladolid. En la cartela de la izquierda puede leerse: «Prohibido el paso de carros de un solo eje cuyo peso con carga exceda de 6000 K^s», y en la de la derecha: «Prohibida la circulación de grupos o tropas marcando el paso» o «Prohibido circular por el puente al trote o al galope».

iron depending on how the pieces were to be used. I believe that all of Saavedra's own works about iron owe something to Fairbairn and his observations on the behavior of this material.

In the period under discussion here, we can say that various approaches to suspension bridges had already been tried and, generally, the European experiences had proved very negative, despite such English successes as Thomas Telford's very beautiful one hundred seventy-seven meter bridge—still visible today though it has now been reinforced—on the Menai straits in Wales; or the spectacular Grand Pont of Fribourg over the Sarine River in Switzerland, with a span of two hundred fifty-six meters, which was built by Joseph Chaley in 1834 and replaced by a viaduct in 1924. But the frequent total or partial collapse of many suspension bridges, often with fatal consequences, led to general alarm. It was Chaley himself who designed the Basse-Chaîne suspension bridge at Angers (France) in 1838. It collapsed on 16 April 1850 when a regiment of troops was on its way to a military parade. Of the four hundred eighty-seven soldiers on the bridge at the time, two hundred twenty-six died, even though they had been divided into sections as a precaution. A well-known song, *Le Pont d'Angers* ("Angers Bridge") has kept this disaster in popular memory to the present day. And a very similar disaster occurred near Manchester, England, in 1831. There, in Broughton, sixty-six soldiers died when they transmitted the rhythmic vibrations of their synchronized marching to the bridge, causing growing oscillations that led to its collapse. This phenomenon is known as mechanical resonance.

In North America, however, despite many accidents, suspension bridges of increasing height and ever-greater safety were built for both pedestrian and vehicular traffic, including those built for railroads. In 1851, Roebling designed and began building one over the Niagara. It spanned two hundred fifty meters and stood seventy-five meters over

los de carretera y los proyectados para el paso del ferrocarril, como el que Roebling ideó y empezó a construir en 1851 sobre el Niágara, de doscientos cincuenta metros de luz y a una altura de setenta y cinco metros sobre el agua del río. No sólo fue el primer puente colgante que permitió el paso del ferrocarril sino que además, por debajo de él, un segundo tablero permitía el paso de carruajes y peatones. Una verdadera proeza.

Pero no debemos extendernos más sobre estas cuestiones generales ni traer aquí a colación los nombres de los grandes constructores de puentes ante los cuales nuestra realidad española es muy limitada y periférica. Tan sólo nos referiremos en este capítulo a los modestos, sí, pero no por ello menos atractivos puentes colgantes que se levantaron en España, cuya construcción se incentivó sobre todo entre 1841 y 1844, años en los que el ingeniero Pedro Miranda (1808-1858) estuvo al frente de la Dirección General de Caminos, Canales y Puertos. Estos y otros puentes que por entonces se levantaron entre nosotros deben considerarse siempre dentro del contexto europeo donde Francia e Inglaterra eran la referencia necesaria; de ahí su atractivo aunque ya no quede en pie ninguno de aquellos que en su día prometían ser la solución económica y segura para salvar el reto del vano natural, por grande o profundo que fuese.



The Great International Railway Suspension Bridge, sobre el Niágara (Estados Unidos), de John Augustus Roebling, 1855

the river's surface. This was not only the first suspension bridge for railway use; it also had a second deck below for pedestrians and carriages. It was a veritable feat.

But we must not go into further detail about these general questions, nor bring up more names of the great bridge builders, in whose presence our Spanish reality is very limited and peripheral. In this chapter we will only be referring to the modest, but no less interesting suspension bridges built in Spain, especially those begun between 1841 and 1844, when the engineer Pedro Miranda (1808-1858) was head of the *General Bureau of Civil Engineering*. These, and other bridges built in Spain at that time must always be viewed in a European context, where France and England offer the necessary reference. That is what makes them attractive, even though not one of these works that seemed to offer economic, safe solutions to the challenge of natural spaces—no matter how large or deep—is still standing today. Here, once again, photography becomes the primary documentary source, and thanks to it, we can still visualize the sort of Aeolian harps that were the first, timid Spanish suspension bridges. Though never valued as a group, they have an inevitable power of seduction.

Our earlier reference to Eduardo Saavedra is due to the fact that, in 1861, he summarized the brief history of suspension bridges. And he was certainly the ideal person to transmit the sentiments of an engineer, offering his viewpoint from within the profession about that critical moment for suspension bridges: "At almost the same time as cast-iron bridges, the construction of suspension bridges began and took hold. It is well known that, since time immemorial, rope and reed structures have been used to bridge the deep and steep-sided rivers in Asia and America. There are also examples with iron chains in India and China. The bridge suspended over the Tees River near Middleton in England for use by the coalmines there seems to be a somewhat improved version of the same

En este punto la fotografía, una vez más, se convierte en fuente documental de primer orden, y gracias a ella podemos visualizar hoy esta suerte de arpas al viento que fueron los primeros y tímidos puentes colgantes españoles, nunca valorados en su conjunto y con un inevitable poder de seducción.

Si nos hemos referido con anterioridad a Eduardo Saavedra es porque, en efecto, en 1861 hizo un resumen de la breve historia del puente colgante, y nadie mejor que él para transmitirnos el sentimiento de un ingeniero que, desde dentro de la profesión, nos da su parecer sobre el momento crítico que vive este tipo de puentes: «Casi paralelamente a los puentes de hierro fundido nacía y tomaba incremento la construcción de puentes colgados. Sabido es que desde tiempo inmemorial se usan en Asia y América bambas de cuerdas y juncos para el paso de los torrentes profundos y escarpados, citándose algún ejemplo de cadenas de hierro en la India y en la China; e imitación algo perfeccionada de estos sistemas parece el puente colgado sobre el Tees, cerca de Middleton en Inglaterra, para el servicio de unas minas de carbón. La obra tenía 70 pies de largo y poco más de 2 pies de ancho, y se reducía a dos cadenas ordinarias

sobre las cuales se apoyaba directamente el tablero que servía tan sólo para los peatones. La época de la construcción es incierta, pero se puede señalar con toda probabilidad hacia 1741. Este y otros ensayos prepararon la aplicación de los puentes colgados al paso de los carruajes, debida según parece a M. Finley, propietario de los Estados Unidos que, en 1796, construyó el primer modelo de este género, de unos 21 metros de luz sobre el arroyo Jacob, en la carretera de Union Town a Greenburgh, tentativa cuyo éxito feliz dio un extraordinario impulso a la construcción de puentes colgados en la Unión Americana. El capitán Brown, con las mejoras que introdujo en la construcción de las cadenas hizo un nuevo y notable adelanto y tuvo la gloria de construir en 1820 el primer puente colgado que dio paso a carruajes en Inglaterra, situado sobre el Tweed cerca del puerto de Berwick, de 110 metros de luz y 132 metros de distancia entre los puntos de suspensión».

No nos referiremos aquí a los numerosos y elementales puentes colgantes de carácter rural que existieron entre nosotros para salvar pequeños cauces fabricados según el viejo modelo de los puentes suspendidos de maromas que, con una expresión cubana, llama Saavedra «bam-bas» por andamios de cuerdas. Muchos de estos puentes que aún subsistían se pusieron al día en el siglo XIX sustituyendo sus viejas cuerdas por cables de acero, como es el caso del que aún se puede ver, cuando lo permiten las aguas del embalse Arenós, en Puebla de Arenoso (Castellón) sobre el río Mijares y que, debido a Vicente González (1894), daba paso al Camino Real. De lo referido por Saavedra, nos interesa más ahora la información y secuencia de los puentes que cita de entre los cuales quiero subrayar aquellos de una cierta entidad, tanto peatonales como carreteros que hicieron uso de cadenas, para suspender o «colgar» el tablero o paso del puente, como ocurrió en el mencionado de Middleton-in-Teesdale, en el condado de Durham, peatonal y construido, sí, en 1741 pero reemplazado por el Wynch Bridge en 1830 tras conocer muchos accidentes, o el Jacob's Creek Bridge, de James Finley, levantado entre Union Town y Greensburg (Pennsylvania), con veintiún metros de longitud y casi cuatro de ancho para el paso de carruajes pero igualmente destruido en 1833. El tercer ejemplo citado por Saavedra, el puente que se conoce como el Union Bridge sobre el Tweed, en Inglaterra, cerca de Berwick, fue el primero concebido expresamente para paso de vehículos que se sostenía mediante cadenas, de manera



thing. It was seventy feet long and little more than two feet wide and consisted of two ordinary chains that directly bore its deck, which was used exclusively for pedestrian traffic. Its building date is uncertain, but it was most probably around 1741. This and other experiments prepared the application of suspension bridges to bear carriages. Apparently this was due to M. Finley, a proprietor from the United States who built the first model of this sort in 1796. It spanned some twenty-one meters over Jacob's Creek, on the road from Union Town to Greenburgh and its success gave extraordinary impetus to the construction of suspension bridges in the American Union. Captain Brown introduced improvements in chain making, which brought new and remarkable progress, and in 1820 he enjoyed

que es uno de los pocos que han sobrevivido de esta heroica época aunque, como es natural, con algunas modificaciones, pues de otro modo no habría llegado hasta nosotros.

El periódico *The Mirror*, en su número de 1 de marzo de 1823 reconocía el talento de su autor, el capitán Samuel Brown de la Royal Navy, al tiempo que llamaba la atención sobre dos de las virtudes de estos nuevos puentes colgantes: su bajo coste y la rapidez de su construcción, que suponía una ventaja económica añadida. Así, dicho puente había representado tan sólo un gasto de cinco mil libras, «la cuarta parte de lo que habría costado el hacerlo de piedra», de tal manera que habiéndose comenzado «en agosto de 1819 se abrió al paso carretero en julio de 1820, es decir, en menos de una tercera parte del tiempo que habría llevado el construirlo de piedra». La economía y rapidez se habían conseguido, pero faltaba aún bastante para alcanzar la estabilidad y seguridad necesarias para estos puentes.

No estaría de más recordar aquí que los dos primeros puentes colgantes de los que tenemos noticia en España son los desaparecidos de Burceña, sobre el Cadagua, afluente del Nervión, en Baracaldo (Vizcaya), y el de San Francisco, sobre el Nervión, en Bilbao, ambos proyectados por el arquitecto Antonio de Goicoechea. De ellos se hablará más adelante, pero dejemos aquí constancia de que fechados en 1822 y hacia 1827-1828 respectivamente, los dos se encuentran muy cerca en el tiempo al citado Union Bridge, por lo que presumimos que de estos puentes con cadenas que por entonces se construyeron en Inglaterra dependían estructuralmente los dos ejemplos vizcaínos. Cabe añadir que al puente de San Francisco, que era peatonal, se le cambiaron en 1852 las cadenas por cables, y que fue destruido en 1874 durante la última guerra carlista, perdiéndose entonces también una segunda pasarela, igualmente colgada sobre el Nervión. Del puente de Burceña poco sabemos hasta que, en agosto de 1869, «se cayó por la rotura de una amarra», siendo sustituido por un puente de viga, según relata Pablo de Alzola, el ingeniero encargado de sustituir también el colgante de San Francisco. Para dar idea al lector de lo inestable de estos puentes peatonales, Alzola escribe que el bilbaíno de San Francisco «tiene una disposición bastante defectuosa, y esto, unido a la considerable longitud del tramo y el gran tránsito por el mismo, da por resultado que se produzcan oscilaciones tan fuertes que a veces es preciso agarrarse a los antepechos para mantenerse en pie».

◁ Puente colgante de Puebla de Arenoso, sobre el río Mijares, en Castellón, de Vicente González, 1894

the glory of building the first suspension bridge for carriages in England. It crossed the Tweed River near the port of Berwick, spanning a distance of one hundred ten meters, with one hundred thirty-two between the points of suspension...”

We will not deal here with the numerous simple rural suspension bridges that existed in Spain to cross small streams and were based on the old model of suspended rope bridges, which Saavedra refers to with the Cuban expression “bambas”, meaning rope scaffolding. Many of those surviving bridges were updated in the nineteenth century by replacing the old ropes with steel cables. That is the case with one that can still be seen today, when the waters of the Arenós reservoir so permit. Thanks to Vicente González (1894), this bridge crosses the Mijares river at Puebla de Arenoso (Castellón), and leads to the Royal Road. Of those mentioned by Saavedra, we are more interested here in those of a certain size, whether pedestrian or for wagons, that used chains to suspend or “hang” the bridge deck. That was the case of the one mentioned above at Middleton-in-Teesdale, in Durham county, a pedestrian bridge built, as mentioned, in 1741 and replaced by the Wynch Bridge in 1830, after many accidents. James Finley’s bridge at Jacob’s Creek also used chains. This carriage bridge between Union Town and Greensburgh (Pennsylvania) was twenty-one meters long and four meters wide. It, too, was destroyed in 1833. The third example mentioned by Saavedra was the Union Bridge that crossed the Tweed River in England near Berwick. It was the first chain bridge to be expressly designed for vehicular traffic and is one of the few to have survived that heroic period, although it has naturally suffered some modifications, without which it would never have lasted until now.

The 1 March 1823 edition of *The Mirror* newspaper recognized the talent of its designer, Captain Samuel Brown of the Royal Navy, and pointed out two of the virtues of these new suspension bridges:

Pero sigamos a Saavedra en su discurso: «Si estas construcciones son siempre algún tanto atrevidas, lo parecen mucho más cuando el material empleado en las partes principales es el alambre en lugar de las barras de hierro [...] Varia y controvertida ha sido la opinión que han merecido estas obras ligeras y atrevidas y no se puede ocultar que al presente merecen poco favor del público que recuerda con temor las catástrofes de puentes colgantes ocurridas en número considerable. Mas si se examinan las causas que han producido estos accidentes se reconocerá que en su mayor parte no han provenido de la naturaleza del sistema de suspensión, y aun los que han provenido de ella han dependido de lo vicioso de la composición de algunas partes de detalle. En efecto, si se recuerdan los puentes colgados que se han caído en nuestro país y que han fomentado su descrédito, se observará que ha habido en la mayor parte faltas en los cimientos, y que la erosión de las aguas ha provocado la ruina de un estribo, y con él lo que había encima, que tanto pudiera haber sido un tramo de madera o un arco de piedra; y lo mismo se aplica a los casos en que ha fallado una pila de fábrica con las crecidas y demás casos análogos que en nada afectan al sistema especialmente. Otros que no han caído por defectos en los apoyos y cimientos se han arruinado por el empleo del hierro fundido que ha estallado repentinamente, como hace poco el de Arganda [...] El deseo de agotar la reglamentación administrativa en la construcción de las obras públicas ha sido causa también de que en algunos puentes de Francia haya fallado, como por caso particular, el sistema de suspensión, pues los contratistas han encontrado medio de suministrar alambres de mala calidad que satisfacían estrictamente a las condiciones previstas por la Dirección de Puentes y Calzadas, y que no podían rechazar los ingenieros aunque conociesen el peligro a que quedaba expuesta la obra. Finalmente algunos casos ha habido de ruina por alguna particularidad de disposición dentro del sistema general, como el empleo de bielas móviles para apoyos, los pozos de amarra no practicables, las péndolas del sistema de Dredge y otras que sirven sólo para probar la necesidad de atenerse a un sistema puramente científico y de desechar las recetas con que vienen diariamente algunos inventores de profesión para hacer puentes baratos y a su decir indestructibles».

Aquí Saavedra se refiere directamente a los puentes colgantes hundidos en España en los últimos años y muy en concreto al de Arganda; es decir, ya se había experimentado su fragilidad

their low cost and their rapid construction, which constituted an additional savings. Thus, the bridge in question had cost only five thousand pounds, which was "a quarter of what it would have cost to make it of stone," so that, having begun construction "in August of 1819, it was opened to carriage traffic in July of 1820, that is, in less than a third the time it would have taken to build it from stone." Economy and rapidity had certainly been gained, but it would be a long time before these bridges attained the necessary stability and safety.

It is worth recalling here that the first two Spanish suspension bridges of which we have any knowledge, though neither exists today, are the ones that crossed the Cadagua River—a tributary of the Nervión River—at Burceña, and the Nervión itself at Bilbao. Both were designed by the architect, Antonio de Goicoechea. We will discuss them further on, but we should observe here that they date from 1822 and around 1827-1828, respectively, which makes them near contemporaries of the Union Bridge mentioned above. We presume that those two bridges in Vizcaya followed the structural plan of the chain bridges in England. And we could add that the San Francisco Bridge, which was strictly pedestrian, had its chains replaced by cables in 1852. It was destroyed in 1874 during the last of the Carlist Wars, when another passage over the Nervión was also lost. We know little of the Burceña Bridge, except that, in August of 1869 "it fell when one of its moorings broke." According to Pablo de Alzola, the engineer also charged with replacing the suspension bridge at San Francisco, it was replaced by a beam bridge. The reader will get an idea of how unstable those pedestrian bridges were, even in normal conditions, from Alzona's literal description of the one at San Francisco: "it has a rather defective layout, and that, along with the considerable length of its span, as well as the intense traffic on it, leads to such strong oscillations that it is sometime necessary to grip the guardrails in order to maintain one's footing."



Puente de San Francisco, en Bilbao, de Félix de Uhagon y Antonio Goicoechea, 1855

cuyas causas están en una serie de cuestiones técnicas a las que se aludirá luego. Ahora importa saber a qué puentes se refiere Saavedra sin nombrarlos, pero que estaban en la memoria de los lectores de la *Revista de Obras Públicas* y del público en general. Puede decirse que la historia empieza en 1840 cuando una orden de la Regencia, según recoge Pedro García Ortega en su libro sobre la legislación española en caminos y carreteras, autorizaba levantar cuatro puentes «colgados», encargándose su construcción y explotación al empresario y constructor francés Jules Seguin quien, según Madoz, había fundado en Madrid una «Sociedad de Puentes Colgantes» aquel mismo año, sociedad que como luego se dirá no gozó de la simpatía de los ingenieros españoles por su comportamiento empresarial. Los cuatro puentes eran los de Fuentidueña sobre el Tajo, Zaragoza sobre el Gállego, Carandía en Santander sobre el Pas y el de Arganda en Madrid sobre el río Jarama. Los cuatro puentes tenían en común el ser obra de la sociedad Seguin que en esas fechas ya había construido en Francia más de doscientos puentes de este tipo y aún mayores, como el que todavía se puede contemplar sobre el Ródano conocido como Pont Marc Seguin, entre

But let us return to Saavedra: “If these constructions are always somewhat daring, they seem even more so when the material used for their principal parts is wire instead of iron bars... There have been various and much-argued opinions about these light, daring works, and it cannot be denied that they are presently ill-appreciated by the public, which fearfully recalls the numerous catastrophes suffered by these bridges. Moreover, an examination of the cause of those accidents reveals that most weren’t really due to the nature of the suspension system. Even those directly attributable to it had to do with defects in the composition of some of the details. Indeed, if we look back at the suspension bridges that have collapsed in our country, bringing discredit to them, we will observe that most of their failures were due to problems in the foundations, where water eroded and finally ruined an abutment, and thus everything above it, which could just as well have been a wooden section or a stone arch. And the same is true in cases where a masonry piling was carried off by a rise in the river, or other similar events which had no direct bearing on the suspension system at all. Other that didn’t fall through defects in their supports or foundations were ruined by the use of cast iron, which suddenly shattered, as happen recently in Arganda... The wish to observe only the strictest minimums dictated by building codes in the construction of public works has also caused some French bridges to fail, particularly their suspension systems, when contractors found a way to supply substandard wire. This wire barely met the conditions dictated by the Bridge and Highway Bureau and thus couldn’t be rejected by the engineers, even though they knew the risks involved for the work in question. Lastly, some bridges have been ruined by peculiarities in the layout of the general system, such as the use of moveable connecting rods as supports, inaccessible cable anchorage wells, Dredge-system suspenders, and other elements whose only outcome



Puente Marc Seguin, entre Tournon-sur-Rhône y Tain L'Hermitage (Francia), de Marc Seguin, hacia 1847-1849

was to prove how necessary it is to stick to a purely scientific system, discarding those schemes some professional inventors pull out of their hats on a daily basis to make cheap and, as they would have it, indestructible bridges.”

Here, Saavedra was directly referring to the Spanish suspension bridges that had collapsed in recent years, especially the one in Arganda. The fragility of such bridges had already become clear, and the causes lay in a series of technical questions I will deal with further on, but the initial question is: what were the bridges Saavedra alluded to without having to name them because they were in the memory of readers of the *Revista de Obras Públicas* and of the general public? The story can be said to have started in 1840 when, according to Pedro García Ortega's book on Spanish road and highway legislation, the Reagent authorized the building of four “suspended” bridges, to be constructed and exploited by the French businessman and builder, Jules Seguin. According to Madoz, Seguin had founded a “Suspension Bridge Company” in Madrid that same year. As will be seen below, that company was not favorably received by Spanish engineers because of its business practices. Respectively, the four bridges crossed the Tagus River at Fuentidueña, the Gállego at Saragossa, the Pas at Carandía in Santander, and the Jarama River at Arganda in Madrid. They were all built by the Seguin Company, which had already built over two hundred bridges of this type in France—some even larger—in France, including the Pont Marc Seguin, that spans the Rhône river between Tournon-sur-Rhône and Tain l'Hermitage (1847-1849). Seguin's name represents not only the invention and construction—with his own system—of the first suspension bridges in Europe, but also the business activities of a family headed by Marc Seguin (1786-1875) with the participation of his siblings, Camille, Jules, Paul and Charles. This led to a toll-bridge company, the Société Général des

Tournon-sur-Rhône y Tain L'Hermitage (1847-1849). El nombre de Seguin representa no sólo la invención y construcción de los primeros puentes colgantes con sistema propio en Europa, sino la actividad empresarial de una familia que, encabezada por Marc Seguin (1786-1875), incorporó a sus hermanos Camille, Jules, Paul y Charles, dando lugar a una sociedad de puentes de peaje, Société Générale des Ponts à Péage, en la que se refundieron hasta doce compañías distintas pero todas familiares, Seguin Frères, dedicadas a la construcción de puentes colgantes, entre ellas la de Jules Seguin, siendo muy difícil reconocer las obras de unos y otros, e incluso rastrear la activa presencia de un tío, Pierre François de Montgolfier que, como la madre de los hermanos Seguin, Teresa Agustina de Montgolfier, era sobrino de los célebres inventores del globo aerostático. No es menor este detalle pues los hermanos Seguin, especialmente Marc, tuvieron tanto de inventores como de empresarios que supieron sacar rendimiento entre otros al *pont en fil de fer*, esto es, al puente

colgado de cables compuestos por hilos de alambre fabricados también por ellos mismos y que venían a sustituir a las cadenas comentadas en los puentes ingleses. Marc Seguin publicó un primer libro, *Description d'un pont en fil de fer*, París, 1825, sobre este tipo de puentes, al que siguió un segundo al año siguiente, *Des ponts en fil de fer* que, junto con la construcción de varios cientos de ellos en Francia, Italia y España representan una aportación capital a la construcción de puentes colgantes, por lo que durante el siglo XIX encontramos muchas casas constructoras y muchos ingenieros seguidores suyos, entre ellos un estrecho colaborador, Ferdinand Arnodin, quien en 1872 fundó la Société Arnodin.

Los hermanos Seguin no se limitaron, en efecto, al mero progreso técnico del cálculo y a la construcción de puentes, sino que pusieron en marcha un sistema de concesiones, de tal forma que construían el puente a su costa con la condición de explotarlo durante un tiempo determinado, cobrando ellos el pontazgo o peaje y corriendo a su cargo el mantenimiento y reparación del puente hasta el final de la concesión, momento en el que la administración podía recuperar su propiedad y explotación, previo pago del precio convenido. Así funcionaron los puentes franceses construidos por ellos y así funcionaron los cuatro puentes que se han mencionado y cuyos gastos se encuentran recogidos en el gran Libro de Cuentas de los fondos del Archivo Seguin que custodia el Archivo Departamental de L'Ardèche (Francia). Según Madoz, tanto el puente de Fuentidueña sobre el Tajo como el de Arganda sobre el Jarama, que otros autores llaman de Vaciamadrid por su proximidad con esta población, si bien en el mencionado Libro de Cuentas figura el nombre de «Arganda», se encontraban en la carretera general de Madrid-Valencia. El primero se inauguró el 8 de agosto de 1842 y el segundo el 1 de noviembre de 1843 y fueron construidos por Jules Seguin, quien en 1843 transfirió a sus hermanos Marc, Paul y Camille la propiedad y gestión de estos dos puentes, según se expresa en la documentación citada de L'Ardèche. El de Fuentidueña de Tajo vino a resolver el viejo e incómodo paso del Tajo que hasta 1841 se hacía en barca, además de que la nueva carretera por las Cabrillas, que se llamó primero de Madrid a Castellón, exigía un paso más rápido y seguro. El puente era de un solo tramo de sesenta y cinco metros «que fue derruido airadamente el 4 de enero de 1866 por causa de los sucesos políticos de aquella época», según escribía el ingeniero Ángel Camón en 1873, pues al parecer fue volado por el general Prim. Por él sabemos que la Dirección

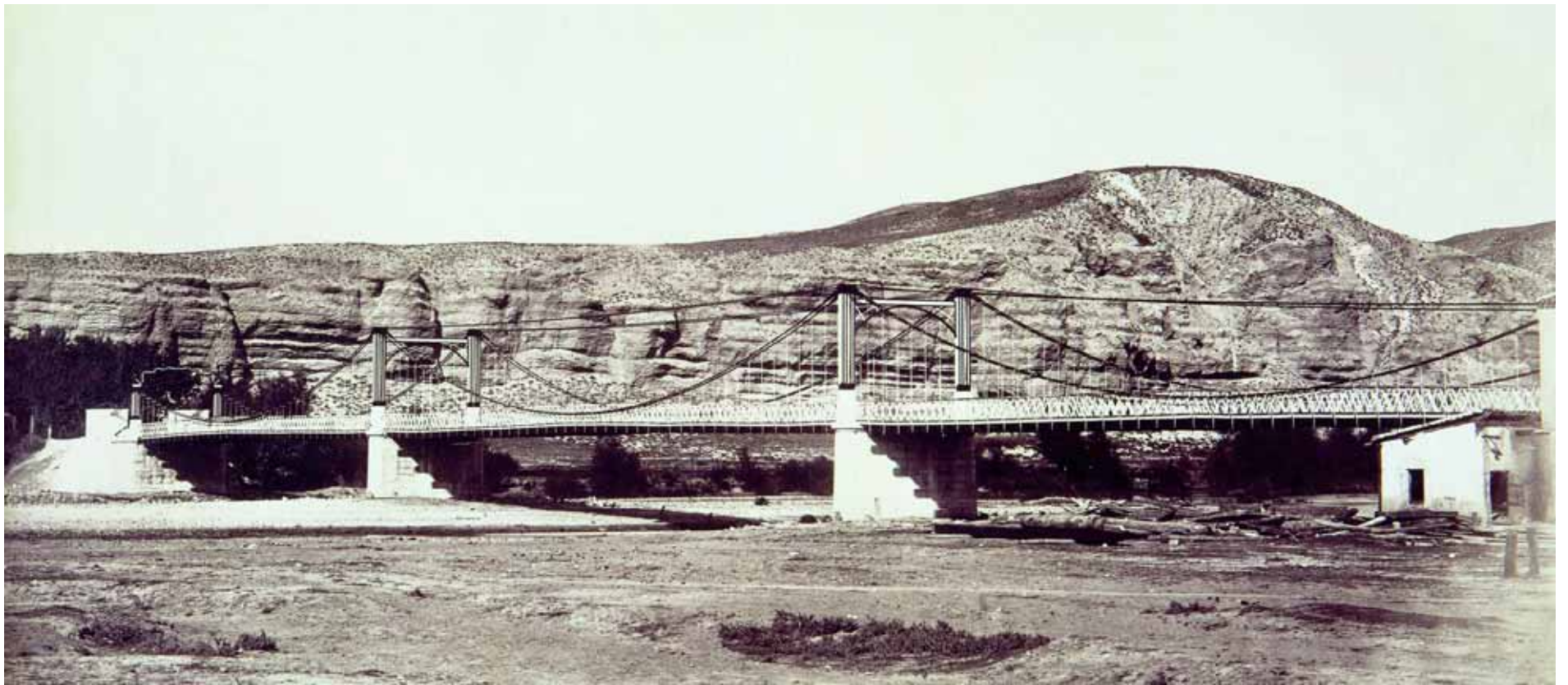
Ponts à Péage, that merged as many as twelve different companies, all belonging to the same family. Seguin frères, was dedicated to the construction of suspension bridges and included Jules Seguin's company. Indeed, it was quite difficult to distinguish between the works of these different companies, which included the active presence of an uncle, Pierre François de Montgolfier. He and his sister, Teresa Agustina de Montgolfier—the mother of the Seguin brothers—were the nephews of the famous inventors of the hot-air balloon. And this is not an irrelevant detail, as the Seguin brothers, especially Marc, were as much inventors as businessmen. Among other things, they were able to profit from the pont en fil de fer, that is, a suspension bridge held up by wire cables made at their own factory. These cables soon replaced the sort of chains mentioned above with regard to the English bridges. In 1825, Marc Seguin published the first book about this type of bridge in Paris: *Description d'un pont en fil de fer* (“Description of an Iron Cable Bridge”). The second edition, *Des ponts en fil de fer* (“Iron Cable Bridges”) appeared the following year and, along with the construction of several hundred such bridges in France, Italy and Spain, it represented a fundamental contribution to the construction of suspension bridges. During the nineteenth century, it had many followers among engineers and construction companies, including one close collaborator, Ferdinand Arnodin, who founded the Société Arnodin in 1872. Thus, the Seguin brothers did not limit their activity to mere technical progress in the calculus and construction of bridges; they also launched a system of concessions, building bridges at their own cost in exchange for the right to exploit them for a specified period of time by charging a toll with which they also covered the costs of maintenance and repairs over the duration of the concession. At its expiry, the administration could recover the property and exploitation after paying a stipulated price. That is how the bridges they built in France

General de Obras Públicas pidió «que se estudiase por la sociedad de los cuatro puentes colgantes el proyecto de reconstrucción de dicha obra toda vez que según el contexto de los artículos 9, 10 y 11 de la referida escritura de contrata que otorgó la referida sociedad, venía obligada a su reconstrucción». En efecto, la casa Seguin presentó el proyecto de reconstrucción el 25 de mayo de 1866 pero, ya entonces, se pensó en la posibilidad de hacer un nuevo puente metálico, si bien fijo, que se le acabaría encargando al ingeniero español Rafael Monares, siendo aprobado el 27 de septiembre de 1867. El nuevo puente aprovecharía los estribos del viejo colgante. Camón concluía diciendo que éste «prestaba un servicio importante al público si bien los gastos de su conservación eran de consideración. Por esta razón los puentes colgados, tan fáciles de ser destruidos, han sido proscritos por la práctica y van desapareciendo paulatinamente para ceder su puesto a los fijos de hierro que ofrecen mayores garantías de estabilidad y duración».

En la misma carretera de Madrid-Valencia que se estaba ejecutando en la década de 1840 se levantó el puente de Arganda sobre el Jarama que, siendo afluente del Tajo, debía no obstante salvar una luz mayor. Fue la casa Seguin su constructora y la inauguración se produjo, según Madoz, un día antes de la indicada más arriba, el 31 de octubre de 1843, con la asistencia de las más altas personalidades civiles y religiosas, desde el ministro de Gobernación hasta el arzobispo electo de Toledo. El puente era de tres tramos, de los cuales el central tenía sesenta metros de luz y los laterales cincuenta cada uno, mientras que el tablero colgaba de péndolas paralelas suspendidas de los cables principales y llevaba atirantadas todas las cabezas de los soportes de fundición sobre las pilas de sillería. En ese momento era el mayor puente colgado de España, anticipándose al que luego se levantaría en Fraga sobre el río Cinca y que le superaría en longitud. Los ingenieros encargados de dirigir la obra de esta carretera terminada en 1853, se mostraron contrarios a estos puentes, prefiriendo los de fábrica, como el que entonces se hizo sobre el Júcar. El tono de los artículos publicados el primer año de la *Revista de Obras Públicas* (1853) traduce la animosidad contra la casa Seguin cuando, comentando el tramo entre Madrid y Saelices, se dice tal cual: «El puente más notable de todos los de esta sección, aparte de los dos colgados que hay sobre el Tajo y el Jarama, es el de Perales, formado por un arco de sillería... De los dos puentes colgados que acabamos de mencionar,

Puente colgante de Arganda o de Vaciamadrid sobre el río Jarama, en Madrid, 1843

worked, and the same system applied to the four bridges mentioned above. Their costs appear in the large Account Book from the Seguin Archives, which are now in the Departmental Archives of L'Ardèche (France). According to Madoz, both the bridge over the Tagus at Fuentidueña and the one spanning the Jarama at Arganda—other authors call it the Vaciamadrid bridge because it was so close to that town, though Arganda appears in the Account Book mentioned above—were on the main road from Madrid to Valencia. The first was inaugurated on 8 August 1842 and the second on 1 November 1843. They were built by Jules Seguin but, according to documentation in the Ardèche archives, he transferred the ownership and management of these and the other two bridges to his brothers Marc, Paul and Camille in 1843. The new road through Las Cabrillas—it was first called the Madrid-Castellón Road—required a faster, safer means of transiting the river and the bridge at Fuentidueña de Tajo solved that problem, replacing the old and uncomfortable ferry crossing of the Tagus River that had lasted until 1841. The bridge had a single span of sixty-five meters “which was irately destroyed on 4 January 1866 because of political events at that time,” as engineer Ángel Camón wrote in 1873. Apparently it was blown up by General Prim. Camón also tells us that the General Bureau of Public Works requested “that the company of the four suspension bridges study the project of reconstructing that work, inasmuch as the context of articles 9, 10 and 11 of the aforementioned contract issued by the aforementioned company made its reconstruction obligatory.” And, in fact, the firm of Seguin presented the reconstruction project on 25 May 1866. But by then, it had been decided to build a new fixed metal bridge, for which the Spanish engineer, Rafael Monares, was commissioned. This was approved on 27 September 1867. The new bridge was to be built on the abutments of the suspension bridge and Camón concluded with the observation that the



construidos por la empresa de Mr. Seguin, tristemente célebre entre nosotros, nada queremos decir. Son muy dignos de figurar entre los demás de la misma empresa en la época que supo monopolizar entre nosotros esta clase de construcciones, y lo único que desearíamos es que no hubiera tocado tan gran parte de este monopolio a la carretera de Cabrillas. Nos consta que el ingeniero inspector de estas obras, señor Aguirre Zubillaga, hizo cuantos esfuerzos estuvieron de su parte por conseguir el mejor cumplimiento de la contrata, y esto es siempre bueno que se haga público de alguna manera, porque algún día, quizá no muy lejano, sea útil saberlo. Entre tanto no podemos menos de congratularnos de que la acción de tan “notable” empresa se reduzca a salvar el Jarama y el Tajo sin llegar al Júcar y al Cabriel, en donde por fortuna es desconocido hasta su nombre».

Los problemas con la casa Seguin debieron ser importantes, de tal forma que cuando en 1858 se arruinó el puente, la sociedad concesionaria de su explotación era ya Falcó y Compañía. Ésta propuso que lo reconstruyera el ingeniero Eugenio Barrón quien, además de estudiar la propuesta, presentó un proyecto de puente de hierro rígido de viga, «persuadido de los defectos y

destroyed bridge “rendered an important service to the public, even though its maintenance costs were considerable. Thus, suspension bridges, which are so easy to destroy, have been prohibited by practice and are slowly giving way to fixed iron bridges, which offer greater guarantees of stability and durability.”

The bridge over the Jarama River at Arganda was built on the same Madrid-Valencia road, which was under construction in the eighteen-forties. The Jarama is a tributary of the Tagus, but at that point its width calls for a longer bridge. It, too, was built by the Seguin company and, according to Madoz, it was inaugurated on 31 October 1843—one day earlier than mentioned above—in presence of the most important civil and religious authorities, from the Minister of Government to the Archbishop of Toledo. The bridge had three sections; a central one spanning sixty meters, and the side-spans that measured fifty meters each. The deck was held by parallel suspenders hanging from the main cables. The heads of the cast-iron supports were, in turn, tightened to the ashlar piles. At that time, it was the largest suspension bridge in Spain, as it was built before the longer one spanning the Cinca River



Grupo de trabajadores de la zona empleados en la construcción del puente de Guarrizas, en Jaén, en la línea Manzanares-Córdoba

poca seguridad de este sistema» de puentes. Sin embargo, el Gobierno «decidió la reconstrucción del colgado, porque de aprobar el de palastro tenía que satisfacer cierta cantidad (1.300.000 reales) sobre el exceso de presupuesto sobre el otro». Reconstruido por Barrón, el remozado puente de Arganda se sometió a la prueba de carga el 28 de noviembre de 1859 ante la presencia del ingeniero jefe provincial, José Subercase, y de los demás ingenieros y ayudantes responsables de aquella carretera y obra, «empezando por hacer con toda escrupulosidad un reconocimiento de todas las piezas que constituyen el sistema. No hallando en ellas el menor reparo y siendo sus formas y dimensiones las que designaban los planos, recolocaron plomadas en las columnas de fundición de pilas y estribos, niveles en los asientos de las obras y perchas en los centros de los tramos para observar las variaciones que en cada uno de ellos producía la carga. Se procedió a pesar la arena y el guijo que contenía un metro cúbico y de este peso y de la extensión superficial del tramo lateral de la izquierda se dedujo la altura del material que había que extender sobre el piso. Echada la mitad de la carga apenas había verificado movimiento el tablero, y la

at Fraga. The engineers in charge of work on the road, which finished in 1853, were opposed to these bridges, preferring masonry structures like the one built to span the Jucar River at that time. The tone of articles published during the first year of the *Revista de Obras Públicas* (1853), conveys the animosity directed at the firm of Seguin in a comment on the part of the road running from Madrid to Saelices: “The most notable of all the bridges on that section, besides the two suspension bridges over the Tagus and Jarama, is the one at Perales, which is made of an ashlar-work arch... We have nothing to say about the two suspension bridges mentioned above and built by the firm of Mr. Seguin which, sadly, is all too well known to us. They are very worthy of inclusion with others by the same company in a period when it monopolized that sort of construction here, and all we would wish is that not quite so much of that monopoly had befallen the road to Cabrillas. We know for a fact that the engineer who inspected those works did everything he could to see to it that the contract be properly obeyed, and it’s always important that this be known to the public in some fashion, because some day, perhaps quite soon, it will be useful knowledge. Meanwhile our only satisfaction lies in knowing that such a “notable” firm’s actions are limited to spanning the Jarama and the Tagus, without reaching the Júcar and the Cabriel where, fortunately, not even its name is known.” The problems with the firm of Seguin must have been significant. So much so, that by the time the bridge was ruined in 1858, the company exploiting its concession was already Falcó y Cía. The latter proposed engineer Eugenio Barrón as the person to handle its reconstruction, and he not only studied this, but also offered a project for a rigid iron-beam bridge, “convinced of that bridge system’s defects and lack of safety.” Nevertheless, the Government “opted for the reconstruction of the suspension bridge because approving the laminated iron one would involve payment of a certain quantity (1,300,000 Reales) in excess of the budget

operación terminó con tanta felicidad que extendida toda ella, siendo ya cerca del anochecer y continuando la lluvia, se dejó la nivelación para el día siguiente, a fin de observar el efecto de la noche, y satisfechos con el reconocimiento que acababan de verificar en las plomadas de las columnas y niveles de asiento, se daba por terminado este acto cuando se oyó una fuerte detonación y los tres tramos del puente vinieron instantáneamente al río».

La causa de tal desastre fue la rotura de uno de los soportes de fundición que se había aprovechado del puente anterior, pese a que un fundidor había revisado escrupulosamente todas las piezas reutilizadas.

Como si del mito de Sísifo se tratara, se volvió a empezar la reconstrucción del puente de Arganda, encargando de nuevo esta tarea a Barrón, a quien Saavedra disculpa de toda responsabilidad dado el traicionero comportamiento del hierro fundido, «que resiste a una compresión enorme y se quiebra por un ligerísimo choque, que tiene fuerza instantánea y muy poco permanente, que no avisa del peligro ni da la menor señal un segundo antes de saltar con el mayor estrépito y en el que puede determinarse un accidente de esta especie por una helada u otro accidente atmosférico». A pesar de que Saavedra insiste en la bondad del sistema de puentes colgados, parece claudicar cuando reconoce que «tienen hoy [1860] muchas menos aplicaciones que hace veinte años porque los cuchillos de palastro permiten salvar luces bastante considerables a un coste relativamente pequeño».

Barrón reforzó la estructura con columnas de apoyo de doce metros de altura, hechas ahora de palastro, o hierro laminado, y procedentes de Birmingham (Inglaterra), de la firma John Henderson Porter, a cuyo ingeniero constructor se deben también, entre otras obras, los faros del Ebro, y cuyos precios eran más ventajosos que los que ofrecía la producción nacional. Por el contrario, las pesadas y vigorosas maromas de suspensión, compuestas cada una de ellas por trescientos noventa y tres hilos de alambre del número dieciocho, de casi siete milímetros y medio de sección cada uno, se hicieron con peones del propio pueblo de Arganda sin experiencia en este tipo de obras, habiéndose forjado allí también por el maestro herrero las péndolas, estribos, tornillería y demás material necesario para el montaje del puente. En 1862 se hizo con éxito la nueva prueba de carga, pero no llegaría a ver el fin de siglo al ser sustituido por otro puente rígido de viga.

for the other one". Once the renovated bridge at Arganda had been rebuilt, it was subjected to a load test on 28 November 1859. The Chief Provincial Engineer, José Subercase, was there, along with the other engineers and assistants responsible for that road and work. They "began by very scrupulously examining every piece making up the system. They found absolutely nothing objectionable about them and, as their shapes and measurements were those dictated by the plans, they proceeded to hang plumb lines next to the cast-iron pilings and suspenders, placing levels on the bases of the works and spars at the center of the sections to observe the variations the weight produced in each of them. They then weighed the sand and gravel contained in a cubic meter and on the basis of that weight and of the surface area of the left side-span, they calculated how thickly the material had to be spread across the deck. When half that amount had already been distributed, they detected almost no movement whatsoever of the deck. Indeed, the operation ended so well that, once all the material had been spread and, as it was fast getting dark, and beginning to rain, the decision was made to leave the leveling for the next day. That way they could observe the effect of the night on the bridge. So, satisfied with the examination they had just completed by verifying the plumb lines on the columns and levels on the base, they were just declaring the end of the examination when a loud detonation was heard, and the three sections of the bridge instantly fell into the river."

The cause of this disaster was one of the cast-iron supports from the previous bridge, which had been reused. It had broken, despite the fact that all of the reused pieces had been scrupulously examined by an iron caster.

As in the myth of Sisyphus, work began to rebuild the bridge at Arganda once again, and once again Barrón was put in charge. Saavedra freed him of all responsibility, given the traitorous behavior of cast

En esta breve historia del puente de Arganda se resumen casi todas las vicisitudes que conocieron otros puentes colgantes hermanos, fueren o no de la casa Seguin. El puente sobre el Gállego en Zaragoza, llamado de Santa Isabel, por Isabel II, permite corroborarlo, al tiempo que añade otros datos de interés para la mejor comprensión de estos puentes cuya historia ha sido obviada pese a que, como decía el ingeniero y arquitecto Félix Cardellach en su *Filosofía de las estructuras* (1910), presentan una «elegancia, singularmente armoniosa con la propia naturaleza y el paisaje, al que imprime un sello artístico de gracia inexplicable». Entre ellos se encuentra éste de Santa Isabel sobre la carretera de primer orden de Madrid a Francia por Zaragoza y La Junquera que estaba entre los cuatro concedidos a la firma Seguin, cuyos miembros desplazaron hasta aquí al ingeniero Léon Wiedrischousky para su montaje, junto con todo el material traído de Francia. Inaugurado el 19 de noviembre de 1844, conoció una primera reparación seis años más tarde a cargo de otro ingeniero de la compañía Seguin, Louis de Lamartinière, quien representó en España desde 1840 los intereses de la firma francesa, interviniendo y proyectando otros puentes. El puente era de un solo tramo de ciento treinta y seis metros de luz y una considerable anchura de algo más de seis metros. Pasados los primeros veinte años de la concesión, el puente y su conservación pasaron al Estado que, viendo los continuos problemas que planteaba su mantenimiento, pensó en hacer uno rígido según proyecto del ingeniero Plácido Galvis (1886), pues, entre otras cosas, el estado de los cables de amarre «era verdaderamente alarmante»; sin embargo no era posible llevarlo a cabo «a causa del elevado coste de esta solución, aconsejándose la reparación del puente existente y su transformación en un puente colgado rígido y de piezas amovibles, a semejanza de lo que ya se ha hecho en Francia con los puentes de Saint-Illpize, Lamothe-sur-l'Allier, Verdun-sur-Garonne y algunos otros». Es aquí donde se produce un cambio respecto a lo sucedido con otros puentes, pues los ejemplos propuestos estaban vinculados a la firma Arnodin, antiguo colaborador de la casa Seguin, como el que aún existe de Saint-Illpize sobre el río Allier (1879). En efecto, el nuevo proyecto que redactó el ingeniero Antonio Fernández Navarrete (1889) en colaboración con Ferdinand Arnodin, como ha estudiado Pilar Biel, trataba de rigidizar el tablero, introduciendo además algunas novedades del constructor francés que mejoraban las

iron, “which can stand enormous compression, but breaks under the slightest blow, as its strength is instant but not at all permanent, and it gives no warning of danger, nor the least sign just seconds before shattering with the loudest of sounds following something as simple as a period of freezing weather or other atmospheric accident.” Despite Saavedra’s insistence on the value of the suspension system, he appeared to give in when he admitted that “today (1860) there have many less applications than twenty years ago, because laminated iron beams make it possible to span considerable gaps at relatively low cost.” Barrón reinforced the structure with twelve-foot-high support columns, now made of laminated iron, from the firm of John Henderson Porter in Birmingham (England). That company’s building engineer was also responsible, among other works, for the lighthouses on the Ebro River, as mentioned in the corresponding chapter, and his prices were better than those offered by Spanish manufacturers. On the other hand, the heavy, sturdy suspension cables—each one contained three hundred ninety-three strands of number eighteen wire, with a cross-section of almost seven and a half millimeters per wire—were made by workers right in the town of Arganda, who had no experience at all in that sort of work. The suspenders, abutments, screws and other material necessary for mounting the bridge were also made there by the master blacksmith. In 1862, the new weight test was successfully carried out, but the bridge didn’t even last until the end of the century, as it was replaced by a rigid-beam bridge.

This brief history of the Arganda bridge sums up almost all the vicissitudes suffered by other similar suspension bridges, whether they were built by the Seguin brothers or not. The Santa Isabel bridge over the Gállego River at Saragossa, which was so named in homage to Queen Isabel II, proves this. It also adds other interesting data that will help us to understand these bridges that history has ignored despite the fact that, as engineer and architect Felix Cardellach put it in his



Puente colgante de Santa Isabel sobre el río Gállego, en Zaragoza, 1844

Filosofía de las estructuras ("Philosophy of Structures" 1910), they have "an elegance that is singularly harmonious with nature and the landscape themselves, to which they add an inexplicably gracious touch." One of them was the Santa Isabel bridge, that was part of the first-order highway running from Madrid to France by way of Saragossa and La Junquera. It was one of the four built by the firm of Seguin, which sent engineer Léon Wiedrischousky to assemble it with material brought entirely from France. It was inaugurated on 19 November 1844 and was first repaired six years later by Louis de Lamartinière, an engineer from the Seguin Company who represented that French firm's interests in Spain, intervening in, and designing other bridges. The bridge had only one section, which spanned thirty-six meters, but it was very wide, measuring over six meters. After the first twenty years of its concession, the bridge and its conservation were handed over to the State. In light of the continuous problems posed by its maintenance—among other problems, the state of the mooring cables "was truly alarming"—the State considered building a rigid bridge based on a project by engineer Plácido Galvis (1886). Nevertheless, this was not possible "due to the elevated cost of that solution, which argued in favor of repairing the existing bridge and transforming it into a rigid suspension bridge with immobile pieces, similar to what had been done with the bridges at Saint-Illpize, Lamothe-sur-l'Allier, Verdun-sur-Garonne and some other bridges in France." This is where a change occurred with respect to how other bridges were dealt with: the French bridges mentioned above were linked to the Arnodin Company, which had formerly collaborated with the firm of Seguin. That is the case of the one that still spans the Allier River at Saint-Illpize (1879). In fact, as Pilar Biel has shown in her study, the new project drawn up by engineer Antonio Fernández Navarrete (1889) in collaboration with Ferdinand Arnodin sought to stiffen the deck by introducing some innovations by the French

condiciones de estabilidad del puente, tales como cables oblicuos que sostenían directamente las partes del tablero más próximas a los pilonos, formados por vigas en celosía de geometría troncopiramidal y atados entre sí a modo de pórtico, castillete o entrada monumental en la parte volada del puente, sin renunciar a las péndolas verticales que se reservaban para la zona central colgadas de los seis fuertes cables formados de «alambre retorcido», en consonancia con el sistema patentado por Arnodin. De igual forma se sustituyeron las viguetas de madera del tablero por otras de acero, armadas también de acuerdo con el sistema Arnodin, y se incluyeron otros muchos detalles, como la incorporación de un cable que, amarrado en sus extremos por unas piezas cónicas que permitían variar su tensión, siguiendo en esto el sistema Roebling, servía a su vez de pasamanos. Hasta aquí llegaban los ecos del mítico constructor del puente sobre el Niágara. Éste sobre el río Gállego se terminó en 1890 y las imágenes que de él conocemos se deben a esta reforma última. Fue destruido hacia 1935.

Poco cabe decir del cuarto puente de los construidos por Seguin, el de Carandía sobre el río Pas, en Cantabria, abierto al tránsito el 17 de julio de 1843, pero del que apenas se sabe

nada más. Su imagen inicial quedó plasmada en una rara fotografía anónima de hacia 1880, recogida en el Catálogo de libros número 35 de Carmichael Alonso, de Lloreda de Cayón (Cantabria).

Lo que no es menos cierto es que en estos años de la década de 1840, Seguin despertó entre nuestros propios ingenieros una verdadera admiración, que es muy probable que se fuera apagando con el tiempo pero que, al principio, atrajo a voces tan autorizadas como la del ingeniero y arquitecto Lucio del Valle (1815-1874). En su condición de arquitecto, que lo era por la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando (1840), y mientras trabajaba en la mencionada carretera de Madrid-Valencia, quiso recibirse de académico de mérito por la arquitectura, título meramente honorífico que la Academia otorgaba, pero que había que ganar pasando una prueba ante el tribunal correspondiente que, de un temario, sorteaba tres asuntos a desarrollar, de los que el candidato escogía uno. Lucio del Valle eligió el de «Situación, disposición y construcción de los puentes», sobre el que debía escribir una memoria. Ésta, firmada en Valencia el 1 de diciembre de 1844 y acompañada de varios dibujos, se conserva en el archivo de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando, que le otorgó el título de académico de mérito en febrero del año siguiente. La memoria tiene aquí un especial interés porque, además de hacer consideraciones generales sobre los puentes de fábrica y de madera, da entrada a los modernos puentes colgantes, que así les llama él siempre frente a la más común expresión entre sus colegas de «puentes colgados», cuyo principio básico define con una claridad meridiana, al ver en los largos cables de los que pende el tablero «la propiedad que tiene un polígono funicular, una curva catenaria o parabólica en equilibrio, de transformar las presiones verticales en tensiones longitudinales».

En sus páginas cita al «ingeniero Le-Moyne», que no puede ser sino Nicolas-René- Désiré Le Moyne, quien había publicado un elemental y útil librito, *Moyens faciles de parvenir à fixer les conditions de l'établissement des ponts suspendus* (París, 1825), «sobre los cálculos para averiguar el coste y dimensiones de las partes que constituyen los puentes colgantes». No podía faltar tampoco la más seria referencia a Navier, quien no hacía mucho había dado a la luz su *Mémoire des ponts suspendus* (París, h. 1830), mencionando también al ingeniero militar español Celestino del Piélagos, probablemente por ser el autor, entre otros libros, de la *Teoría mecánica de las construcciones* (Madrid, 1837) y de la más reciente *Introducción al estudio de la arquitectura hidráulica*

builder that improved the bridge's stability. These included the addition of oblique cables that directly held the parts of the deck closest to the pylons formed by a truncated pyramid-shaped latticework of beams tied to each other in the form of a portico, trestle or monumental entrance at the overhanging part of the bridge. Nor were the vertical suspenders eliminated. They were reserved for the central part, hanging from the six strong "twisted-wire" cables according to a system patented by Arnodin. The wooden deck planks were replaced with stressed steel ones, which was also part of Arnodin's system. And many other details were successively added, including a cable that served as a railing but whose ends were held by conical pieces that allowed its tension to be varied according to the Roebling system. That is how far the echoes of the legendary builder of the bridge over the Niagara reached. The bridge was finished in 1890 and the known images of it are due to this renovation, which was the last before its destruction around 1935.

There is little to say about the bridge over the Pas River at Carandía in Cantabria, which was the fourth of the bridges built by Seguin. It opened to traffic on 17 July 1843 but that is almost the full extent of our knowledge. Its initial image was captured by a rare anonymous photograph from around 1880, which is in Carmichael Alonso's Catalog of books number 35, at Lloreda de Cayón (Cantabria). Equally certain is the fact that, during the eighteen forties, Seguin was truly admired by Spanish engineers, though this admiration probably faded with time. At the beginning, though, it was expressed by such authorities as the engineer and architect, Lucio del Valle (1815-1874). As an architect with a diploma from the Royal Academy of Fine Arts of San Fernando (1840), he sought to be recognized as Academician of Merit in Architecture while working on the Madrid-Valencia road mentioned above. This purely honorific title was awarded by the Academy, but had to be earned by passing a test in front of the corresponding jury, which picked three subjects



Puente de barcas sobre el río Guadalquivir, en Sevilla, en 1851

(Madrid, 1841). Quien no podía faltar en su enumeración es Marc Seguin, a quien llama «distinguido ingeniero» y de quien se muestra un devoto lector, especialmente de su citado libro *Des ponts en fil de fer* (1826), a juzgar por la defensa que Lucio del Valle hace del empleo de cables en lugar de cadenas. En la fecha que lleva la citada memoria (1844), ya se habían construido en España los cuatro puentes de Seguin mencionados, pero sobre los que no sabemos la opinión de Del Valle, a pesar de que éste conocía muy bien los de Fuentidueña y Arganda.

Sobre los modelos estructurales ya descritos se fueron proyectando y construyendo en distintos lugares de España puentes colgantes, algunos en fecha tan temprana como los que se pensaron sobre el Ebro a su paso por Zaragoza, en 1838, pero que no pasaron del papel, como el que propusieron Federico Angán y Juan de la Vega, arquitectos por la Real Academia de San Fernando, quienes no tenían más antecedentes que los puentes de Aranjuez y Bilbao pero que, a juzgar por su proyecto, conocían bien los construidos *en fil de fer* de Seguin. En una línea análoga

from a list and asked the candidate to choose one. Lucio del Valle picked the “Location, Layout and Construction of Bridges,” and was expected to prepare a report about it. He signed that report in Valencia on 1 December 1844 and, accompanied by various drawings, it remains in the archives of the Royal Academy of Fine arts of San Fernando, which awarded him the title of Academician of Merit in February of the following year. The Report is of special interest here because it not only makes general observations about masonry and wooden bridges, but also considers modern suspension bridges, as he always referred to them, despite the fact that his colleagues continued to call them “suspended bridges.” He defines their basic principals with great clarity, seeing in the long cables that the deck hangs from “the properties with which a funicular polygon, catenary curve, or balanced parabola transform vertical pressure into longitudinal tension.”

In those pages, he quotes the “engineer Le-Moyne” who can be none other than Nicolas-René-Désiré Le Moyne, author of the elemental and useful little book, *Moyens faciles de parvenir à fixer les conditions de l’Établissement des ponts suspendus* (“Easy Means to Manage to Set the Conditions for Establishing Suspension Bridges” Paris, 1825). It was “about the calculus needed to determine the cost and dimensions of the parts that make up suspension bridges.” Nor was the more serious reference to Navier lacking. The latter had recently published *his Mémoire des ponts suspendus* (“Report on Suspension Bridges” Paris, ca. 1830). Also mentioned was the Spanish military engineer, Celestino de Piélago, probably because of his authorship of *Teoría mecánica de las construcciones* (“Mechanical Theory of Construction” Madrid, 1837) and the more recent *Introducción al estudio de la arquitectura hidráulica* (“Introduction to the Study of Hydraulic Architecture” Madrid, 1841). And, of course, Marc Seguin was also included. Indeed, del Valle referred to him as a distinguished engineer, and proved to be a devoted reader of



Puente de Windsor, en Berkshire (Inglaterra), de Isambard Kingdom Brunel, 1844

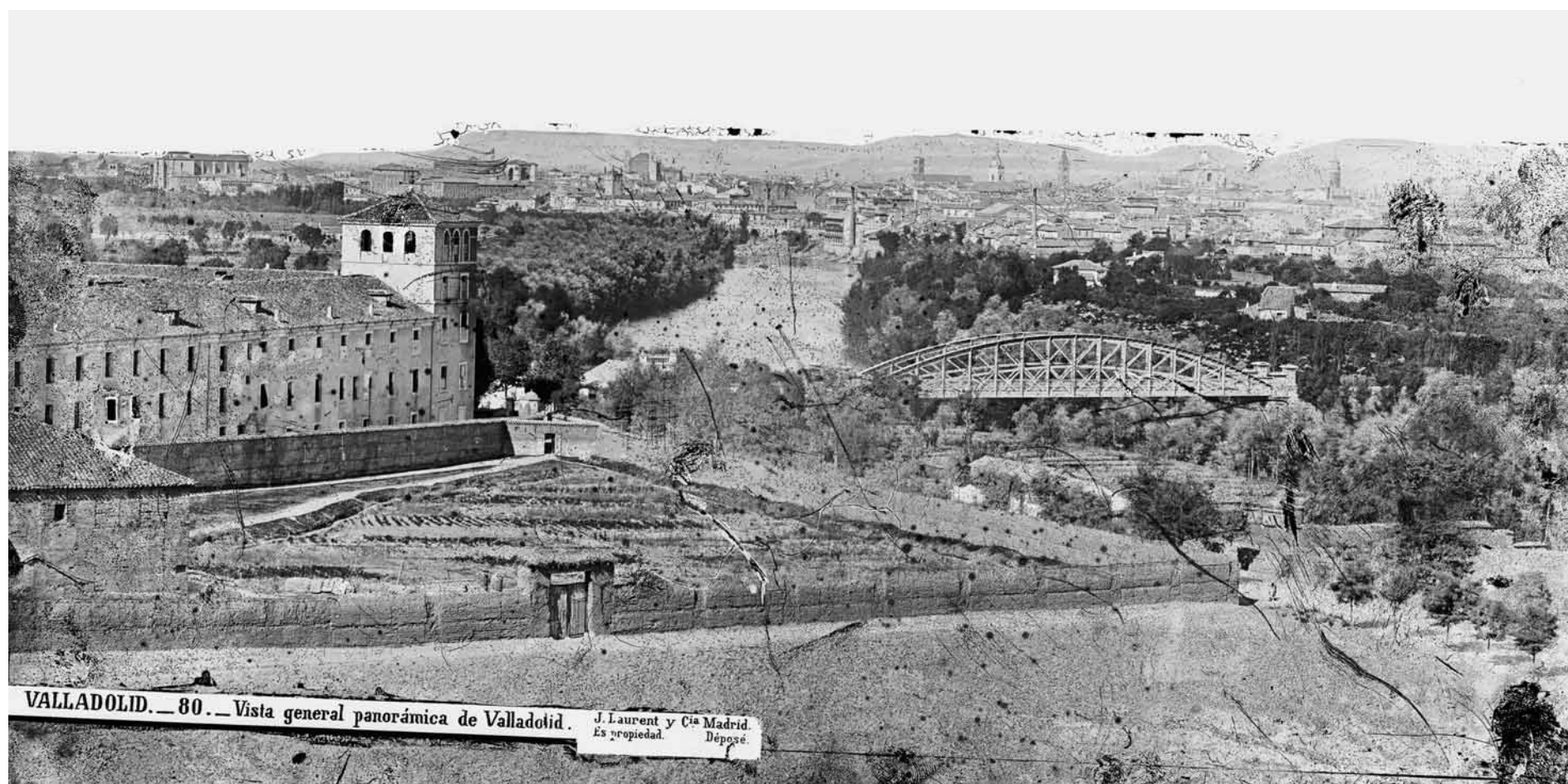
Puente de Prado en Valladolid, de Carlos Campuzano y Antonio Borregón, 1865

his works. The Spanish engineer's defense of cables as opposed to chains points to Seguin's *Des ponts en fil de fer* ("Iron Cable Bridges" 1826). By the time del Valle's Report was written (1844), Seguin had already built the four Spanish bridges mentioned above, and we know his opinion of the ones we don't know ourselves, despite the fact that he was very familiar with the bridges of Fuentidueña and Arganda.

The structural models described above were the basis for suspension bridges designed and built in various parts of Spain, some as early as those intended to span the Ebro River where it passes through Saragossa, in 1838. While these were never built, one of them was designed by Federico Angán and Juan de la Vega, architects from the Academy of San Fernando who had no more antecedents than the bridges at Aranjuez and Bilbao. The project they presented would seem to indicate that they did not have much knowledge of Seguin's *fil de fer* bridges. A similar bridge was presented at the same time by the architect, Juan Gimeno. It was in two sections with a total length of six hundred feet, and was to be installed at El Pilar, where the river was narrower. The Saragossa City Government later called for bids on the construction of two suspension bridges over the Huerva River, which feeds the Ebro where it crosses the capital of Aragon. These were to replace the two extant wooden bridges of Santa Engracia and San José, respectively. Neither of the two was actually built. Their construction was put off, and masonry bridges were eventually built there. Still, it is interesting to point out that the tenders of 1844 received bids from names we already know, such as Jules Seguin, Antonio Goicoechea of Bilbao, and the French engineer mentioned above, Lamartinière, among others. Like Bilbao and Saragossa, many other cities with rivers or firths considered replacing their fragile wooden bridges or, as in the case of Seville, ferry routes, with iron suspension bridges and walkways. These include the city of Málaga, which had to take on a series of projects over the course of its history

y de la misma fecha se encuentra el presentado por el arquitecto Juan Gimeno, un puente de dos tramos con una longitud total de seiscientos pies a la altura del Pilar, donde el cauce era más estrecho. El propio Ayuntamiento de Zaragoza sacó más tarde a subasta la construcción de dos puentes colgantes sobre el río Huerva, que vierte sus aguas al Ebro a su paso por la capital aragonesa, para que sustituyeran a los dos de madera existentes de Santa Engracia y San José. Ninguno de los dos se llegó a realizar pues, habiéndose aplazado su construcción, acabaron siendo de fábrica; sin embargo interesa señalar que a las subastas de 1844 se presentaron, entre otros, nombres que ya conocemos como el de Jules Seguin, el del bilbaíno Antonio Goicoechea y el del también citado ingeniero francés Lamartinière.

Como Bilbao o Zaragoza, otras muchas ciudades con ría o río pensaron en incorporar puentes y pasarelas colgantes de hierro que fueran sustituyendo a los frágiles puentes de madera o, como en Sevilla, a los pasos de barca. Entre ellas se encuentra la ciudad de Málaga a la que el Guadalmedina, con sus peligrosas crecidas, había obligado a una serie de obras a lo largo de su historia para encauzar su irregular caudal. A mediados de siglo Diego Ramírez presentó en el Ayuntamiento un proyecto de canalización que incluía dos puentes colgantes para el paso de carruajes y peatones (1848): el de la Alameda, de setenta y ocho pies de luz, y el de la Aurora, de sesenta y seis, ambos de análoga estructura y sencillo planteamiento. Las obras de canalización comenzaron en 1852, pero los



puentes no pasaron de ser mero proyecto en cuya memoria se recordaba, una vez más, el desaparecido puente colgante de Aranjuez, haciendo en ella un canto a las virtudes de esta solución colgada que contribuiría a embellecer la Alameda, pues «el aspecto público de tan hermoso paseo ganará mucho con el golpe de vista que presentará a su extremidad un puente bien adornado», ya que los pilonos en los que se apoyaban los cables principales iban a ser coronados con unas esculturas.

Caso aparte, y contradictorio en su actual denominación de «puente colgante», es el de Valladolid, sobre el río Pisuerga que, si bien fue «colgado» en su primer proyecto, terminó siendo un puente rígido a pesar de que la *vox populi* siguió y sigue llamándolo «puente colgante». Su verdadero y primer nombre fue el de puente de Prado, por el cercano monasterio jerónimo del Prado que hoy alberga varias dependencias de la Junta de Castilla y León. Resumidamente cabe recordar que el Ayuntamiento de Valladolid ya estudió la posibilidad de levantar un puente colgante en 1851, asunto para el que encontró buena disposición en el Gobierno e incluso en la

to resist flooding caused by the dangerous fluctuations of the Guadalupe River. In the mid nineteenth century, Diego Ramírez presented the City Government with a project to channel the river. It included two suspension bridges for pedestrian and carriage traffic (1848). The Alameda bridge spanned seventy-eight feet, while the Aurora bridge spanned sixty six. They had similar structures and straightforward planning. The channel work began in 1852 but the bridges were never more than a project whose text once again recalled the disappeared suspension bridge at Aranjuez, using it as an example of the virtues of this suspended solution that would contribute to the beauty of the Alameda, since “the public appearance of such a handsome boulevard would gain much from the striking view of a well-adorned bridge at one end.” In fact, the plan called for sculptures to crown the pylons holding the main cables.

A very different, and erroneously designated “suspension bridge” spans the Pisuerga River at Valladolid. Its first design called for it to be

propia reina Isabel II que lo apadrinó. Las obras se iniciaron en octubre de 1852 según el proyecto del ingeniero Andrés de Mendizábal, quien hizo un puente colgante en la línea de lo ya expuesto en páginas anteriores pero que, a propuesta del marqués de Salamanca y muy a pesar suyo, abandonó por otro sistema colgado, pero de novísima invención, el sistema Vergniais. Mendizábal rehízo su proyecto de acuerdo con él (1853) y prosiguieron las obras previas de los estribos hasta que definitivamente todo se paralizó en 1854.

El sistema Vergniais seguía siendo el de un puente colgado pero más rígido pues, entre otras cosas, no hacía pender el tablero de unos cables, sino de unos arcos de fundición enlazados entre sí por la parte alta de los que colgaban las péndolas. El primer puente que el ingeniero Vergniais construyó en Francia fue el de Lignon, en 1852, creando dos años más tarde su propia empresa, la Compañía Francesa de Puentes Vergniais, que representaría una fuerte competencia para los puentes de Seguin. Nuestra *Revista de Obras Públicas* recogía en 1854 la noticia de esta novedad: «Desde la época en la cual el ingeniero Seguin hizo construir en Francia los primeros puentes colgados, ningún descubrimiento había llamado la atención como el de M. Vergniais, ingeniero civil, por el cual acaba de obtener privilegios de invención [...] Justamente cuando los puentes de alambre acaban de causar al público y a los ingenieros tan crueles y numerosos desengaños; justamente cuando la experiencia ha demostrado que en los primeros quince años de su construcción, una tercera parte a lo menos de estos puentes desaparecía a consecuencia de accidentes imprevistos causando casi siempre deplorables desgracias, el descubrimiento de M. Vergniais, que podrá tener por resultado reemplazar los puentes de alambre por un nuevo sistema tan elegante y económico como el de los puentes colgados y tan sólido como los de piedra, merece por todos los conceptos fijar la atención, no sólo a los constructores, sino también del gobierno». Esto es lo que sucedió con el puente de Valladolid cuyo Ayuntamiento se puso en contacto con la casa que la firma Vergniais abrió de inmediato en España, desplazando a uno de sus ingenieros, Victor Conailhac, para estudiar los posibles pedidos e incorporándose algo más tarde a la misma el ingeniero francés Lamartinière que había representado hasta entonces los intereses de la casa Seguin.

Lo cierto es que estos puentes Vergniais, conocidos también como puentes Hércules por su fortaleza, se difundieron por Francia, Bélgica, Alemania e incluso por Inglaterra, siendo el de

“suspended” but it wound up being a rigid bridge. Nevertheless, to this day *vox populi* continues to call it a suspension bridge. Its real name was Puente de Prado from the very beginning, because it was close to the Hieronymite monastery of El Prado, which now houses various departments of the Regional Government of Castilla y León. In a nutshell, the City Government of Valladolid had already studied the possibility of building a suspension bridge in 1851, and the idea was well received by the Government and by Queen Isabel II, who sponsored it. In October of 1852, work began on the project by engineer Andrés Mendizábal, who designed a suspension bridge along the lines of the ones described above. At the suggestion of the Marquis of Salamanca, and very much against his own will, Mendizábal abandoned his plans in favor of a different and entirely new suspension system called Vergniais. The engineer redesigned his bridge according to this new system (1853) and work previous to the abutments continued until everything ground to a halt in 1854.

The Vergniais system generated a sort of suspension bridge, but it was more rigid. Among other things, it didn't hang the deck from cables, but rather from cast-iron arches that were interlaced at the top. The suspenders hung from those arches. Vergniais built his first French bridge at Lignon in 1852. Two years later, he started his own company, la *Compagnie française de ponts Vergniais*, which became a serious competitor to Seguin's bridges. In 1854, the *Revista de Obras Públicas* announced the news: “Since the period in which the engineer Seguin built the first suspension bridges in France, no discovery has drawn our attention as much as that of M. Vergniais, a civil engineer who has attained the privileges of invention for his work... Just when cable bridges are beginning to bring such a number of cruel disappointments to the public and to engineers; just when experience has shown that, in the first fifteen years after their construction, at least a third of these bridges

Valladolid no sólo el primer puente español que siguió este sistema sino el cuarto de los proyectados en toda Europa, lo que viene a corroborar la inmediatez de la incorporación de todas estas novedades constructivas entre nosotros, asunto que debe hacernos replantear nuestro tópico y manido desfase con respecto a otros países, al menos en materias como las que ahora se tratan. Ello se evidencia aún más cuando, interrumpidas las obras del puente de Valladolid, la llamada «Comisión de estudios de puentes de hierro», compuesta en aquel momento por los ingenieros Lucio del Valle, Víctor Martí y Ángel Mayo, revisó el proyecto de Ángel Mendizábal, que seguía el modelo Vergniais sin apartarse un ápice de él, y después de una larga deliberación y una memoria razonada en la que se ponían en evidencia todas las ventajas e inconvenientes de estos y otros sistemas de puentes metálicos, «se fijó definitivamente en los puentes de palastro», esto es, de hierro o acero laminado, en lugar de en los puentes de hierro fundido y forjado, dando su «preferencia al sistema Bow-String», término cuya traducción literal es «arco y cuerda», trabajando el primero a compresión y la segunda a tensión. Puede decirse que este informe de la Comisión (1860) presidida por Lucio del Valle representa el acta de defunción de los puentes colgantes en España, coincidiendo en el tiempo con los años en que nuestro ingeniero estaba ya muy lejos del entusiasmo juvenil por los puentes colgantes al ir conociendo mejor las características del hierro como material de construcción. Precisamente sobre este tema versó su discurso de ingreso en la Real Academia de Ciencias, el 4 de abril de 1861, con el muy largo título de *Influencia de las Ciencias Exactas y Naturales en las Artes de la Construcción y más particularmente en aquellas en que figura el hierro como principal elemento de trabajo*, donde el tono era muy otro al sostenido años atrás en la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando (1844).

Al sistema Vergniais le salió inmediatamente un fuerte competidor, nada menos que uno de los más grandes ingenieros del siglo XIX, Isambard K. Brunel (1806-1859), quien en la Exposición Universal de París de 1855 mostró algunas de sus obras más recientes, orgullo de la ingeniería británica de la época victoriana, y presentó innovaciones como el sistema *bowstring* empleado en el puente del Great Western Railway, en Windsor (Inglaterra), de 1849. El sistema *bowstring*, que consiste en dos vigas formadas por un arco con su cuerda, enlazadas tanto por su base horizontal como por encima de los arcos o cordón alto, se difundió por Europa debido a su economía

disappear as a result of unforeseen accidents, almost always with deplorably tragic results, M. Vergniais's discovery may lead to the replacement of cable bridges with a new system as elegant and economical as suspension bridges and as solid as stone ones. In all ways, this merits the attention not only of builders, but also of the government." That is what happened with the bridge at Valladolid, whose City Government contacted the branch which Vergniais' company had opened immediately in Spain. This branch was led by one of his engineers, Victor Conailhac, who had been sent there from France to study possible commissions. Somewhat later, he was joined by the French engineer, Lamartinière who, until then, had represented the interests of Seguin's company in Spain. In fact, while the Vergniais bridges, which were also called Hercules bridges because of their strength, were built in France, Belgium, Germany and even England, the one in Valladolid was not only the first in Spain to follow this system, but also the fourth such bridge to be built in all of Europe, which confirms the immediacy with which all of these new construction methods were adopted in Spain. That should be enough to make us question the old saw that we lag behind other countries, at least in the fields being covered here. This became even clearer when work on the Valladolid bridge ceased. The so-called "Commission to Study Iron Bridges," constituted at that time by the engineers Lucio del Valle, Víctor Martí and Ángel Mayo, reviewed Ángel Mendizábal's project. The project literally followed the Vergniais model without any variation whatsoever, but after a long deliberation and a report that brought out all the advantages and drawbacks to this and other metal-bridge systems, "the Commission definitively settled on laminated iron or steel bridges," instead of cast or wrought-iron bridges, stating its "preference for the Bow-String system," in which the "bow" works by compression, and the "string" by tension. The report by this commission (1860) of which Lucio del Valle was the president, was the death knell for

y resistencia, y llegaba ahora a España, a Valladolid, donde se proyectó y construyó el primer puente de este tipo, si bien destinado al paso de carruajes y peatones, y no como el de Brunel, al tráfico ferroviario. No sólo el sistema era inglés sino también el material que procedía de una casa, los talleres de Henderson Porter, de Birmingham, que encontró en nuestro país un buen cliente. Las piezas se embarcaron en el puerto de Liverpool, desembarcaron en Bilbao y desde allí llegaron por carretera hasta Valladolid donde los ingenieros españoles Carlos Campuzano y Antonio Borregón se encargaron del montaje. A pesar del alto costo añadido de tan largo viaje, resultaba más baratas su adquisición en Inglaterra que la fabricación en España pues, en este terreno y por esas fechas, nuestros productos siderúrgicos no podían competir ni en calidad ni precio con los ingleses o los franceses, a pesar de que España era, en esos años, el tercer país del mundo en producción de carbón y mineral de hierro y de que, paradójicamente, exportábamos en cantidades ingentes a Gran Bretaña.

El puente vallisoletano de Prado, de un solo vano de sesenta y cinco metros, se inauguró en 1865, en cuya ceremonia el arzobispo de la diócesis «en presencia de todas las autoridades, y en medio de un gentío inmenso, bendecía solemnemente el puente, imprimiendo de este modo el sacrosanto sello de la Religión cristiana a esta grandiosa obra».

Todavía está por hacer el recuento completo de los puentes colgantes que se construyeron y desaparecieron sin apenas dejar rastro documental, como el de Burgos o el de Puente la Reina, así como de los que se proyectaron y no se construyeron, pero que forman parte de la historia de la ingeniería española. Sea éste el caso del puente colgante de Toro sobre el río Duero que, en opinión de Eugenio Saavedra era «uno de los mejores que había visto». Se trataba de un proyecto del ingeniero «primero» Enrique Alau (1858) en el que salvaba una luz de ciento cuarenta metros con un solo tramo y seis metros de ancho. El tablero corría a diez metros sobre las aguas del Duero suspendido por barras de hierro forjado que, a su vez, colgaban de cuatro vigorosos cables formados por varios haces de hilos de alambre galvanizado, cada uno de los cuales sumaba dos mil cuatrocientos veinte hilos. Su precio ascendía a cuatro millones y medio de reales, que era la mitad de lo presupuestado para un puente de piedra en el mismo lugar y por el mismo ingeniero.

suspension bridges in Spain. By 1860, Del Valle was no longer the youthful enthusiast of suspension bridges and he had gained a better knowledge of the characteristics of iron as a building material. That, in fact, was the subject of his entry speech at the Royal Academy of Sciences on 4 April 1861. Its very long title was: *Influencia de las Ciencias Exactas y Naturales en las Artes de la Construcción y más particularmente en aquellas en que figura el hierro como principal elemento de trabajo* (“The influence of the Exact and Natural Sciences on the Art of Construction, and more specifically on construction using iron as its main building element”) and its tone was thoroughly different than years before, when he entered the Royal Academy of Fine Arts of San Fernando (1844).

A fierce rival to the Vergniais system arose almost at once. Isambard K. Brunel (1806-1859) was one of the greatest engineers of the nineteenth century and, at the Universal Exhibition of 1855 in Paris, he displayed some of his most recent works, including the bowstring system he had used on the Great Western Railway bridge at Windsor (England) in 1849. That system consists of two beams formed by a bow with its string, and interlaced at both their horizontal base and above the arches—what is called the upper tie. Its economy and resistance led to its use throughout Europe, and it soon reached Spain. The bridge at Valladolid was the first of this type to be designed and built in Spain, though it was for use by pedestrians and carriages, unlike Brunel’s railway bridge. At Valladolid, not only the system was English; all the material came from there as well, being supplied by a firm that found a fine client in Spain: the Henderson Porter factories in Birmingham. The pieces were shipped from Liverpool to Bilbao and then taken by road to Valladolid, where the Spanish engineers, Carlos Campuzano and Antonio Borregón, oversaw the assembly. Despite the high, added cost of such a long voyage, it was still cheaper to acquire the materials in England than to have them made in Spain. At that time, neither the quality nor

Mencionaremos ahora tan sólo algunos de los puentes colgantes más significativos que se construyeron, aquellos dotados de cierta personalidad pero de una existencia tan efímera como la de los demás, hasta el punto de que sus nombres e imágenes acabaron por borrarse tras dejar paso a otra generación de puentes más sólidos, sobre arcos, y más sencillos, sobre una viga armada. En la época de Isabel II (1833-1868), que, salvo alguna excepción, es la más rica en estas experiencias «colgadas», hay que mencionar los puentes gaditanos de San Alejandro y de San Pedro, ambos de 1846 y localizados en el término municipal de Puerto de Santa María. Como en otros casos, los dos estaban en relación con las mejoras introducidas en las carreteras de primer orden del país, de tal modo que el 25 de abril de 1846 se aprobó un empréstito de doscientos millones de reales «para restaurar con urgencia las actuales carreteras generales y completar el sistema de comunicaciones». De ellos se destinaban a la carretera general de Andalucía algo más de nueve millones de reales, de los que tres millones novecientos mil irían a parar al tramo de la carretera de la provincia de Cádiz. La mejora de este tramo incluía la solución a tres pasos obligados por la carretera: el del brazo de mar que separaba la Península de la isla gaditana, resuelto con la reparación del puente de fábrica de Suazo, que fue volado en parte durante la guerra contra los franceses; el de la ría de San Pedro, que era de barcas y ahora contaría con un puente colgante que tomó el nombre de la ría y constaba de un solo tramo de doscientos noventa y nueve pies de longitud; y el situado sobre el río Guadalete cerca de su desembocadura que, hasta entonces, contaba también con un puente de barcas, reemplazado ahora por un segundo puente colgante de un solo tramo y de trescientos setenta y seis metros de largo, llamado de San Alejandro.

Este último se inauguró el 18 de enero de 1846 y el de San Pedro el 30 de junio de aquel mismo año; y sabemos por Madoz, para quien estos puentes eran de «elegantes formas», que ambos fueron construidos por «una empresa extranjera», que obtuvo la correspondiente concesión de veinte años para el puente de San Pedro, y de cinco más para el de San Alejandro, mediante un arbitrio de ciento noventa y cuatro mil reales anuales por cada uno. Los derechos de paso por el puente de San Pedro, construido por Ferdinand Bernadet y Gustavo Steinacher, los contratistas del puente de Triana de Sevilla y muy probablemente del de San Alejandro, rentaban al año poco más

the price of Spanish-made materials were competitive with English and French ones manufactured for use in that field. And yet, during those years, Spain was the third largest producer of coal and iron ore in the world and, paradoxically, a huge exporter to Great Britain.

The El Prado Bridge at Valladolid had only one sixty-five meter arch. It was inaugurated in 1865 and at the ceremony, the Archbishop of the diocese, “in the presence of all the authorities, and surrounded by an immense crowd, solemnly blessed the bridge. In his way, he placed the sacrosanct seal of the Christian Religion on this grandiose work.”

There has yet to be a complete survey of the suspension bridges that were built and lost with almost no documentation, such as the ones in Burgos and Puente la Reina, as well as those that were designed but never built, thought they are a part of the history of Spanish engineering. That is the case of the Toro suspension bridge that spanned the Duero River. According to Eugenio Saavedra, it was “one of the finest I have seen.” It was designed by the “first” engineer, Enrique Alau (1858) and spanned one hundred forty meters with a single section. It was six meters wide, with a deck running ten meters over the river’s surface. The deck was hung from wrought-iron bars suspended, in turn, from four sturdy cables made up of various bunches of galvanized wire. Each cable had a total of one thousand four hundred twenty strands. Its budget was four-and-a-half million Reales, which was half what the same engineer had budgeted for a stone bridge at the same location.

But here we will only mention a few of the most important bridges built with a certain personality, even though most had a very ephemeral existence until their names and images were erased to make way for another generation of more solid arched bridges, or more straightforward ones, on stressed beams. With some exceptions, the richest period for these “suspended” bridges was the reign of Queen Isabel II (1833-1868).

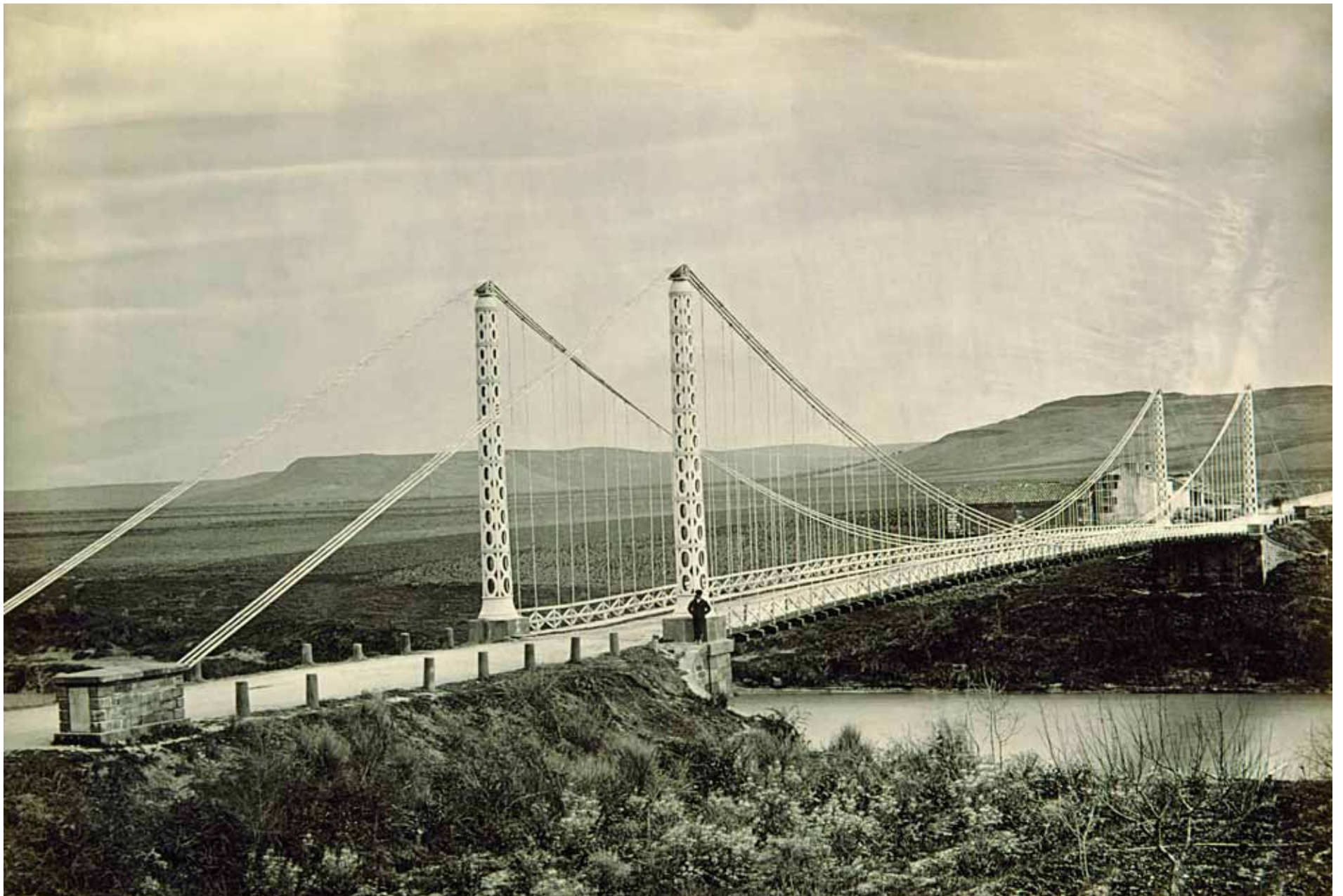
de dieciséis mil reales que siempre fueron insuficientes para su conservación, mientras que sobre el de San Alejandro sabemos que en aquel entonces estaba arrendado por algo más de sesenta y ocho mil reales anuales, de los cuales la parte que correspondía al Ayuntamiento de Puerto de Santa María se destinaba también a su mantenimiento. Hoy no se conserva ni uno ni otro y en muchos casos, además de los problemas técnicos ya señalados, la causa de la ruina de estos puentes fue su falta de mantenimiento tras cumplirse las concesiones o el ser traspasado a los ayuntamientos su conservación. Éstos no contaban con medios suficientes ni con personal técnico adecuado, de tal forma que estos puentes llegaron a un grado de deterioro extremo, precipitando en ocasiones su ruina. La historia del puente colgante de Dueñas, de setenta y dos metros de luz, construido en 1845 por el ingeniero Andrés de Mendizábal, muy cerca de esta villa palentina sobre el Pisuerga, y que esta vez contó con material español llegado de talleres de Bilbao y Valladolid, es muy elocuente al respecto. Sus vicisitudes, comentarios y reconocimiento por parte del ingeniero Antonio Borregón, en 1874, resultan de lo más ilustrativos para conocer las dificultades técnicas y económicas que entrañaba la gestión de estos puentes. Perduró hasta su desmantelamiento en 1926, cuando se sustituyó por otro de hormigón armado.

En el mismo año en que se construía el puente de Dueñas debía estar terminando el de Mengíbar (Jaén), en la carretera de Bailén a Málaga, que fue uno de los de más larga vida pues, aunque reforzado, subsistió hasta 1930. Esta vez todo su material se labró en la fábrica sevillana de Narciso Bonaplata. Su imagen era verdaderamente singular, pues los pilonos metálicos en los que se apoyaban los cables de suspensión, siempre sobre unos rodillos de fundición que facilitaban su cambio de sentido hacia o desde los pozos de amarra, estaban abiertos a lo largo de todo su fuste con amplios y expresivos ojales que aliviaban el peso de los pilares sin debilitar su capacidad de resistencia. Que este puente con sus ciento ocho metros de luz era una de nuestras obras públicas más importantes del momento, queda de manifiesto por el hecho de que se encargara su reproducción al fotógrafo Jean Laurent y Minier (1816-1883/90) para formar parte de la colección de vistas de obras públicas en nuestro país que se mostraron en el Pabellón de España en la Exposición Universal de París de 1867, como se mostraría el faro de Buda en la desembocadura del Ebro, según se dice en el capítulo dedicado a los faros.

Puente colgante de Mengíbar, en Jaén, en la carretera de primer orden de Bailén a Málaga, 1843

It included the bridges of San Alejandro and San Pedro, both built in Puerto de Santa María in the province of Cádiz in 1846. As in other cases, the two were related to the highway improvements carried out around the country. On 25 April 1846, a public loan of two hundred million Reales was approved “to urgently restore the current general roads and complete the transit system.” Of that sum, the main road to Andalucía received over nine million Reales, and three million nine-hundred thousand were assigned to the part of the road running through the province of Cádiz. The improvement of that section included three obligatory crossings. The sound that separated the isle of Cádiz from the Península was improved by repairing the masonry bridge at Suazo, which had been partially destroyed during the war against the French. The San Pedro Firth, which had only had a ferry, was to receive a suspension bridge named after the firth, with a single section two hundred ninety-nine feet long. Lastly, the Guadalete River, which had a ferry crossing near its mouth, was to receive a single-section suspension bridge measuring three hundred seventy-six feet. It was to be called the San Alejandro Bridge.

This bridge was inaugurated on 18 January 1846, and the San Pedro Bridge opened on 30 June of that same year. According to Madoz, for whom those bridges had “elegant shapes,” both were built by “a foreign company” that obtained the corresponding concession of twenty years, for the San Pedro Bridge, and five more for San Alejandro as a result of a settlement of one hundred ninety-four thousand Reales per annum for each one. The San Pedro Bridge was built by Ferdinand Bernadet and Gustav Steinacher, who had built the Triana Bridge in Seville and probably the San Alejandro bridge as well. At that time, the San Pedro Bridge toll brought in a little more than sixteen thousand Reales per annum, which was never enough to cover maintenance costs. We know that at that time, the San Alejandro bridge was leased for somewhat more than sixty-eight thousand Reales per year, and



Uno de los puentes colgantes más bellos y desconocidos, pero que la historia de la pintura ha perpetuado gracias a los pinceles de Jenaro Pérez Villaamil, es el de Fraga (Huesca) sobre el río Cinca, en la carretera de Madrid a Barcelona. Su nombre propio era el de puente de San Isidro y la suma de sus tres tramos medía ciento cincuenta y ocho metros. Su construcción se inició en 1845, y el 12 de abril de 1847 se inauguraba solemnemente con la presencia de las autoridades civiles y religiosas y de la población de Fraga que asistía con fervor

the part that went to the Puerto de Santa María City Government was also used for maintenance. Neither of these bridges is still standing, and besides the technical problems mentioned above, many such bridges were ruined due to lack of maintenance when the concessions ended and responsibility for their upkeep was transferred to the local governments. The latter lacked sufficient means and technical personnel and, as a result, those bridges suffered a degree of deterioration that sometimes led to their ruin. A very eloquent example was the



al solemne *Te Deum* sobre el puente y con entusiasmo ante la funcional modernidad del mismo. Entre los presentes se encontraba José María de Lerma que había dirigido su construcción pero no era el autor del proyecto, cuya paternidad, por la original apariencia del puente y a partir de lo que se puede deducir del citado cuadro de Pérez Villaamil *Vista de Fraga y su puente colgante*, pintado en 1850 y conservado en el Museo Romántico de Madrid, debe ser de origen francés. El puente descansa en los dos estribos de las orillas y en las dos pilas fundamentadas en el cauce del río, todo de buena fábrica de sillería, mientras que el resto de las piezas eran de fundición, alambre y madera. Los largos cables de sustentación se apoyan en

Dueñas suspension bridge built over the Pisuerga river in the province of Palencia by engineer Andrés de Mendizábal in 1845. It was seventy-two meters long and was made from Spanish materials manufactured in Bilbao and Valladolid. Its vicissitudes and the comments and inspection carried out by engineer Antonio Borregón in 1874 are highly illustrative of the technical and economic difficulties associated with the management of these bridges. It lasted until it was dismantled in 1926 to be replaced by a stressed-concrete bridge.

The same year the Dueñas bridge was built, work finished on the one in Mengíbar (Jaén), which was on the road from Bailén to Málaga.

unos esbeltos y curiosos elementos fusiformes, calados de una forma análoga a como lo estaban los apoyos del puente de Mengíbar, aquí articulados en la base sobre unos cojinetes que transformaban estos apoyos, mecánicamente hablando, en unas bielas. Este sistema ya lo utilizó Marc Seguin en el puente de Bry-sur-Marne, y de esta procedencia creo que es el puente de Fraga que, al ser de tres tramos, hubo que atirantar atando las cabezas de los cuatro apoyos en los pozos de amarra. A pesar de estas precauciones y de lo sólido de su construcción, el puente se hundió el 28 de septiembre de 1852, por lo que hubo de reconstruirse, hundándose por segunda vez de forma definitiva en 1866.

Hasta 1877 no se construyó en Fraga un nuevo puente metálico rígido en sustitución del colgante, el llamado Pont de Ferro, proyectado por el aragonés Joaquín Pano, el mismo ingeniero que hizo el puente de Monzón sobre el río Cinca, de donde era natural el autor y donde ya se había hundido en 1866 el puente colgante de sesenta y cuatro metros y tres vanos que construyó, hacia 1848, el ingeniero catalán Pedro de Andrés y Puigdollers.

Cerraremos esta secuencia de los puentes colgantes aragoneses mencionando una obra verdaderamente singular por su estructura, el puente de Las Cellas, cuyo nombre toma de esta cercana villa, en tierras también de Huesca. Se tendía sobre el río Alcanadre, afluente del Cinca, en la comarca de Somontano de Barbastro, en la carretera de segundo orden de Huesca a Monzón, es decir, en la cuenca alta del río, en un paraje tan duro y agreste como bello. También aquí hubo de intervenir Joaquín Pano en 1888 para reparar el puente colgado que proyectó el ingeniero Mariano Royo y Urieta, construido en 1860, que constaba de un solo tramo de noventa y cuatro metros de luz y se elevaba treinta y cinco metros sobre el Alcanadre, es decir, se hallaba en una situación verdaderamente espectacular, como espectacular era su elegante e insólito perfil destruido en 1936. El puente ofrecía la original solución de colgar parte del tablero de los cables de suspensión y sus correspondientes péndolas de alambre que, en sus dos tercios centrales, iban por debajo de dicho tablero, de tal modo que los cables se convertían en apoyo de unos montantes de madera con la probable intención de rigidizar el tablero y compensar sus movimientos y oscilaciones. Es posible que Puig i Cadafalch tuviera conocimiento de este puente, o de este original sistema, cuando presentó su

◀ Puente colgante de Fraga, en Huesca, también llamado de San Isidro, en la carretera de Madrid a Barcelona, de José María Lerma, 1845 y 1847

PÁGINAS SIGUIENTES

Puente de las Cellas sobre el río Alcanadre, en Huesca, en la carretera de segundo orden de Huesca a Monzón, de Mariano Royo, 1856-1860

This was one of the longest lasting of all as, with some reinforcement, it survived until 1930. All of its materials were manufactured by Narciso Bonaplata in Seville, and its image was truly unique, as the entire length of the metal pylons bearing its suspension cables—they were always set on cast-iron rollers that allowed them to change direction towards, or away from the cable anchorage wells—had broad, expressive openings that reduced the weight borne by the pillars without weakening their capacity for resistance. That this bridge, with its one-hundred-eight meter span, was one of the most important public works of its time in Spain is revealed by the fact that photographer Jean Laurent y Minier (1816-1883/90) was commissioned to photograph it as part of a collection of images of public works in Spain that was exhibited in the Spanish Pavilion at the Universal Exhibition of Paris in 1867. Other public works at that exhibition included the Buda Lighthouse at the mouth of the Ebro River, as mentioned in the chapter on lighthouses.

One of the most beautiful and little-known suspension bridges—painting has preserved its history through the brushes of Jenaro Pérez-Villaamil—is the one that spanned the Cinca River at Fraga (Huesca) on the road from Madrid to Barcelona. Its proper name was San Isidro Bridge, and its three sections added up to a complete length of one hundred fifty-eight meters. Construction began in 1845 and it was solemnly inaugurated on 1 April 1847 in the presence of civil and religious authorities and the people of Fraga, who fervently attended the solemn *Te Deum* on the bridge and enthused over its functional modernity. Among those present was José María de Lerma, who had directed the construction. We do not, however, know who designed this bridge, but from its original appearance and what we can make of it in Pérez-Villaamil's painting—*Vista de Fraga y su Puente colgante* ("View of Fraga and its Suspension Bridge, 1850), which is now in Madrid's Romantic Museum—it must have been of French origin. It rested on two abutments







Puente colgante de Amposta sobre el río Ebro, en Tarragona, de Eugenio Ribera, 1909-1914

on the banks and on two pilings in the riverbed, all of fine ashlar stonework. The remaining materials were cast-iron, cable and wood. The long suspension cables rested on some curious, slender spindle-shaped elements set in a similar fashion to the supports on the Mengibar bridge. Here, they were articulated at the base with bearings that, in a mechanical sense, transformed those supports into connecting rods. This system had already been used by Marc Seguin at the Bry-sur-Marne Bridge, and I believe that is the origin of the Fraga Bridge which, being in three sections, had to be tightened by tying the heads of the four supports to the cable anchorage wells. Despite these precautions, and its solid construction, the bridge collapsed on 28 September 1852. It was rebuilt, but collapsed definitively in 1866.

A new, rigid metal bridge was not built at Fraga until 1877. This replacement for the suspension bridge was called "Pont de Ferro" and was designed by Joaquín Pano, the engineer from Aragón who also designed the bridge over the Cinca River. This time it was at Monzón, Pano's birthplace where, in 1866, a sixty-four meter suspension bridge with three openings collapsed. It had been built around 1848 by the Catalan engineer, Pedro de Andrés y Puigdollers. We will close this section about suspension bridges in Aragón by mentioning a work with a truly singular structure: Las Cellas bridge, so named for the nearby village, also in Huesca. This bridge on the second-order road from Huesca to Monzón crossed the Alandre river—a tributary of the Cinca—in the county of Somontano de Barbastro, where the upper part of the river runs through land both rough and beautiful. Joaquín Pano had to intervene there as well, in 1888, to repair the suspension bridge designed by engineer Mariano Royo y Urieta and built in 1860. It had a single section spanning ninety-four meters, and stood thirty-five meters above the river—a truly spectacular setting for a bridge with an elegant and original profile. It was destroyed in 1936. This bridge

proyecto de fin de carrera en la Escuela de Arquitectura de Barcelona en el que ideó un puente colgante *sui generis* (1891), reforzado con unas bielas del tipo de las que aparecen en algunos proyectos de Viollet-le-Duc y ensayadas por Guimard en su École du Sacré Coeur (París, 1895). La intervención de Pano en 1888 en el puente de Las Cellas contribuyó a darle, con sus palabras, «estabilidad, rigidez y buen aspecto», al sustituir, entre otros elementos, las viguetas del tablero, que eran de madera, por otras metálicas que, como novedad, encargó a La Maquinista Terrestre y Marítima de Barcelona, pues en esos años de fin de siglo la industria española comenzaba a ofrecer excelentes productos a buenos precios. La reparación del puente de Las Cellas costó poco más de cuarenta y tres mil pesetas.

Por todo lo dicho hasta aquí cabe pensar, y con razón, que ya nunca más se harían puentes colgantes; sin embargo, buena parte de los ingenieros no dejaban de reconocer las ventajas



Puente colgante de Amposta sobre el río Ebro, en Tarragona, detalle

had an original solution involving hanging part of the deck from the suspension cables with the corresponding wire suspenders, but leaving the central two-thirds of the cable underneath the deck, where they bore wooden stanchions. This was almost certainly intended to make the deck more rigid, compensating for its movement and oscillation. Puig i Cadafalch probably knew about this bridge when he designed his final project at the School of Architecture in Barcelona. It proposed a *sui generis* suspension bridge (1891) reinforced with connecting rods of the sort that could be seen in projects by Viollet-le-Duc and had been built by Guimard at his *Ecole du Sacré Coeur* (Paris, 1895). Pano's intervention in the Las Cellas Bridge in 1888 helped to give it, in his words "stability, rigidity and a fine appearance." He did this by replacing, among other things, the wooden deck planks with metal ones ordered from *la Maquinista Terrestre y Marítima* of Barcelona. By that time, at the turn of the century, Spanish industry had begun to offer excellent products at good prices. Repairs to the Las Cellas Bridge cost a little over forty-three thousand pesetas.

In light of all that has been said here, there are good reasons to think that suspension bridges will never be made again. And yet, many engineers continue to recognize the advantages to that system that continued to be employed in both Europe and America with new designs, calculations, structures and materials to accommodate growing numbers of vehicles with increasing weight, loads and speed. One of those engineers was José Eugenio Ribera (1864-1936), the man who started the adventure of stressed concrete in Spain. He was professor of masonry bridges at the School of Civil Engineering in Madrid and author of books, or rather treatises, such as *Puentes de fábrica y hormigón armado* ("Masonry and Stressed-Concrete Bridges" Madrid, 1925). In an exercise of true romanticism, and with no previous experience whatsoever, he designed and built a suspension bridge across the mouth of the Ebro

de aquel sistema que tanto en Europa como en América seguía vigente, si bien incorporando novedades en su diseño, cálculo, estructura y materiales con el fin de enfrentarse al paso creciente de unos vehículos cada vez más veloces y a unas cargas cada vez más significativas por su tara. Entre dichos ingenieros, y en un ejercicio no exento de romanticismo, se encuentra José Eugenio Ribera (1864-1936); y decimos «de romanticismo» porque este hombre, que inicia la aventura del hormigón armado en España, que fue profesor de puentes de fábrica en la Escuela de Ingenieros de Caminos de Madrid, autor de libros, o mejor, de tratados, como el que lleva por título *Puentes de fábrica y hormigón armado* (Madrid, 1925), sin tener experiencia en el campo de los puentes colgantes, proyectó y construyó el de Amposta (Tarragona), en la desembocadura del Ebro, no muy lejos de la ciudad de Tortosa donde había nacido su padre, también ingeniero de caminos.

Parece ser que fue la economía de la obra lo que impulsó a Ribera a pensar en un puente colgante, desechando otras soluciones y materiales pues, en palabras suyas, «el autor de un proyecto de un puente no debe preocuparse tanto de reducir el volumen de las fábricas o el peso de los hierros, sino del gasto total de ejecución que su empleo ha de ocasionar». Así, para salvar la anchura del Ebro en su desembocadura le pareció que el sistema más económico era el del puente colgante, evitando así la costosa y problemática cimentación en el lecho del caudaloso río. Piénsese que, contra toda previsión inicial, la cimentación de la obra de fábrica de los arcos en que se apoyan los cables de suspensión alcanzó los treinta metros de profundidad sobre los diez previstos, pues no se halló antes terreno compacto. Esta cimentación, que supuso un récord mundial no superado en muchos años, fue posible gracias a un sistema que Roebling ya había llevado a la práctica con madera, y que aquí se ensayó con unos cajones de hormigón armado hincados con aire comprimido.

La necesidad del puente derivaba de la nueva carretera que se había aprobado para este lugar sobre un anterior camino que salvaba el río mediante una barcaza. El puente salió a concurso público en 1914 y Ribera lo ganó, comenzándose las obras al año siguiente para concluirse en 1921. Tiene una longitud total de ciento cincuenta metros, de los que ciento treinta y cinco vuelan sobre el río, siendo su anchura de seis metros. Los cables de suspensión se apo-

River at Amposta (Tarragona). This was not far from the city of Tortosa, where his father, also a civil engineer, was born.

Apparently, it was the low cost of this work that led him to consider a suspension bridge, discarding other solutions and materials since, as he put it, “the designer of a bridge shouldn’t worry so much about reducing the volume of pieces, or the weight of the ironwork, as the overall building cost called for by his design.” The most economical way to span the width of the Ebro at its mouth seemed to him to be a suspension bridge. That would allow him to avoid costly and problematical foundations in the bed of a wide, fast-flowing river. As it turned out, contrary to original expectations, they had to dig down thirty meters—as opposed to the initial estimate of ten meters—to find solid ground on which to install the foundations of the masonry arches on which the suspension cables were to rest. This was possible thanks to a system Roebling had already tested with wooden caissons—stressed concrete was used at Amposta—filled with compressed air, setting a world record that went unbroken for many years.

The bridge was needed to service the new road that had been approved to replace the old path leading to a ferry across the river. Public bidding for the project began in 1914 and Ribera won, beginning work the following year and ending in 1921. It had a total length of one hundred fifty meters, of which one hundred thirty-five spanned the river, and it was six meters wide. The suspension cables rested on two rather monumental architectural entrances. They were eclectic in style and are adorned with the royal coat of arms and crown. Ribera himself was not fond of this type of monumentality but, given the proximity of the city of Amposta, he was willing to lower his expectations. It was based on both nineteenth-century German bridges and on some of Ribera’s own previous experience, as can be deduced from his project for the bridge to Cortegada island, which King Alfonso XIII commissioned

yan en dos portadas de una cierta monumentalidad arquitectónica, de carácter ecléctico, rematadas con el escudo y la corona reales. Este tipo de solución monumental, de la que Ribera no era muy amigo, aunque aquí, dada la proximidad de la ciudad de Amposta, rebajó sus propias exigencias, estaba inspirada tanto en los puentes alemanes del siglo XIX como en alguna experiencia previa, según cabe deducir del proyecto para el puente de la isla de Cortegada que Alfonso XIII le encargó en 1908 junto con el arquitecto Luis Bellido. Sobre este punto el mismo Ribera escribió que «había que darles el mayor grado de belleza [a las torres de suspensión], dado que la obra se encuentra a la entrada de un pueblo con gran porvenir y que la villa donó más de 200.000 pesetas».

Se ha señalado, y con razón, que el puente de Amposta incorpora algunas ideas aplicadas por Arnodin en sus puentes, como el forjado de hormigón armado para el tablero o el atirantamiento del sector más próximo a las pilas de apoyo, de modo que este de Amposta es un puente atirantado y colgado al mismo tiempo. En este sentido cabe recordar que dicho procedimiento ya se había empleado en la reconstrucción de muchos de los puentes colgantes arriba citados de tal modo que, tras un paréntesis, bien se podría considerar el puente de Amposta como el final brillante de aquellos puentes «colgados», de nombres y lugares hoy olvidados, a los que José Ribera parece rendir homenaje desde este paradisíaco lugar.

A pesar de ser el de Amposta un puente joven tampoco pudo sustraerse, como los anteriores, a los avatares de la Guerra Civil, en el transcurso de la cual fue destruido (1938), pues el Ebro fue frontera entre los dos bandos en contienda, de tal modo que «no quedó, desde Zaragoza al Mediterráneo, ningún puente sin destruir», según nota de la Jefatura de Obras Públicas. Su reconstrucción, fiel al proyecto original, se llevó a cabo entre el 15 de junio y el 31 de agosto de 1939, siendo la actuación emprendida entre los años 1956 y 1960 la que renovó su estructura, afianzando el uso de este puente cuyo paso sólo se veta a vehículos de más de diez toneladas.

him to draw up with architect Luis Bellido in 1908. Of that very question, Ribera wrote that the suspension towers “had to be given the highest degree of beauty, since this bridge is at the entry to a town with a great future, has put up over 200,000 pesetas.”

It has been correctly observed that the bridge at Amposta includes some of the ideas from Arnodin’s bridges, such as a stressed-concrete deck, and the tautening of the support pilings, making it simultaneously a tension and suspension bridge. In that sense, it is worth remembering that this procedure had already been employed in the reconstruction of many of the suspension bridges mentioned above, so that, following a parenthesis, the bridge at Amposta could well be considered the last, brilliant example of those “suspended” bridges whose names and locations have now been forgotten, to which José Ribera seems to have paid homage in that heavenly setting. Despite being a younger bridge, like the others, it was unable to survive the avatars of the Civil War and was destroyed in 1938, as the Ebro marked the border between the war’s opposing factions. Thus, “from Saragossa to the Mediterranean, not a single bridge was left standing,” as the Bureau of Public Works text put it. The Amposta bridge was rebuilt on the original plans between 15 June and 31 August, 1939, and its structure has been renovated over the years to insure its public usefulness. Currently, it is only prohibited to vehicles weighing more than ten tons.

* TRANSLATOR’S NOTE “Aljamiada” refers to literature in a Romance language that is, nonetheless, written in the Arabic or Hebrew alphabets.



Puente de Isabel II o de Triana, en Sevilla,
de Steinacher y F. Bernadet, hacia 1850

*Pasaba el agua rizada bajo los ojos del puente.
Lejos la ciudad dormía
como cubierta de un mago fanal de oro transparente.
Bajo los arcos de piedra el agua clara corría.*
Antonio Machado, *Soledades*

Los ojos del puente y los puentes sin ojos

Desde el punto de vista estructural es común hacer una triple distinción entre los puentes cuya forma denuncia un peculiar modo de trabajar, un diferente comportamiento y dirección de sus esfuerzos. Así, se habla de los puentes colgantes, según se ha visto, de los puentes en arco y de los puentes de viga recta los cuales, sin entrar ahora en otros matices, cabe decir que respectivamente trabajan a tracción, compresión y flexión.

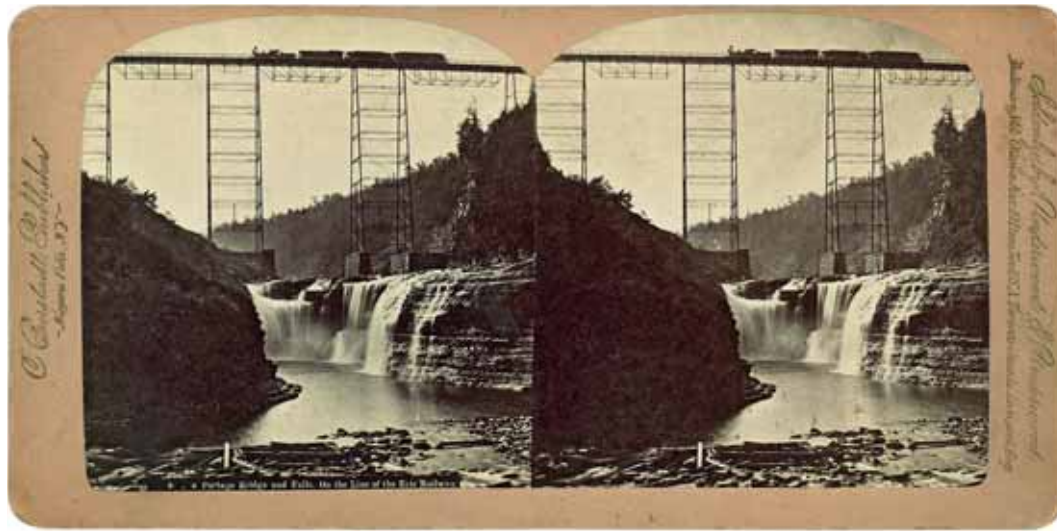
Por otra parte, la imagen tópica del puente es aquella en la que su tránsito discurre sobre uno o varios arcos, a los que poéticamente llamamos ojos, como lo hacía Manuel Altolaguirre al iniciar su poema *Miradas*: «Ojos de puente los míos / por donde pasan las aguas / que van a dar al olvido». Pero más allá de su analogía poético-anatómica es común describir un puente por el número de sus ojos hasta el punto de convertirse en el nombre propio, con mayúscula inicial. Así, en Gáldar (Gran Canaria) encontramos el puente de los Tres Ojos; en Orgaz (Toledo) el de los Cinco Ojos; de los Siete Ojos sobre el río Lobos, en su discurrir por la provincia de Soria; el de los Nueve

*Under the eyes of the bridge flowed the rippling water.
The distant city slept
As though covered by a magic bell glass of transparent gold.
Under stone arches the clear water ran.*
Antonio Machado, *Soledades*

The Eyes of a Bridge and Bridges without Eyes

From a structural standpoint, bridges are generally divided into three categories, each of whose shape corresponds to a specific way of working, and a specific behavior and direction of its forces. Thus, one speaks of suspension bridges, as discussed earlier; arched bridges and horizontal-beam bridges. Without going into unnecessary detail, we can say that these three types work by traction, compression and flexion, respectively.

Moreover, the typical image of a bridge is one in that involve crossing over one or more arches, poetically called “eyes” in Spanish, as Manuel Altolaguirre does at the beginning of his poem, *Miradas* (“Glances”): “My eyes are those of a bridge / Where waters run /



The Portage Bridge, en el parque Letchworth (Nueva York), fotografiado durante la prueba de carga en 1875

Ojos al entrar en Cieza (Murcia) o el de los Once Ojos sobre el Tajo, cerca de La Puebla de Montalbán (Toledo). Pero todos estos puentes son de fábrica de piedra y los ingenieros prefieren llamar a sus ojos bóvedas en lugar de arcos, pues desde el punto de vista constructivo son verdaderas bóvedas de las que normalmente no se ve sino su entrada, lo que vulgarmente llamamos arcos.

Los puentes de hierro a que nos referiremos aquí responden a otra concepción estructural muy distinta a la de los de piedra pues, si bien conservan sus ojos o arcos, su mirada se ha hecho ahora más fría y calculadora, más inteligente con menos materia, emplea un lenguaje más directo y parece haber desnudado el viejo puente de piedra para dejar a la vista las ocultas fuerzas que lo mantienen en equilibrio. Si los puentes tienen alma, el ingeniero la hará visible obviando el peso muerto de su cuerpo. Con los nuevos puentes de hierro desapareció la concepción masiva de los antiguos puentes de fábrica, su pesada masa corpórea en la que se fundamentaba su fortaleza, dejando a un lado aquella unidad de fábrica que había entre los tajamares, pilas, arcos, tímpanos y paso superior, para ofrecer su escueta imagen mecánica. A partir de ahora sí que cabe hablar con propiedad de «tablero» para referirse al paso o rasante del puente, puesto que sólo se apoya en unos determinados puntos sin ser solidario con el resto de la fábrica que lo soporta. Así, los antiguos tímpanos, que tenían la misión de cargar los riñones del arco o bóveda, se han sustituido por puntuales elementos de apoyo de diferente perfil, de tal

flowing into oblivion...” But beyond this poetic-anatomical analogy, it is common in Spanish to describe a bridge by its number of eyes, and that can even become a part of its name. Thus, in Gáldar (Gran Canaria) we find the Puente de Tres Ojos (“Three-eyed Bridge”) and in Orgaz (Toledo), the one with Five Eyes; the Seven-eyed Bridge spans the Lobos River in the province of Soria; the Nine-Eyed Bridge marks the entrance to Cieza (Murcia) and the Eleven-Eyed Bridge crosses the Tagus River near La Puebla de Montalbán (Toledo). But all these bridges are made of stone, and engineers prefer to call their eyes “vaults” rather than “arches” because, in terms of construction, they are actually vaults, though generally their entrances are all that is visible, and those are commonly called “arches.”

The iron bridges we will discuss in the present chapter have a very different structural concept than those of stone. They still have eyes or arches, but their gaze is cooler and more calculating, more intelligent and with less material. They use a more direct language and seem to have stripped the old stone bridge naked to reveal the hidden forces that maintain its balance. If bridges had souls, then engineers would make them visible by eliminating the dead weight of their bodies. With the advent of iron bridges, the massive conception of the old masonry bridges disappeared. Gone was the heavy body mass fundamental to their strength. The structural unity that existed between their cutwaters, pilings, arches, tympana and overpasses were set aside in favor of a succinct mechanical image. From then on, it was possible to correctly speak of a “deck” when referring to the bridge’s overpass or transit surface because that surface rested on just a few specific points; it was no longer an uninterrupted continuation of the rest of the structure supporting it. The old tympana whose mission was to load the arch or vault’s back were replaced by discreet supporting elements with a different shape, so that arches and decks seemed to



The Iron Bridge o puente de Coalbrookdale sobre el río Severn, en el condado de Shropshire (Inglaterra), 1779

manera que arco y tablero parecen haberse independizado para encontrarse tan sólo allí donde el cálculo les cita.

La construcción de puentes de hierro comienza inevitablemente con la mención del Iron Bridge o puente de Coalbrookdale (1779) sobre el río Severn, en el condado de Shropshire (Inglaterra), en el que la Unesco reconocía, al incorporarlo en la lista del Patrimonio Mundial en 1986, no sólo al primer puente construido en hierro, sino a la obra que mejor simboliza la Revolución Industrial. El río, sus puentes y las industrias establecidas en su cuenca resumen de un modo espléndido el mundo de las minas, del carbón, de los nuevos hornos y sistemas para la obtención del hierro, dando forma a un paisaje que puede considerarse como el primero caracterizado con elementos de procedencia industrial.

Nacía un mundo nuevo a cuya orilla ayudaba a pasar el propio Iron Bridge de Coalbrookdale con sus cinco arcos independientes, a modo de cuchillos paralelos entre sí, sobre los que se apoya el tablero. Su altura permitía a las embarcaciones que navegaban por esta parte del río pasar bajo él sin dificultad, y en su luz o diámetro se quiso alcanzar una medida muy precisa e igualmente simbólica, cien pies, es decir, unos treinta metros, sin duda otra proeza pues el nuevo

have grown independent of each other, meeting only where calculus dictated their encounter.

The story of iron bridges begins ineluctably with the Iron Bridge of Coalbrookdale (1779), which spans the Severn River in Shropshire County (England). Unesco's decision to include it in its list of World Heritage Sites in 1986 constituted recognition not only of the first bridge built of iron, but also of the work that best symbolizes the Industrial Revolution. That river, its bridges, and the industries that sprang up in its valley are a splendid summary of the world of mines, coal, new furnaces and systems for smelting iron, for this was the first landscape to be characterized by an element of industrial origin.

A new world was born on each bank of the river spanned by the Iron Bridge of Coalbrookdale, with its five independent arches in the shape of parallel trusses bearing its deck. Its height allowed ships on that part of the river to pass beneath it with no difficulty, and its span or diameter was chosen to be as precise as it was symbolic: one hundred feet, or some thirty meters. This was clearly a feat, as this new bridge, finished in 1779, was born with promising impetus. Its conception was a collaborative effort, as architect Thomas F. Pritchard's initial design was later corrected by Abraham Darby III—owner of a well-known and experienced family foundry—in collaboration with John Wilkinson, another iron expert. All of the bridge's cast-iron pieces were joined with procedures drawn from carpentry, as cast iron could not be welded, so the bridge is full of girths, joinery, pins, clips, bolts and screws. I have always felt that its technique and appearance reappeared years later in the modest but expressive footbridge at our Alameda de Osuna, where a bridge over the waterway allows small boats to reconnoiter that small aristocratic paradise on the outskirts of Madrid. The Duchess of Osuna's singular property was undoubtedly a world of experiences, including that of iron, whose supposed



Pasarela sobre la ría de la Alameda de Osuna, en Madrid, hacia 1840

roughness fit well in this garden on the cusp between Romanticism and the Enlightenment, standing alongside the traditional pavilions, rustic houses and jetties that grace its expanse. The date and origin of this bridge at the Alameda de Osuna are unknown but, like the Iron Bridge at Coalbrookdale, it is linked to those very first experiments with cast-iron bridges.

The United Kingdom grew with overwhelming force, not only because of its smelting industry, but also due to its engineers, especially the Scotsman, Thomas Telford. Not only did he design the previously-discussed suspension bridge over the strait of Menai; he also built all sorts of arched bridges with such original solutions as the Buildwas Bridge (1796) over the Severn river. It was replaced by a different bridge in 1906, but even today, that same river is spanned by the Mythe Bridge (1826) near Tewkesbury, which has a span of fifty-two meters and offers a solution that Telford used repeatedly. Arch and deck are clearly and independently conceived there, but they are interlaced, resulting in a very shallow, light and peculiarly elegant arch. The same solution appears in his design for a larger bridge over the Thames River in London, which borders on pure utopia in its exquisite beauty and magnitude. This made it clear from very early on that iron had its own expressive capacity, for beauty lay not in the material but rather in the creative talent of the designer. In that sense, Telford was not only an authoritative engineer and inventor, but also a born creator who was not inhibited by his mathematical, physical or mechanical knowledge. Quite the contrary; he put them all to work for his fertile imagination, enriching natural landscapes the way the Romans or Renaissance men did, for beauty and functionality have never been at odds in that sense.

Telford's arched bridges had no real influence in Spain, at least not in any direct way, although they may seem to have in some

punte, terminado en 1779, nacía ya con prometedor ímpetu. Su autoría está muy repartida, pues si bien el diseño corrió a cargo del arquitecto Thomas F. Pritchard, fue luego corregido por Abraham Darby III, el propietario de una conocida y experimentada industria familiar de fundición quien, a su vez, colaboró con un experto conocedor del hierro, John Wilkinson. Todas las piezas fundidas del puente están unidas por procedimientos carpinteriles ya que la fundición no permite la soldadura, por lo que abundan las cajas, ensambles, pasadores, abrazaderas, tuercas y tornillos. Siempre me pareció que su técnica y aspecto revivió años más tarde en la modesta pero expresiva

pasarela de nuestra Alameda de Osuna, donde un puente sobre la ría permitía el paso de las barcas que recorrían aquel pequeño paraíso aristocrático en las inmediaciones de Madrid. Sin duda, esta singular posesión de la duquesa de Osuna fue un mundo de experiencias, entre las que se incorporó el hierro que, con su supuesta rudeza, se integraba bien en un programa entre ilustrado y romántico, junto a los tradicionales templetos, casas rústicas o embarcaderos que amenizaban el jardín. Siendo su fecha y origen desconocidos, el puente de la Alameda de Osuna se vincula a estos primerísimos ejercicios de los puentes de fundición como el citado Iron Bridge de Coalbrookdale.

El Reino Unido despegó con fuerza arrolladora no sólo por sus industrias siderúrgicas sino por sus ingenieros, sobre todo gracias al escocés Thomas Telford quien, además del ya citado puente colgante en el estrecho de Menai, construyó todo tipo de puentes en arco en los que empleó soluciones tan originales como en el de Buildwas (1796) sobre el propio río Severn, si bien se sustituyó en 1906 por otro. No obstante, sobre este mismo cauce aún se puede ver el Mythe Bridge, cerca de Tewkesbury (1826), de cincuenta y dos metros de luz, donde se aprecia una solución muy repetida por Telford que consiste en visualizar de forma clara e independiente el arco y el tablero, aunque están enlazados entre sí, dando como resultado un arco muy tendido, ligero y de una elegancia muy particular, la misma que en una mayor escala ofrece su proyecto para un puente en Londres sobre el Támesis (1801), que bordea la pura utopía en su exquisita belleza y magnitud. Ello ponía de manifiesto desde muy temprano que el hierro tenía su propia capacidad expresiva, de tal forma que la belleza no radicaba en el material sino en el talento creador de su artífice. En este sentido Telford, además de ser una autoridad como inventor e ingeniero, fue un creador nato a quien no frenaron sus conocimientos matemáticos, físicos o mecánicos, antes bien, los puso al servicio de su fértil imaginación, enriqueciendo así el paisaje natural, como en otro tiempo lo hicieron los romanos o los hombres del Renacimiento, pues belleza y funcionalidad nunca han sido antagónicas.

Los puentes en arco de Telford no tuvieron eco en España, al menos de una forma directa, aunque lo pareciera en algunos casos como en el del bello y desaparecido de El Grado sobre el río Cinca (Huesca), cuyo proyecto llegaba sin embargo de París, de la mano del ingeniero José de Echeverría, y cuya construcción corrió a cargo de la poderosa casa Schneider y Compañía, de Le Creusot

cases. An example is the beautiful but now destroyed El Grado Bridge that spanned the Cinca River at Huesca. In reality, though, its design was brought from Paris by engineer José de Echeverría and it was built by the powerful firm of Schneider et Cie. of Le Creusot, France. In fact, in this field, as in others, Spain had closer links to France than to England, for obvious reasons. Nevertheless, for Spain, England was a customary source of manufactured iron pieces for most of the nineteenth century. This relation with France has already been mentioned in our discussion of suspension bridges, but the same was true with the first arched metal bridges, and a clear case was the building of the very interesting Triana Bridge (1845) over the Guadalquivir River in Seville. Though this work was structurally modified in 1977 for safety reasons, leaving the deck self-sustaining with no support from the arches, and resting only on the pilings and abutments; it fortunately retains most of its original appearance. Engineer Juan Batanero, author of the project for that recent intervention, considered his work “the restoration of a monument,” and that is how we must consider this bridge, given its historical and structural importance.

Of all the bridges built in Spain between 1840 and 1850, the most notable was undoubtedly this one, which links Seville and Triana. Officially, it is called the Isabel II bridge, but vox populi christened it with the name of its neighborhood, as the people of Seville had always longed for a bridge there, be it fixed, or simply a barge crossing. “Oh, that I could serve as a bridge / ‘tween Seville and Triana,” says Rufina to Leonarda in Lope de Vega’s comic play, *El premio del bien hablar* (“The Reward of Speaking Well”). And even today, we continue to call this bridge by the name of that suburb of Seville, for neither the planned statue of Isabel II nor the four lions bearing the coats of arms of Spain and Seville ever materialized there.

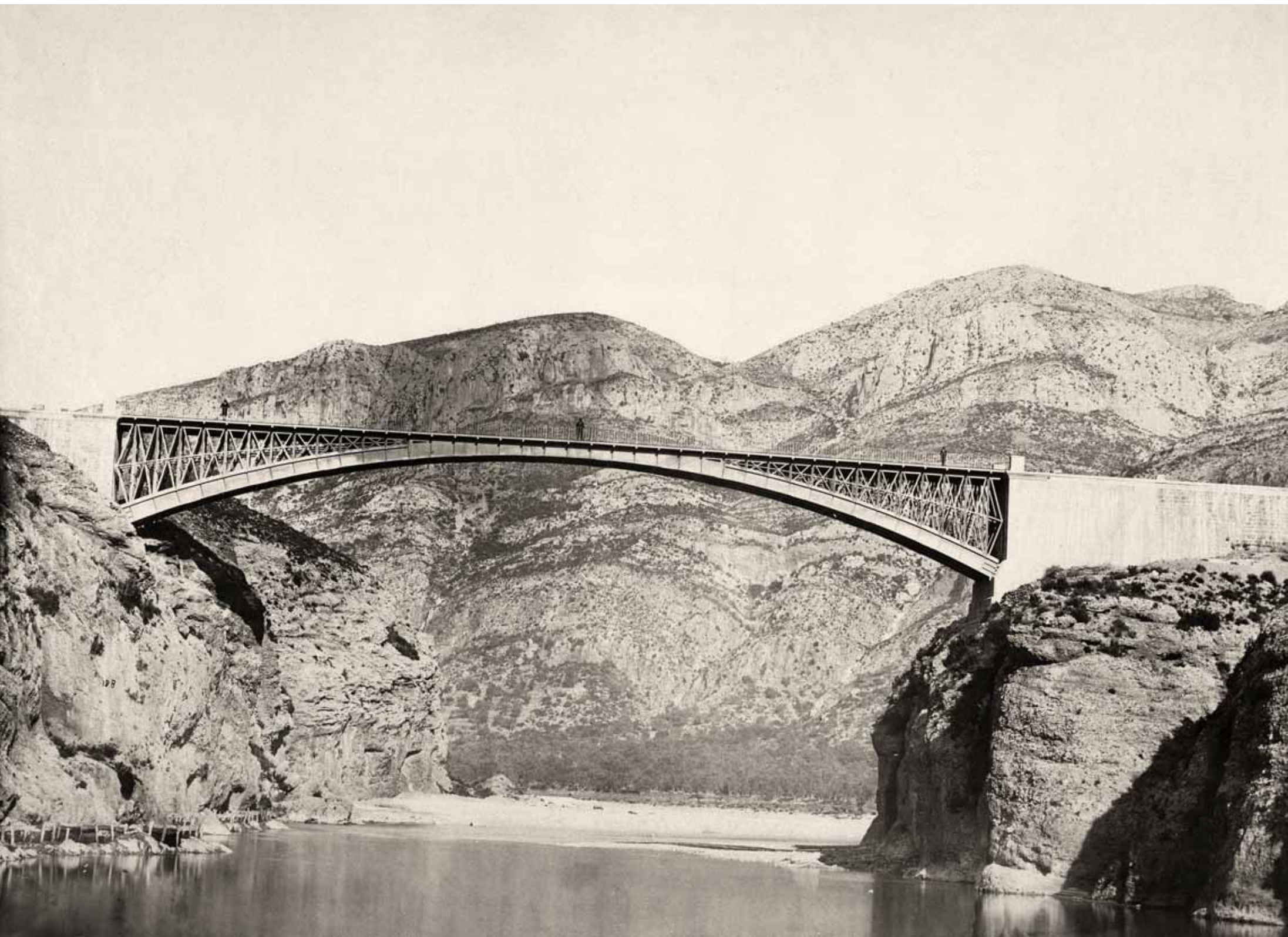
(Francia). En efecto, en este campo, como en otros, tuvimos mayor vinculación con Francia por razones obvias, aunque Inglaterra fue nuestra proveedora habitual de hierros elaborados durante buena parte del siglo XIX. Esta relación con Francia ya se ha visto en el caso de los puentes colgantes, y se mantuvo durante la construcción de los primeros metálicos en arco, siendo muy esclarecedor el ejemplo del interesantísimo puente de Triana (1845) sobre el Guadalquivir, en Sevilla, obra que, si bien fue modificada en su estructura (1977) por razones de seguridad, hasta el punto de que el tablero es hoy autorresistente, pues no se apoya en los arcos sino sólo en las pilas y estribos, conserva, por fortuna bastante bien, su original aspecto ya que, como decía el ingeniero Juan Batanero, autor del proyecto de esta última intervención, se trataba «de la restauración de un monumento», y como tal hay que considerarlo dada su trascendencia histórica y constructiva.

De todos los puentes construidos en nuestro país en la década de 1840-1850, el más notable es, sin duda, este que con el nombre de Isabel II une Sevilla con Triana, aunque en su popular denominación pudo más el nombre del barrio sevillano que el de la reina pues, desde siempre, hubo un puente de Triana, fuera de barcas o fijo, en el anhelo de los sevillanos: «Servir pudiera de puente / desde Sevilla a Triana», dice Rufina a Leonarda en la comedia *El premio del bien hablar*, de Lope de Vega. Lo cierto es que hoy seguimos llamando al puente por el nombre del arrabal sevillano y ni la estatua de Isabel II, ni los cuatro leones previstos en su momento, con los escudos de España y Sevilla, se llegaron a colocar nunca.

El interés del puente de Triana no radica sólo en la belleza y calidad intrínseca de su diseño, ni tampoco en el hecho de ser el puente en hierro fundido más antiguo de los conservados en nuestro país, sino que por sus soluciones constructivas, aparentemente sencillas, es el único que remeda hoy en Europa el singular modelo del desaparecido puente del Carrousel de París, sobre el Sena, obra singular de Antoine-Rémy Polonceau (1778-1847), un nombre propio de la ingeniería francesa que intervino en el estudio del trazado de carreteras y de vías de ferrocarril, como la de París-Versalles, autor de interesantes memorias y escritos, pero que no construyó muchas obras, si bien alguna de sus invenciones, como la cercha atirantada que lleva su nombre, le dieron una gran fama. El puente del Carrousel, o de los Saints-Pères, de París, construido en 1834 y publicado por el propio Polonceau en su *Notice sur le nouveau système des ponts en fonte, suivi dans la construction du*

Puente de El Grado sobre el río Cinca, en Huesca, 1867

The Triana Bridge's interest lies not only in the beauty and intrinsic quality of its design, nor only in its status as the oldest remaining cast-iron bridge in Spain, but rather in its apparently straightforward construction. It is the only existing bridge in Europe that imitates the singular model of the now-lost Carrousel Bridge that spanned the Seine in Paris. That unique work was by Antoine Rémy Polonceau (1778-1847), a leading name in French engineering who participated in the study of road and railway lines, including the Paris-Versailles line. He was the author of interesting reports and texts, but did not built very many works, although some of his inventions, such as the tautened truss that bears his name, made him quite famous. The Carrousel or Saints-Pères Bridge was built in Paris in 1834 and its details were published by Polonceau himself in his *Notice sur le nouveau système de pont en fonte, suivi dans la construction du pont du Carrousel* ("News of a new iron-bridge system, as applied in the construction of Carrousel Bridge" Paris, 1839). This text bore explanatory plates in an accompanying atlas. Those plates were soon included in contemporaneous construction manuals, thus rounding out the already rich series Rondelet had included in his *Traité théorique et pratique de l'art de bâtir* ("Theoretical and Practical Treatise on the Art of Building") whose 1827-1832 edition was published by Fein, the same Parisian publishing house that would later publish Polonceau's bridge. Among other treatises on construction that included the Carrousel Bridge as a innovation was the *Cours de construction* ("Construction Course" 1847) by Demanet, a Belgian military engineer whose works were very well known in architecture and engineering schools. I mention this to show that detailed information about how Polonceau's bridge was constructed was quite well distributed, including its complex set of pieces. And this is visible in the proposal for Triana Bridge presented by the French engineers, Gustave Steinacher and Ferdinand Bernardet. Now, the City Government





Puente del Carrousel, en París, de Antoine-Rémy Polonceau, 1833



Puente de Isabel II o de Triana, en Sevilla, de Steinacher y F. Bernadet, hacia 1850

pont du Carrousel (París, 1839), se dio a conocer a través de las láminas explicativas del atlas que acompañaba al texto, de donde pasaron a engrosar los repertorios de los manuales de construcción en uso, aumentando de este modo la ya rica serie recogida por Rondelet en su *Traité théorique et pratique de l'art de bâtir*, cuya edición de 1827-1832 había salido de la misma editorial parisiense, la casa Fein, que publicaría luego el puente de Polonceau. Entre los tratados de construcción que recogen como novedad el puente del Carrousel se encuentra también el *Cours de construction* (1847), del ingeniero militar belga Demanet, cuyas obras eran muy conocidas en las escuelas de arquitectura e ingeniería. Con ello quiero subrayar que los detalles constructivos del puente de Polonceau se llegaron a conocer bastante bien en su complejo despiece, tal y como lo demostraron los ingenieros franceses Gustave Steinacher y Ferdinand Bernardet con su propuesta para el puente de Triana. De todos modos, sabiendo que para resolver la comunicación entre Sevilla y Triana el Ayuntamiento hispalense se inclinó primero por el proyecto de puente colgante que le presentó Jules Seguin en 1842, y sabiendo igualmente que en 1838 los hermanos Seguin habían fundado con Polonceau una sociedad con el nombre de Groupe Polonceau-Seguin, me inclino a pensar que fue por esta vía por donde pudo llegar el modelo parisién del Carrousel del Sena al Guadalquivir.

El mero cotejo del modelo de París con este de Sevilla es suficiente para estimar su relación, no sólo en cuanto al diseño sino, sobre todo, en el complejo y excepcional sistema de arcos, concebidos como verdaderos tubos con almas de madera sobre los que corren aros tangentes en los que se apoya el tablero. La única diferencia, apenas sensible, estriba en los algo más de cuarenta y tres metros de luz que tiene cada uno de los tres ojos del de Triana, frente a los poco más de cuarenta y siete que medían los del Carrousel, destruido en 1936 y reemplazado por otro de hormigón. De este modo se perdió uno de los más bellos e interesantes puentes de la Europa del siglo XIX, el que aún pudo inspirar a Rilke su poema *Pont du Carrousel* (1902) que comenzaba «Der blinde Mann, der auf der Brücke steht...». Nosotros parecemos compartir la misma ceguera de aquel hombre que estaba en pie sobre el puente, con respecto a la conservación de este rico patrimonio industrial. Más adelante caerían Les Halles de París, habría protestado también Zola.

Una vez iniciadas las obras del puente de Triana, el 12 de diciembre de 1845, se produjeron continuas desavenencias entre el Ayuntamiento y los contratistas, abandonando uno de ellos,

of Seville, in their effort to resolve the question of communication between Seville and Triana, had previously looked favorably on the suspension bridge project presented by Jules Seguin in 1842. And the Seguin brothers had already founded a company with Polonceau in 1838 under the name Groupe Polonceau-Seguin (Polonceau-Seguin Group). I am inclined to think that all of this explains how the Parisian model of the Carrousel Bridge managed to make its way from the Seine to the Guadalquivir.

A simple glance at the model for the Paris bridge and the one in Seville is enough to gauge their relation, not only in terms of design, but most of all in their complex and exceptional system of arches, which are conceived as veritable arched tubes with wooden cores. The deck was supported by tangent arches running over these. The only difference between the two bridges, and it is hardly noticeable, lies in the something more than forty-three meter span of each of the three Triana arches, compared to the Carrousel's, which spanned just over forty-seven meters each. When that French bridge was destroyed in 1937 and replaced by a concrete one, Europe lost one of its most interesting and beautiful nineteenth-century bridges—one that even inspired Rilke's poem, *Pont du Carrousel* (1902), which begins "Der blinde Mann, der auf der Brücke steht..." And in our capacity to conserve our rich industrial heritage, we seem to share the blindness of that man standing on the bridge. I'm sure Zola would have protested in much the same fashion had he known that Paris's Les Halles market would also fall.

No sooner had work begun on Triana Bridge—it was 12 December, 1845—then an on-going series of disagreements sprang up between the City Government and the contractors, eventually leading Bernardet to quit the firm. There were also strong conflicts between the municipality and Steinacher, and between the latter and Bonaplata, the head

Bernardet, la empresa. Asimismo, hubo fuertes desencuentros entre el municipio y Steinacher, entre éste y el fundidor Bonaplata y, a su vez, de todos con la casa de Francisco Javier de Albert, que financiaba la obra, como dieron a conocer Joaquín Lefler y Antonio Herencia. Gastos, incumplimientos y quiebras propiciaron el nombramiento de un ingeniero de caminos español para dar fin a aquella empresa que duraba ya demasiado tiempo, y así fue cómo Canuto Corroza dio el impulso definitivo al puente, pudiendo hacerse las pruebas de carga en enero de 1852, y abrirse al tránsito el 30 de junio del mismo año.

Un último aspecto, y no el menos importante para nosotros, que interesa rescatar del olvido en relación con el puente de Triana, es que las más de veintisiete mil piezas metálicas que precisaba el proyecto salieron de la fundición sevillana de Narciso Bonaplata, elaboradas con hierro para fundir y forjar procedente de Guerezo (Vizcaya), Marbella (Málaga), Pedroso (Sevilla) y Escocia. Pertenece esta fundición a uno de los miembros de la familia Bonaplata, cuyo nombre está ligado a nuestro particular intento de revolución industrial y que a través de José Bonaplata llegó a beber en las mismas fuentes de aquel fenómeno, en la propia Inglaterra, haciendo de Barcelona una adelantada en este terreno al final del reinado de Fernando VII. En efecto, José Bonaplata propuso, en 1831, establecer en Barcelona nuevos talleres con máquinas de «hilados y filaturas de estambre y algodón por los sistemas de Keint y Dantforth, traídas del extranjero y movidas por el vapor», así como montar una fábrica de fundición para construir máquinas y todo tipo de piezas de construcción: vigas, columnas, balcones, herrajes... La empresa se puso en marcha en 1832 con unos resultados óptimos en todos los aspectos: sociales, económicos, tecnológicos...; daba trabajo a setecientos operarios, consiguió una relativa protección arancelaria y ofrecía unos productos de altísima calidad que, con anterioridad, había necesariamente que importar; algo semejante a lo que pasaba en otros lugares del país, como en la citada empresa de El Pedroso, que por aquellas mismas fechas ofrecían unos productos siderúrgicos muy notables consiguiendo, al decir de Madoz, «que los hierros extranjeros dejen de abastecer nuestros mercados».

La primera guerra carlista dio al traste con la empresa barcelonesa de Bonaplata, que había despertado una interesante inversión de pequeños capitales, y la propia fundición llegó

of the foundry. And, as Joaquín Lefler and Antonio Herencia have shown, all of them in turn had problems with the firm of Francisco Javier de Albert, which was underwriting the work. Cost overruns, breeches of contract and bankruptcy led to the appointment of a Spanish civil engineer charged with the task of completing the work, which was already far behind schedule. Thus, it was Canuto Corroza who finally brought the work to its successful conclusion, so that load tests could be carried out in January 1852 and the bridge opened to transit that same year, on 30 June.

For us, one more equally important aspect of Triana Bridge merits mention here and that is the more than twenty-seven thousand metal pieces the project required. They were made in Seville, in Narciso Bonaplata's foundry, with iron for casting and forging from Guerezo (Vizcaya), Marbella (Málaga), Pedroso (Seville) and Scotland. This foundry belonged to a member of the Bonaplata family, whose name is linked to Spain's particular attempt at an industrial revolution. Thanks to José Bonaplata, that firm drank from the very sources of that revolution, in England, making Barcelona a forerunner in that field at the end of King Fernando VII's reign. Indeed, in 1831, José Bonaplata offered to set up, in Barcelona, new factories with machines for making "wool yarn and cotton thread according to the Keint and Danforth systems, imported from abroad and powered by steam," as well as a foundry for making machines and all sorts of building elements (beams, columns, balconies, fittings and so on). The company began in 1832 with optimum results in all aspects—social, economic and technological—bringing jobs to seven hundred operators, obtaining the relative protection of tariffs and offering products of the very highest quality that previously had to be imported. Something similar happened in other parts of the country around the same time, including the El Pedroso factory, which began to offer very notable metal products.



a perderse en un incendio (1835). El Gobierno intentó indemnizar de algún modo a José Bonaplata y le facilitó en Madrid el establecimiento de una nueva fundición (1839), que luego pasaría a su hermano Ramón. En la nueva fundición madrileña se construyeron distintos tipos de motores hidráulicos, máquinas de vapor, bombas, prensas, sierras mecánicas, laminadoras, así como diversos elementos para la construcción. Un tercer miembro de los Bonaplata, Narciso, puso en marcha en Sevilla, en 1840, siguiendo este desplazamiento hacia el sur de la corta siderurgia española como consecuencia del desarrollo de las guerras carlistas, un nuevo establecimiento en el que se acumularían las experiencias barcelonesa y madrileña, con tan magníficos resultados como el que puede medirse analizando el puente de Triana, cuya obra contrató Bonaplata en fuerte competencia con otros dos licitadores franceses de grandísimo prestigio en el terreno de las construcciones metálicas, como fueron las casas de Fourchambault y Chaillet (Francia).

De la misma fundición sevillana Bonaplata, instalada en el antiguo convento desamortizado de San Antonio, salieron asimismo otras obras destacadas, como el mencionado puente colgante de Mengíbar, en Jaén. Si se tiene en cuenta que los ciento cincuenta operarios que ocupaban la fundición en 1849 aprendieron allí mismo el oficio y que todos los tornos y maquinaria, así como la máquina de vapor que generaba la fuerza motriz, se hicieron igualmente en el mismo establecimiento, podremos medir la hondura de aquel esfuerzo de Narciso Bonaplata quien, como auténtico pionero, intentó el desarrollo de un proceso industrial que nos liberara de una dependencia exterior tecnológica y, por ende, económica tan acusada.

Si los ríos, además de llevar agua, pudieran expresar sus sentimientos, el Sena envidiaría al Guadalquivir por el nuevo acento sevillano del Carrousel.

Entre los puentes de hierro del siglo XIX que aún subsisten se encuentra también el llamado Puente Nuevo o de Enrique Estevan, en Salamanca, sobre el río Tormes, entre el viejo puente romano y el del ferrocarril. El nombre de Enrique Estevan Santos es el del concejal del Ayuntamiento salmantino que en 1891 se opuso frontalmente a la transformación del puente romano para hacerlo más capaz, proponiendo la construcción de un puente moderno, en hierro, que entrara en la ciudad buscando la calle de San Pablo que enlazaba con la Plaza Mayor. De este modo, Salamanca conservaría intacto el formidable puente romano, que asoma en *El lazarillo de Tormes*,

◁ Puente Nuevo o de Enrique Estevan, en Salamanca, de Saturnino Zufiaurre, construido en 1913 según proyecto de 1892

According to Madoz, “this means foreign iron no longer needs to supply our markets.”

The first Carlist War obliterated Bonaplata’s business in Barcelona. It had received interesting investments from small capital, but its foundry was destroyed by a fire in 1835. The Government sought a means to indemnify José Bonaplata, helping him to set up a new foundry in Madrid (1839), which would later belong to his brother, Ramón. The foundry in Madrid began manufacturing different kinds of hydraulic motors, steam engines, pumps, presses, mechanical saws, laminators and various elements for use in construction. A third member of the family, Narciso Bonaplata, continued the southward movement of the young Spanish iron and steel industry in reaction to the Carlist Wars, setting up a new company in Seville in 1840. There, he drew on the experience of Barcelona and Madrid, with the sort of magnificent results that can still be seen by analyzing Triana Bridge. Bonaplata won the contract for that bridge in fierce competition with two French bidders, both of whom enjoyed great prestige in the field of metal construction: the firms of Fourchambault and Chaillet (France). That same Bonaplata foundry, installed in the disentailed former convent of San Antonio in Seville, also made pieces for other important works, such as the previously mentioned suspension bridge at Mengíbar (Jaén).

If we consider that the one-hundred-fifty workers employed at the foundry in 1849 learned there skills right there, and that all the lathes and machinery, as well as the steam engine that provided their power, were also made at that same foundry, we will begin to get an idea of how great Narciso Bonaplata’s effort was. Like a true pioneer, he sought to develop an industrial process that would free Spain from its dependence on foreign technology, which was, in turn, a very considerable economic dependence.

y a su vez modernizaría su acceso con un puente nuevo que, a pesar de su férreo material, se funde con el perfil histórico de la ciudad de un modo envidiable.

Probablemente esto se deba a la especial sensibilidad que tuvo su autor, el ingeniero Saturnino Zubiaurre Goicoechea, cuyo proyecto, fechado en Salamanca el 12 de diciembre de 1898, presentaba un puente muy tendido sobre el ancho cauce del Tormes, con seis arcos rebajados de hierro de treinta y tres metros de luz cada uno y una longitud total de doscientos sesenta metros, siendo su anchura de diez: «En primer lugar hemos tenido en cuenta la razón de estética y por ella nos pareció natural que tratándose de una población como Salamanca...». Es decir, Zubiaurre manifestaba en la memoria del proyecto el compromiso que suponía hacer un puente en Salamanca de tal modo que, más adelante, después de todo el cálculo de la estructura metálica, en la que por cada ojo van cinco vigas paralelas en arco entre pilas de piedra, añade con cierta inquietud que «aunque los elementos ya citados den por sí solos al conjunto un aspecto bastante agradable a la vista, tanto por sus proporciones como por la ligereza de la construcción, hemos creído que por estar situada la obra en esta capital [Salamanca] debíamos poner algún adorno más que rellenara en parte los tímpanos y diera mayor movilidad al gran número de superficies planas y líneas rectas que de otra suerte aparecen en los frentes; a este fin superponemos diferentes piezas de hierro fundido que sin gravar mucho el presupuesto satisfacen en parte al objeto que con ellas nos proponemos». Es decir, el ingeniero, después de haber calculado con minuciosidad el puente, teniendo en la mano, por cierto, el reciente *Traité pratique des ponts métalliques*, de Pascal (París, 1887), teme la desnudez de su puente y lo viste con elementos prestados del repertorio decorativo de la arquitectura, a base de eclécticos arcos polilobulados que cuelgan del tablero. Lo cierto es que dicha decoración apenas si se percibe desde la distancia, donde manda la bella imagen reflejada del puente sobre las aguas tranquilas del Tormes dibujando completo el perímetro de sus ojos. Desde lejos tampoco se percibe el escondido recurso de la articulación de los arcos que, en lugar de ser empotrados como los de Triana, llevan aquí unos rodillos en los extremos de las vigas en arco que permiten un giro capaz de absorber parte de los movimientos del puente, en especial los originados por la contracción y la dilatación debidas a los cambios de temperatura. A este tipo de arcos se les llama biarticulados.

If, beyond their capacity to carry water, rivers could express their sentiments, the Seine would envy the Guadalquivir for giving its Carrousel a new Sevillian accent.

Another of the nineteenth-century iron bridges still standing today is the Nuevo Bridge (“New Bridge”), also called the Enrique Estevan Bridge that spans the Tormes river in Salamanca, running between the old Roman bridge and the railway bridge. Enrique Estevan Santos was the Salamanca councilman who, in 1891, fiercely fought plans to transform the Roman bridge to augment its capacity. Instead, Estevan proposed the construction of a modern iron bridge that would enter the city by way of San Pablo Street, leading to the Plaza Mayor (the main square). In that way, Salamanca’s formidable Roman bridge, which is even mentioned in *El Lazarillo de Tormes*, remained intact and at the same time, access to that city was modernized by a new bridge that fits in with such historical surroundings in an enviable manner, despite being made of iron.

This compatibility is probably due to the special sensitivity of its designer—engineer Saturnino Zubiaurre Goicoechea—whose project dated in Salamanca on 12 December 1898 presented a very shallow bridge across the wide bed of the Tormes River. Its six segmental iron arches spanned thirty-three meters each, giving the bridge a total length of two hundred sixty meters. Its width was ten meters. “To begin with, we considered the esthetic questions, and thus it seemed natural to us that, in a town like Salamanca...” In other words, in the text of his project, Zubiaurre expressed the responsibility involved in making a bridge in Salamanca. Further on, after calculating every detail of its metal structure, in which each arch consists of five parallel beams that arch between the stone pilings, he adds with some apprehension that “while the elements discussed above already give this bridge quite an eye-pleasing appearance, thanks to both its proportions and

El comienzo de las obras se retrasó hasta 1902, año en que empezó a cotizar en bolsa la Sociedad Metalúrgica Duro Felguera, que construyó el puente. Esta sociedad procedía de la compañía que en 1858 fundó Pedro Duro Benito en La Felguera (Concejo de Langreo, Asturias), dedicada a la extracción del carbón y a la producción siderúrgica. Llegó a ser una de las más importantes del país y, como veremos, hizo otras obras muy notables. El puente salmantino se acabaría inaugurando el 23 de octubre de 1913.

La construcción de este puente se retrasó mucho en el tiempo por lo que su imagen resulta tan bella como retardataria, pues siendo de carácter decimonónico, se origina ya en el siglo XX, cuando otra generación de ingenieros y obras abrían caminos nuevos. Prueba de ello es que en el mismo año de 1902 en que se inician las obras de dicho puente se daba comienzo al de José Eugenio Ribera sobre el Duero, en Pino (Zamora), muy cerca de la frontera con Portugal, allá donde el paisaje anuncia las profundas gargantas por las que va a discurrir el río en tierras lusitanas, un Duero que aquí se convierte en verdadero Tajo. De su autor, el ya citado José Eugenio Ribera, se dijo más arriba que fue entre nosotros el más temprano y convencido propagador del hormigón como material de construcción; pero añadamos ahora que fue también uno de los ingenieros españoles que mayor número de puentes metálicos proyectó. Sobre ambos sistemas, puentes metálicos y de hormigón, escribió varios libros: *Puentes de hierro económicos, muelles y faros sobre palizadas y pilotes metálicos*, en 1895; *Estudio sobre el empleo del acero en los puentes*, de 1896; y *Estudio sobre los grandes viaductos*, en 1897, y llegó a formular un tipo de puente metálico que llevaba su nombre, sistema Ribera, en el que recogía anteriores experiencias y proyectos, como el del puente de Ribadesella (1890). Ribera, que fue un atento lector del *Traité d'architecture* (París, 1850-1860) de Reynaud, toma de éste la opinión de que los grandes puentes y viaductos «sólo pueden alcanzar la belleza por el mérito de su disposición, ya que establecidos generalmente fuera de las poblaciones, no reclaman formas decorativas». Para Ribera, la obra del puente debía evidenciar dos realidades básicas en el proyecto del ingeniero como eran la resistencia y la economía, y, en consecuencia, ningún material podía alcanzar los límites a los que se llegaba con los puentes y viaductos metálicos.

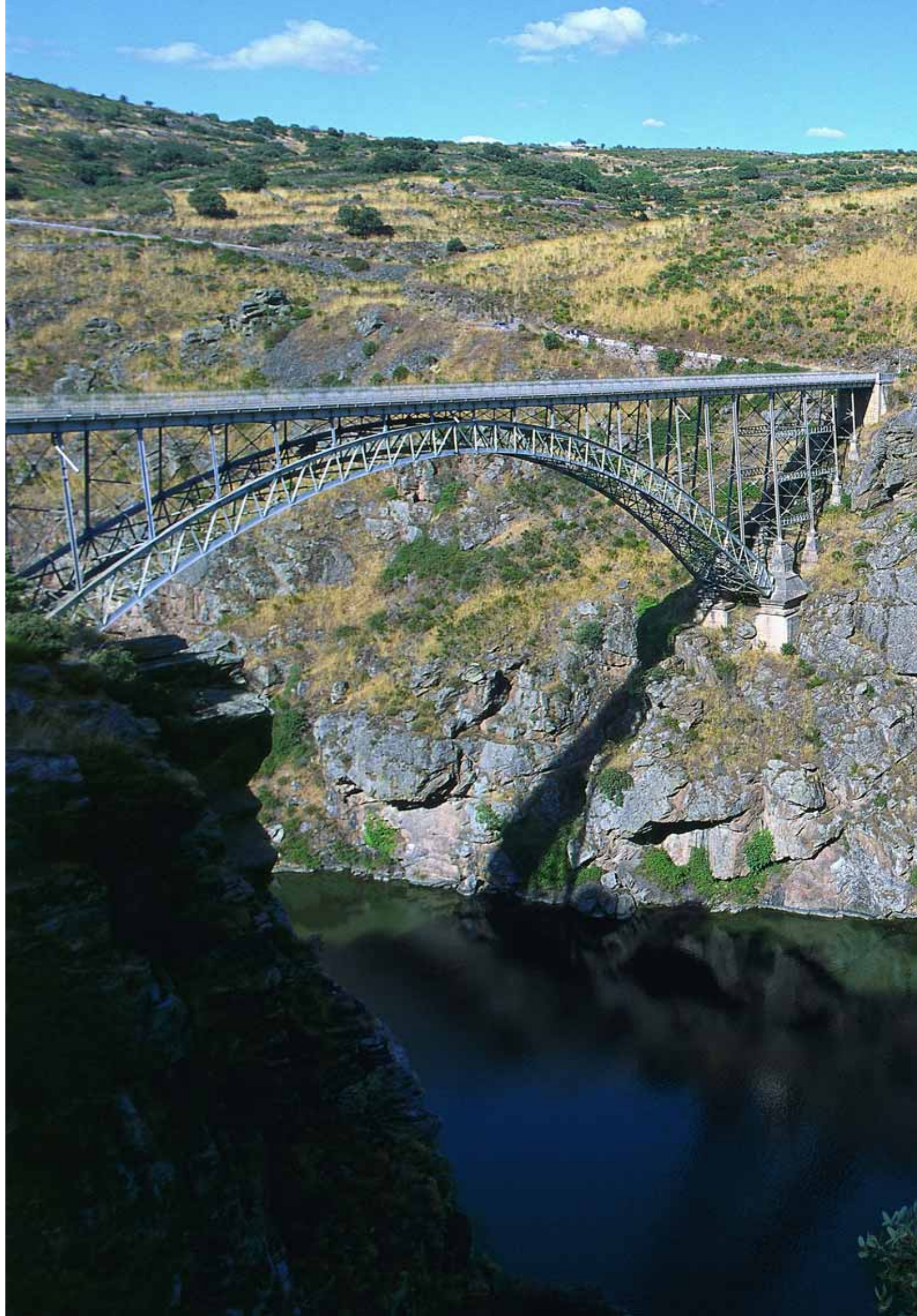
Ejemplo de esta economía, que nunca podía ir en detrimento de la resistencia de la obra y que, a su vez, repercute de modo inmediato en el diseño, es el citado puente sobre el Duero,

the lightness of its construction, we believe that its situation in this city [Salamanca] calls for some sort of additional adornment that would partially fill the tympana and give greater mobility to the great number of flat surfaces and straight lines that would otherwise appear on its side. For that purpose, we apply different pieces of cast iron that barely increase the budget yet partially satisfy the needs for which they have been chosen." After having meticulously calculated the bridge on the basis of Pascal's recent *Traité Pratique des Ponts Métalliques* ("Practical Treatise on Metal Bridges" Paris, 1887), the engineer feared his bridge was too naked and proceeded to clothe it with elements borrowed from architecture's repertoire of decorations, hanging eclectic multifoil arches from its deck. In reality, that decoration is hardly visible from the distance at which the bridge reflects the entire perimeter of its arches on the tranquil waters of the Tormes. And from a distance, it is also impossible to see the hidden articulation of the arches which, instead of being built in, like those of Triana Bridge, have roller supports on the ends of the arched beams, allowing a degree of movement that is able to absorb part of the bridge's movement, especially its contraction and expansion with changes of temperature. These are called "two-hinged" arches.

Work on this bridge did not begin until 1902, when the company making it—*Sociedad Metalúrgica Duro Felguera* ("Duro Felgera Metallurgy Company")—entered the stock market. This company was the offspring of the one founded by Pedro Duro Benito in La Felguera (Langreo County, Asturias) in 1858. It was dedicated to coal mining and iron smelting and became one of the most important in the country. As we shall see, it was also responsible for some very important public works. The bridge in Salamanca was inaugurated on 23 October 1913.

Construction of this bridge was greatly delayed, so its image is not only beautiful but anachronistic. Nineteenth-century in character,

Puente de Pino sobre el Duero, en Zamora,
de José Eugenio Ribera, 1902-1906





entre Pino de Oro y Villadepera, que Ribera llama «viaducto metálico de pequeñas luces sobre arco articulado», proyectado en 1895, pero iniciado en 1902 e inaugurado el 15 de septiembre de 1914. Tanto el año como el nombre de la empresa constructora, la Sociedad Metalúrgica Duro Felguera, figuran en el propio puente con legítimo orgullo. No así, en cambio, el nombre de Ribera, cuyo puente sobre el Duero no es sólo una de sus obras maestras, sino una de las más notables de la historia de la ingeniería española. La imagen y estructura del puente nada tiene que ver con los casos anteriores, antes bien se percibe en el aire la influencia de un Gustave Eiffel (1832-1923), pues Ribera, aunque conocía los puentes suizos de Moritz Probst, se debió de sentir muy atraído por el tipo de arco en celosía y biarticulado del que Eiffel había hecho uso, también sobre el Duero, en el viaducto ferroviario de María Pía (1876-1877), en Oporto (Portugal), o en el más reciente de Garabit (Francia), también para el ferrocarril, sobre el río Truyère (1885-1888). Pero, frente a estos casos, Ribera hizo un esfuerzo para lograr una mayor economía, sustituyendo los largos tramos del tablero utilizados en los ejemplos anteriores, por otros mucho más cortos. Ello exigía, sí, un número mayor de montantes, pero su sección es mínima comparada con las fuertes pilas del de Garabit, con lo cual el perfil del puente de Ribera se queda reducido a dos trazos tangentes de una elegancia extrema, arco y tablero, verdadero arco y cuerda, sin apenas tocar la roca en que se apoya. Es éste un ejemplo de cómo la economía no daña a la obra y, al propio tiempo, de cómo el ingeniero ha logrado su propio sistema de belleza, al margen de las referencias y modos tradicionales.

Ribera, siempre muy crítico con sus propias obras, se mostraba aquí satisfecho al comprobar que, de las doce propuestas que inicialmente había considerado para este puente, entre otras la de uno colgante, se decidió por ésta por ser la más económica y segura, y porque se aligeraba el peso propio del puente, que era algo que echaba en falta y, por ello, criticaba en los de Eiffel. Así, el metro lineal del puente de Pino, con un arco de ciento veinte metros de luz y una longitud total de ciento ochenta metros, pesa cuatrocientos catorce kilos, mientras que en el de Oporto el metro lineal pesa seis mil kilos y en el de Garabit nueve mil trescientos. Estas cifras hablan por sí solas y ponen de manifiesto el altísimo nivel de la ingeniería española en materia de puentes.

Puente de María Pía, en Oporto, de Gustave Eiffel, 1887

it was actually built in the twentieth century, when another generation of engineers and works were finding new paths. Proof of this is another bridge on which construction also began in 1902: José Eugenio Ribera's bridge over the Duero River at Pino (Zamora), very close to the Portuguese border. There, where the landscape foreshadows the deep canons that river runs through on the Portuguese side of the border, the Duero truly becomes the Tagus. This new bridge's designer, José Eugenio Ribera, was mentioned above as one of the earliest and most faithful Spanish proponents of concrete as a building material. Now we should add that he was also one of the Spanish engineers to design the most metal bridges. He wrote various books about both metal and concrete bridge systems, including: *Puentes de hierro economicos, muelles y faros sobre palizadas y pilotes metálicos* ("Economical Iron Bridges, Docks and Lighthouses on posts or metal piles" 1895); *Estudio sobre el empleo del acero en los puentes* ("A Study of the Use of Steel in Bridges" 1896) and *Estudio sobre los grandes viaductos* ("A Study of the Great Viaducts" 1897). He even invented a new type of metal bridge—appropriately called the Ribera System—in which he drew on earlier experiences and projects, such as the Ribadesella bridge (1890). Ribera was an attentive reader of Reynaud's *Traité d'architecture* ("Treatise on Architecture" Paris, 1850-1860) and shared his opinion that great bridges and viaducts "can only achieve beauty through the merits of their layout as, being generally built away from towns, they do not call for decorative forms." For Ribera, a bridge should reveal two basic engineering realities in its project: resistance and economy. Thus, in both senses, no material could go as far as metal when used in bridges and viaducts.

An example of this economy, which could never reach the point of weakening the work but had immediate repercussions on its design, was Ribera's bridge over the Duero between Pino de Oro and Villadepera.



En este mismo terreno se debe rescatar de un injustificado olvido la personalidad de Magín Cornet y Masiera (1866-1906) y su proyecto para el puente de Palacio sobre el Gran Neva, en San Petersburgo (1904). Este ingeniero industrial, que trabajaba en La Maquinista Terrestre y Marítima, donde era jefe de la sección de puentes, ganó un famoso concurso internacional convocado en 1902 por la ciudad de San Petersburgo, capital entonces de Rusia, al que se presentaron ingenieros alemanes, rusos, franceses, ingleses, austríacos, italianos, suecos y norteamericanos, decidiéndose «a tomar parte en él, para medir las fuerzas que teníamos los ingenieros españoles comparándonos con los ingenieros de las naciones más adelantadas». Las bases del concurso eran realmente complejas dadas las características del puente, clima y ubicación pues,

He designed this bridge, which he called a “metal viaduct with small openings over a hinged arch,” in 1895, but construction began in 1902 and the bridge was finally inaugurated on 15 September 1914. Both the year and the name of the builder, *Sociedad Metalúrgica Duro Felguera* appear on this bridge, with legitimate pride. Yet Ribera’s name is absent, even though his bridge over the Duero is not only one of his masterpieces, but also one of the most remarkable in the history of Spanish engineering. The image and structure of this bridge have nothing to do with earlier ones. Instead, they hint at the influence of Gustave Eiffel (1832-1923) for, while Ribera knew Moritz Probst’s Swiss bridges, he must have been very attracted to the type of two-hinged lattice-work arches Eiffel used on his María Pía Railway Viaduct (1876-1877)



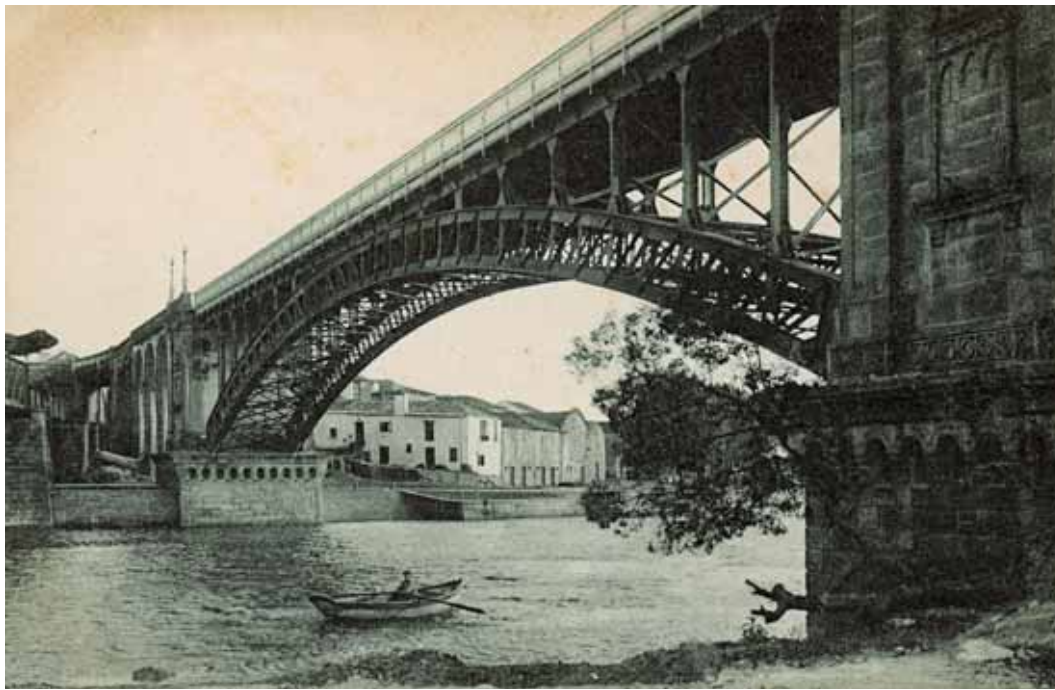
Puente de Palacio sobre el río Neva, en San Petersburgo, construido por ingenieros rusos en 1915 según proyecto de 1904 de Magín Cornet y Masriera

siendo un puente fijo, debía permitir el paso en algunos de sus tramos a la navegación fluvial, exigiendo que fuera móvil alguno de sus ojos, por lo que «escogí un tipo de puente que aparentemente resultara ligero, aunque en realidad no lo fuese; que no estuviese afeado como lo están los otros puentes de la capital rusa por la parte móvil que en ninguno de ellos guarda armonía con el resto de la construcción [...] y por haber presentado una solución en la que se sitúa la parte móvil en el centro del tramo central sin que desmerezca con ello el aspecto ligero y elegante de la obra, ni la resistencia y estabilidad del puente, fue uno de los varios motivos por los que se me concedió un premio». Por otro lado, la proximidad del Palacio de Invierno del zar, de donde deriva el nombre del puente, exigía un tratamiento y carácter monumental, como comentaba el propio Magín Cornet: «Siendo el puente que tenía que proyectar el más importante de San Petersburgo, por estar enclavado en la parte principal de la ciudad, había de disponerse de manera que su aspecto estuviera en armonía con los edificios monumentales que le rodearan, al mismo tiempo que no tenía que destruir, por su disposición, las magníficas perspectivas que se descubren desde los alrededores del emplazamiento de la obra». De todo ello salió airoso nuestro ingeniero, estudiando los más recientes puentes urbanos como el triarticulado de Alejandro III de París, padre de Nicolás II, entonces zar de Rusia y último de la dinastía de los Romanov, con un puente de algo más de doscientos metros de longitud, de cinco grandes ojos entre el muelle

in Porto (Portugal), and on the more recent viaduct spanning the Truyère River at Garabit (France, 1885-1888), which was also for rail traffic. Compared to those works, though, Ribera made the effort to achieve greater economy, using much shorter deck pieces than those on the earlier bridges. This, in turn, demanded a greater number of supports, but their section is minimal compared to the strong pilings on the Garabit bridge. Thus, the silhouette of Ribera's bridge is reduced to two extremely elegant tangent lines: arch and deck. It is a true bowstring arch, and it barely touches the rock on which it rests. This is an example of how economy does not damage the work, and it also shows how an engineer has achieved his own system of beauty outside the strictures of traditional references and styles.

Ribera was always very critical of his own work, but he expressed satisfaction when he discovered that, of the twelve proposals originally considered for this bridge, including one for a suspension bridge, his was chosen as the most economical and safe, and because it decreased the weight of the bridge itself, which was something he considered necessary and which he criticized in Eiffel's bridges. In that sense, the Pino bridge, with an arch spanning one-hundred-twenty meters and a total length of one-hundred-eighty meters, weighed four-hundred-fourteen kilos per linear meter, while Eiffel's bridge at Porto weighed six-thousand kilos per linear meter, and his bridge at Garabit, nine thousand three hundred. These figures speak for themselves, revealing just how very high the level of Spanish bridge engineering was.

In that same field, we should recall the unjustly forgotten figure of Magín Cornet y Masriera (1866-1906) and his project for the Palace Bridge over the Grand Neva River in Saint Petersburg (1904). This industrial engineer was chief of the bridge department at La Maquinista Terrestre y Marítima. He gained a famous international contest held by the city of Saint Petersburg in 1902, when it was



Puente de la Barca sobre el río Lérez, en Pontevedra, 1896

del Palacio de Invierno y el de la Universidad. Toda su estructura es metálica, como exigían las bases del concurso, excepto las poderosas pilas de fábrica de piedra, cuyos tajamares debían «resistir el choque de los témpanos de hielo». El puente, que se inició en 1909, una vez fallecido Cornet y Masriera, fue dirigido por ingenieros rusos de acuerdo con el proyecto del ingeniero barcelonés, siendo muy medido en su expresión decorativa que, en 1939, se alteró al añadirse algunos elementos y algún ornato como el antepecho que flanquea el tablero. Su monumentalidad y belleza, tendido sobre el caudaloso Neva atando sus dos orillas, forma ya parte indisoluble de la gran ciudad que es San Petersburgo.

Además de los casos vistos hasta aquí de puentes en arco, de entre los que sobre todo añoramos el desaparecido metálico de la Barca (1896), en Pontevedra, sobre el río Lérez, los puentes y viaductos también supieron prescindir de este formalismo estructural, de muy vieja estirpe por su lógica mecánica, iniciando un lenguaje claro y directo a través de los puentes de viga. Son los que hemos llamado en el epígrafe inicial «puentes sin ojos», los cuales, pareciendo un contrasentido pues no hay puentes sin ojos, se han transformado en meros vanos o luces sin arco superciliar. Son aquellos puentes que también muy pronto aparecieron en carreteras y ciudades, con soluciones más sencillas que las anteriores, como fue el caso del viejo y lamentablemente desaparecido en 1999 puente de Calahorra (La Rioja) sobre el río Cidacos. Era un puente sencillo sobre vigas de celosía que,

the capital of Russia. The contest received projects from German, Russian, French, English, Austrian, Italian, North American and Swedish engineers, and Cornet decided “to take part in it in order to measure the strength of Spanish engineers compared with those from more advanced nations.” The requirements of the contest were truly complex, given the characteristics of the bridge, the climate and the location. It was to be a fixed bridge, but some of its sections had to allow river traffic to pass, so that some of its arches had to be mobile. Thus, as Cornet wrote, “I chose a type of bridge that would apparently be light, but actually was not. A bridge whose moveable sections would not make it ugly, as happened with some of the other bridges in Russia’s capital city, none of whose mobile sections were harmonious with the rest of their structure... and the fact that I presented a solution in which the mobile part was situated at the center of the bridge’s central section, yet did not detract from its light and elegant appearance, was one of various reasons why I was awarded the prize.” Moreover, the proximity of this bridge to the Tsar’s winter palace—from whence the bridge’s name—demanded a monumental character and treatment. As Magín Cornet put it: “As the bridge I had to design would be the most important one in Saint Petersburg, given its setting in the City’s main part, it had to be laid out in such a way that its appearance would harmonize with the monumental buildings around it. At the same time, its placement could not be allowed to destroy the magnificent perspectives visible from the surrounding area.” This Spanish engineer was totally successful in meeting these demands. He studied the latest urban bridges, including the triple-hinged Alexandre III Bridge in Paris, named after the father of the then-current and last of the Romanov Tsars, Nicholas II. Cornet’s bridge is somewhat over two hundred meters long, with five large arches running between the Winter Palace dock and that of the



además de su exquisita funcionalidad y buen estado de uso, se encontraba incorporado a la imagen de la ciudad, contando tras de sí una interesante historia de proyectos e intervenciones. Efectivamente, parece ser que la génesis de este puente comenzó con el encargo del Gobierno español al citado ingeniero José de Echevarría para que en París (1864) estudiara algunas soluciones sobre varios puentes y conectara con posibles casas constructoras. De allí saldría el encargo a la firma de John Cockerill, la compañía belga con sede en Seraing y Lieja más importante del país y una de las primeras de Europa en construcciones metálicas, en especial de locomotoras y raíles y a la que por entonces se habían asociado ya otras empresas del sector. El montaje del puente fue dirigido por uno de sus ingenieros hasta aquí desplazados en 1867, George François, como publicó Begoña Arrúe; las pruebas de carga se hicieron al año siguiente supervisadas por Warin, el maestro jefe montador de Cockerill, y es probable que, debido a los sucesos políticos que rodearon a la «Gloriosa», se retrasara la recepción de la obra hasta 1870, año en que la Dirección General de Obras Públicas lo

University. Its entire structure is of metal, as the contest required, except for the powerful stone pilings, whose cutwaters had to be able to “withstand the blows of ice floes.” Work began in 1909, when Cornet y Masriera had already died, and was directed by Russian engineers following his plans. It was very contained in its decorative expression, but was altered in 1939, with the addition of some elements and a few adornments, such as the guardrail that flanks its deck. Its monumentality and beauty, standing as it does over the deep and wide Neva to link its two banks, is now an integral part of the great city of Saint Petersburg.

In this chapter, we have been looking at arched bridges, and the one we miss the most in that respect is the now-lost metal La Barca Bridge that spanned the Lérez River in Pontevedra (1896). But there are also bridges and viaducts that do without that structural formalism—one of the oldest, thanks to its mechanical logic—marking the beginning of a clear and direct language in the form

daba por bueno. El propio Warin estaba montando en aquellos días un puente metálico de ciento cuarenta y cuatro metros sobre el Navia (Asturias), en la carretera de Villaba a Oviedo, si bien aquí las vigas se apoyaban en pilas tubulares en lugar de en pilas de fábrica, como en Calahorra. Muy pronto, entre nosotros y con unas vigas en celosía de mayor canto, se harían algunos puentes de este tipo, como el que La Maquinista Terrestre y Marítima de Barcelona construyó para salvar el cauce del río Segre en la carretera de Madrid a La Junquera, a la altura de Lérida, cuya ciudad dio nombre propio a este puente construido en 1874.

La Maquinista construyó, en efecto, un gran número de puentes de viga recta, como el de San Pablo, en Burgos (1879), sobre el Arlanzón; el de Sagasta sobre el Ebro (1882), en Logroño, proyectado por el ingeniero Fermín Manso de Zúñiga, o el de Aranda de Duero (Burgos), sobre el Duero. Los tres puentes que son muy sencillos, cuentan con un peculiar antepecho de muy buen efecto y pasan prácticamente desapercibidos por la baja altura de su tablero, que se acomoda a la cota mínima de los estribos dada la poca diferencia que hay entre su rasante y la línea extraordinaria de las avenidas del río. Algunos de los puentes construidos por esta firma, sin duda la más importante entre las españolas como luego se dirá, comenzaron siendo de este tipo, puentes de viga recta, pero acabaron adoptando el sistema *bowstring*. El caso del puente de Nuestra Señora del Pilar o Puente de Hierro sobre el Ebro, en Zaragoza, es muy elocuente pues, habiéndose acordado construir un puente metálico de viga recta y articulado, según proyecto del ingeniero Antonio Fernández Navarrete (1885), dos años después se subastaron las obras y se adjudicaron a La Maquinista Terrestre y Marítima, comprometiéndose la firma barcelonesa a construirlo en cuatro meses. Sin embargo, por desavenencias entre los ingenieros del Estado y los de La Maquinista, donde debía estar entonces Magín Cornet, las obras no comenzaron en la fecha fijada y se demoraron hasta 1893; pero ahora según un nuevo proyecto debido a Laborda, ingeniero jefe de la provincia, quien hizo un puente de tres tramos de acuerdo con el sistema *bowstring*. Se inauguró el 18 de octubre de 1895 y, desde 1991, es peatonal. Como antecedentes suyos en el propio Aragón, se encuentran el puente de Monzón sobre el río Cinca (1876), que asimismo sustituía a uno anterior «colgado»; el de Ontiñena sobre el río Alcandre (1877), y el de Sariñena (1883), también sobre el Alcandre, los tres en la provincia de Huesca y construidos de acuerdo con el sistema que nuestros ingenieros llamaban

◀ Puente sobre el río Segre, en Lérida, de José Bores, 1911

of beam bridges. Those are the bridges we called “bridges without eyes” in this chapter’s title. Of course all bridges have “eyes,” but in beam bridges they are mere openings or spans, with no superciliary arch. These are the bridges that also appeared very early on, in cities and on roads, with more simple designs than their arched counterparts. Such was the case of the former—lamentably, it disappeared in 1999—Calahorra bridge across the Cidacos River in La Rioja. Besides its exquisite functionality and fine physical condition, it was an integral part of the city’s image, with an interesting history of projects and interventions. Apparently, this bridge began when the Spanish Government commissioned the engineer José de Echevarría, mentioned above, to travel to Paris (1864) and study several bridges, contacting possible building firms. That is how the Belgian firm of John Cockerill was commissioned. Based in Seraing and Liège, it was the most important of its kind in Belgium, and one of the leaders in Europe with regard to metal construction, especially locomotives and rails. At that time, it was already associated with other firms in the same field. According to a publication by Begoña Arrúe, the firm sent one of its engineers, George François, to Spain in 1867 to direct that bridge’s construction. The load tests were carried out the following year under the supervision of Warin, Cockerill’s chief assembly master, and it is probable that the political events surrounding the *Gloriosa* revolution led the reception of the work to be delayed until 1870, when the *Dirección General de Obras Públicas* (General Bureau of Public Works) gave its approval. At that time, Warin was assembling a one-hundred-forty-four-meter metal bridge over the Navia River in Asturias, on the road from Villaba to Oviedo. There, the beams rested on tubular pilings, rather than on masonry pilings of the sort used in Calahorra. Bridges of this sort, with broad-edged latticework beams, quickly sprung up in Spain, including





Puente de Logroño o puente Sagasta, en La Rioja, en la carretera de Soria a Logroño, 1882, vista general y detalle

the one La Maquinista Terrestre y Marítima of Barcelona built over the Segre River at Lerida on the road from Madrid to La Junquera. Built in 1874, it took the name of the city where it stood.

In fact, La Maquinista built innumerable straight-beam bridges, including the San Pablo bridge that spanned the Arlanzón in Burgos (1879), the Sagasta Bridge over the Ebro in Logroño (1882), which was designed by engineer Fermín Manso de Zúñiga; and the one that spans the Duero River at Aranda de Duero (Burgos). Those three bridges are very straightforward, with peculiar and very effective guardrails. Their decks are so low that they go almost unnoticed, as there is practically no difference between the height of their roadways and the extraordinary line of the rivers' avenues. As we will see below, this firm was undoubtedly the most important Spanish company in the field. Some of its bridges began as straight-beam bridges and wound up adopting the bowstring system. The bridge of Nuestra Señora del Pilar or Puente de Hierro over the Ebro in Saragossa is a very eloquent example, as a hinged, straight-beam bridge figures in Engineer Antonio Fernández Navarrete's original plan (1885). Bids were taken for its construction two years later and it was assigned to La Maquinista Terrestre y Marítima, which promised to finish the job in four months. But, due to disagreements between Government engineers and those of La Maquinista, where Magí Cornet must have been at the time, work did not even start until 1893. And then, it was on a new project drawn up by Laborda, the Chief Provincial Engineer, who designed a three-section bowstring system bridge. It was inaugurated on 18 October 1895 and has been limited to pedestrian use since 1991. Earlier bridges of the same sort in Aragon include the Monzón bridge over the Cinca River (1876) which, in turn, replaced an earlier "suspended" bridge; the Sariñena bridge (1883) that also spanned the Alcanadre River. All three of these were in the province of Huesca, and

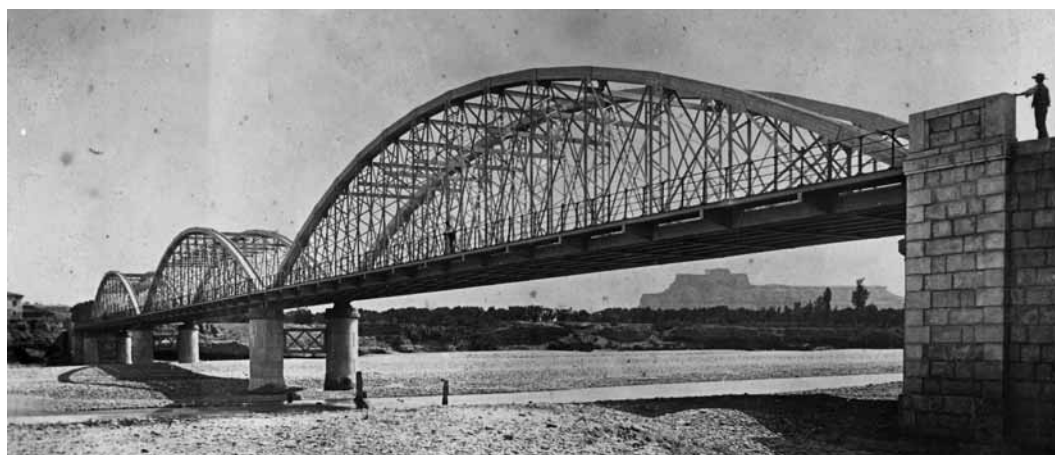
de «tablero inferior» o «puente parabólico» en vez de *bowstring*, como hacía Joaquín Pano, autor del puente de Ontiñena que, como el de Fraga (1883) y los anteriormente mencionados, fueron construidos por La Maquinista Terrestre y Marítima.

El número de estos puentes de carretera fue muy numeroso; unos desaparecieron, otros fueron sustituidos, pero también restan algunos bien conservados y objeto de ampliaciones recientes, como el Puente de Hierro de Zamora, que ha separado el tráfico del paso de peatones con





Puente de Nuestra Señora del Pilar sobre el río Ebro, en Zaragoza, también conocido como Puente de Hierro, de Laborda, 1885, y vista aérea de la ciudad, donde se aprecia el puente en su segundo término



Puente de Monzón sobre el río Cinca, en Zaragoza, de Joaquín Pano, 1883, en la carretera de segundo orden de Huesca a Monzón

un cómodo arcén, exterior a la estructura de vigas de celosía arriostradas por los cordones superiores. El puente sobre el Duero se encuentra entre el del ferrocarril (1896), también de hierro, y el de piedra, el que prefería Blas de Otero: «Por los puentes de Zamora, / sola y lenta, iba mi alma. / No por el puente de hierro, / el de piedra es el que amaba». No estoy seguro de que compartiera este parecer el ingeniero Guadalfajara, quien proyectó el puente de hierro en 1890, si bien su construcción se retrasó hasta 1896.

Probablemente no merece la pena seguir insistiendo en estas soluciones tan socorridas. En todo caso, añadir que esta solución sencilla del puente de viga sirvió también para tender viaductos de importantes luces y resolver problemas de comunicación urbana, unos desaparecidos, como el llamado Viaducto de Hierro de Madrid, y otros en perfecto uso, como el Viaducto de Canalejas, en Alcoy. El de Madrid, tendido «sobre la cuenca de la calle de Segovia para enlazar el barrio de las Vistillas con el resto de la población» como prolongación de la calle Bailén, fue un encargo que en 1860 hizo el gobernador de la provincia de Madrid al entonces inspector general del Cuerpo de Ingenieros, Eugenio Barrón Avignon, a quien ya se ha citado al hablar del puente colgante de Arganda. La obra no finalizó hasta 1872 y su diseño era de una dureza extraordinaria, contrastando con el carácter de la arquitectura de su entorno en la que se encuentra el propio Palacio Real. Constaba de tres tramos de cincuenta y cuarenta metros, compuesto de tres vigas longitudinales en doble T, de cinco metros de altura o

were built according to a system called “lower deck” or “parabolic bridge” in Spain, rather than *bowstring*. That is the terminology used by Joaquín Pano, who designed the bridge at Ontiñena that, like the one at Fraga (1883) and the three mentioned above, was built by La Maquinista Terrestre y Marítima.

There were very many of such road bridges. Some disappeared and others were replaced, but some well-preserved examples remain and have been subjected to recent enlargements, including the Puente de Hierro in Zamora, which separates vehicular traffic from pedestrians with a comfortable verge running outside the structure of lattice-work beams stayed by the upper booms. The bridge over the Duero runs between the railway bridge (1896), which is also of iron, and the stone bridge whose praises were sung by Blas de Otero: “Over the bridges of Zamora / Slow and alone, went my soul / not on the iron bridge / for the stone one is what I love.” I’m not so sure his preferences were shared by Guadalfajara, the engineer whose design for the iron bridge was completed in 1890, even though construction did not begin until 1896.

We have probably covered this sort of much-exploited bridge design sufficiently, but we could add that the straightforward straight-beam system was also used to generate long-spanned viaducts and to resolve urban traffic problems. Some, like Madrid’s Viaducto de Hierro, are now gone, while others continue to be used, such as the Viaducto de Canalejas in Alcoy. The one in Madrid ran “over the basin of Segovia Street to link the Vistillas neighborhood with the rest of the city,” by prolonging Bailén Street. In 1860, the Governor of the Province of Madrid commissioned the then Inspector General of the Engineering Corps, Eugenio Barrón Avignon, who was mentioned above with regard to the Arganda suspension bridge. The work was not finished until 1872, and its design was extraordinarily aggressive,



Viaducto de la calle de Segovia, en Madrid, de Eugenio Barrón, 1872

canto, apoyándose toda la estructura en pilares de fundición sobre basamento de sillería. Barrón, que luego se arrepintió por haber proyectado el viaducto con vigas de alma llena en lugar de hacerlo con vigas de celosía, había previsto y manejado precios ofrecidos por firmas inglesas que expedirían el material desde Liverpool. Sin embargo, la concesión final fue para la casa Parent, Schaken, Caillet y Compañía, de París. El material llegó a España por el puerto de Alicante, donde estuvo demasiado tiempo, hasta el punto de oxidarse algunas piezas, y no se trasladó a Madrid hasta 1872, donde se montó en muy pocos meses. La referida firma francesa fue una de las más importantes de Europa durante la segunda mitad del siglo XIX, constituida a partir de la sociedad formada por Basile Parent y Pierre Schaken en 1861, que se habían especializado en la construcción de locomotoras y vías de ferrocarril, y que, algo más tarde, ya con la participación de la casa Cail, ampliaría su oferta con la construcción de puentes, viaductos y carpintería metálica en general. El viaducto madrileño sería una de las primeras obras que la casa francesa hizo en España, a la que seguirían otras muchas, especialmente en el mundo de los puentes ferroviarios, ya bajo la denominación de Compagnie Fives-Lille, que tantas e importantes obras construyó en nuestro país.

in complete contrast to the character of the surrounding architecture, which includes the Royal Palace. It consisted of three fifty-four meter sections, with three five-meter-wide longitudinal double-Tee beams, all of which rested on a structure of cast-iron pillars on ashlar bases. Barrón, who later regretted having designed the bridge with solid beams rather than with latticework, had foreseen and worked with prices offered by English firms, who would have supplied material from Liverpool. Instead, the final concession went to Parent, Schaken, Caillet et Compagnie of Paris, who delivered the material to the port of Alicante. It sat there so long that some of the pieces began to rust, and they were not transported to Madrid until 1872, where they were assembled in just a few months. That French firm was one of the most important in Europe during the second half of the nineteenth century. Basile Parent and Pierre Schaken had started it in 1861 as a company specializing in the construction of locomotives and rails, but with the participation of J. F. Cail, it broadened its activities to include the construction of bridges, viaducts and metal construction products in general. The viaduct in Madrid was one of its first works in Spain and it was followed by many others, especially railroad bridges, which came to the fore when the firm became Compagnie Fives-Lille. Under that name, it built many important works in Spain.

In considering the now disappeared viaduct in Madrid, it is worthwhile to reread engineer Pablo de Alzola's general reflections on his San Francisco Bridge in Bilbao, for they are quite applicable to Barrón's work. "the purpose, usefulness, solidity and economy of a work are generally the only concerns of an engineer when he designs a bridge. But in my opinion, when they are to be built in inhabited areas, there is another quality that is just as essential and preferential as any of the others, and that is *beauty*, without which the



Ante el desaparecido viaducto de Madrid viene bien releer las reflexiones de carácter general que el ingeniero Pablo de Alzola hacía en torno a su puente bilbaíno de San Francisco, pues son de ajustada aplicación a la obra de Barrón: «El destino de la obra, la utilidad, la solidez y la economía, suelen ser, por lo general, las únicas preocupaciones del ingeniero al proyectar los puentes; pero, a nuestro entender, cuando se trata de levantarlos en centros populosos, hay otra cualidad tan esencial y preferente como cualquiera de aquéllas, que es la *belleza*, sin la cual la construcción resultará en extremo imperfecta y defectuosa [...] ¿hay razón alguna para que el ingeniero que está llamado a proyectar un puente en el centro de una población importante no procure penetrar igualmente los

construction will be extremely imperfect and defective... is there any reason for an engineer called to design a bridge in the middle of a big town not to even attempt to penetrate the secrets of Esthetics, of what some call the sublime art of architecture? As I see it, that is a capital error; it is the reason behind the building of no small number of bridges, especially metal ones, that are totally inadequate for the cities where they stand.”

From a historical standpoint, Barrón’s viaduct lies between the neoclassical sort of masonry bridge proposed, but never built, by Silvestre Pérez under the reign of King José I, and the modern

secretos de la Estética, y de lo que algunos llaman el sublime arte arquitectónico? A nuestro juicio, este es un error capital, y ha sido la causa de que se hayan construido no pocos puentes, especialmente metálicos, completamente inadecuados para las ciudades en que se han levantado».

El viaducto de Barrón se sitúa históricamente entre la solución neoclásica del puente de fábrica propuesto por Silvestre Pérez bajo el rey José I, y nunca construido, y el moderno viaducto de hormigón armado que se ve en el proyecto de un importante concurso que, bajo la Segunda República, ganaron los ingenieros Luis Aldaz y José de Juan Aracil, junto con el arquitecto Francisco Javier Ferrero (1933).

Por su parte, el gran viaducto de Alcoy, proyectado por el ingeniero Próspero Lafarga en 1899, fue construido entre 1900 y 1917 y une la ciudad con el barrio del Tossal, por encima del foso del río Molinar, mostrando un aspecto imponente al alzarse sus cuatro tramos con vigas de celosía, de cuarenta y cuatro metros de luz en los dos tramos centrales, sobre unos estribos y unas esbeltísimas pilas de fábrica y aparejo almohadillado, alcanzando en su altura máxima los cincuenta y cuatro metros. Lafarga había proyectado inicialmente un puente en arco, también metálico, pero después de estudiar los precios del acero se decidió por el actual de vigas rectas de celosía, donde el ahorro era más que considerable. En su montaje por lanzamiento sobre rodillos fue decisiva la dirección del ingeniero alcoyano Enrique Vilaplana Juliá. La longitud total de la obra es de doscientos cuarenta metros y actualmente presta sus servicios con toda seguridad. La dedicación del viaducto a don José Canalejas deriva de haber sido este ilustre político diputado por el distrito de Alcoy, debiéndosele la iniciativa y apoyo a este proyecto que permitió el crecimiento y comunicación de la pujante ciudad de Alcoy, cuyo entorno cuenta con una amplia colección de puentes antiguos y modernos.

◁ Viaducto de Canalejas, en Alcoy, Alicante, de Próspero Lafarga, 1907

stressed-concrete viaduct that appears in the project with which engineers Luis Aldaz and José de Juan Aracil and architect Francisco Javier Ferrero won an important contest under the Second Republic, in 1933.

The grand viaduct of Alcoy, designed by engineer Próspero Lafarga in 1899, was constructed between 1900 and 1917, crossing the Molinar River basin to link the city with the Tossal neighborhood. This imposing structure has four lengths of latticework beams, the middle two of which span forty-four meters. It rests on abutments and extremely slender rusticated masonry pilings reaching a maximum height of fifty-four meters. Lafarga had initially designed an arched metal bridge, but after studying steel prices, he opted for the present straight latticework beams, as the savings were considerable. The engineer from Alcoy, Enrique Vilaplana Juliá was decisive in its construction, with projection on roller supports. The total length of this work is two hundred forty meters, and it continues to be in totally safe use. The dedication of this viaduct to José Canalejas come from the fact that this illustrious politician was a councilman for the district of Alcoy. This project, made possible by his initiative and support, permitted the growth of, and access to, the burgeoning city of Alcoy, whose surroundings include a wide selection of old and new bridges.



Viaducto del Hacho sobre el río Guadahortuna,
en Granada, detalle

*He venido por un ferrocarril osado,
bizarría de ingenieros, hecho entre las entrañas de montes de piedra dura.
He visto inmensas rocas tajadas;
he pasado sobre puentes entre la boca de un túnel y la de otro.*
Rubén Darío, *Tierras solares*

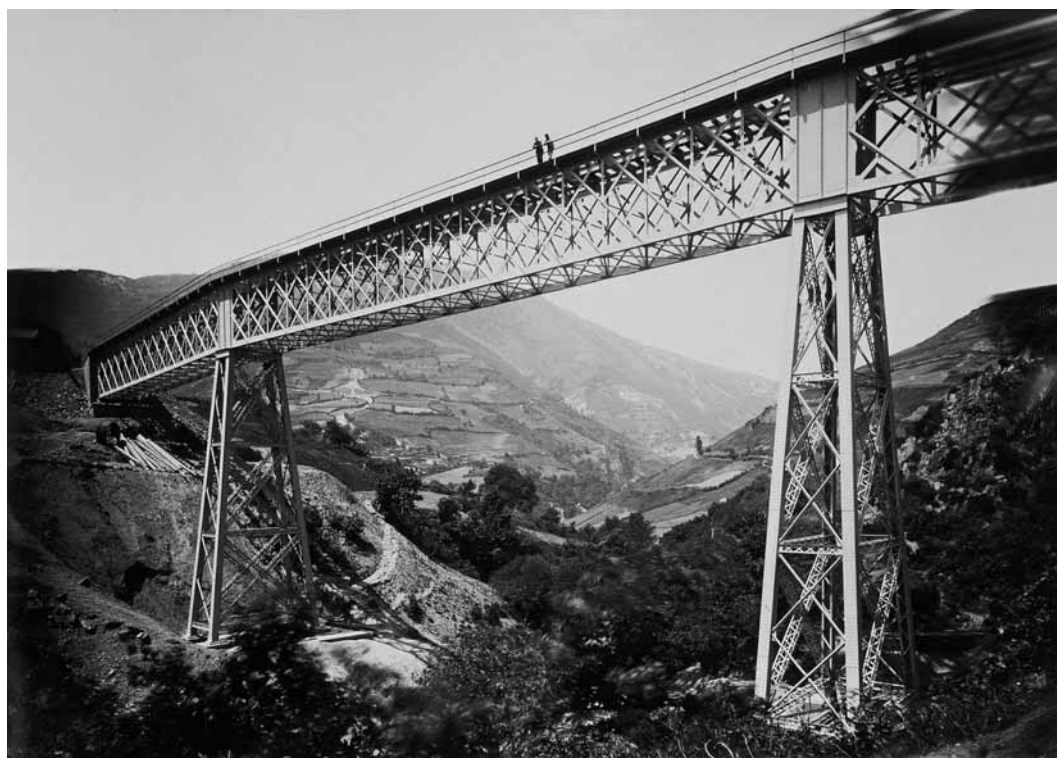
Los viaductos ferroviarios

Los puentes han ido evolucionando a lo largo de la historia de acuerdo con las funciones y servicios que debían prestar, al margen de los materiales y las soluciones constructivas elegidas, por lo que nada tiene de extraño que la irrupción del ferrocarril en el mundo de las comunicaciones generara un tipo de puente con las características que exigía el paso de los trenes. Estos puentes fueron colgantes, como el mencionado de Roebling sobre el Niágara, o bien en arco, como los también citados de Eiffel sobre el Duero en Oporto o sobre el Truyère en Garabit. Sin embargo, frente a éstos y desde muy temprano se fue imponiendo el puente de viga por su sencillez, seguridad y economía, dando lugar a los viaductos que, en definición de la Real Academia Española, son obras «a manera de puente, para el paso de un camino sobre una hondonada». Lo cierto es que el término viaducto se fue imponiendo en el siglo XIX para referirse de un modo muy preciso a los calculados y diseñados para el paso del tren, sin menoscabo de que hubiera otros de carruajes y peatones como los ya vistos en Madrid y Alcoy.

*I came on a daring railway,
The engineers' bravery, carved from the guts of hard Stone mountains.
I've seen immense boulders split open;
Crossed bridges between the mouth of one tunnel and that of another.*
Rubén Darío, *Tierras Solares*

Railway Viaducts

Bridges have evolved over history according to the functions and services they had to offer, notwithstanding their chosen materials and building solutions. So it should come as no surprise that the emergence of the railway in the world of transportation generated a type of bridge whose characteristics responded to these new needs. They could be suspension bridges, like Roebling's previously-mentioned bridge over the Niagara; or arched bridges, like the ones Eiffel built over the Duero River at Porto and over the Truyere at Garabit, also mentioned above. Yet, from very early on, these types of bridges were surpassed by truss bridges, thanks to their simplicity, safety and economy. That was the beginning of viaducts, which the dictionary of



Viaducto de Parana, en el puerto de Pajares, Asturias, en la línea de León a Gijón, 1884

Pero los viaductos ferroviarios tenían ante sí un reto muy distinto, pues no se trataba sólo de salvar una «hondonada» sino de hacerlos resistentes a un medio de transporte que circulaba sobre raíles y en el que una locomotora de vapor, cada vez más potente y veloz, arrastraba varios vagones de viajeros y mercancías, cada vez más numerosos y de mayor tara. Dado que estas mejoras en el transporte ferroviario se alcanzaron en muy breve espacio de tiempo y que las casas constructoras de locomotoras, vagones y raíles competían internacionalmente en calidad y precio, los puentes del tren se fueron quedando obsoletos en pocos años, exigiendo a la siderurgia, a los ingenieros y a las empresas una constante renovación de sus productos. No debemos seguir avanzando sin recordar dos aspectos fundamentales para mejor entender cuanto se diga desde aquí, uno de carácter mecánico y otro de alcance estético, pues los puentes de viga trabajan sólo a flexión y ello entraña una serie de cuestiones complejas a la hora de establecer su cálculo, muy diferentes a las que plantean los puentes colgantes o en arco que trabajan, según se ha dicho ya, a tracción y compresión respectivamente. Por otro lado, los puentes o viaductos sobre vigas rectas

the Spanish Royal Academy calls works “in the manner of a bridge, for the passage of a road over a hollow.” Clearly, “viaduct” became the preferred term in the nineteenth century for referring very precisely to bridges calculated and designed for train traffic, even though there were also some for carriages and pedestrians, such as those discussed earlier in Madrid and Alcoy. But railway viaducts had to meet a very different challenge, as it was not merely a matter of bridging a “hollow” but of making a structure that could resist a means of transport that ran on rails, with an ever-more-powerful steam locomotive pulling numerous passenger or freight cars of increasing size and load-bearing capacity. These improvements in rail transport happened very quickly and the firms building locomotives, train cars and rails competed internationally in terms of quality and price. As a result, railway bridges became obsolete just a few years after their construction, forcing the metal industry, engineers and companies to constantly update their products. And we should go no farther without recalling two aspects—one mechanical and the other, esthetic—that are fundamental to an understanding of what will be said from here on. First, truss bridges work only on the basis of flexion, which involves a series of quite complex questions when calculating their forces. In that sense, they are very different from suspension bridges and arched bridges, which, as mentioned earlier, work on the basis of tension and compression, respectively. Second, straight-truss bridges or viaducts seem to offer few esthetic possibilities, as nothing is more economical from a formal standpoint than a simple horizontal line across the “hollow.” The engineers themselves knew this all too well, and always attempted to soften the cold appearance dictated strictly by their calculations by adjusting the design of the pilings and abutments, or the viaduct’s proportions. These efforts were generally expressed in the reports accompanying their projects.

parecen ofrecer pocas posibilidades estéticas, pues no cabe mayor economía formal, un simple trazo horizontal sobre la «hondonada», y esto lo sabían bien los propios ingenieros que siempre intentaron suavizar con el diseño de las pilas y estribos o con las proporciones del viaducto, la frialdad de la forma resultante del cálculo, según se manifiesta en cuantas memorias acompañan a los proyectos. La respuesta más abrumadora fue la de la ingeniería alemana que enfatizó las cabezas de sus puentes y pilas con formidables arquitecturas neomedievales, como la del Dirschau Brücke sobre el Vístula (1857), de un efecto pintoresco imponente, aunque muy criticado por la ingeniería americana más sobria, más económica y decididamente funcional. Quizá habría que entender aquí no tanto el cálido auxilio de la arquitectura a la teóricamente fría ingeniería, como que estos puentes representaban la nueva y poderosa energía de la joven Alemania. Política e ingeniería fueron de la mano, como arquitectura y política se unieron para la construcción de la catedral de Colonia en esos mismos años. Entradas de torreada arquitectura tienen o tenían los viaductos ingleses, como el de Conway (1849), de Robert Stephenson, y franceses, como el de Burdeos sobre el Garona (1860), conocido como «pasarela Eiffel» y de futuro incierto cuando escribimos estas líneas, a pesar de ser el más antiguo de los puentes de viga en celosía subsistentes en Francia, lo que indica que no sólo Alemania tuvo el prurito de monumentalizar los nuevos viaductos metálicos de viga con los viejos argumentos de la arquitectura. Entre nosotros no hubo nada de esto más allá de la tímida embocadura del puente de Zuera sobre el Gállego, en la línea de Zaragoza a Pamplona, que conocemos por una memorable fotografía de Laurent.

El viaducto ferroviario fue, ciertamente, el campo en el que se desarrollaron las mejores y más arriesgadas soluciones de los puentes de viga, normalmente en celosía, alargando así la imagen de los viejos puentes de madera, armados con sencillas pero eficaces soluciones triangulares que daban firmeza a su estructura. Recordaremos al lector lo que se entendía, y sigue entendiéndose, por una viga en celosía, acudiendo a un artículo publicado en la *Revista de Obras Públicas* (1859) que ponderaba este sistema frente a las vigas de alma llena o macizas: «Uno de los sistemas de construcción de vigas compuestas, consiste en unir dos largueros o fajas por medio de un enrejado o celosías de barras de hierro forjado, robladas [remachadas, roblonadas] en todas sus intersecciones. Este sistema se conoce ordinariamente por el nombre de *vigas de celosía*».

The most overwrought answer appeared in German engineering, which emphasized the bridge heads and pilings with formidable neo-medieval architecture. One example was the Dirschau Brücke over the Vistula River (1857), which had an imposingly picturesque appearance. This was harshly criticized by American engineers, who were more sober and economical, as well as decidedly functional. And here we must certainly understand that it was not so much a matter of architecture being used to warm up the theoretical coldness of engineering, but rather the fact that those bridges represented the new and powerful energy of young Germany. Politics and engineering went hand in hand in the same way that architecture and politics did during the construction of Cologne Cathedral during those same years. Entry towers were also present on English viaducts by Conway (1849) and Robert Stephenson, and on French ones such as the viaduct that spans the Garonne River at Bordeaux (1860). The latter is known as the Eiffel Walkway and its future is being debated as we write these lines, despite the fact that it is France's oldest surviving latticework truss bridge. This indicates that Germany was not the only country concerned to monumentalize their new metal-truss viaducts using the old arguments of architecture. In Spain this went no farther than the timid entrance to the Zuera bridge that spans the Gállego River on the line from Saragossa to Pamplona, visible in a memorable photograph by Laurent.

Railway viaducts certainly offered a field in which to develop the finest and most daring solutions to truss bridges, normally with latticework. In that sense, they were a prolongation of the image of the old reinforced wooden bridges with unassuming but efficient triangular solutions that brought firmness to their structures. To remind the reader of what was, and still is understood to be a latticework truss, we will quote an article published in the *Revista de Obras Públicas*

Efectivamente, dadas las escondidas virtudes mecánicas del triángulo que derivan de sus propiedades geométricas, surgieron pronto las réplicas metálicas de aquellas soluciones primeras que en madera sirvieron para armar vigas trianguladas y construir puentes, tal y como Palladio sistematizó de modo intuitivo en sus *I quattro libri dell'architettura* (Venecia, 1570), hasta llegar al siglo XIX, cuando el arquitecto Ithiel Town (1794-1844) patentó en 1820 la viga en celosía que lleva su nombre. Se iniciaba así el amplio muestrario de vigas en celosía, que primero fueron de madera, luego incorporaron montantes verticales de hierro para, finalmente, ser también metálicas las barras diagonales. En 1840 otro arquitecto, William Howe, patentó la primera viga mixta de madera y hierro, a la que se sumaron las vigas, Whipple (1841) y Pratt (1844), por citar las más conocidas, bien recogidas en su secuencia histórica por Leonardo Fernández Troyano. De la viga Pratt derivarían otros subtipos, como la viga Linville, que viene a ser como una doble intersección de la Pratt, evidenciando la posibilidad de variantes que cabe deducir de los modelos básicos. Todos estos nombres son los de sus inventores, siempre norteamericanos, hasta que en 1848, en Europa, los ingleses James Warren y Willboughby Monzoni patentaron la viga Warren, que se distingue a simple vista de las anteriores al estar compuesta por triángulos equiláteros o isósceles cuyos lados inclinados, siempre de la misma longitud, trabajan alternativamente a tracción y compresión, siendo la más limpia y expresiva de las vigas trianguladas.

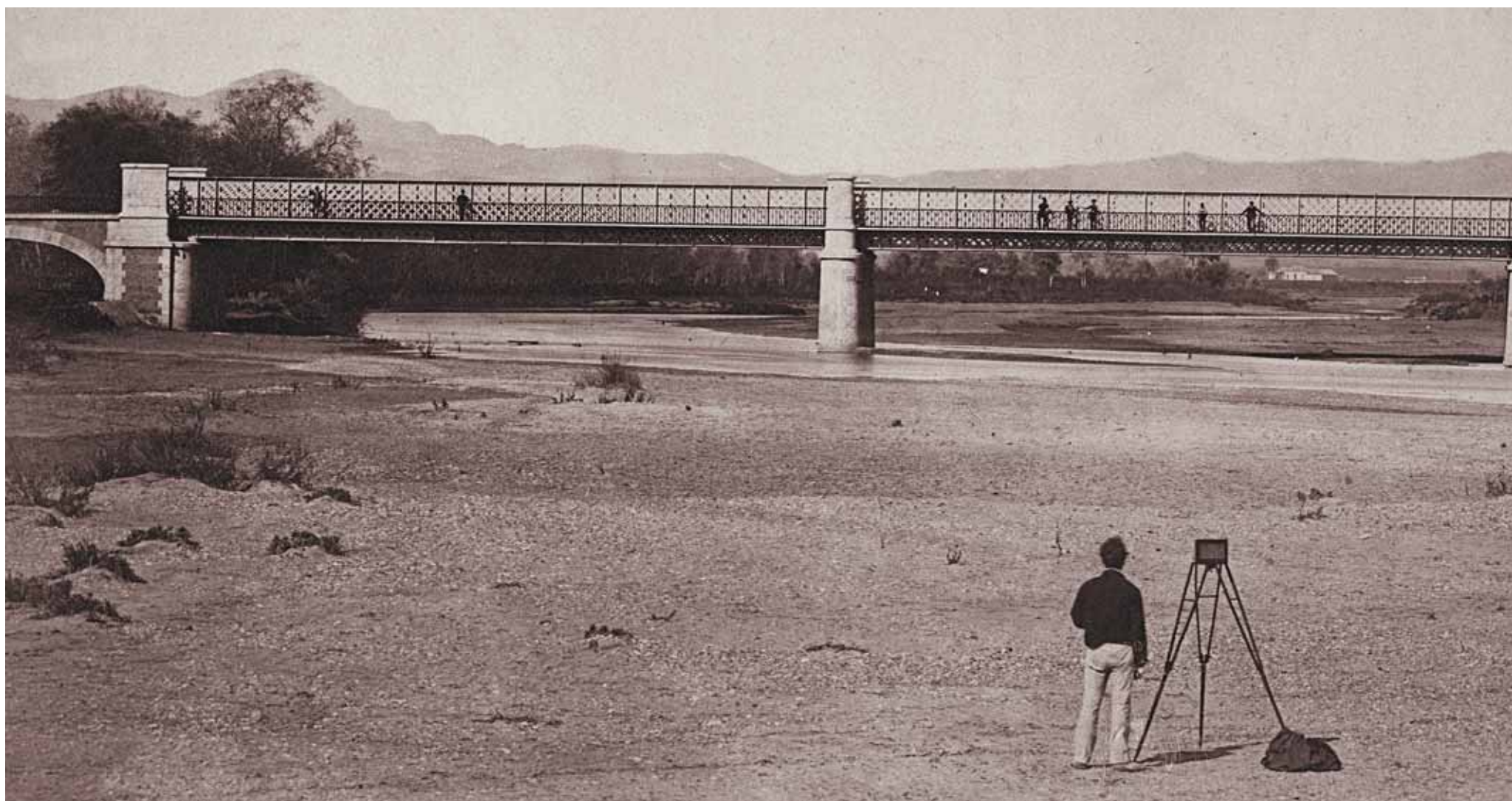
El viaducto Crumlin levantado en Gales entre 1853 y 1857 fue el más importante respaldo que pudo recibir la viga Warren, traduciendo Eduardo Saavedra (1857) para los lectores de la *Revista de Obras Públicas* la información dada por el *Illustrated London News* en la que, además de los datos técnicos de este puente, se recogen otros matices que llaman al goce estético y que, por su interés, transcribimos aquí, pues ésta era la sensación que despertaba en quienes contemplaban estas estructuras metálicas que parecían condenadas a discurrir tan sólo como mero soporte de un medio de transporte, sin gozar de protagonismo propio: «El viajero y el amante de la bella naturaleza le agradecerán los goces saludables que añade a sus campos, mientras que el hombre científico mirará esta construcción como uno de los más bellos ejemplos de las obras de ingeniería que se han llevado a cabo en esta edad de triunfos mecánicos; y los que proyecten expediciones cuyo objeto está indeciso nos darán las gracias porque les llamemos la atención sobre la gran obra de Crumlin, pues se

Puente de Zuera sobre el río Gállego, en Zaragoza, en la línea de ferrocarril de Barcelona a Zaragoza

(“Review of Public Works” 1859), that compared this system to that of solid-core beams: “One composite-truss construction system consists of joining the girders or trusses with a network or latticework of wrought-iron bars riveted at each intersection. This system is normally known as a *lattice-work truss*.”

In fact, the hidden mechanical virtues of the triangle that derive from its geometric properties soon led to metal replicas of those early solutions that used wood to create triangulated trusses and build bridges, as Palladio systematized in an intuitive fashion in his *I quattro libri dell'architettura* (“The Four Books of Architecture” Venice, 1570). This continued until the nineteenth century when, in 1820, architect Ithiel Town (1794-1844) patented the latticework truss that bears his name. That was the first of a broad variety of latticework trusses—first of wood, and later with vertical supports made of iron, until finally the diagonal bars, too, were made of metal. In 1840, another architect, William Howe, patented the first mixed wood-and-iron truss. This was followed by the Whipple (1841) and Pratt (1844) trusses, among the best known, which are discussed in their historical sequence by Leonardo Fernández Troyano. The Pratt truss would lead to other subtypes such as the Linville truss, which is a sort of double intersection of the Pratt, and is just one example of the possible variations that could be derived from the basic models. All of those names belong to inventors, who were always North Americans, at least until 1848 when, in Europe, the Englishmen James Warren and Willboughby Monzoni patented the Warren truss. This truss is immediately distinguishable from the other because of its use of equilateral or isosceles triangles, whose inclined sides are always the same length and thus work alternatively through tension and compression. This makes them the cleanest and most expressive of all triangulated trusses. The Warren truss received the most important imaginable support when it was chosen

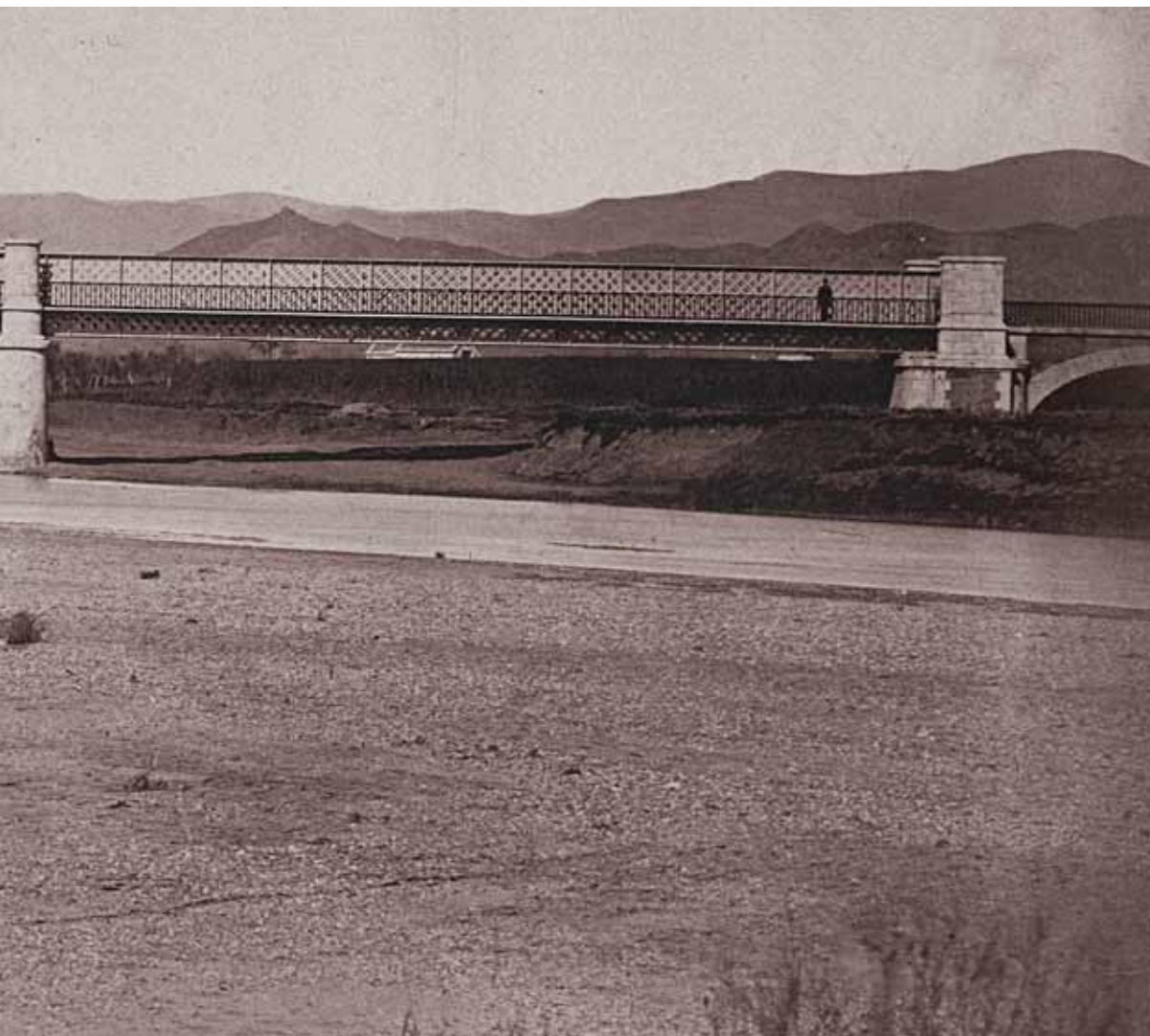




hallarán atraídos por la sucesión de los más hermosos paisajes [...] Bajo el punto de vista científico, esta admirable construcción es más de notar por la reunión de la ligereza y de la economía de material, que por la elegancia de las formas y la belleza de ejecución». Con los datos técnicos se da también el nombre del ingeniero que lo proyectó, M. T. W. Kennard, socio de Warren en la patente de este tipo de viga, habiendo participado igualmente el ingeniero Lidell y «el profesor Gordon».

En 1858, la misma *Revista de Obras Públicas* publicaba un escueto pero interesante artículo sobre el puente de Crumlin, reproduciendo el puente y los detalles constructivos del mismo, artículo anónimo, pero que bien pudiera deberse al propio Saavedra, quien al año siguiente comentaba las características de la viga Warren-Kennard para puentes metálicos: «Estas vigas han sido muy usadas por muchos de los más eminentes ingenieros y constituyen o forman el princi-

for the Crumlin viaduct built in Wales between 1853 and 1857. At the time (1857), Eduardo Saavedra translated a report in the *Illustrated London News* for the readers of the *Revista de Obras Públicas* which gave not only technical information, but also mentioned other nuances that appeal to our esthetic sense. We quote it here because that was the sensation produced in observers of those metal structures that seemed condemned to serve only as the mere supports of a means of transportation, without receiving any direct attention whatsoever: “passengers and lovers of natural beauty will be grateful for the healthy enjoyment it adds to the countryside, while men of science will look upon this construction as one of the most beautiful examples of engineering works carried out in this age of mechanical triumphs; and those looking for an excuse to take a trip will thank us for calling their attention



Antiguo puente metálico de Las Mellizas sobre el río Guadalhorce, en el municipio de Álora, en Málaga, 1860

to the greae work at Crumlin, as they will find themselves attracted to its succession of the most handsome landscapes... From a scientific standpoint, this admirable construction is more remarkable for its combination of lightness and economical use of materials than for the elegance of its forms or its beautiful executions..." The technical data are accompanied by the name of this viaduct's designer, M.T.W. Kennard, who was Warren's partner in the patent for this type of truss, with the equal participation of the engineer Lidell and "professor Gordon."

In 1858, that same *Revista de Obras Públicas* published a brief by interesting article on the Crumlin bridge, reproducing the bridge and details of its construction. This anonymous article may well have been written by Saavedra as well. The following year, he commented on the characteristics of the Warren-Kennard truss for use on metal bridges: "These trusses have been much used by many of the most eminent engineers and constitute or form the main character of some of the most important works executed in our time. They offer the three desired conditions of rigidity, lightness and economy, combining the special advantages of rigid beams and suspension chains, so their superiority for use on the railways is clear. Moreover, the leading authorities on such matters consider them the best choice for spanning large gaps, both for economic and practical reasons." Even today, they are probably the most frequently used.

We have called the readers attention to this information because, in the eighteen fifties and even more so in the eighteen sixties, large railway viaducts were built in Europe using the new latticework trusses on metal pillars. These include the spectacular Grandfey viaduct (1862) that crosses the Sarine River on the Bern-Lausanne line (Switzerland); and the long series built in France by the firms of Eiffel (the Busseau-sur-Creuse Viaduct, 1864), Fives-Lille (the Bellon


pal carácter de algunas de las obras más importantes que han sido ejecutadas en esta época. Reuniendo las tres condiciones apetecidas de rigidez, ligereza y economía; estando combinadas con ellas las ventajas especiales de las vigas rígidas y de las cadenas de suspensión, es evidente su superioridad para emplearlas en los ferrocarriles. Es además la opinión de las primeras autoridades en la materia, que tanto económica como facultativamente son las más a propósito para salvar grandes vanos». Hoy, probablemente, siguen siendo las más utilizadas.

Hemos llamado la atención sobre estos datos porque en la década de 1850, pero sobre todo durante la de 1860, se levantaron en Europa los grandes viaductos ferroviarios con las nuevas vigas en celosía sobre pilares, igualmente metálicos, como el espectacular de Grandfey (1862) sobre el río Sarine (Suiza), en la línea Berna-Lausana, o la larga serie que en Francia construyeron las casas

Eiffel (Viaducto de Busseau-sur-Creuse, 1864), Fives-Lille (Viaducto de Bellon, 1869) y Cail (Viaducto de Bouble, 1869), estas dos últimas compañías tan vinculadas a las construcciones de viaductos ferroviarios en España durante la segunda mitad del siglo XIX, mientras que la casa Eiffel estuvo especialmente presente en Portugal.

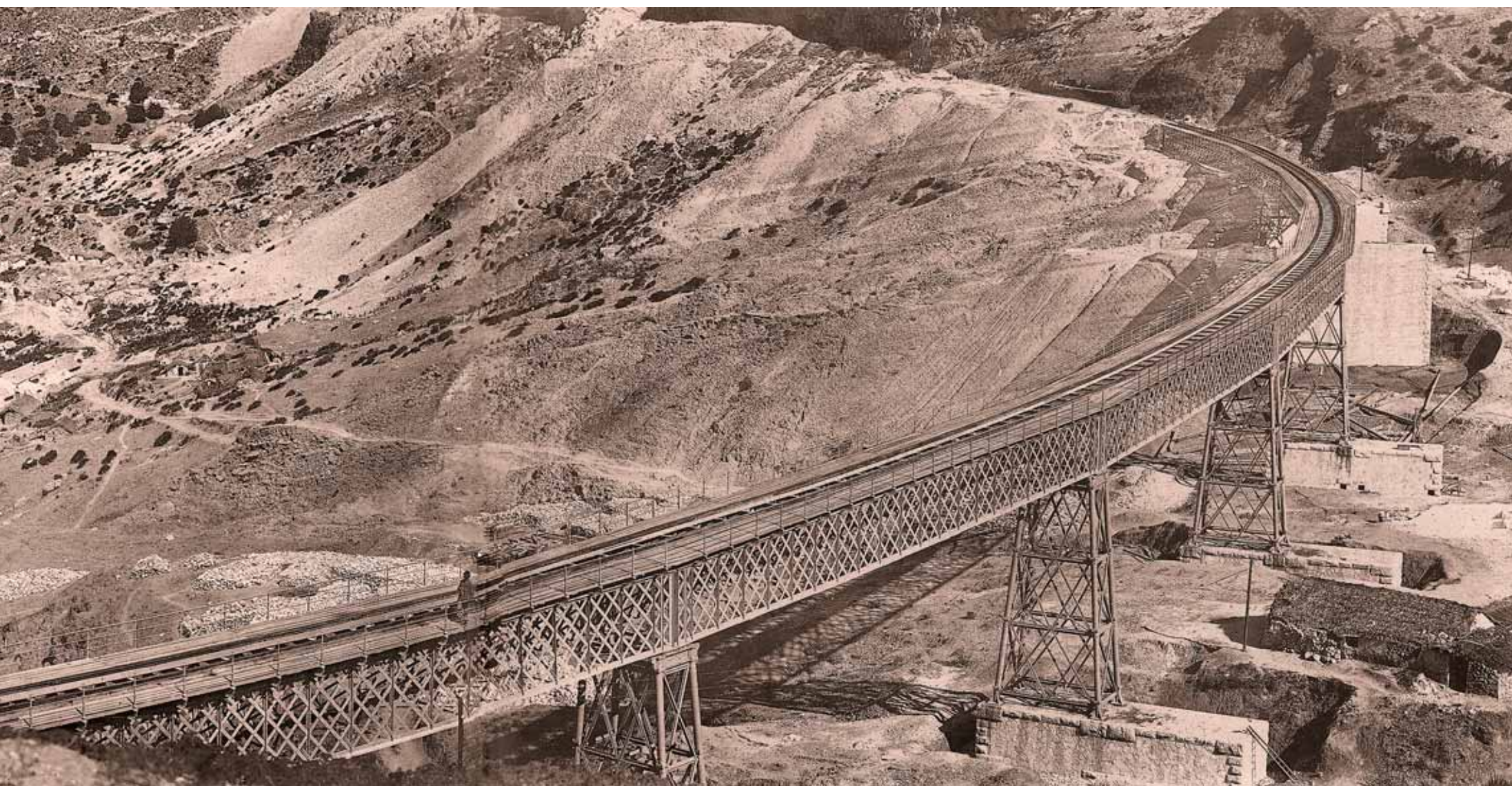
Fue durante esta misma década de 1860 cuando entre nosotros aparecieron los viaductos sobre vigas en celosía, siempre más modestos que cualquiera de los nombrados, pues dudaban aún nuestros ingenieros sobre su viabilidad, aunque también está por estudiar este capítulo. Fue Pablo Alzola y Minondo uno de sus defensores, tras la evolución que experimentaron sus ideas al respecto desde que proyectara uno de los primeros puentes en celosía de cierta entidad en España, como fue el que salvaba el Guadalhorce (1863), en la carretera de Málaga a Cádiz. Su construcción, contratada con la casa Lasnier de Lyon (Francia), se ultimó en 1869 coincidiendo con la terminación de su *Teoría del cálculo de las vigas rectas*, que comienza así: «La extraordinaria aplicación que han tenido desde hace algunos años los puentes de hierro de vigas rectas, ha hecho que los ingenieros hayan considerado uno de los problemas más interesantes de su profesión el cálculo de las dimensiones de la mismas». Dos años más tarde aparecía su memoria sobre el citado puente sobre el Guadalhorce en el que reconocía que «cuando redactamos este puente, en 1863, no conocíamos tratado alguno en que se hubiese estudiado el problema del cálculo de las vigas americanas», iniciando así un discurso altamente interesante sobre las vigas de celosía, con independencia de que aquel análisis se hiciera ahora sobre un puente de carretera en lugar de sobre un viaducto ferroviario. El puente de Alzola quedó recogido por la cámara de José Spreafico (1867) en la que él mismo aparece en un primer plano.

Gracias a estos fotógrafos conocemos el aspecto de los primeros y desaparecidos viaductos ferroviarios de la década de 1860 así, el propio Spreafico nos dejó una espectacular vista de uno de los viaductos desaparecidos de la línea de Córdoba a Málaga, hoy desmantelada en parte, que pertenecen a una serie de puentes construida en 1865. El que fotografió sobre el Guadalquivir es una verdadera viga cajón sobre pilas cilíndricas, a modo de puente tubular, por dentro del cual discurría el tren. El puente de Lérida (1860) captado por Clifford, sobre pilas de fábrica; el de Castronuño sobre el Duero, de cinco tramos que se apoyan en pilas cilíndricas metálicas,



Viaduct, 1869), and Cail (the Bouble Viaduct, 1869). The latter two companies were also closely linked to the construction of railway viaducts in Spain during the second half of the nineteenth century, while the firm of Eiffel was especially present in Portugal.

It was also in the eighteen sixties that viaducts on latticework trusses began to be built in Spain. They were always more modest than any of the ones listed above, as our engineers still had doubts about their viability—although this part of our history has yet to be studied. One of the Spanish proponents of these structures was Pablo Alzola y Minondo, whose ideas had evolved since he designed one of the first



en la línea de Medina del Campo a Zamora (1864) y recogido por Laurent y el de las Rochelas o Roixellas (1863), en la línea Tarragona a Montblanc, sobre pilas armadas con sencillas cruces de San Andrés y basamento de fábrica, fotografiado por José Martínez Sánchez, colaborador de Laurent y asociado a él en esos años, son algunos de estos ejemplos aún por estudiar y localizar en los que debieron intervenir constructoras francesas y, muy probablemente, algunas de las mencionadas que se quedaron en España ante la fuerte demanda que se iba a producir por la ineludible necesidad de extender su corta red ferroviaria. A título comparativo, se pueden traer aquí los datos que recoge José Gil y Montaña en su *Historia de los ferrocarriles desde su*

Viaducto de El Chorro en la provincia de Málaga, 1865



Puente de las Rochelas, en Tarragona, en la línea de ferrocarril de Lérida a Reus y Tarragona, 1863

Puente de Sariñena sobre el río Alcanadre, en Huesca, hacia 1891

latticework bridges of any importance in Spain. This was the bridge spanning the Guadalhorce River (1863) on the road from Malaga to Cadiz. Its construction was contracted to the firm of Lasnier, from Lyon (France). It was completed in 1869, the same year Alzola published his *Teoría del Cálculo de la vigas rectas* (“Theory of the Calculus of Straight Trusses”), which begins: “The extraordinary application that straight-truss iron bridges have had in recent years has led engineers to consider one of the most interesting problems of their profession: the calculation of their dimensions...” His report on the bridge over the Guadalhorce appeared two years later, and there he admitted that “when we designed this bridge in 1863, we knew of no treatise whatsoever containing a study of the problem of calculating American trusses...” That was the beginning of an extremely interesting disquisition on latticework trusses, regardless of the fact that it was applied to a road bridge rather than a railway viaduct. Alzola’s bridge was captured by José Spreafico’s camera in 1867, and he himself appears in the foreground.

Thanks to those photographers, we know how the first, now-lost, railway viaducts from the eighteen sixties looked. Indeed, Spreafico himself left us a spectacular view of one of the now-lost viaducts on the Cordoba-Malaga line—now partially dismantled—that belonged to a series of bridges built in 1865. That one, which spanned the Guadalquivir River, was a true box truss on cylindrical pilings—a sort of tubular bridge through which the train passed. The bridge at Lerida (1860) photographed by Clifford, stood on masonry piles, and the Castronuño viaduct that crossed the Duero River on the Medina del Campo-Zamora line (1864) had five sections resting on cylindrical metal pilings, as can be seen in the photo by Laurent. The las Rochelas or Roixellas viaduct (1863) on the Tarragona-Montblanc line was photographed by José Martínez Sánchez, a collaborator and associate

establecimiento en diferentes naciones hasta nuestros días (Barcelona, 1966), de tal modo que, mientras en 1865 Inglaterra contaba con más de veinte mil kilómetros de vías y Francia con trece mil holgados, en España no llegábamos a cuatro mil quinientos kilómetros.

A esta misma década de 1860 debe corresponder el magnífico testimonio fotográfico del puente de Sariñena (Huesca) sobre el Alcanadre en el que el propio tren se detiene para posar ante la cámara, mostrando la imponente viga de celosía con paso superior. Este viaducto se debió construir hacia 1861 o poco más, cuando la Compañía de Ferrocarriles del Norte hizo la línea Zaragoza-Lérida que comunicaba con lo ya ejecutado entre Lérida y Barcelona. Se trataba de un puente de tres tramos, dos con veinte metros de luz y el central de sesenta y cinco, uno de los de mayores luces en celosía de ese momento. Este es el puente que las tropas de Antonio Dorregaray, general en jefe del Ejército del Centro, destruyeron en parte durante la tercera guerra carlista. *La Ilustración Española y Americana* recogía la noticia en agosto de 1875 del siguiente y expresivo modo: «Los carlistas, para intentar la destrucción de tan excelente obra de fábrica y de arte, levantaron la vía en el último tramo y lanzaron desde Sariñena un tren de 25 coches, con tres máquinas a la cabeza y una en el extremo opuesto, a todo vapor y abiertos los reguladores: el tren cayó sobre la vía,



rompió las traviesas de hierro, chocó espantosamente contra el último estribo, y rodó, por fin, en gran parte debajo del puente... Consecuencia de este hecho vandálico ha sido la destrucción de un material inmenso y costoso, y la interrupción del tráfico por la vía», que era lo que las fuerzas carlistas buscaban. El puente quedó dañado en el lado de Lérida donde hubo que reparar un tramo de veinte metros, pero volvió a sufrir nuevos e importantes daños en la fuerte riada que tuvo lugar en octubre de 1879, no reconstruyéndose hasta 1883 según el nuevo proyecto del ingeniero Joaquín Pano y Ruata (1849-1919) que tantos puentes levantó en Aragón.

of Laurent during that period. It was held up by pilings reinforced with simple "X" bracings, standing on masonry bases. These, then, are some of the examples still to be studied and located. They must have involved French builders, some of whom very likely stayed in Spain because of the strong demand arising from the inevitable need to extend its short railway network. As a comparison, we could offer data here that José Gil y Montaña includes in his *Historia de los Ferrocarriles desde su establecimiento en diferentes naciones hasta nuestros días* ("A History of the Railways from their Establishment

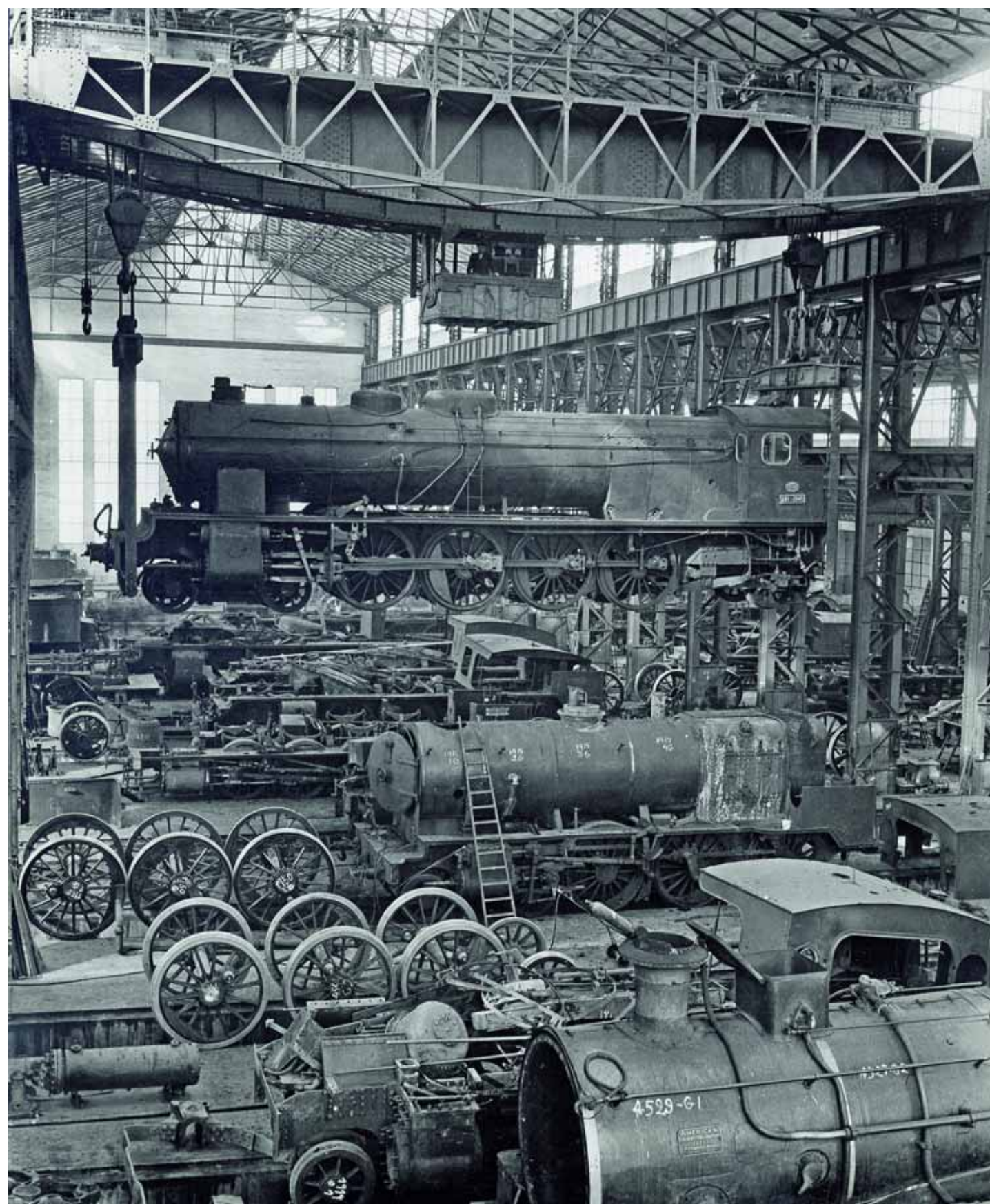


Talleres de la Maquinista Terrestre y Marítima, detrás de los cuales puede verse su obra más emblemática, la estación de Francia

in *Different Nations to the Present Day*” Barcelona, 1966): in 1865, England had more than twenty-thousand kilometers of rails and France, over thirteen thousand. Spain had less than four thousand five hundred kilometers of rails at that time. A magnificent photograph of the Sariñena Bridge over the alcandre River (Sariñena) must also date from the eighteen sixties. Even the train stops to pose for the camera in this photo that shows the bridge’s imposing latticework truss with an upper passage. That viaduct must have been built around 1861, or not much later, when the Compañía de Ferrocarriles del Norte built its line from Saragossa to Barcelona. It was a three-section bridge. The outer sections spanned twenty meters each, and the central section, sixty-five, making this one of the longest latticework spans of its time. This is the bridge partially destroyed by troops under the command Antonio Dorregaray, Commander in Chief of the Central Army during the Third Carlist War. *La ilustración Española y Americana* (“Spanish and American Illustration”) reported its destruction in August of 1875 in the following expressive manner: “The Carlists, in their effort to destroy such an excellent work of building and art, removed the rails from the final section and sent a 25-car train—with three locomotives at the head and one at the tail— across it from the Sariñena side, with a full head of steam and all the regulators wide open. The train ran off the tracks, broke the iron crossbeams and smashed into the final abutment in a horrible manner, finally rolling a considerable distance beneath the bridge. The outcome of this vandalistic act is the destruction of immense and costly material and the interruption of traffic on that line.” Of course, that is just what the Carlist forces wanted. The bridge was damaged on its Lerida side, where a length of twenty meters had to be repaired, but it suffered new and significant damage when the river overflowed in October 1879. Nothing was done until 1883, when it was rebuilt on a new design

La mayor parte de estos primeros puentes en celosía fueron construidos por empresas extranjeras. Hubo que esperar a que la industria española se animara para acometer la construcción no sólo de locomotoras y raíles, sino también de los propios viaductos ferroviarios. Ese es el papel que juega en el panorama industrial de nuestro país la actividad desbordante y sostenida de La Maquinista Terrestre y Marítima de Barcelona que, además de algunos de los puentes vistos más arriba, construyó importantes viaductos ferroviarios y las primeras y mejores locomotoras de vapor que se construyeron en España, que hasta entonces dependían en ésto de la industria extranjera. Si anteriormente me he referido a la firma Bonaplata, querría destacar ahora la importancia de La Maquinista Terrestre y Marítima de Barcelona que, sin duda, se convirtió en la primera firma de construcciones metálicas del país, por encima de Bonaplata (Sevilla), Asins y Jareño (Madrid), Zorroza (Bilbao), Fábrica de Mieres (Asturias) y Moneo (Salamanca), entre otras. A modo de breve historia,

Interior de la nave de montaje
de los talleres de San Andrés, de
La Maquinista Terrestre y Marítima,
en Barcelona



recordaremos que el origen de la compañía barcelonesa está en la primera casa fundada en 1838 con el nombre de La Barcelonesa y que luego cambió por el de Tous, Ascacibar y Cía; hasta que se unió con los talleres creados en 1844 por Valentín Esparó, constituyéndose finalmente, en 1856, en sociedad anónima con el nombre de La Maquinista Terrestre y Marítima. Se trasladó entonces a los nuevos edificios levantados en la Barceloneta donde permaneció hasta que, en 1920, se trasladó a San Andrés. Como de su nombre se desprende, fabricó todo tipo de máquinas de vapor, turbinas, calderas, generadores de vapor, etcétera, centrándonos aquí en su actividad «terrestre», más que en su interesante y larga trayectoria en la producción «marítima». En 1871 comenzó a construir viaductos para el ferrocarril de San Juan de las Abadesas, y en 1883 decidió fabricar locomotoras, primero muy modestas pero luego en abierta competencia con Parent Schaken, Creusot y Cail, llegando a construir las famosas locomotoras Santa Fe del tipo 1-5-1 (bisel, cinco ejes y eje portador), que se contarían entre las máquinas de vapor más potentes de Europa.

Pero de sus talleres no sólo salieron máquinas, sino también imponentes estructuras metálicas para los mercados barceloneses, o los formidables viaductos de ferrocarril, que son los que ahora nos interesa recordar. Todavía está por hacer el estudio y balance de la actividad de La Maquinista en este ámbito. Desde que construyera los primeros viaductos del ferrocarril de San Juan de las Abadesas hasta que realizara el viaducto sobre el Francolí, en la línea de Reus a Barcelona (1884), o el sorprendente viaducto Pontevedra, en Redondela (Pontevedra), proyectado por el ingeniero Luis Wirtz (1890), esta compañía construyó una magnífica colección de viaductos, algunos de ellos todavía en servicio, como el mencionado de Pontevedra, que mantiene la muy vieja solución de pilas metálicas, y que no hay que confundir con el vecino viaducto Madrid, construido por la compañía francesa Fives-Lille (1872), y hoy fuera de servicio, restaurado en el año 2000 como verdadero patrimonio cultural que es, identificado con la población, al margen de que ya no pase el tren por él, como tampoco el acueducto de Segovia lleva hoy agua a la ciudad.

Algo semejante sucede con el magnífico viaducto de Ormaiztegui (Guipúzcoa), en la línea de Madrid-Hendaya que explotaba la Compañía de Caminos de Hierro del Norte, si bien desde 1996 ha sido relevado de sus funciones por un moderno viaducto que corre junto a él. Es un viaducto en

by engineer Joaquín Pano y Ruata (1849-1919), who put up so many bridges in Aragon.

Most of the first latticework bridges in Spain were built by foreign firms, as Spanish companies did not get involved until they had already taken on the task of manufacturing locomotives and rails. That was the role played in Spain's industrial complex by the overflowing and sustained activity of La Maquinista Terrestre y Marítima de Barcelona, which not only made some of the bridges mentioned above, but also built important railway viaducts, as well as the first and best steam locomotives manufactured in Spain. Until then, Spain had been entirely dependent on foreign industry in that sector. Having already discussed the Bonaplata company, I would now like to emphasize the importance of La Maquinista Terrestre y Marítima of Barcelona, which unquestionably became the leading metal-construction firm in Spain, over and above Bonaplata (Seville), Asíns y Jareño (Madrid), Zorroza (Bilbao), Fábrica de Mieres (Asturias) and Moneo (Salamanca), among others. We can begin our brief history by noting that the company's origins are in the first firm founded in 1838 under the name La Barcelonesa, which was later changed to Tous, Ascacibar y Compañía. They then merged with the workshops created in 1844 by Valentín Esparó, and finally, in 1856, they incorporated as La Maquinista Terrestre y Marítima. This involved moving to new offices built in la Barceloneta, where they remained until 1920, when they moved to San Andrés. As their name indicates, they made all kinds of steam engines, turbines, boilers, steam generators, and so on. Here, we are interested in their "terrestrial" activity, but their "maritime" work was no less considerable. They began building railway viaducts in 1871 for the San Juan de las Abadesa railway. In 1883, they decided to manufacture locomotives. At first these were quite modest, but they later competed openly with Parent, Schaken, Creusot et Cail, making

celosía múltiple construido en los talleres de la Société de Construction des Batignolles, de París, que es el nuevo nombre que tomó la sociedad creada en 1846 por Ernest Goüin y para la que trabajaba el ingeniero francés Alexander Lavalley, que vino a Ormaiztegui a montar el viaducto. Su inauguración tuvo lugar el 15 de agosto de 1864, por tanto pertenece a la primera generación de viaductos de la década de 1860 a la que se ha aludido más arriba, si bien el que hoy vemos es el restaurado tras la Guerra Civil, cuando se le añadieron cinco antiestéticos soportes intermedios de hormigón. Con sus doscientos ochenta y seis metros de longitud goza hoy de la consideración de monumento y, como tal, de protección. Su elegancia original quedó recogida para siempre en el conocido lienzo de Darío Regoyos (1896), hoy en una colección particular madrileña, así como en una magnífica foto de Spreafico que se conserva en Patrimonio Nacional.

Pero volviendo a La Maquinista, resumiremos su formidable actividad transcribiendo el párrafo que le dedicó en 1887 la revista *Anales de la Construcción y de la Industria*, donde dice que, hasta aquella fecha: «Había construido puentes cuya longitud sumaba seis mil kilómetros, de los que 1.032 metros correspondían a puentes metálicos para el Estado, 1.902 para el ferrocarril y minas de San Juan de las Abadesas, 152 metros para los puentes de los ferrocarriles de Tarragona a Barcelona y Francia, 206 metros para los de la línea de Medina del Campo a Zamora y de Orense a Vigo, 822 para los ferrocarriles directos de Madrid y Zaragoza a Barcelona, 80 metros para el de Cuenca a Valencia y Teruel».

El alto número de encargos, la exigencia de acortar los plazos de entrega y la mejora de la producción obligaron a La Maquinista a ampliar sus talleres y a reorganizar sus secciones en 1912. En aquel año la compañía MZA (Madrid-Zaragoza-Alicante) le compró cuatro mil vagones de mercancías y le encargó otros dos mil, lo que puede dar idea de la capacidad de producción de La Maquinista. Pero volviendo a los viaductos, recordaremos que la misma compañía le encargaba, en febrero de 1913, el de Vadollano (Jaén) en la línea de Manzanares a Córdoba, explotada por MZA. Si mencionamos de un modo particular este encargo es porque el viaducto de Vadollano sobre el río Guarrizas, en la línea de Manzanares a Córdoba, había sido construido en 1866 por la casa francesa Parent, Schacken, Cail y Cía., con tres tramos de celosía sobre pilas mixtas de hierro y fábrica que fue necesario revisar, ya en nuestro siglo XX, adjudicándose entonces

the famous Santa Fe 2-10-2 type locomotives (two leading wheels, ten driving wheels, two trailing wheels) which were some of the most powerful steam locomotives in Europe.

But not only machines came out of their workshops; they also made imposing metal structures for Barcelona's markets, and the formidable railway viaducts that interest us here. There has yet to be a study and evaluation of La Maquinista's activities in this field, but from the first railway viaducts at San Juan de las Abadesas to the viaduct over the Francolí on the Reus-Barcelona line (1884), or engineer Luis Wirtz's surprising Pontevedra Viaduct at Redondela (Pontevedra, 1890), this company built a magnificent collection. Some of them are still in service today, including the one at Redondela, in Pontevedra, which retains the very old solution of metal pilings and shouldn't be confused with the neighboring Madrid Viaduct constructed by the French Fives-Lille Company (1872). The latter is now out of service, but was restored in the year 2000 in recognition of its true status as cultural patrimony. It is identified with the town, even though trains no longer cross it, just as water no longer flows through Segovia's aqueduct.

Something similar occurs with the magnificent viaduct at Ormaiztegui (Guipuzcoa), on the Madrid-Hendaya line run by the Compañía de Caminos de Hierro del Norte. It has not carried traffic since a modern viaduct was built alongside in 1996. It is a multiple-lattice-work viaduct manufactured in the workshops of the Société de Construction des Batignolles in Paris, which was the new name of the company created in 1846 by Ernest Goüin. One of its employees, the engineer Alexandre Lavalley, came to Ormaiztegui to assemble the viaduct. It was inaugurated on 15 August 1864 and thus belongs to the first generation of viaducts from the eighteen sixties, mentioned above. The one we can see today was restored after the Civil War, when it received five

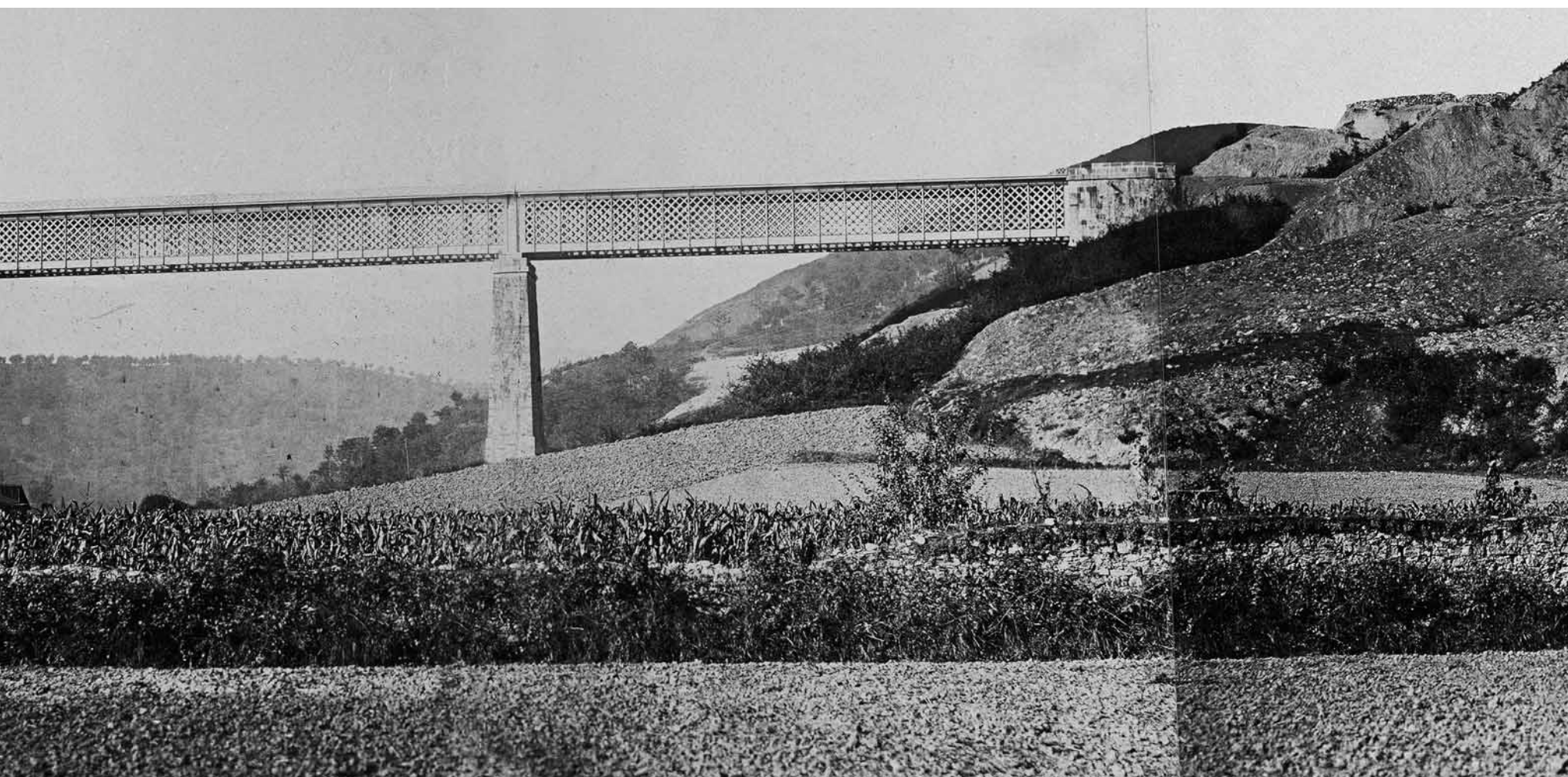


la obra a La Maquinista, que hizo de fábrica todos los pilares y cambió las antiguas vigas de celosía enrejillada por vigas del tipo Linville, otra viga «americana» cuya patente había registrado hacia 1863 Jacob H. Linville, ingeniero jefe de la Keystone Bridge Company, cuyo diseño se había extendido con rapidez también por Europa. El viaducto de Vadollano suma en total ciento cuarenta y seis metros de longitud y es un ejemplo del creciente protagonismo de la industria española que, sin embargo, no podía atender a la fuerte demanda de las distintas compañías que explotaban las diferentes concesiones de las líneas ferroviarias, por lo que seguirán apareciendo en el mundo de las subastas y contratas casas belgas y francesas principalmente.

Para finalizar con la relación de obras producidas por La Maquinista, mencionaremos el viaducto sobre el Guadalquivir, cerca de Lora del Río (Córdoba), en el punto kilométrico 82,561 de la línea de Córdoba a Sevilla, también explotada por la compañía MZA. De nuevo se trataba

tasteless concrete intermediate supports. Today its two-hundred-eighty-six meter length and original elegance are the object of consideration and protection as a monument that was immortalized in its day in Darío Regoyo's well-known painting (1896), now in a private collection in Madrid, as well as in a magnificent photo by Spreafico now in the collection of Patrimonio Nacional.

Returning to La Maquinista, we can summarize its formidable activity by transcribing the paragraph that the magazine *Anales de la Construcción y de la Industria* ("Annals of Construction and Industry") dedicated to it in 1887. It states that, up to then "It had constructed bridges whose length adds up to six kilometers, of which 1,032 meters are of metal bridges built for the State, 1,902 for the railways and mines of San Juan de las Abadesa, 152 meters for the railway bridges of from Tarragona to Barcelona and France, 206 meters for those on the Medina



de una sustitución, pero con matices añadidos, pues no sólo había que sustituir el viejo puente metálico de vigas de alma llena sobre pilas cilíndricas, que debía datar de 1859 aproximadamente, cuando se trazó la línea Córdoba-Sevilla, sino que había que construir sobre el lecho del Guadalquivir pilas de fábrica para los cinco tramos de la nueva doble vía. La Maquinista utilizó también aquí las vigas de celosía tipo Linville cuyo lanzamiento o empuje tuvo lugar en 1929, recorriendo desde los estribos cada una de las pilas hasta cubrir los doscientos cincuenta metros de longitud que tiene el viaducto.

Mientras La Maquinista construía este viaducto sobre el Guadalquivir, en la sección de puentes se estaba preparando asimismo el que salvaría el ancho cauce del Guadiana (1927), en la línea Mérida-Sevilla, y a cuyo alcance quedaban los nobles arcos del acueducto de los Milagros, en Mérida, de modo que nos encontramos ante dos bellas obras de ingeniería que matizan

Viaducto de Ormaiztegui, en la línea de Madrid a Irún, en la provincia de Guipúzcoa, 1863

del Campo-Zamora and Orense-Vigo lines, 822 for the direct trains from Madrid and Saragossa to Barcelona, 80 meters for the line from Cuenca to Valencia and Teruel...”

By 1912, the high number of commissions, the demand for rapid completion and delivery, and improvements in production obliged La Maquinista to enlarge its workshops and reorganize its sections. That year, the MZA Company (Madrid-Saragossa-Alicante) bought four thousand cargo cars from them, and ordered two thousand more,



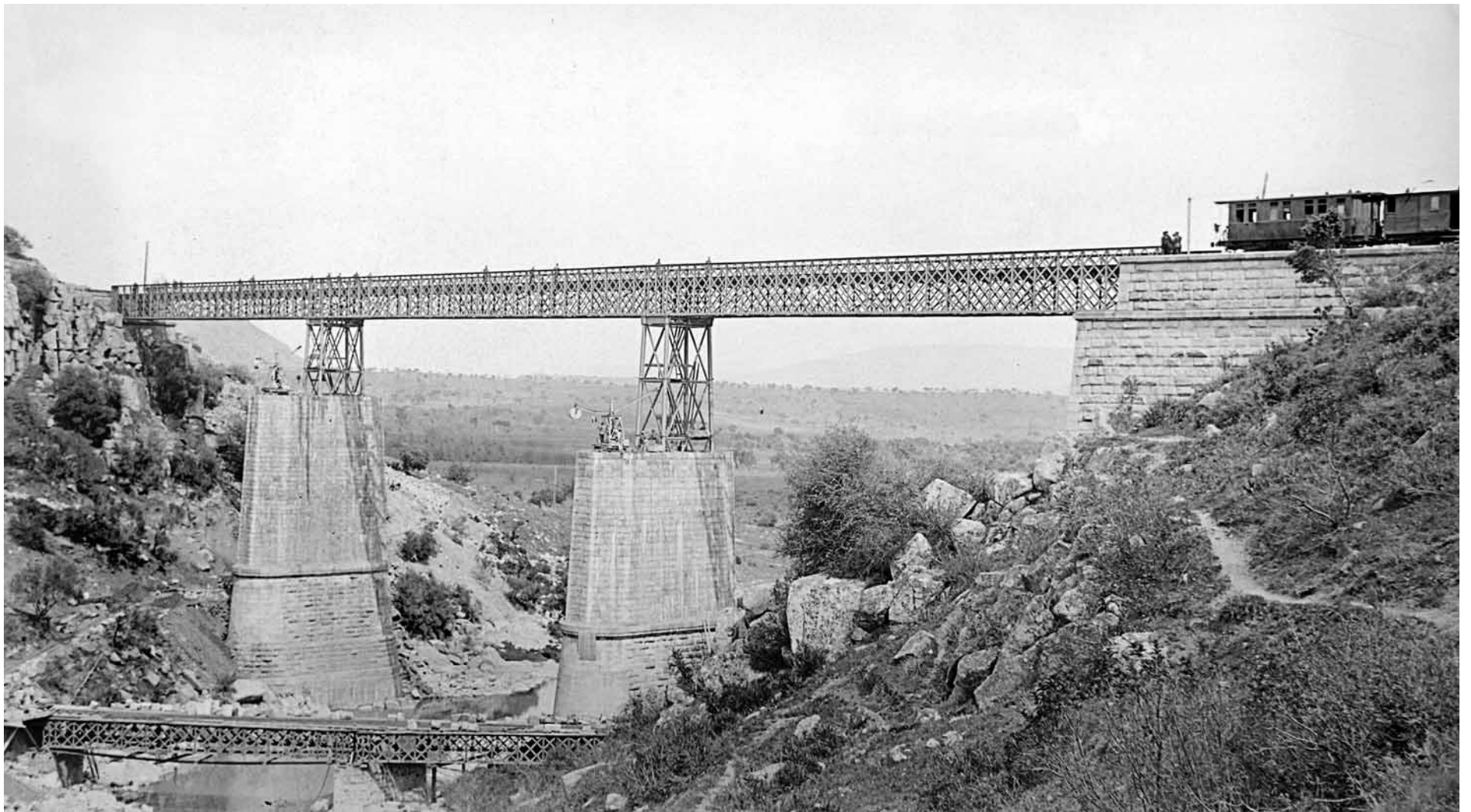
Lanzamiento de la primera pila del puente Guadalquivir II, a su paso por Lora del Río, en la línea Alcázar de San Juan a Sevilla, 1859

Detalle del segundo lanzado del puente Guadalquivir II. En la viga de celosía se lee «Talleres de E. Grasset y Cía Madrid»



which gives us an idea of La Maquinista's production capacity. But, returning to the viaducts, we should recall that, in February 1913, the same company commissioned La Maquinista to make one at Vadollano (Jaén) on the Manzanares-Cordoba line, which was also run by MZA. If we single out this commission, it is because the Vadollano viaduct that spanned the Guarrizas River on the Manzanares-Cordoba line had been constructed in 1866 by the French firm, Parent, Schaken, Cail et Compagnie, with three latticework sections on combined iron and masonry pilings. It had to be reconsidered in the twentieth century, and the new design was awarded to La Maquinista, that made all the pillars of masonry and replaced all the old barred latticework trusses with Linville trusses. The latter was another "American" truss patented around 1863 by Jacob H. Linville, the Chief Engineer of the Keystone Bridge Company. His design quickly spread throughout Europe. The Vadollano viaduct has a total length of one hundred forty six meters and is an example of the growing importance of Spanish industry. Still, it was not yet able to meet the burgeoning demand of the different companies running railway concessions. As a result, Belgian and French firms, for the most part, continued to appear in the world of tenders and contracts.

To conclude this review of La Maquinista's works, we should mention the viaduct that spans the Guadalquivir near Lora del Río (Cordoba), at kilometer 82.561 on the Cordoba-Seville line, which was also run by the MZA Company. Once again, this was to replace an earlier bridge, but there were some added details. The old solid-beam metal bridge on cylindrical pilings dated from about 1859, when the rails were laid between Cordoba and Seville. The new bridge, however, was to have five sections for the new double line, requiring the construction of masonry pilings on the bed of the Guadalquivir. La Maquinista installed the bridge in 1929, again using Linville latticework trusses,



el paisaje desde dos momentos distintos. Aquel mismo año La Maquinista conoció la cota más alta de su historia, pues entregó hasta setenta y seis locomotoras para las compañías MZA, Ferrocarriles del Norte y Ferrocarriles Andaluces, lo que hacía, como ya se ha dicho anteriormente, que no tuviera rival en nuestro país y que frenara la presencia extranjera.

El hecho de trabajar para la poderosa MZA fue sin duda determinante y creo que explica que La Maquinista interviniera también en otros muchos aspectos, por ejemplo poniendo a prueba la capacidad de sus ingenieros, como sucedió ante el accidente sin víctimas que tuvo lugar en uno de los viaductos sobre el río Matarraña, el 20 de julio de 1931. En esta fecha, en la línea de Zaragoza a Caspe, a cargo de la compañía MZA, que cruza obligadamente hasta cuatro veces el río Matarraña sobre viaductos en celosía hoy sustituidos por otros de hormigón, y que atraviesa también

Puente de Vadollano sobre el río Guarrizas, en Jaén, en la línea de Manzanares a Córdoba, 1866

which ran from the abutments to each of the pilings, until they spanned the two hundred-fifty meters of the viaduct's total length.

While La Maquinista was building this viaduct over the Guadalquivir, its bridge department was also preparing one to span the broad bed of the Guadiana (1827) on the Mérida-Seville line near the noble arches of the Los Milagros aqueduct in Merida—two beautiful engineering works from different periods that both enhance the countryside. That same year, La Maquinista reached its zenith, delivering

túneles como el del antiguo punto kilométrico 148,850, en el límite de las provincias de Zaragoza y Tarragona, muy cerca de Fayón, cayó, sobre el puente que precede a dicho túnel, una roca desprendida de la montaña de Bugarreig, de estructura algo descompuesta pues está formada por piedra caliza y arcillas. El puente del «cuarto paso» constaba de tres tramos de vigas de celosía, uno de cincuenta y siete metros de luz y dos laterales de cuarenta y siete. La roca de treinta toneladas que cayó sobre uno de éstos desde una altura de sesenta metros, en un momento en el que, felizmente, no pasaba ningún tren, alcanzó de lleno a la pila-estribo situada a la entrada del túnel, y a su bóveda, rompiendo el apoyo de la viga inmediata que, caída en este lado, conservó sin embargo su asiento en la segunda pila, si bien rota y perdida su geometría. La necesidad de restablecer el servicio, cuyo tránsito se había desviado provisionalmente por Lérida para llegar a Barcelona desde Madrid, línea que explotaba la Compañía del Norte, hizo que los ingenieros de MZA construyeran en veintiocho días un paso provisional, montando una viga que se apoyaba en unos potentes castilletes de madera, tan usuales entonces en la construcción de viaductos de ferrocarril para plataformas auxiliares durante la sustitución de vigas, ripado, izado de materiales y demás intervenciones. La prueba de carga se hizo con una potente locomotora de la serie 1700 que fabricaba La Maquinista Terrestre y Marítima, a la que la compañía MZA tenía como proveedora preferente, por lo que no sería extraño que los viaductos en hierro sobre el Matarraña (1893) tuvieran la misma procedencia barcelonesa. El 28 de agosto de 1931 se restablecía el servicio en la línea de Zaragoza a Barcelona por Caspe, mientras se estudiaba el modo de proteger la entrada al túnel para que no volviera a suceder algo semejante, para lo cual se construyó una nueva pila y una fuerte bóveda de hormigón que salía al paso del tren. El nuevo tramo metálico se terminó a finales de 1933. La secuencia fotográfica del proceso es del máximo interés.

Terminaremos este capítulo recordando tres viaductos con nombre propio: el internacional sobre el Miño en Tuy; el del Salado, en la línea Linares-Almería y el menos conocido de Santa Ana, en la línea Alicante-Denia, este último como ejemplo de viaducto de vía estrecha. De los puentes que unen nuestra red ferroviaria con la de Portugal se conservan dos en muy diferente estado, el llamado Puente Internacional de Salamanca, en el término municipal de La Fregeneda, hoy fuera de uso, y el también internacional de Tuy (Pontevedra). El primero, sobre el Águeda,

Puente de Mérida sobre el río Guadiana, en Badajoz, en la línea de ferrocarril de Mérida a Sevilla, 1879

as many as seventy-six locomotives to the MZA company, Ferrocarriles del Norte and Ferrocarriles Andaluces. Thus, as we commented above, they were unrivaled in Spain, and even slowed the foreign presence there. The fact that they worked for the powerful MZA was undoubtedly a determining factor, and I believe it explains why La Maquinista also took part in many other operations, putting the capacity of its engineers to the test, as happened in the victimless accident at Matarraña on 20 July 1931. The Saragossa-Caspe line run by MZA has to cross the Matarraña as many as four times. At that time, in 1931, it did so on latticework viaducts that have since been replaced with concrete ones. It also ran through tunnels, including the one at the former kilometer marking 148.850 on the border between the provinces of Saragossa and Tarragona, very near Fayón. On that day, a somewhat loosely packed thirty-ton limestone-and-clay boulder on Bugarreig Mountain came loose, falling sixty meters onto the “fourth crossing” bridge at the mouth of the tunnel. That bridge’s three sections were made of latticework trusses. The central section spanned fifty-seven meters and the two lateral ones, forty-seven each. Happily, no train was passing at that moment, but the boulder fell directly onto the abutment piling and its vault at the mouth of the tunnel, breaking the support of the adjoining truss that fell on the same side, maintaining its seating on the second piling, but broken and out of kilter. The need to reestablish service—it was provisionally rerouted through Lerida, to get to Barcelona from Madrid on a line run by the Compañía del Norte—led MZA’s engineers to build a provisional crossing on a truss held by the sort of sturdy wooden scaffolding commonly used in railway viaducts for auxiliary platforms needed when replacing trusses, dragging and raising materials and so on. The load test was carried out with a powerful 1700-series locomotive made by MZA’s preferred supplier, La Maquinista Terrestre y Marítima. And it would



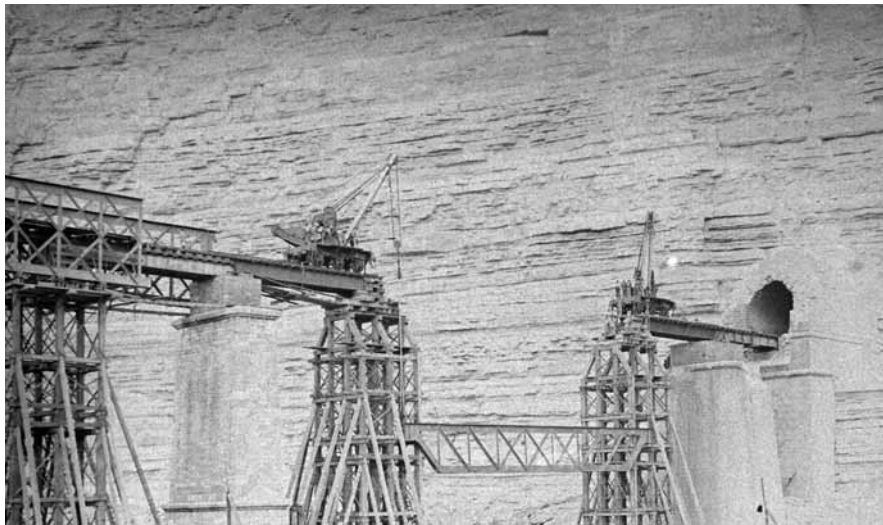
que vierte sus aguas en el Duero, allí donde prácticamente se convierte en río fronterizo, se inauguró el 8 de diciembre de 1887, permitiendo enlazar por ferrocarril Salamanca con Oporto. El proyecto se debió a los ingenieros portugueses Simões de Carvalho, Soares y Vieira, siendo igualmente portugués el capital aportado para su construcción por Henry Burnay que, pese a su apellido, era un rico banquero y empresario lisboeta de origen belga. Quizás este origen pudo pesar en la concesión de su construcción a la conocida compañía belga Société Anonyme Internationale de Construction et Entreprise de Travaux Publics de Braine-Le-Compte. El puente, con cinco vigas de celosía enrejillada, se encuentra en un paraje abrupto de gran belleza. Está fuera de servicio desde 1985 y parece observar con envidia el nuevo puente internacional para el tránsito rodado que, desde el año 2000, se levanta no muy lejos sobre el mismo río Águeda, con una moderna viga en arco tipo Warren.

come as no surprise if the iron viaducts over the Matarraña (1893) also came from Barcelona. On 28 August 1931, service was reestablished on the Saragossa-Barcelona line running through Caspe. Meanwhile, a means of protecting the tunnel entrance from a reoccurrence was being sought. A new piling and a strong concrete vault extending over the train crossing were built, and the new metal section was also completed in late 1933. The photographic sequence of this process is of maximum interest.

We will close this chapter with a look at three viaducts that each had its own proper name: the International Viaduct that spanned the Miño at Tuy, the Salado on the Linares-Almería line, and the less-known Santa Ana Viaduct on the Alicante-Denia line, which allows us to discuss a narrow-gauge viaduct. Of the iron bridges linking Spain's railway lines to those of Portugal, two have been conserved, though in very different



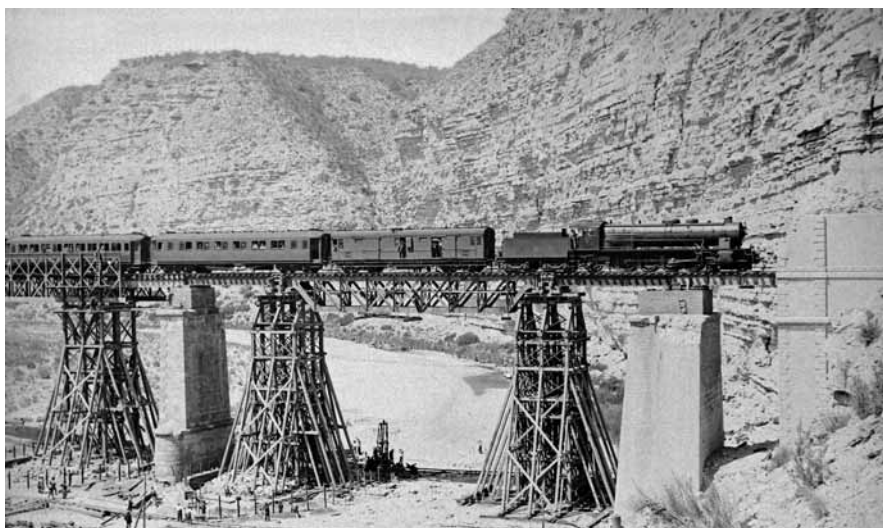
Rotura del pilar más cercano al túnel del viaducto Matarraña III, en la línea Zaragoza-Barcelona, 1893; subida de la primera viga, mediante dos grúas y paso del primer tren



states: the so-called Puente Internacional de Salamanca (“International Bridge of Salamanca”) in the municipality of La Fregeneda, and the equally international one in Tuy (Pontevedra). The first is no longer in use. It crosses the Águeda River that flows into the Duero almost exactly where it becomes the border. Inaugurated on 8 December 1887, it completed the railway link between Salamanca and Oporto. It was designed by the Portuguese engineers, Simões de Carvalho, Soares and Vieira and its construction was also underwritten by Portuguese capital put up by Henry Burnay who, despite his name, was a rich banker and entrepreneur from Lisbon, though of Belgian origin. Perhaps his origin influenced the concession of the building to a well-known Belgian company, the Société Anonyme Internationale de Construction et Entreprise de Travaux Publics de Braine-le-Compte (“Braine-le-Compte International Construction Corporation and Public Works Enterprise”). This bridge, with five barred-latticework trusses in an abrupt and very beautiful natural setting, has been out of service since 1985. Since the year 2000,

It turns an envious gaze at the new international bridge for vehicular transit that spans the same Águeda River with a modern arched Warren truss.

Construction began somewhat earlier on the international bridge that spans the deep and wide Miño River in the province of Pontevedra between Valença, Portugal and Tuy, Spain. It was inaugurated on 25 March 1886. Both bridges were studied by the same commission, whose Portuguese and Spanish members included engineer Luciano Simões Carvalho, Director of Construction for the Miño and Duero Railways in Portugal; and Eusebio Page Albareda, whom Queen Isabel II had commissioned in 1864, along with other engineers, to study linking Spain’s railway lines with those of Portugal. None of this bore fruit until some years later when, by mutual agreement, the Spanish engineer, Pelayo Mancebo, was commissioned to design a combined railway



La construcción del puente internacional entre Valença, en Portugal, y Tuy, en España, salvando el importante cauce del río Miño a su paso por la provincia de Pontevedra, fue algo anterior, pues se inauguró el 25 de marzo de 1886, pero tuvo los mismos protagonistas entre quienes componían la comisión, tanto portuguesa como española, encargada de estudiar estos pasos internacionales, entre los que cabe destacar al ingeniero Augusto Luciano Simões Carvalho, que era el director de la construcción de los ferrocarriles del Miño y Duero en Portugal, así como a Eusebio Page Albareda, a quien Isabel II había comisionado en 1864 para que, con otros ingenieros, estudiase los enlaces del ferrocarril español con Portugal. Todo ello no fructificó hasta años más tarde cuando, de mutuo acuerdo, se encargó el proyecto de un puente, que sería ferroviario y carretero al mismo tiempo, al ingeniero español Pelayo Mancebo. El proyecto se aprobó en 1880, y al año siguiente se subastaron las obras en Lisboa, donde acudieron ocho importantes empresas, entre ellas la compañía Eiffel, si bien se adjudicaron de nuevo a la casa belga Braine-Le-Compte que incorporó a su equipo de ingenieros formado por Eugène Rolin y Auguste Cazaux, quienes introdujeron algunas modificaciones al proyecto de Pelayo Mancebo. Este último había proyectado un sólido puente con vigas de celosía que formaban un verdadero cajón por el que discurre el tránsito rodado, mientras que el tren se desplaza por el tablero superior, permitiendo así a los viandantes caminar sin peligro por el exterior, sobre un paso peatonal volado y descubierto que se convierte en un balcón inolvidable para quien lo ha recorrido. En pocos lugares como en éste se siente tan fundido el paisaje con el hombre y su ingenio de hierro, que se presenta ante nosotros para ser visto, pero también para ver desde él. El puente, de cinco tramos y unos trescientos sesenta metros de longitud, descansa sobre pilas de fábrica, cada una con su «hornillo» o hueco para colocar la dinamita en caso de que se quiera volar el puente por razones estratégicas, al igual que lo tiene en una de sus pilas el comentado puente de Salamanca por ser esta práctica usual en los puentes internacionales. Los estribos son asimismo de fábrica de buena sillería y bóvedas. En su memoria, el ingeniero ofrece una vez más testimonio de la permanente duda acerca del tratamiento estético que, en los puentes metálicos, debe darse a estos elementos: «He huido de dar a los estribos el aspecto de fortificación, que en obras análogas suelen presentar, porque entiendo que artísticamente no deben señalarse fronteras entre pueblos hermanos, como son España y Portugal, y porque proyectándose la obra

Puente de Villares de Yeltes, en Salamanca, 1887. Toda esta línea, incluidos sus puentes, ha sido declarada «Bien de Interés Cultural» en 2000 por la Junta de Castilla y León



and road bridge. The project was approved in 1880 and the following year its construction went up for bids in Lisbon. Eight important companies made offers, including the Eiffel Company but, once again, the Belgian Braine-Le-Compte was chosen. It brought the engineers, Eugène Rolin and Auguste Cazaux to the team, and they made some modifications to Pelayo Mancebo's project. The latter's design called for a solid bridge with latticework arches forming a true box through which vehicular traffic was to pass, while trains ran on an upper deck. This allowed pedestrians to safely walk along the outside of the bridge on an open cantilevered walkway that becomes an unforgettable balcony for those who have crossed it. There are few places where the landscape feels so blended with mankind and the iron invention he has installed there to be seen, but also from which to see. That bridge

Puente Internacional sobre el río Miño, en Tuy, en Pontevedra, 1886,
parte superior y vista general





desde el camino de Tuy, bajo los muros de la plaza fuerte de Valença, la comparación entre lo real y lo que imita, había de dar un carácter falso y pueril». También este puente ha visto levantar un moderno e imponente viaducto aguas abajo, descongestionando así el angosto paso en que se había convertido para el tráfico de hoy día el viejo puente sobre el Miño que, sin embargo, conserva los tres usos iniciales: ferrocarril, carretera y peatonal.

Muy lejos de las húmedas tierras del Miño se encuentra, en la provincia de Jaén, el viaducto del Salado en la línea Linares-Almería que recorre, con túneles y viaductos, una región minera de difícil orografía para llevar el mineral de hierro hasta el puerto de Almería. El proyecto de esta línea, que atraviesa un paisaje agreste de sierras, gargantas, barrancos, secos arroyos y tímidos ríos, data de los años finales del siglo XIX, pero una vez que fue aprobado conoció, en 1896, la modificación de su trazado, haciéndose entonces necesario la construcción de un viaducto sobre el arroyo Salado, en el término municipal de Larva (Jaén). De entre los viaductos metálicos españoles, es éste el que corre más alto, sobre unas pilas que en su altura máxima alcanzan los ciento diez metros, al tiempo que salva las mayores luces, con sus tres tramos de ciento cinco metros cada uno. La respetuosa pulcritud del diseño, reducido a su mínima expresión, hace que el viaducto tenga un especial atractivo en su propio paisaje al que no altera ni merma en nada, todo lo contrario, lo enriquece con la sutileza del «canto llano», si así pudiera decirse. Resulta muy elocuente que, en 1897, cuando se aprueba el proyecto del viaducto redactado por José Olano, ingeniero de la Compañía de los Caminos del Hierro del Sur de España que tenía la concesión de esta nueva línea, se diga sobre su alcance estético: «La misma sencillez en la decoración de las pilas contribuye a armonizar la obra con el sitio de su emplazamiento, sitio por demás agreste y árido. Algunos detalles siquiera fuesen ligeros en la decoración y ornamentación de las pilas, afearía en vez de hermostrar el conjunto».

Las vigas de celosía originales, hoy sustituidas por otras que han modificado el anterior sistema, descansaban en esbeltas pilas de fábrica que se construyeron desde dentro y sobre sí mismas, sin andamiaje exterior, de tal modo que iniciada la base con un acceso al interior, se fue dejando hueca el alma de la pila, a modo de chimenea, creciendo ésta conforme avanzaba la obra. El material y las herramientas necesarias se elevaban desde su interior mediante unas

Viaducto sobre el arroyo Salado, en Larva, Jaén, 1899

measures some three hundred-sixty meters in length. Its five sections rest on masonry pilings, each with its “burner,” a small space in which to place the dynamite in case the bridge has to be blown up for strategic reasons. The Salamanca bridge mentioned above has the same system, which is common practice on international bridges. The abutments are also of masonry, with fine ashlar stonework and vaults. And once again, the engineer’s report bears witness to the eternal doubts about how to treat these elements on metal bridges from an esthetic standpoint: “I have eschewed making the abutments look like fortifications the way they often do on similar bridges because, artistically, I believe that borders between such closely-related peoples as the Spanish and the Portuguese should not be so marked, and because this project is on the road from Tuy, which runs under the walls of the fortified town of Valença, so that a comparison of those real fortifications with their imitation would give the latter a false and puerile character.” This bridge, too, has seen a large, modern viaduct constructed downriver from it, freeing modern traffic from the overly narrow crossing of the Miño offered by the old bridge, which nevertheless retains its three original uses: train, road and pedestrian.

Far from the humid lands of the Miño, in the province of Jaén, stands the Salado Viaduct on the Linares-Almería line. Through tunnels and over viaducts, this line crosses the irregular terrain of a mining region, carrying iron ore to the port of Almería. The design for this line running through a rough landscape of mountains, canyons, gullies, dry streams and timid rivers, dates from the final years of the nineteenth century. It was approved, but in 1896, its route was modified, calling for the construction of a viaduct over Arroyo Salado—from whence its name—in the municipality of Larva (Jaén). Of all the metal viaducts in Spain, this one is the highest, running on pilings whose maximum height is one hundred-ten meters. It also has the greatest span, with



jaulas suspendidas de unas poleas, como en las minas y pozos, además de contar con una escalera de barras de hierro en la cara interna de la chimenea.

La construcción del viaducto se adjudicó a la casa francesa Fives-Lille que con sus ingenieros Guerin y Basinski, a quienes creo que se debe el proyecto definitivo, montó el viaducto por el sistema de empuje. El viaducto del Salado entró en servicio el 12 de mayo de 1899. Merece la pena recordar algunos datos de esta delicada operación de empuje, porque una vez montado el viaducto, al igual que sucede una vez construida una catedral, se esfuma lo que en cualquier obra grande representa el esfuerzo humano más allá del ingenio de la idea.

three sections spanning one hundred-five meters each. The respectful beauty of its design, reduced to its minimum expression, makes this viaduct especially attractive in its own landscape, which it neither alters nor weakens. Very much the contrary, it enriches it with the subtlety of its “plainsong,” so to speak. The project for that viaduct was drawn up by José Olano, an engineer for the company running on the Linares-Almería line—Compañía de los Caminos de Hierro del Sur de España—and there is something very eloquent in what was said about the esthetic facet of his project when it was approved in 1897: “The unassuming nature of the decoration of the pilings contributes to harmonize the

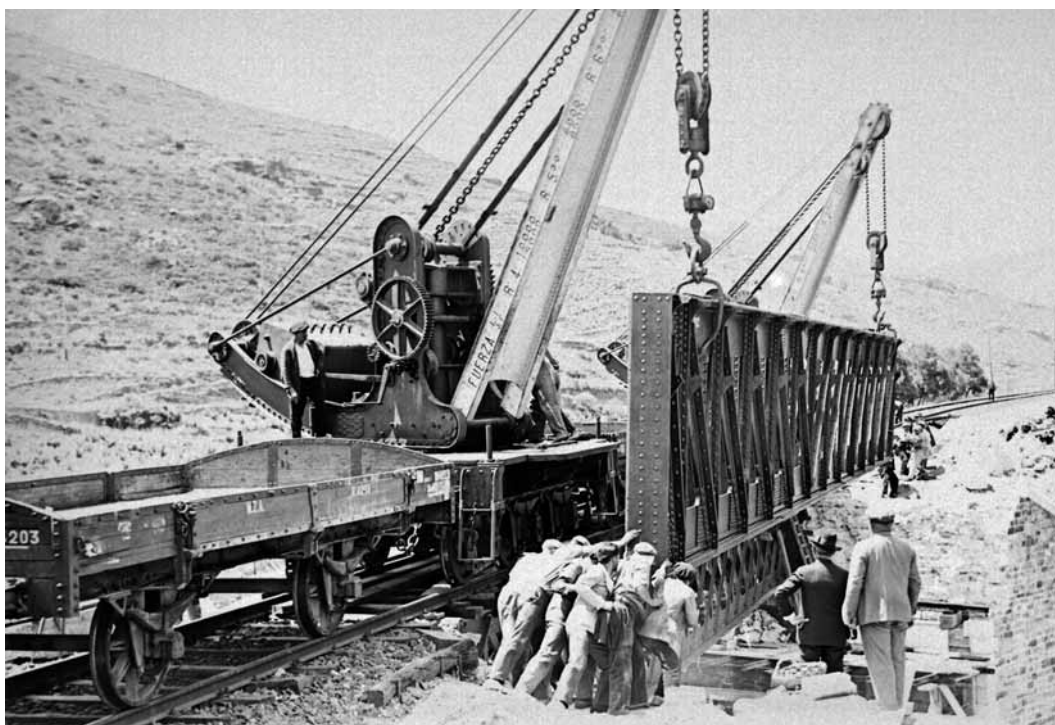


Descarga de vigas transportadas a pie de obra mediante un tren de mercancías para el puente de 2º de Llançà, en Girona, en la línea de Barcelona a Portbou, y su posterior colocación mediante empuje

work with its surroundings, which are rough and arid. Any addition of decorative details, no matter how slight, would only make the overall effect more ugly, rather than more beautiful.”

The original latticework trusses, now replaced by others that modify the previous system, rested on tall, slender masonry pilings that were built from within, in a self-supporting way that required no exterior scaffolding. First, the base was laid, including an access door to the inside. The core of the piling was left hollow, like a chimney, which grew as work progressed. The necessary building material and tools were lifted to the work area in cages suspended from pulleys inside the pilings, much the same as in mineshafts or wells. There was also a metal-bar ladder running up the inside of the “chimney.”

Construction of the viaduct was assigned to the French firm of Fives-Lille. Their engineers, Guerin and Basinski, whom I believe were responsible for the final project, put up the viaduct using a push system and it went into service on 12 May 1899. Some information about how this was actually done is worth recalling because the same thing happens with viaducts as with cathedrals: once construction is finished, no trace is left of the human effort involved except the ingenuity of its idea. From the silence that surrounds this bridge, where only the wind whistles when no train is passing, we must imagine the noisy movement of men, cranes, winches, hydraulic jacks, levers, roller assemblies, voices and orders to “move the sections” that jut out over the gap from one of the abutments, reaching the first piling, and so on, successively. The latticework trusses were one hundred-ten meters long and ten meters high. They were guided by a twenty-ton jib and advanced “through the effort of some fifty men” divided into teams, who moved levers and winches in a synchronized manner, advancing the truss some thirty meters a day. As one can easily imagine, this was a singular spectacle that drew engineers and engineering students from Madrid



Desde el silencio que rodea al puente, donde sólo el viento silba cuando no pasa el tren, hay que recordar el sonoro movimiento de hombres, grúas, tornos, gatos hidráulicos, palancas, trenes de rodillos, voces y órdenes para «correr los tramos» que vuelan sobre el vacío desde uno de sus estribos hacia la primera pila y así sucesivamente. Las vigas de celosía, de ciento diez metros de longitud por diez de altura, eran guiadas por una nariz o pescante de veinte toneladas de peso y avanzaban «por el esfuerzo de unos cincuenta hombres» que, distribuidos en cuadrillas, movían coordinadamente palancas y tornos haciendo avanzar la viga unos treinta metros al día. Como es fácil de suponer, ésto representaba un singular espectáculo a cuya contemplación acudieron desde Madrid ingenieros y estudiantes de ingeniería, pues era la primera vez que se hacía tal operación en España, añadiendo aún más expectación si cabe al montaje al que no era ajena la población vecina de la zona. El material para esta operación de empuje fue traído de Lisboa, Vigo, Barcelona y Bruselas, lo que puede dar idea de su envergadura. Para el registro y mantenimiento del viaducto, las vigas contaban con un cómodo y seguro paso para los operarios bajo el tablero que hoy ya no existe al haberse sustituido éstas por una modernas vigas tipo Warren.

El éxito de esta obra fue sin duda de relevancia europea, pues excedía en la longitud de sus tramos los cien metros de luz que tenía el viaducto construido por la casa Eiffel en Evaux-les-Bains (1884), sobre el río Tardes (Francia), así como la longitud y altura del viaducto sobre el río Souleuvre (Francia), terminado en 1889 por la misma compañía Eiffel, en el que se inauguró el sistema de construcción de pilas y de corrimientos de los tramos metálicos descrito, y que la compañía Fives-Lille utilizó literalmente en el viaducto de Arroyo Salado, abandonando el más común sistema de voladizos sucesivos. Su interés crece al saber que del viaducto francés de Souleuvre sólo restan las pilas, pues fue volado por las tropas aliadas durante la Segunda Guerra Mundial y, ya rehecho, se volvió a dinamitar en 1970 tras suspenderse el servicio ferroviario de la línea Caen-Saint-Lô y Vire. En el del Salado se conserva la imagen del viaducto y su uso. Mejor esto que aquéllo.

La misma casa Fives-Lille, una de las más experimentadas de Europa en lo que respecta a la construcción de puentes y viaductos ferroviarios, había construido unos años antes, entre 1893 y 1895, en la misma línea Linares-Almería, otros muchos puentes como los de Guadalimar,

to watch. Expectations were all the greater because this was the first time such an operation had been carried out in Spain, and local residents were equally interested. The material for this pushing operation was brought from Lisbon, Vigo, Barcelona and Brussels, which gives an idea of its complexity. The inspection and maintenance of those trusses was carried out from a comfortable and safe walkway for workers, installed under the deck. This walkway disappeared when the trusses were replaced with a modern Warren truss.

The success of this work had unquestionable relevance on a European scale, as its sections were even longer than the one hundred-meter span of the Évaux-les-Bains viaduct (1884) built over the Tardes River (France) by the Eiffel Company. Its length and height were also greater than that of the viaduct over the Souleuvre River (France) which the Eiffel Company completed in 1889, and that was the first to use the building system with pilings and movement of the metal sections which the Fives-Lille Company literally repeated on the Arroyo Salado Viaduct, instead of the more common system of successive cantilevers. The latter's interest is all the greater because, of the Souleuvre viaduct, only the pilings remain; the rest was blown up by Allied forces during World War II. It was rebuilt, then dynamited a new in 1970 when rail service on the Caen-Saint-Lô and Vire line was suspended. The Salado Viaduct retains its image and use. Better this one than that.

The Fives-Lilles Company was one of the most experienced in Europe in the field of bridge and railway viaduct construction. Years before, between 1893 and 1895, it had constructed many other bridges on the Linares-Almería line, including those at Gadalimar, Jandulilla, Anchurón, Escúllar, Huéchar, Andaráx, and Gérgal. Of all these, the Hacho viaduct that spans the Guadalhortuna River in Granada stands out. Over six hundred meters long, it has twelve sections, making it

Jandulilla, Anchurón, Escúllar, Huéchar, Andaráx o Gérgal, de entre los cuales destaca el del Hacho sobre el Guadahortuna (Granada) que, con sus más de seiscientos metros, repartidos en doce tramos, es el viaducto más largo de los construidos hasta entonces (1895). Sus vigas se apoyan en pilas metálicas, de las cuales las de los extremos son de menos canto y están armadas con cruces de San Andrés, mientras que las ocho centrales, de sesenta metros de luz, llevan unas vías tipo Linville, que muestran una belleza distinta a la del Salado; es decir, cada viaducto tiene una personalidad que no es fruto del azar, pues se comporta según la respuesta solicitada por los rasgos del paisaje, aquí más suave y abierto. A su lado corre hoy un moderno viaducto de hormigón (1972) por el que transita el ferrocarril, dejando reposar al viejo viaducto en su nueva consideración de bien de interés cultural. Cuando se ven las solitarias pilas de fábrica sin las correspondientes vigas metálicas de celosía, como hoy ofrece el que fue viaducto del Gobernador en esta misma línea, se siente la ausencia de la fuerza que aquellos elementos de hierro o acero laminado imprimen al paisaje. Las pilas sin ellos no son nada. Aquí la arquitectura añora a la ingeniería.

Afortunadamente, aún conservan sus vigas rectas viaductos de otras líneas no muy alejadas de ésta y hoy fuera de servicio. Me refiero a la línea Linares-Campo Real o Puente Genil, cuyo cierre definitivo tuvo lugar en 1985, quedando abandonados viaductos como el que corre sobre el río Guadajoz, de vigas y pilas metálicas; situado entre las provincias de Jaén y Córdoba por las que discurría esta línea; el de Zuheros (Córdoba), en curva y sobre pilas de fábrica; y el que salva el valle del río Víboras (Jaén), el más largo de toda la línea, con doscientos veinticuatro metros y luces máximas de setenta y seis metros. La Compañía de Ferrocarriles Andaluces, que tenía la concesión de esta línea, había encargado la construcción de estos y otros viaductos a la casa Daydé & Pillé, de Creil (Francia), que los hizo, entre 1891 y 1893, según proyecto de los ingenieros de la empresa Charles Alexandre y Delapierre. Todas sus vigas están armadas con cruces de San Andrés, muy sencillas pero de noble aspecto y excelente construcción.

No está de más decir que la mencionada firma francesa, bajo ese nombre de Daydé & Pillé, es una refundación (1883) de otra empresa anterior fundada por Henri Daydé (1847-1924), y que a partir de 1903 se llamaría solamente Daydé. Esta firma hizo obras tan importantes como el desaparecido (1962) puente de Saint-Michel en Toulouse (Francia), de 1890; el bello puente de Mirabeau

Viaducto del Hacho sobre el río Guadahortuna, en Granada, en la línea de ferrocarril de Linares a Almería, de Duval y Boutilieau, 1893-1895

the longest one built up to then (1895). Its trusses rest on metal pilings. The ones on the ends have narrower edges and are reinforced with “X” trusses, while the eight central ones, each spanning sixty meters, are Linville trusses, with a different kind of beauty than the Salado Viaduct. Every viaduct has its own personality and this is not a matter of chance, as they are designed to respond to the features of the landscape, and here, that landscape was softer and more open. A modern concrete viaduct (1972) now runs alongside it, carrying rail traffic and letting the old viaduct rest and enjoy its new consideration as an object of cultural interest. When one sees the solitary masonry pilings without their corresponding latticework trusses, for example on the same rail line’s Gobernador Viaduct, one feels the absence of the strength those laminated iron or steel elements brought to the landscape. Alone, the pilings are nothing. Here, architecture longs for engineering.

Fortunately, other nearby lines, now out of service, have retained their trusses. I’m referring to the Linares-Campo Real or Puente Genil line, which closed for good in 1985, abandoning viaducts such as the one with metal truss and pilings that spans the Guadajoz River between the provinces of Jaén and Cordoba; the curved one at Zuheros (Cordoba), that rests on masonry piles or the one that crossed the valley of the Víboras River (Jaén), which is the longest of all on that line, measuring two hundred-twenty-four meters, with maximum spans of seventy-six meters. The Compañía de Ferrocarriles Andaluces that ran that line commissioned the Daydé & Pillé company of Creil (France) to make this and other viaducts, which it did between 1891 and 1893. The projects were by engineers from the Charles, Alexandre et Delapierre company. All of these viaducts’ trusses used “X” beams. They are very unassuming but have a noble appearance and excellent construction.

And it is worth mentioning that the French firm, Daydé & Pillé, came from the restructuring in 1883 of an earlier company founded



sobre el Sena, en París, iniciado en 1893 cuando se acababan de montar los viaductos andaluces de la línea Linares-Puente Genil; el formidable puente-viaducto de Bir-Hakeim, también sobre el Sena, en París, por no mencionar otro tipo de obras como el Grand Palais de París, iniciado en 1897 e inaugurado en 1900. La importancia de la casa Daydé & Pillé en el ámbito de las construcciones metálicas le llevó tan lejos como a Santiago de Chile, donde hizo la parte más notable de la estructura metálica de la bella estación Mapocho que unía la capital con las ciudades del norte de Chile.

Traemos aquí estos datos complementarios con el fin de acercar al lector a todo cuanto late bajo las realizaciones que se comentan, pues el patrimonio industrial que aún conservamos en este plano debiera exigir un mayor esfuerzo de las distintas administraciones en lo que respecta a su conservación y puesta en valor, más allá del noble voluntarismo de admirables asociaciones privadas, cuyo solo esfuerzo parece mantener vivo el interés por estos testimonios de la historia de la cultura.

Para dar una idea del alcance de los viaductos de ferrocarril construidos en España por las diferentes compañías hasta 1925, y con la prudencia con la que hay que manejar estos datos, habida cuenta de la escasez de información sobre el período 1850-1860, diremos que dichas compañías se repartían entre las distintas líneas un total de sesenta y seis kilómetros de viaductos metálicos, unos de hierro y otros de acero, en los que entraban cinco mil trescientos noventa y seis tramos de viga en celosía o trianguladas. Si hemos señalado la fecha de 1925 es porque de entonces data la «Instrucción para redactar los proyectos de puentes metálicos» que, por vez primera y de un modo racional, fijaba una normativa en la que se contemplaban las características que debían reunir los puentes metálicos, tanto de carretera como para el ferrocarril, en relación con los materiales, cálculos, cargas, etcétera. Si somos sinceros con lo sucedido, diremos que ya una Real Orden de 25 de mayo de 1902 había dado una primera «Instrucción» de este tipo, porque hasta entonces no existió normativa alguna entre nosotros, de tal modo que en la práctica se utilizaban los baremos vigentes en Francia y Austria, hasta tal punto de que la disposición de 1902 recogía algunas de estas prescripciones foráneas y, ya entonces, obsoletas en parte. Tanto es así, que las grandes compañías, como la de Ferrocarriles del Norte y la MZA, adelantándose a la «Instrucción» de 1925, ya construían sus viaductos ferroviarios con mayores

Viaducto sobre el río Guadajoz, entre Jaén y Córdoba, en la línea de ferrocarril de Linares a Almería, de Charles Alexandre, y Delapierre, 1891 y 1893

by Henri Daydé (1847-1924). By 1903, it was simply called Daydé. This firm built such important works as the Saint-Michel Bridge in Toulouse (France, 1890), destroyed in 1962; the beautiful Mirabeau Bridge that spans the Seine in Paris, which began in 1893, right after the same company had finished viaducts in Andalusia along the Linares-Puente Genil line; the formidable Bir-Hakeim bridge-viaduct that also spans the Seine in Paris, and many other types of works, such as the Grand Palais in Paris, which was started in 1897 and inaugurated in 1900. The importance of Daydé & Pillé in the field of metal construction took it as far as Santiago de Chile, where it was responsible for the most remarkable part of the metal structure of the beautiful Mapocho Station that linked the capital to Chile's northern cities. It is now a cultural center.

We bring this complementary information to light here in order to offer the reader a better understanding of what underlies the works being discussed. Our surviving industrial heritage in this area calls for a greater effort on the part of the different administrations to insure its conservation and evaluation, beyond the noble and disinterested efforts of admirable private associations whose efforts seem to be the only ones that maintain an interest in these witnesses to the history of our culture.

To give an idea of the volume of railway viaducts built in Spain by different companies before 1925, and with the prudence with which one must use such data because of the difficulty of obtaining information for the period between 1850 and 1860; we can say that there was a total of sixty-six kilometers of metal viaducts—some iron, others steel—distributed among various railway lines. Of these, there were five thousand three hundred ninety-six sections of latticework or triangular trusses. We chose the year 1925 to close our list because that is when the “Instrucción para redactar los proyectos de puentes



márgenes, habida cuenta de que estaban encargando máquinas de vapor y vagones de mayor tara y fuerza de arrastre; de tal modo que los períodos de 1902 a 1925 y de 1925 a 1936 fueron dos etapas de honda renovación de los viaductos ferroviarios, lo cual hace aún más compleja su historia. En unos casos se cambiaron las vigas de hierro por otras de acero, en otros se reforzaron las existentes con nuevas barras y arriostramientos o se sustituyeron las pilas metálicas por otras de fábrica y, en ocasiones, se añadieron nuevos apoyos para disminuir las luces de los tramos. Hechas todas estas operaciones vino la Guerra Civil que dinamitó buena parte de ellos, poniendo de nuevo la historia a cero. Entonces se inició un período de reconstrucciones y sustituciones pero, sobre todo, de construcción de nuevos viaductos de hormigón que irrumpieron con fuerza en el nuevo panorama, con todas las ventajas que de tiempo atrás se venían anunciando.

metálicos" ("Norms for the drawing up of projects for metal bridges") went into effect. For the first time, in a rational way, there were fixed regulations concerning the characteristics required of metal bridges, both for roads and railways. These regulations addressed materials, calculations, loads and so on. In all honesty, we must say that a Royal Order of 25 May 1902 had already specified the first "norms" of this kind, because until then, and throughout the nineteenth century, there was no regulation at all in Spain. In practice, those specifications in force in France and Austria were followed, and in fact, the Order of 1902 actually included some of those foreign prescriptions, some of which were already partially obsolete. This was so much the case that, even before the "Norms" of 1925, some of the large companies, including Ferrocarriles del Norte and M.Z.A., were already building their



Sustitución del segundo tramo metálico del puente sobre el río Cabe mediante deslizamiento lateral o ripado, en Sober Patón, Lugo, 1885

Lanzamiento de la tercera pila del puente de Santa Ana, para el tren de vía estrecha en la línea de Alicante a Villajoyosa y Denia, 1914

railway viaducts with greater margins because they were ordering steam engines and train cars with greater weight and tractive force. Therefore, the periods between 1902 and 1925, and between 1925 and 1936 were two stages of profound renewal of railway viaducts, which makes their history even more complex. Sometimes the iron trusses were replaced with steel one, and sometimes the existing trusses were reinforced with new bars or stays. Metal pilings were replaced with masonry ones, and new supports were occasionally added to diminish the spans of each section. When all those changes had been made, along came the Civil War, and many of them were dynamited, setting History's clock back to zero. Viaducts were built, rebuilt and changed, and most of all, the new concrete viaducts came on the scene, with all the advantages that had long been predicted.

Of the sixty-six kilometers of metal viaducts that existed in Spain in 1925, something over fifteen kilometers belonged to narrow-gauge railroads, with a total of one thousand two hundred new sections like the ones mounted on the Alicante-Denia line, among others. The first studies of their route date from 1882, but authorization for their construction and exploitation wasn't assigned to Juan Bautista Lafora until 1889. This was the beginning of a complex history, like that of almost all the lines, with a mixture of political, economic and technical questions. Among other reasons, the concession was made on the condition that it be a narrow-gauge line, rather than a wide gauge, as was first requested. In fact, everything was delayed until 1902, when the "norms" mentioned above went into effect. That year, the Compañía de Ferrocarriles de Alicante a la Marina S.A. was founded. Unable to meet its deadlines, and after continuous extensions, it was seized by the State, and work began in 1911. Various firms tendered bids, including Perchot et Maz of Paris, but it was finally assigned to the French Société Internationale

De aquellos sesenta y seis kilómetros de viaductos férreos que había en España en 1925, algo más de quince kilómetros pertenecían a los ferrocarriles de vía estrecha con un total de mil doscientos nueve tramos, como los que se montaron, entre otras líneas, en la de Alicante-Denia. Los primeros estudios sobre su trazado datan de 1882, pero la autorización para su construcción y explotación a Juan Bautista Lafora no llegó hasta 1889, iniciándose entonces una compleja historia, como la de casi todas las líneas en las que se mezclaban cuestiones políticas, económicas y técnicas. Así, la concesión se hizo con la condición de que fuera para un ferrocarril de vía estrecha, en lugar de para uno de vía ancha, que es lo que se solicitó en un primer momento. El hecho es que todo se retrasó hasta que en 1902, el año de la citada «Instrucción», se constituyó la Compañía de Ferrocarriles de Alicante a la Marina S.A. que, al no cumplir los plazos y tras continuas prórrogas, fue incautada por el Estado, momento en el que iniciaron las obras (1911). A las subastas acudieron varias casas, entre ellas Perchot y Maz, de París, pero se acabó adjudicando a la francesa Société Internationale de Travaux Publics (1912), seguramente una empresa



pequeña vinculada a una de las grandes, pues el trabajo que desarrolló indica la presencia de buenos ingenieros y montadores. El tramo Alicante-Villajoyosa-Altea se inauguró el 28 de marzo de 1914, y al año siguiente el tramo Altea-Denia. De todos sus viaductos cabe destacar el de Santa Ana cuyo montaje está datado fotográficamente en 1914. Contaba con seis tramos sobre pilas mixtas de fábrica y hierro, mientras que las vigas inmediatas a los estribos eran del tipo Pratt y de menos canto que las dos centrales.

de Travaux Publics (1912), which must have been a small company linked to one of the large one, as the quality of their work indicates the presence of good engineers and builders. The Alicante-Villajoyosa-Altea line was inaugurated on 28 March 1914 and the Altea-Denia section opened the following year. Of all its viaducts, the Santa Ana stands out, as it was photographed in 1914. It had six sections on mixed masonry-iron pilings, with Pratt trusses next to the abutments and more narrow-edged ones in the two central sections.



Puente transbordador de Vizcaya, en Bilbao,
de Alberto de Palacio, 1893, detalle

*¡Mi puente de Isabel Segunda,
luego puente del Arenal;
sobre el Nervión al puente inunda
a las doce río animal!*
Unamuno, *Poemas y canciones*

Los puentes de Bilbao y el transbordador de Vizcaya

A lo largo de la historia las ciudades fluviales han jugado un papel fundamental en el comercio, la industria, el transporte, la política y, en fin, en la cultura porque, seguramente por sinergia, todas han contribuido a tejer la trama en la que se ha urdido el progreso. Dime cuántos puentes tienes y te diré qué ciudad eres parece que podría enunciarse ante aquellas urbes cuyas orillas están cosidas por uno o varios puentes que se han ido sustituyendo o que han permanecido, los menos, en su pequeña o larga historia urbana. Estamos muy acostumbrados a vincular el puente con la naturaleza abierta, con el puro paisaje, cosa cierta, pero cuántas poblaciones deben su ser como tales al paso de un puente, cuántas ciudades han incorporado el nombre común del puente al nombre propio del lugar, cuántas villas ostentan con orgullo en su escudo la imagen de un puente, cuántas canciones populares, cuántas novelas y guiones cinematográficos en torno al puente. Dime cuántos puentes tienes y te diré qué ciudad eres. Sería tan largo como inútil esbozar siquiera esta matizada realidad de la relación entre puente y ciudad pero para muestra

*My Isabel Segunda Bridge,
Became the bridge of el Arenal;
Cross the Nervión. Engulfed
At twelve, its arch,
By the raging river's march!*
Unamuno, *Poemas y canciones*

The Bridges of Bilbao and the Vizcaya Ferry

Throughout history, cities with rivers have played a fundamental role in commerce, industry, transportation, politics and, finally, in culture. Probably through synergy, all of them have contributed to weave the fabric of progress. "Tell me how many bridges you have and I'll tell you what city you are," would seem to be the reply to those whose banks are dotted with one or more bridges that have come and gone—only a few have lasted—over the course of their long or short urban history. We are very accustomed to associating bridges with open country, with untrammelled landscapes, and there are many of those. But how many towns owe their existence as such to a bridge? How many cities have taken their name from a nearby bridge? How many towns

basta un botón, según dice el refrán castellano, por lo que nos ceñiremos a comentar los puentes de hierro de Bilbao, villa que por otra parte tiene tras de sí una dilatada historia de puentes, desde el medieval que fue de San Antón hasta el moderno Euskalduna (1997), de Javier Manterola, entre otros.

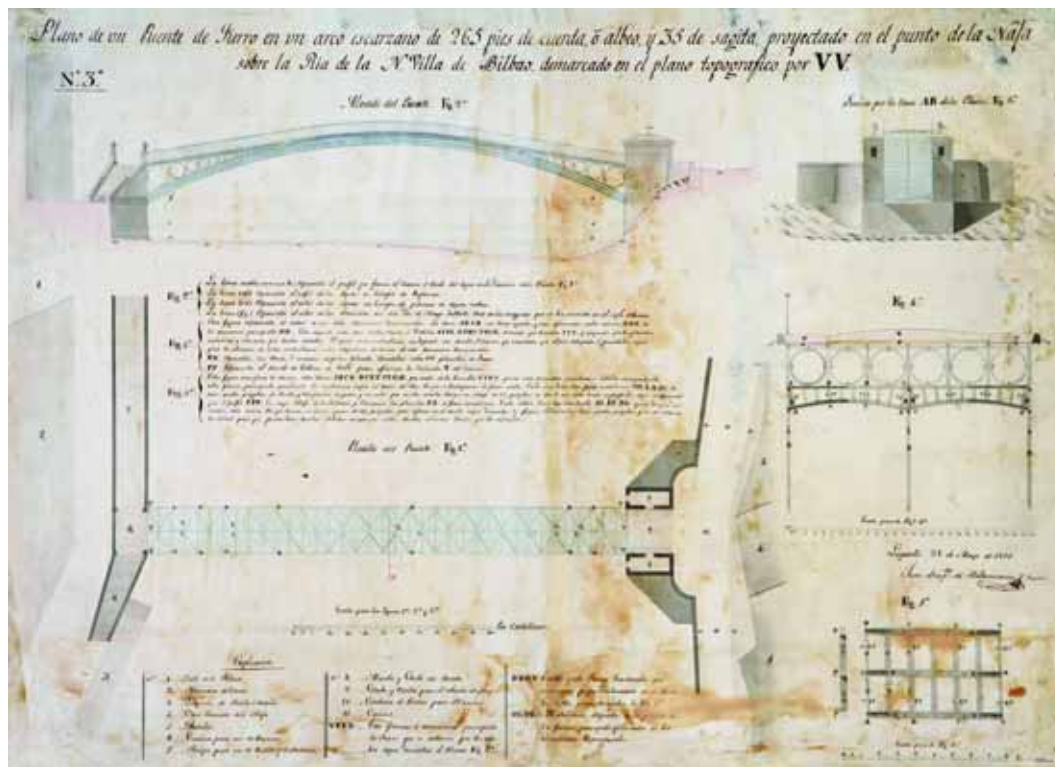
En lo que se refiere estrictamente a los puentes metálicos, Bilbao y su inmediato entorno ofrece una síntesis perfecta de cuanto queda dicho hasta aquí sobre los diferentes tipos de puentes de hierro, con el formidable colofón del puente transbordador de Vizcaya, recientemente declarado Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO (2006), por lo que pocas ciudades pueden competir en este plano con Bilbao. Sin embargo, estos puentes descansan en las orillas de la memoria, pues no es menos cierto que prácticamente todos han desaparecido, unos en las guerras carlistas y otros en la Guerra Civil, ya que el puente por su específico valor estratégico ha sido blanco prioritario de cualquier enfrentamiento bélico como parte aceptada «de los derechos de la guerra» a los que Concepción Arenal tanto reprochaba en su *Ensayo sobre el derecho de gentes* (1879).

Para entender la historia de los puentes bilbaínos sobre el Nervión hay que tener en cuenta que la ría/río fue navegable durante siglos, aprovechando la subida de las mareas hasta el viejo núcleo de la ciudad, desde donde su organización portuaria fue desplazándose hacia el mar por exigencias del crecimiento de su actividad y del mayor calado de los buques hasta el lugar en que hoy se encuentra el gran puerto de Bilbao. Sólo así puede entenderse el final brillante del puente transbordador, de los puentes giratorios y levadizos, porque debían permitir el paso por la ría de los barcos que con su arboladura exigían a los puentes una sagita, flecha o altura considerable, o bien que se pudieran abrir a su paso.

Pero con anterioridad a los puentes móviles que se abrían o elevaban para permitir la navegación, hubo otros fijos con los que se inicia esta breve historia, como el que proyectó Juan Bautista Belaunzarán (1769-1849), arquitecto por la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando, a quien se debe el muy temprano puente de la Naja, que es el más antiguo en hierro que hasta ahora conozco entre nosotros pues data de 1815, es decir, que su construcción coincide prácticamente con el regreso de Fernando VII de Valençay. El proyecto está firmado en Lequeitio el 28 de mayo de aquel año, cuando todavía vivía Belaunzarán en esta localidad vizcaína, que

proudly bear the image of a bridge on their coats of arms? And how many popular songs, novels and movie scripts revolve around a bridge? Tell me how many bridges you have and I'll tell you what city you are. It would be both long and useless to offer even a sketchy version of all the nuances in a city's relationship with its bridge, but as a little goes a long way—as the old saying goes—we'll limit ourselves to a commentary on the iron bridges of Bilbao, a town with a long history of bridges that reaches from the medieval bridge of San Antón to Javier Manterola's modern Euskalduna Bridge (1997), among others.

In terms of exclusively metal bridges, Bilbao and its immediate surroundings offer a perfect synopsis of all that has been written until now about the different types of iron bridges, culminating formidably with the ferry bridge of Vizcaya, which Unesco recently declared a World Heritage Site (2006). Thus, few cities can compete with Bilbao in this area. Nevertheless, those bridges rest on the banks of memory, for it is equally certain that almost all of them are now lost—some in the Carlist Wars, others in the Civil War—as the specific strategic value of bridges has always made them priority targets in any war. And this is accepted in “On the Rights of War,” which Concepción Arenal so criticized in her *Ensayo sobre el derecho de gentes* (“Essay on Human Rights” 1879). In order to understand the history of Bilbao's bridges over the Nervión, we must keep in mind that the estuary and river were navigable for centuries, thanks to the rising tides that reached right to the old city center. But the demands posed by increasing activity and ever-larger ships led shipping gradually away from the city center towards the sea, where the great port of Bilbao stands today. Only this can explain the brilliant culmination with the ferry bridge and the swing and draw bridges, which responded to the need for access to the estuary by ships whose tall masts called for bridges with a very high apex, or ones that could open to let them through.



Plano número tres de un proyecto de puente —puente de la Naja— para la villa de Bilbao, de Juan Bautista Belaunzarán, 1815

But before the mobile bridges, which opened or rose up to allow ships to pass, there were fixed bridges, and that is where our brief story begins. One of them was designed by Juan Bautista Belaunzarán (1769-1849), an architect trained at the Royal Academy of Fine Arts of San Fernando who is responsible for the very early Naja Bridge, the oldest known iron bridge in Spain. In fact, it dates from 1815, the year that King Fernando VII returned to Spain from Valençay. The design was signed in Lekeitio, Vizcaya, on 28 May of that year, when Belaunzarán still lived there. He soon moved to Bilbao, where he would later design that city's first municipal cemetery, the Mallona Cemetery (1828-1830) whose neoclassical entrance can still be seen today. His bridge project is of the maximum interest, not only because of the bridge itself, but also because of the circumstances of the area in which it was to be installed. It offers details about the blocks of construction thereabout including what was called the “Naja House,” Ribera street, the stairs for pedestrians and the ramp for horses. The title of this project gives a clear idea of its conception: “Plan for an Iron Bridge with a chord or riverbed of 265 feet and an apex of 35, projected at la Naja Point over the estuary of the N. Town of Bilbao.” In fact, it is an elegant segmental arch that requires a curved deck, which is also arched, made of three “iron forms or main frames” running from abutment to abutment and linked to each other by hoops—probably of cast iron—as were the increasingly smaller hoops which ran from the abutment to the center of the arch at a tangent to the arches and the oak-paved deck. The bridge also had a tollbooth. Its profile recalls late eighteenth-century English bridges, and it was also very similar in shape to the later Sunderland Bridge over the Wear River (England), which dates from 1858 and uses a type of prefabricated pieces manufactured by Thomas Paine. After manufacturing those pieces in England, this North American proceeded to patent them. As the existence

pronto dejaría para trasladarse a Bilbao, donde más tarde haría el primer cementerio municipal del que aún resta su neoclásica entrada, el cementerio de Mallona (1828-1830). El proyecto es de un interés máximo, no sólo por el puente en sí sino por las circunstancias del lugar que contempla, pues da detalles de las manzanas construidas, entre ellas la llamada «casa de la Naja», la calle de la Ribera, la escalera para personas y la rampa para caballerías. El título del proyecto resume bien su concepción: «Plano de un Puente de Hierro en un arco escarzano de 265 pies de cuerda, o albeo [sic], y 35 de sagita, proyectado en el punto de la Naja, sobre la ría de la N.ª Villa de Bilbao». En efecto, es un elegante arco de perfil escarzano que obliga la curvatura del tablero, también en arco, compuesto de tres «formas o armazones principales de fierro» de estribo a estribo, enlazados entre sí por aros, probablemente de fundición, como también son aros de diámetro decreciente los que desde el estribo hasta la clave del arco se incorporan tangentes a los arcos y al tablero, que lleva un piso de madera de roble. El puente contó con una

caseta para el pago del pontazgo. Su perfil recuerda a los modelos ingleses de finales del siglo XVIII. Así, guarda una gran semejanza formal con el más tardío puente de Sunderland sobre el río Wear (Inglaterra), que data ya de 1858, en el que se utilizó un tipo de piezas prefabricadas que el norteamericano Thomas Paine patentó después de haberlas construido en Inglaterra. Conociendo la existencia de estas piezas sentimos la tentación de pensar que Belaunzarán las incorpora abiertamente en su puente, pues la estructura «de hierro» resulta, como concepto, muy alejada de su formación arquitectónica, académica y neoclásica. Como puede verse, son muchos los elementos que animan a seguir el pulso a los puentes bilbaínos, siempre desde la historia, pues o fueron y ya no existen o no pasaron de un proyecto, como pudo ocurrir con el de Belaunzarán, si bien su diseño pesaría luego en otras propuestas, como se verá más adelante.

Por el contrario, tenemos la certeza de la existencia de dos puentes colgantes que se levantaron uno en Bilbao, sobre el Nervión, y otro en Burceña, sobre el Cadagua, afluente del anterior, quizá los puentes «colgados» más antiguos de España que hoy podemos documentar, muy anteriores al desembarco de la firma Seguin, como se dijo en un capítulo anterior. Del puente de Burceña tenemos noticias por su destrucción en 1834 al comienzo de la primera guerra carlista, de la que dieron cuenta pocos años después las revistas ilustradas como *Panorama Español. Crónica Contemporánea* (Madrid, 1842-1845) y la *Revista Pintoresca de las Provincias Vascongadas* (Bilbao, 1846), con interesantes grabados en los que, con pequeñas variantes, se deja ver un sencillo pero atractivo puente colgante en el que los elementos de los que penden la estructura y las péndolas, que caen verticalmente desde la línea funicular que forman aquéllos para sostener el paso o piso de madera, están hechos con cadenas. En los textos que acompañan a estos grabados, además de decir que fue el carlista Cástor quien destruyó el puente en «empeñado combate», se añade que «el puente colgante de Burceña tiene el mérito de ser el primero de su clase en España. Se fabricó en el año 1825 por el arquitecto de la Real Academia de San Fernando don Antonio de Goicoechea, quien dirigió también la obra del hermoso puente colgante de Bilbao». Poco más cabe decir de este temprano puente de Burceña que debió de reconstruirse manteniendo su condición de «colgado» hasta 1881 aproximadamente, cuando Pablo de Alzola dice que «se cayó por la rotura de una amarra y se está sustituyendo por vigas del sistema Warren». En todo caso, cabe destacar

of these pieces was known, we are tempted to think that Belaunzarán unreservedly used them on his bridge, for the concept of “an iron structure” was far removed from his architectural, academic and neoclassical training. We can now see that many elements encourage us to study the development of Bilbao’s bridges, and this will always be from a historical perspective, as some existed and no longer do, while others, such as Belaunzarán’s, may never have gotten beyond the design stages, though his design would later influence other proposals, as we will see below.

On the other hand, we can be certain of the existence of two suspension bridges, one of which spanned the Nervión at Bilbao, and the other, one of its tributaries, the Cadagua, at Burceña. These may be the oldest documented “suspended” bridges in Spain and are much earlier than the arrival of the Seguin Company mentioned in an earlier chapter. We know the Burceña Bridge was destroyed in 1834 at the beginning of the first Carlist War, as it was reported shortly afterwards in illustrated reviews such as *Panorama español, Crónica Contemporánea* (Madrid 1842-1845) and *Revista pintoresca de las Provincias Vascongadas* (Bilbao, 1846). These reports included interesting engravings in which, with small variations, one can see a straightforward yet attractive suspension bridge in which the elements from which the structure and suspenders hang are made of chain. These suspenders hang vertically from the funicular line made by those holding the wooden deck. The texts that accompany those engravings report that it was a Carlist named Cástor who destroyed the bridge in “fierce combat,” adding that “the suspension bridge at Burceña has the merit of being the first of its type in Spain. It was built in 1825 by don Antonio de Goicoechea, the architect trained at the Royal Academy of San Fernando who also directed work on the fine suspension bridge at Bilbao.” Little more can be said about this early bridge at Burceña,



Puente de Burceña, en Vizcaya, de Antonio de Goicoechea, 1825

which must have been reconstructed, retaining its nature as a “suspended” bridge until around 1881 when, according to Pablo de Alzola, “it fell when an anchorage broke and is being replaced by a Warren-system beam bridge.” At any rate, it is worth noting that the Burceña bridge used the old system of chains rather than cables, that it was designed by an architect, that it was almost certainly made at one of the numerous ironworks that abounded along the banks of the estuary, and that it must have served as a first experience for its author when designing the future suspension bridges of Bilbao.

In fact, Antonio de Goicoechea was another neoclassically-trained architect who not only studied architecture at the Royal Academy of San Fernando in Madrid, but also received training from the architect, Custodio Teodoro Moreno, in the latter’s private studio. Upon receiving his diploma, Goicoechea moved to Bilbao, where he participated in such important works as those carried out at the Plaza Nueva, designed by Silvestre Pérez. It was at that time that Goicoechea made the bridge that took the name of San Francisco. The best information we have about him is that offered by Pablo Alzola, who designed a bridge of the same name to replace Goicoechea’s. His text indicates that the San Francisco Bridge was for pedestrians and horses and that it was one of the five bridges then standing in Bilbao: the new stone bridge of San Antón, inaugurated in 1877; the “old one of the same name, which stands beside it and whose demolition has already been approved and will soon be carried out.” Sadly, he is referring here to the medieval bridge that appears on the coat of arms of Bilbao and that also served to mark the approximate limits of navigability for the Nervión at high tide. Then there was the San Francisco suspension bridge, which was then being replaced; the Merced Bridge, with Howe-system wooden beams standing on masonry pilings; and the Arenal Bridge, which was first of iron, and later of masonry. It was completed

que el puente de Burceña utilizó cadenas, una solución muy antigua, en lugar de cables; que de nuevo fue un arquitecto quien proyectó el puente; que casi con toda seguridad se hizo en alguna de las ferrerías tan numerosas en esta margen de la ría y que debió de servir de experiencia primera a su autor a la hora de abordar los futuros puentes colgantes de Bilbao.

Antonio de Goicoechea es, efectivamente, otro arquitecto de formación neoclásica que además de seguir los cursos de arquitectura en la Real Academia de San Fernando de Madrid, tuvo relación con el arquitecto Custodio Teodoro Moreno, de quien recibió enseñanzas en su estudio particular. Obtenido el título se trasladó a Bilbao donde intervino en obras tan importantes como las que se hicieron en la Plaza Nueva que había trazado Silvestre Pérez, realizando por entonces el proyecto del puente que se llamó de San Francisco. La noticia más cumplida que nos queda de él es la que recoge en 1881 el ingeniero Pablo de Alzola, autor del puente que con el mismo nombre de San Francisco sustituyó al de Goicoechea. De este escrito se deduce que el puente de San Francisco era para el paso de personas y caballerías, y que era uno de los cinco con los que



contaba entonces Bilbao: el puente nuevo de San Antón, de piedra, inaugurado en 1877; el «viejo del mismo nombre, contiguo al anterior, cuya demolición está acordada y que debe realizarse en breve», refiriéndose por desdicha al puente medieval, el que aparece en el escudo de Bilbao y que marcaba aproximadamente el límite navegable del Nervión con marea alta; el puente colgante de San Francisco, a sustituir ahora; el de la Merced, con vigas de madera del sistema Howe apoyadas en pilas de mampostería y el del Arenal, primero de hierro y luego de fábrica, terminado en 1878. Estos datos nos ayudarán a entender mejor la génesis de los siguientes construidos o proyectados en hierro.

El colgante de San Francisco se construyó en 1828 y se dice, no sé si con fundamento, que lo pasó a pie el rey Fernando VII el día de su inauguración. Su estructura seguía las mismas pautas que el de Burceña, pues Alzola señala que las cadenas se sustituyeron luego por cables, constando en la «actualidad de dos medias parábolas de 59,30 metros, entre los

in 1878. This information gives us a better understanding of the genesis of the following bridges to be designed or built of iron.

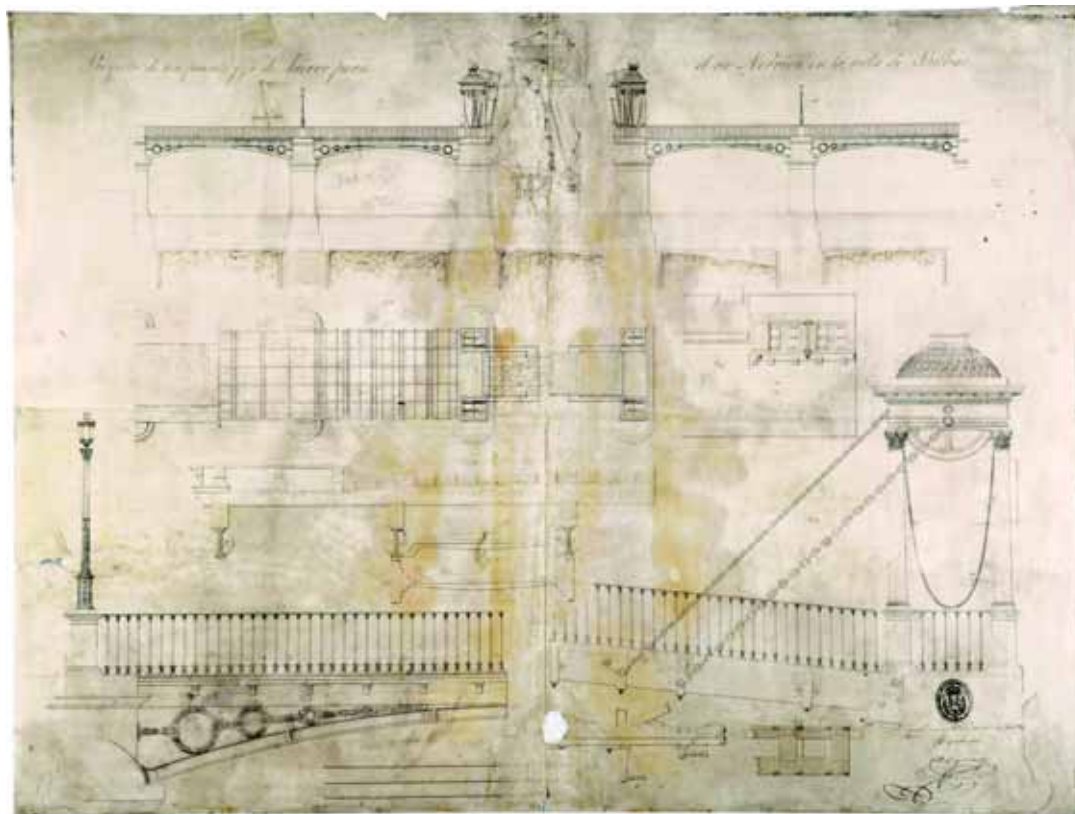
The San Francisco suspension bridge was built in 1828 and though I do not know how much truth there is to the story, it is said that King Fernando VII crossed it on foot the day it was inaugurated. Its structure followed the same guidelines as the one at Burceña, and Alzola points out that its chains were later replaced by cables “that now constitute two half-parabolas of 59’30 meters from abutment to abutment, and hold the deck with vertical suspenders.” This deck was just over three meters wide. In fact, the weakness of these early chain suspension bridges called for their suspension system to be replaced with an iron-wire cable system. With that in mind, the Bilbao City Government must have contacted the French engineer, Louis de Lamartinière, a civil engineer—he always included his title in his signature—who became the Spanish representative of the oft-mentioned French Seguin Company in 1840. Lamartinière was in Saragossa, signing the two projects we have already studied there,



estribos, que sostienen por medio de péndolas verticales el tablero», cuya anchura era de poco más de tres metros. En efecto, la debilidad de estos primeros puentes de cadenas aconsejaron cambiar su sistema de suspensión por el de cables de hilo de hierro, y a tal fin el Ayuntamiento de Bilbao se puso en contacto con el ingeniero francés Louis de Lamartinière, ingeniero civil como a él le gustaba firmar, que representaba desde 1840 los intereses en España de la tantas veces citada compañía francesa Seguin. Lamartinière se encontraba en Zaragoza cuando recibió el encargo de reformar el bilbaíno puente de San Francisco, pues allí firmó los dos proyectos que han llegado hasta nosotros. Nos consta que Lamartinière frecuentó por esos años la capital aragonesa, pues acudió tanto a la subasta de dos puentes colgantes sobre el río Huerva (1844), donde coincidió con otro licitador, nuestro bilbaíno Antonio de Goicoechea, como con motivo del refuerzo del puente de Isabel II sobre el río Gállego (1850). Es decir, Lamartinière era un experto en el campo de los puentes «colgados» y tenía tras de

Vista panorámica de la Ribera, en 1865. A la izquierda se aprecia el puente de Isabel II y a la derecha el de San Francisco

when he received the commission to renovate Bilbao's San Francisco Bridge. We know that he was frequently in the capital of Aragón in those years as he participated in tenders for two suspension bridges over the Huerva River (1844), where he coincided with another bidder, our engineer from Bilbao, Antonio de Goicoechea. Lamarinière also oversaw the reinforcement of the Isabel II Bridge that spanned the Gállego River in Saragossa (1850). In other words, Lamartinière was an expert in the field of "suspended" bridges and he was backed by a powerful construction firm. That must be why he was contacted, and I imagine that Antonio de Goicoechea must have been furious when the French engineer



Proyecto de puente de hierro -de Isabel II o del Arenal- para la Villa de Bilbao, de Antonio de Goicoechea, 1845

presented his first project in 1847. It was very straightforward, with interesting details about all the pieces called for by the bridge's new cabling. He later presented a second, more complete project, also signed in Saragossa, but dated 20 October 1848. It constituted a general reconsideration of the bridge's situation in the city, including access ramps for horse traffic and stairs for pedestrians, as well as the houses closest to the bridge, with the names of their owners, and so on. On its first plan, this project bears the expressive title: "Rebuilding of the bridge suspended from wires over the Nervión Estuary of Bilbao," which would seem to indicate that it was not a matter of replacing chains with cables, as proposed by the first project, but rather the definitive construction of a new bridge, with elevated abutments that would allow the passage of small craft, and two architectural bodies at the ends of the bridge to bear the cables. It would only have cable anchorage wells at one end of the bridge, as the massive character of its architecture addressed the lack of space for tautening the cables on the street in front of the houses of Pedro Noria and Salcedo. The replacement must have taken place shortly thereafter, in the early eighties, and I believe that that new bridge was the one that was finally replaced by don Pablo Alzola y Mindondo's later construction. Still, I have some doubts as to whether the architecture mentioned above may have existed before Lamartinière's project, as Le Hardy's engraving, *View in the Town of Bilbao* (1838) shows a suspension bridge with a very similar solution. Old photographs from around 1874 show this much retouched bridge suspended exclusively from the left end, much like the Fueros Bridge which Sabino Goicoechea was to build later on, as we will see below. The point is that the strong increase in population since the first suspension bridge was built, and most of all the creation of the San Francisco neighborhood—"one of the most populous in the city"—along with the fact that the bridge was very close to the Artillery base and barracks, called for its replacement with a rigid bridge.

sí el aval de una poderosa casa constructora. Por esta razón se le debió de llamar, cosa que, imagino, enojaría en extremo a Antonio de Goicoechea, y presentó un primer proyecto en 1847, muy sencillo, con interesantes detalles de todas las piezas que exigía el nuevo cableado del puente, y un segundo de mayor entidad. Éste, firmado también en Zaragoza pero con fecha de 20 de octubre de 1849, representa una reconsideración general de la situación del puente en la ciudad pues contempla las rampas de acceso para las caballerías, las escaleras para las personas, las casas inmediatas al puente con el nombre de los propietarios, etcétera. El proyecto, en su primer plano, lleva el expresivo título de «Reedificación del puente colgado de alambres sobre la ría Nervión de Bilbao», dando a entender que se trataba en realidad no tanto de la sustitución de unas cadenas por cables, como sucedía en la primera propuesta sino, en definitiva, de un puente nuevo, con sus estribos elevados para dejar paso a pequeñas embarcaciones, y con dos cuerpos de arquitectura para apoyar los cables principales en



Detalle de la panorámica del muelle de Arriaga, en Bilbao, hacia 1859, en el que se aprecia parte del puente de Isabel II antes de que se le suprimiera el tramo levadizo con las torretas

And there, Alzola referred to the oft-quoted “opinion of the engineer, M. Roebling, director of the Niagara Bridge, who said that a train crossing it at 36 kilometers per hour caused less commotion than twenty horses trotting, and troops marching in step were even more dangerous.”

All of that is why the San Francisco Suspension Bridge had to be demolished. And that is what happened. But if we are to maintain chronological order here, we must first discuss the Isabel II or Arenal Bridge. Alzola speaks of it as a stone bridge on which construction ended in 1878 and under which only barges could pass. But it had previously been a handsome iron bridge on masonry pilings, with five arches, the middle of which could be raised. This is the bridge that is so beautifully depicted by Juan Barroeta in a painting kept by the Sociedad Bilbaína. The same painter offers a delightful view of Bilbao’s inlet, and both images capture a natural beauty now long gone. But life goes on, and on 20 May 1844, Antonio de Goicoechea submitted a project to the Bilbao City Government for the Isabel II Bridge. We know the version to which the Government Consulting Board gave its seal of approval on 25 February 1845. This was erroneously published as being by Amado de Lázaro and dating from 1863. The plan is extraordinarily interesting, as it shows the design of a five-arch bridge with unmistakably “Isabelino” features in the architecture of the four, pillared pavilions. These bore the chains used to raise the central arch, which was the only one that had to be movable. The drawing shows that section in an open position, with a large ship passing through it in full sail. From the Corinthian order of its columns to the adornment of its cast-iron arches on the sides of the bridge, every aspect is characterized by an uncommon beauty and sensitivity.

Finally, Pedro Celestino Espinosa (1814-1887) was hired to build the bridge. According to the obituary of one of the colleagues of this Inspector General, First Class of the Highway Engineering Corps, he

los extremos del puente que, sólo en uno de los estribos contaba con pozos de amarra, ya que en el otro el carácter masivo de su arquitectura resolvía la falta de espacio para atirantar los cables en la calle que pasaba por delante de las casas de Pedro Noria y de Salcedo. La sustitución debió de hacerse poco después, a comienzos de los años cincuenta, y este es el puente, creo, que al final sustituiría don Pablo Alzola y Minondo; si bien abrigo algunas dudas sobre la existencia de las referidas arquitecturas con anterioridad al proyecto de Lamarinière, pues el grabado de Le Hardy, *View in the Town of Bilbao* (1838) muestra el puente colgante con una solución muy parecida. Viejas fotografías de hacia 1874 en las que aparece el puente que tantas veces se retocó, lo muestran colgado tan sólo desde la margen izquierda,

como lo estará el puente de los Fueros construido por Sabino de Goicoechea y que se comenta más adelante. La cuestión es que el fuerte crecimiento de la población desde que se construyera el primer puente colgante, y sobre todo la formación del barrio de San Francisco, que «es uno de los más populosos de la villa», añadido al hecho de que el puente se encontraba muy cerca del cuartel y parque de artillería, aconsejaban su sustitución por otro puente rígido, acudiendo entonces Alzola a la tópica «opinión del Ingeniero M. Roebling, Director del puente del Niágara, que afirmaba que un tren que lo cruzase a la velocidad de 36 kilómetros por hora producía menos conmoción que veinte caballerías al trote, siendo aún más peligroso el tránsito de tropas que llevasen el paso».

Por todo ello debía derribarse el puente colgante de San Francisco, como así fue. Pero antes, si respetamos los hechos y el tiempo, debemos referirnos a otro puente que, como los actores que salen a escena según intervienen, entra ahora en acción: el de Isabel II o del Arenal. Alzola lo menciona como de piedra y terminado en 1878, bajo el que ya sólo pasarían gabarras, pero antes fue un hermoso puente de hierro sobre pilas de fábrica, con cinco ojos, de los cuales el central era levadizo, tal y como muy bellamente lo captó con sus pinceles Juan Barroeta en un lienzo que conserva la Sociedad Bilbaína, dejándonos también este pintor una deliciosa vista del Abra de Bilbao, imágenes ambas de una belleza natural hoy perdida. Pero la vida sigue, y del puente de Isabel II, para el que Antonio de Goicoechea había presentado el 20 de mayo de 1844 un proyecto en el Ayuntamiento de Bilbao, conocemos una versión aprobada por la Junta Consultiva del Gobierno con su sello correspondiente fechada el 25 de febrero de 1845, aunque publicada por error como de Amado de Lázaro y fechada en 1863. El plano es de un interés extraordinario por cuanto muestra el proyecto del puente de cinco ojos con inequívocos rasgos isabelinos en la arquitectura de los cuatro templetos columnados de los que penden las cadenas con las que se levantaría el arco central en sus dos mitades, el único que por fuerza debía ser levadizo. El dibujo muestra abierto este tramo y el paso por él de un gran barco con su arboladura y velamen desplegado. Desde el orden corintio de las columnas hasta el ornato de los arcos en hierro fundido en las caras del puente, todo traduce una sensibilidad y belleza poco común.

Puente de Isabel II, en Bilbao, hacia 1874, ya sin el tramo levadizo

“designed and directed the construction of the Isabel II Bridge in Bilbao, one of the first metal ones to be built in Spain.” Its five arches rested on solid masonry pilings that were very slender, as their height corresponded with that of the abutments, which had been elevated to allow ships to pass beneath its overhead arches. The latter recall the ones by Paine mentioned above, with hoops that grew increasingly smaller between the iron arch beam and the horizontal deck one.

Built in 1847 and inaugurated the following year, it soon suffered a series of serious accidents, one of which we know to have affected an arch support (1861). In my opinion, those accidents are what led Lázaro to intervene. But it was the partial sinking of one of its pilings in 1863 that made it necessary to eliminate the moveable arch, “raise the two arches that make up the two left sections” and replace them all with wooden passages.

Still, the definitive end of the elegant Arenal Bridge came in the form of an accident in the early hours of 11 April 1874, when “various large barges and a steamer, pulled along by the river’s rise, blocked the first two sections of the right side, thus reducing the flow of water by almost half. Thus blocked, the current flowed towards the opposite bank, violently attacking the two last pilings and causing them to move considerably, which ruined the bridge.” So wrote Adolfo Ibarreta Ferrer, Chief Engineer of the Basque Provinces since 1871. He knew this work very well as he was the author of the masonry bridge that was to replace it, only to see his masonry arches—for such is life—replaced a few years later by new, carefully designed metal ones. But the story does not end there, because Ibarreta was a very active participant in the Siege of Bilbao and, as reality surpasses fiction, one of his jobs was to build walkways over the two bridges blown up by the Carlists. These were fundamental in allowing the royalist army to cross the river. One of them was the Luchana, and the other, the Udondo. He designed wooden





Puente de Isabel II, en Bilbao, hacia 1874, con la estructura dañada tras la riada sufrida el 12 de abril de 1874

walkways for them of eleven and ten meters, respectively, with “American-system beams or trusses” of the sort discussed earlier.

In June of 1876, Pascual Landa Setién, the Chief Engineer for Public Works of Vizcaya who had reconstructed the central arch of the Luchana bridge with Coignet concrete—it entered service in December 1875—asked the City Government of Bilbao for some of the trusses from the ruins of the Isabel II Bridge. He wanted to use them to repair the bridge over the Udondo river, thus eliminating Ibarreta’s walkway on the road from Bilbao to Las Arenas. The City Government agreed and those remains of what was once the magnificent Arenal Bridge are still there today, bearing shameful witness under a concrete slab, so that only Joaquín Cárcamo and Iñaki Uriarte’s sharp eye and interest for formerly grand works have rescued them from oblivion. At least the story, an excellent painting and those vestiges remain of this metal bridge, and many others bridges would be happy to have as much. In that sense, we could probably hear the voice of the Burceña Bridge reminding us that he, too, has his own story. Moreover, that story continues with the metal latticework bridge designed by Adolfo Ibarreta. An anonymous figure looking out through a gap in that latticework defines its scale in Aureliano Arteta’s excellent painting, *El Puente de Burceña* (“Burceña Bridge” 1930), now at the Museum of Fine Arts in Bilbao.

And this is when the so-called iron bridge of San Francisco, designed and built by Pablo de Alzola (1841-1912), enters the scene. Alzola was one of the most outstanding engineers in nineteenth-century Spain. He was responsible for works such as the latticework beamed railway viaduct over the Cadagua river at Burceña, as well as texts of the maximum interest. Most of all, however, the figure of Alzola has long been identified with the life, industry, politics and society of Bilbao, where he became Mayor, and later President of the Regional Government of Vizcaya. One indication of his commitment

La ejecución del puente fue a parar finalmente a manos del ingeniero Pedro Celestino Espinosa (1814-1887), quien, viendo las propuestas, «proyectó y dirigió la construcción del puente de Isabel II en Bilbao, uno de los primeros metálicos construidos en España», como se recogía en la nota necrológica de otro compañero del Cuerpo de Ingenieros de Caminos, del que Celestino Espinosa fue inspector general de primera clase. Los cinco ojos en arco se apoyan sobre sólidas pilas de fábrica de gran esbeltez pues su altura se correspondía con la de los elevados estribos, para así permitir pasar a las embarcaciones bajo sus tendidos arcos de hierro. Éstos recuerdan algo a los arcos de Paine que se han citado más arriba, con unos aros decrecientes entre la viga de hierro en arco y la horizontal del tablero.

Construido en 1847 e inaugurado al año siguiente, pronto conoció una serie de percances serios, de los que conocemos el apeo de uno de sus arcos (1861), que son, a mi juicio, los que llevaron a intervenir a Lázaro; pero fue el hundimiento parcial de una de sus pilas en 1863 lo que hizo necesario suprimir el puente levadizo, «levantar los arcos de hierro que formaban los dos tramos de la izquierda» y sustituir todos por pasos de madera.

No obstante, lo que supuso el final decisivo del airoso puente del Arenal fue el accidente ocurrido en la madrugada del 11 de abril de 1874, cuando «varios gabarrones de grandes dimensiones y un vapor, arrastrados por las crecidas del río, se atravesaron en los dos primeros tramos de la margen derecha, disminuyendo de este modo casi en la mitad el desagüe. La corriente, al encontrar este obstáculo, se dirigió hacia la orilla opuesta y atacó violentamente los cimientos de las dos últimas pilas, produciendo en ellas movimientos de consideración, que ocasionaron la ruina del puente». Así relataba los hechos Adolfo Ibarreta Ferrer, ingeniero jefe de las Provincias Vascongadas desde 1871, quien conocía bien esta obra pues fue el autor del puente de fábrica que lo sustituiría y que pocos años después, paradojas de la vida, vio cómo se reemplazaban los arcos de fábrica por otros metálicos cuidadosamente diseñados. Pero la historia no acaba aquí porque Ibarreta participó de forma muy activa en la defensa del sitio de Bilbao y, como la realidad supera a la ficción, entre sus tareas estuvo la de hacer dos pasarelas sobre dos puentes volados por los carlistas, muy valiosos para franquear el paso del ejército realista. Estos puentes eran, uno el de Luchana, y otro el de Udondo, para los que proyectó dos pasarelas de madera, de once y diez metros de luz, respectivamente, con «vigas o cerchones del sistema americano», del que ya se ha hablado con anterioridad.

El hecho es que, al poco tiempo, el ingeniero jefe de Obras Públicas de Vizcaya, Pascual Landa Setién, que reconstruyó con hormigón Coignet el ojo central del puente de Luchana, en servicio desde diciembre de 1875, solicitó al Ayuntamiento de Bilbao en junio del año siguiente algunos de los cuchillos del derruido puente de Isabel II para aprovecharlos en la reparación del que se encuentra sobre el río Udondo y así eliminar la pasarela de Ibarreta que se hallaba en el camino de Bilbao a Las Arenas. El Ayuntamiento accedió y allí se encuentran hoy los restos del que fuera magnífico puente del Arenal, como vergonzante testimonio escondido bajo una losa de hormigón, y que sólo el buen olfato y el interés por las cosas que han sido grandes de Joaquín Cárcamo e Iñaki Uriarte han recuperado del olvido. Al menos de este puente metálico resta la historia, una excelente pintura y este vestigio que otros muchos puentes quisieran para sí. Pero es probable que, ante esta reflexión, pudiera oírse la voz del puente de Burceña recordando que él también tiene su propia historia, según se ha dicho, y que además continuaría con el

Puente de Udondo, en la desembocadura del río Udondo-Gobelas, en el municipio de Leioa, en Bilbao, cuyo arco metálico colocado en 1876 procede del antiguo puente de Isabel II



to that city is the fact that, along with the engineer, Hoffmeyer and the architect, Achúcarro, he drew up the plans for Bilbao's expansion (1872). But here we are interested in his project for a metal bridge intended to replace the San Francisco Suspension Bridge which, in the well-known Report that accompanied his project, he prefers to call a "pasadera" (literally, a "stepping stone"), that is, neither a walkway nor a bridge. This engineer designed the work exclusively for pedestrians because his painstaking study of the frequency and usage of Bilbao's bridges so indicated. Thus, he discarded the passage of horses, livestock and small carriages that had crossed the estuary on the old suspension bridge, always after paying the toll.

Alzola wrote a true disquisition on iron bridges, in which he proposed different solutions, finally arriving at the definitive one idea of a single arch spanning forty-two meters, with an apex of three. That was a very broad and low arch but it rested on very high abutments so as not to interfere with the passage of ships arriving at the banks of the La Ribera Market. His Report was first published in the *Revista de Obras*

puente metálico que proyectó el citado Adolfo Ibarreta con vigas de celosía, a través de una de las cuales se asoma el anónimo personaje que introduce la escala en el excelente lienzo de Aureliano Arteta, *El puente de Burceña* (1930), del Museo de Bellas Artes de Bilbao.

Es ahora cuando entra en escena el llamado puente de hierro de San Francisco, proyectado y construido por Pablo de Alzola (1841-1912), uno de los ingenieros más destacados del panorama español durante el siglo XIX a quien, por cierto, debemos obras como el viaducto ferroviario de viga en celosía sobre el Cadagua en Burceña, y escritos de un interés máximo; pero sobre todo la figura de Alzola se ha identificado durante muchos años con la vida, industria, política y sociedad de Bilbao, donde llegó a ocupar la alcaldía y más tarde la presidencia de la Diputación de Vizcaya. Como dato que define su compromiso con la ciudad debe recordarse que, junto con el ingeniero Hoffmeyer y el arquitecto Achúcarro, hizo el plan del Ensanche de Bilbao (1872). Aquí interesa su proyecto de puente metálico para sustituir al colgante de San Francisco y que Alzola en una conocida memoria que acompaña al mismo, prefería llamar «pasadera», esto es, ni puente ni pasarela. Nuestro ingeniero había concebido aquel paso sólo para peatones pues, tras un detenido estudio de los puentes de Bilbao, su frecuencia y uso así lo aconsejaban, desechando por tanto el paso de caballerías, ganado y pequeños carruajes que antes habían franqueado la ría por el antiguo puente colgante, siempre previo pago del pontazgo.

Alzola hace un verdadero discurso sobre los puentes de hierro en el que propone distintas soluciones hasta alcanzar la definitiva, que consiste en un solo arco de cuarenta y dos metros de luz y tres de flecha, esto es, un arco muy rebajado que, sin embargo, se apoya sobre unos estribos muy alzados, para no entorpecer el paso bajo el puente a las embarcaciones que llegaban a orillas del mercado de La Ribera. La referida memoria, publicada primero por entregas en la *Revista de Obras Públicas* (1880) y después como folleto en la colección *Anales de Obras Públicas* (1881), no tiene desperdicio en el orden técnico, al tiempo que aborda cuestiones estéticas. Así, se manifiesta una vez más sobre la disyuntiva entre arquitectura e ingeniería, a la que dedica un epígrafe que llama «Estética de los puentes». En dicho epígrafe se recoge una larga tradición, por otra parte muy elemental en su planteamiento y a la que nos hemos referido en páginas anteriores al hablar de Eugenio Barrón y el viaducto madrileño, en la que no sólo se debaten las

Puente de la Ribera, en Bilbao, hacia 1891

Públicas (“Review of Public Works” 1880) and later as a brochure belonging to the collection *Anales de Obras Públicas* (“Annals of Public Works” 1881). Technically, it is an excellent text, and it also addresses esthetic issues, including the difficult relationship between architecture and engineering, to which Alzola dedicates a heading called *Estética de los puentes* (“The Esthetics of Bridges”). There, he reviews a long tradition that is also fundamental to his approach—we referred to it earlier in our consideration of Eugenio Barrón and the viaduct of Madrid—as it debates not only the esthetic possibilities of bridges in general, but also their aesthetic needs, according to where they are to be built. At one point he writes: “It is just as well that, when a railway line has to cross a gully in the middle of uninhabited lands, the engineer limits himself to any shape and configuration of beams able to constitute a light and solid bridge or viaduct; but in populous areas, the conditions are the exact opposite, as only certain public monuments stand out from as far away as bridges, which are generally built in clear areas and thus very exposed to the gaze of passersby. They can therefore become the finest adornments to cities crossed by large rivers, as long as their designs manage to combine the precepts of science and the rules of art. The result must be a harmonious whole that maintains its unity throughout its structure but still possesses the expression and variety that bring life and soul to the material.” That is what Alzola proposed for his San Francisco “pasadera” which was actually very contained in its formal expression, as he let the arches, deck and latticework tympana speak for themselves. They did so with great elegance until, in 1937, this and every other bridge across the estuary were destroyed. Even then, from the river’s bed, it continued to render a final service, bearing a temporary walkway. Despite the burgeoning smelting industry in Vizcaya during that period, which Alzola also describe in his texts, that bridge was manufactured by the German firm of Gusstaht Fabrik of Bochum (Westfalen), which



posibilidades estéticas de los puentes en general, sino también del obligado comportamiento estético de éstos según el lugar en que se levanten. Por eso llega un momento en que escribe: «Enhorabuena que, cuando se trate de salvar para el trazado de un ferrocarril un barranco en medio de terrenos despoblados, se limite el ingeniero a adoptar vigas de cualquier forma y disposición, con tal de que den lugar a un puente o viaducto sólido y ligero; pero en los centros populosos, las condiciones son diametralmente opuestas, pues sólo determinados monumentos públicos destacan a tanta distancia como los puentes, que se elevan, por regla general, en puntos despejados y tan expuestos a la vista de los transeúntes, que pueden contribuir a ser el mayor ornamento de las

sought to add some modifications, such as articulating the bridge at its beginning, which Alzola rejected.

Payment of the toll for crossing the Isabel II bridge led the inhabitants of “the Republic of Abando” to consider a suspension bridge with a “free toll” for pedestrians. Its design and construction was paid for by the municipality. That bridge, called the Los Fueros Bridge was across from Santa María Street and disappeared during the Third Carlist War. With such a short life and original conception, it never received the attention it merits. It was designed by Sabino de Goicoechea (1826-1901). The son of Antonio de Goicoechea, mentioned above, Sabino was Bilbao’s

ciudades cruzadas por ríos caudalosos, si en su disposición se logran hermanar los preceptos de la ciencia y las reglas del arte, a fin de que resulte un todo armónico, que conservando la unidad del conjunto de toda su estructura, tenga, sin embargo, expresión y variedad, que presten animación y vida a la materia». Esto es lo que Alzola se propuso en su «pasadera» de San Francisco que, por otro lado, era de muy contenida expresión formal, pues dejaba que los arcos, tablero y tímpanos de celosía hablaran por sí mismos con la elegancia con que lo hicieron hasta su destrucción en 1937, junto con el resto de los puentes sobre la ría, cuando, desde el lecho del río, aún hubo de prestar un último servicio sirviendo de apoyo a una circunstancial pasarela. El puente, a pesar del despegue siderúrgico de Vizcaya en esas fechas, sobre lo que escribió Alzola, fue construido por la casa alemana Gusstaht Fabrik, de Bochum (Westfalia), que quiso introducir modificaciones como la de articular el puente en su arranque, a las que Alzola se negó.

El pago del pontazgo que debía satisfacerse para cruzar el puente de Isabel II llevó a los habitantes de «la república de Abando» a pensar en un puente colgante de «peaje gratuito» para peatones, cuyo encargo y construcción corrió por cuenta de las arcas municipales. Este puente, llamado de los Fueros, frente a la calle de Santa María y desaparecido durante la tercera guerra carlista, fue de tan corta vida como original en su concepción, a la que no se le ha dado la debida importancia. El proyecto se debe a Sabino de Goicoechea (1826-1901), hijo del mencionado Antonio de Goicoechea, arquitecto municipal de Bilbao, fundador de algunos periódicos como *El Nervión*, y escritor a ratos. El puente colgante se separa formalmente de cuantos se han visto hasta aquí porque sólo colgaba de uno de sus estribos, según se deduce del grabado de Laporta, hecho sobre un dibujo de García a partir de una fotografía de Alfonso Gmard [sic] que publicó *La Ilustración Española y Americana* con motivo de su inauguración (1870). El puente era asimétrico, pues los cuatro cables estaban suspendidos, dos a dos, desde uno de sus extremos, sobre un arco de buena fábrica de sillería de Motrico (Guipúzcoa), cuyos pozos de amarra estaban empotrados en un segundo arco a modo de portada embebida en el muro de contención posterior. La disposición de los sillares de dicho arco tenía forma de cuñas o dovelas a efectos de dar mayor resistencia a su fábrica y contribuir en el atirantamiento de las amarras. Las obras comenzaron en una fecha muy especial, el 28 de septiembre de 1868, pocos días después de estallar

Municipal Architect, the founder of several magazines, including *El Nervión*, and a part-time writer. His suspension bridge differs in form from those we have discussed so far in that it was suspended from only one of its abutments, as can be deduced from a drawing by García based on a photo by Alfonso Gmard [sic], which was published by *La Ilustración Española y Americana* (“Spanish and American Illustration”) when it was inaugurated in 1870. The bridge was asymmetrical as its four cables were suspended in pairs from one of its ends, on a well-made ashlar arch of stone from Motrico (Guipúzcoa) whose cable anchorage wells were set into a second arch that marked the entry to the bridge and was flush with the rear retaining wall. That arch’s stones are wedge shaped in order to give the work greater resistance, which contributes to the tautening of the suspension cables. Work began on a very special date, 28 September, 1868, just a few days before the outbreak of the “Glorious” or September Revolution that put an end to the rein of Isabel II. It ended in 1869. The bridge spanned fifty meters and was three and a half meters wide. Its ashlar abutments were made with stone from the nearby quarries of Iturrigorri and the total cost was 18,000 *duros*. The details of its construction and decoration are very interesting. The four main cables, each of whose one hundred eighty strands of wire made a six-centimeter cylinder, and the fifty-four pairs of suspenders, each two centimeters in diameter, were all painted to look like cane, reed and wicker, undoubtedly in an attempt to recall the humble origins of suspension bridges. On the Bilbao side, some thought was given to placing two large cast-iron lions, each 1.75 meters in length, but I do not know if this was ever done.

Sabino Goicoechea’s effort to recall rope and cane bridges was rather romantic and naïve, but his work must be valued as part of an effort passed down from generation to generation to make the Nervión the river with the most number of suspension bridges spanning its flood. It was followed at the end of the century by an audacious and



Puente de los Fueros, en Bilbao, hacia 1870

revolutionary proposal: the Vizcaya Bridge with which architect Martín Alberto de Palacio y Elissague (1856-1939) joined Portugalete and Las Arenas. This was a sort of monumental entrance to the estuary from the inlet, where the outer port was already being built.

Inaugurated in 1893, that bridge had the very special characteristic of being the first ferry bridge in the world, and its invention was patented by Alberto de Palacio in 1888. That makes it earlier than what has long and erroneously been considered the prototype of this type of bridge: the Marseille ferry bridge. Designed by Arnodin in 1904, it is often called the first of its type, even though that French bridge maker had already built one at Rouen in 1898. We will deal with this question further on, but first let us say that, in a nutshell, the Vizcaya Bridge is a suspension bridge spanning one hundred sixty meters. Its deck hangs forty-five meters above the water in order to let high-masted ships through, and is held up by two seventy-one-meter-high lattice-work towers. That deck bears two rails on which a pulley cradle rides. The ferry, or boat, hangs from that cradle and that is what carries people, animals and goods from one bank to the other. Hence, the name “ferry bridge,” which unseated the original name of “The Palacio Bridge” that was heard across Europe at the time, and would have been equivalent to that of the Eiffel Tower. Indeed, we must recall that those two iron structures were built at the same time, which bears witness to the veritable iron fever of those years.

The ferry boat itself was replaced several times before the present one (1999), which allows the transportation of vehicles. It moves horizontally at the height of the docks, and was originally powered by a 25 HP steam engine installed in the tower on the Las Arenas bank. Thus, Palacio’s bridge drew on earlier experiences with suspension bridges, railway lines, steam engines, and so on... merging all those things in a singular expression of both the perseverance and maturity

la llamada «Gloriosa» o Revolución de Septiembre que pondría fin al reinado de Isabel II, y se terminaron a finales de 1869. El puente tenía cincuenta metros de luz por tres y medio de ancho, sus estribos se construyeron con piedra de sillería procedente de las canteras locales de Iturrigorri y todo ello costó 18.000 duros. Los detalles de su construcción y decoración son de gran interés, pues tanto los cuatro cables principales, compuestos cada uno de ellos por ciento ochenta hilos de alambre que forman un cilindro de seis centímetros, como los cincuenta y cuatro pares de péndolas de dos centímetros de diámetro, estaban pintados imitando cañas, juncos y mimbres, queriendo recordar, sin duda alguna, el sencillo origen de los puentes colgantes. En la orilla de Bilbao se pensó en colocar dos grandes leones de hierro fundido, de un metro setenta y cinco de largo, que no sé si se llegaron a poner.

Desde el recuerdo de los puentes de cuerdas y cañas que Sabino de Goicoechea se propuso rememorar en una actitud un tanto romántica y naif, pero valorando su obra como un heredado empeño por hacer del Nervión el río que más puentes colgantes reuniera para salvar sus orillas, aparece a finales del siglo XIX la audaz y revolucionaria propuesta del arquitecto Martín Alberto de Palacio y Elissague (1856-1939) y su puente de Vizcaya, tendido entre Portugalete y Las Arenas, como monumental entrada a la ría desde el Abra donde ya estaba en construcción el puerto exterior.

Dicho puente, inaugurado en 1893, tiene la especialísima característica de ser el primer puente transbordador del mundo, cuyo invento patentó en 1888 Alberto de Palacio, adelantándose así al que por error se ha mantenido durante mucho tiempo como prototipo, es decir, al conocido puente transbordador de Marsella proyectado por Arnodin (1904), cuando el del Rouen es incluso anterior en el tiempo (1898), cuestión sobre la que volveremos más adelante. Primero digamos a modo de resumen que el de Vizcaya es un puente colgante de ciento sesenta metros de luz sobre cuyo tablero, a cuarenta y cinco metros sobre el nivel de las aguas para permitir el paso de los barcos de alto mástil y sostenido por dos torres de celosía de sesenta y un metros de altura, corren dos raíles sobre los que se desplaza un tren de rodillos del que pende el transbordador o barquilla que es la que traslada a las gentes, animales y enseres de una orilla a otra. De aquí el nombre de «puente transbordador» que acabó imponiéndose sobre el inicial de «puente Palacio», que recorrió Europa en su momento y que hubiera sido el equivalente al de la Torre Eiffel, debiendo recordar que una y otra realidad férreas fueron coetáneas, asunto que habla de la verdadera fiebre del hierro que se vivió en aquellos años.

La barquilla en cuestión, reemplazada varias veces hasta llegar a la actual (1999) que permite el transporte de vehículos, se desplaza horizontalmente al nivel de los muelles, y cuya fuerza motriz se la proporcionaba en sus primeros momentos una máquina de vapor de 25 HP instalada en una de las torres, la que corresponde a la orilla de Las Arenas. De este modo el puente de Palacio acumuló experiencias anteriores relacionadas con los puentes colgantes, con el tendido del ferrocarril, con la máquina de vapor..., convirtiéndose el puente todo en una singular expresión que resume bien el empeño y madurez de un siglo, a la vez que es final brillante de la

of an entire century, as well as a brilliant culmination of the tradition of suspension bridges over Bilbao's estuary. Work began on 10 April 1870 and the load tests were carried out on 27 July 1893. They were a total success, and the following day the bridge was inaugurated with great celebration by the citizenry, who saw this work as the pride of a society that saw its past in the estuary and its future in the grand port of Bilbao's inlet.

This invention's vicissitudes and the problems involved in building the Vizcaya Bridge are recorded in the report that accompanies the project, dated in Bilbao on 1 January 1888. They are also reflected in Palacio's correspondence and manuscripts, part of which has been published by Fullaondo, although it must be admitted that this architect deserves an entire book, which has yet to be written. The system he invented for building the towers without scaffolding—they had to rise "into the air like a spiderweb"—or the way he used a rocket to shoot the first guideline for the future suspension cables across the estuary, recall the literary and futuristic fiction of writers like Jules Verne, whom we mentioned earlier. No one had ever seen a bridge built this way, nor of this shape or size. Clearly, something new was growing over the estuary and it was contemplated the way one contemplates the unknown—with misgivings—until its perfect functioning and usefulness were proven. After all, we should keep in mind that it was able to transport some two-hundred people from one bank to the other in a matter of minutes, and without interrupting ship traffic on the estuary. It was such a success that this Palacio Bridge was soon imitated, and ferry bridges sprang up all over the world, eclipsing the swing and draw bridges that spanned so many great rivers.

And this is where its builder, Ferdinand Arnodin, inevitably comes into the picture. Before founding his own company in 1872, Arnodin had collaborated with the firm of Seguin, and he is mentioned above with



Puente transbordador de Marsella, proyectado por Arnodin en 1904

tradición de puentes colgados sobre la ría de Bilbao. Las obras se iniciaron el 10 de abril de 1890 y el 27 de julio de 1893 se hicieron las pruebas de carga con éxito total, de modo que al día siguiente pudo inaugurarse con el general regocijo de la ciudadanía, que veía en aquella obra el orgullo de una sociedad que miraba el ayer en la ría y el mañana en el gran puerto del Abra de Bilbao.

Las vicisitudes del invento y los problemas constructivos del puente de Vizcaya quedaron recogidos en la memoria que acompaña al proyecto, fechada en Bilbao el 1 de enero de 1888, así como en la correspondencia y manuscritos que dejó Palacio y que en parte publicó Fullaondo, si bien hay que reconocer que falta la monografía que bien merece nuestro arquitecto. El ingenio para construir las torres sin andamios, que había que levantar «al aire como si fuera una tela de araña», o el modo en que con un cohete se lanzó sobre la ría la primera guía de los futuros cables de suspensión, nos remiten al mundo de la ficción literaria y futurista en la línea de Julio Verne ya citada varias veces. Nunca se había visto construir un puente de este modo, ni con esta forma ni de estas dimensiones. Sin duda algo nuevo se alzaba sobre la ría y esto se miró como

regard to suspension bridges. From his new position, Arnodin participated in the construction and renovation of some Spanish bridges, including the renovation of the Isabel II Bridge over the Gállego River at Saragossa, where he collaborated with engineer Antonio Fernández Navarrete. There, he is said to have used inclined cables or shrouds, as well as a type of cable he himself invented. The new cable was commonly called “twisted-wire cable” to distinguish it from the cable customarily used on suspension bridges, which used parallel cables. This happened in 1889 and the details I mention here are included in the Palacio’s project from the previous year.

Arnodin’s firm was much more famous than Palacio. The importance and number of works that French builder carried out, such as the bridges at Rouen and Marseille, and a better knowledge of his work, thanks to French bibliography—which is always biased—overshadowed the name of the Spanish architect to such a point that the ferry bridge is listed in most manuals as Arnodin’s invention. Palacio himself suffered this problem towards the end of his life, as he mentions in some handwritten notes called, with no little bitterness, *Difficultades ante las cosas nuevas* (“Difficulties in the Face of New Things”). There, he explains that he had approached Arnodin after the man he first commissioned to build the bridge, “Señor Alonso, a notable and well-known builder in Bilbao during that period,” had an accident. This brief manuscript signed by Palacio describes his trip to Paris, mentioning Eiffel, who was then undertaking the construction of the tower he was to inaugurate at the Universal Exhibition of 1889. It also includes very interesting comments on the matter at hand: “once work began on the bridge, as this gentleman [Arnodin] wasn’t an engineer, and it was the first time in his life that he had to deal with this sort of construction...” There may have been a degree of self-interest in Palacio’s words, but all doubts are dispelled by the fact that

se mira lo desconocido, con recelo, hasta que se comprobó su perfecto funcionamiento y utilidad, pues no se olvide que la barquilla podía transportar en unos minutos a unas doscientas personas de un lado a otro sin estorbar la navegación por la ría. Tanto es así que muy pronto empezó a imitarse este puente de Palacio, de modo que se alzaron en todo el mundo otros puentes transbordadores que vinieron a eclipsar a aquellos otros giratorios y levadizos tendidos sobre los grandes ríos.

Es aquí donde, de forma inevitable, surge la figura de su constructor, Fernando Arnodin, este antiguo colaborador de la casa Seguin a quien ya se aludió al hablar de los puentes colgantes y que en 1872 había fundado su propia compañía. Desde su nuevo puesto, Fernando Arnodin intervino en la construcción y mejora de algunos puentes españoles, como en la reforma del de Isabel II sobre el río Gállego, en Zaragoza, en colaboración con el ingeniero Antonio Fernández Navarrete. Se dijo que allí incorporó cables inclinados u obenques, así como un tipo de cable de su invención llamado vulgarmente de «alambre retorcido», en lugar de los hilos de alambre en paralelo con los que de modo habitual se preparaba el cableado de los puentes colgantes. Esto ocurría en 1889 y los detalles que comento se encuentran ya incorporados en el proyecto de Palacio fechado un año antes.

La mayor fama de la Sociedad Arnodin sobre Palacio, la importancia y número de obras que el constructor francés hizo, como los puentes de Rouen y Marsella, y un mejor conocimiento de su obra a través de la bibliografía francesa, siempre parcial, hizo que el nombre del arquitecto español se eclipsara hasta el punto de que en los manuales figura el puente transbordador como invento de Arnodin. Este fue un problema que vivió el propio Palacio en sus últimos años pues ya recoge en unas notas manuscritas, que llama con cierta amargura «dificultades ante las cosas nuevas», que él había acudido a Arnodin al sufrir un percance el «Sr. Alonso, constructor notable y afamado que había en aquella época en Bilbao», con el que se había comprometido para hacer el puente de Vizcaya. Este breve manuscrito firmado por Palacio habla de su viaje a París, cita a Eiffel que estaba afrontando la construcción de su torre para inaugurarse en la Exposición Universal de 1889, e incluye comentarios de gran interés para el asunto que tratamos: «Comenzadas las obras del puente y como este señor [Arnodin] no era ingeniero y era la primera vez de

the patent assigned by the Ministry of Development on 18 May 1893 was never appealed nor contested in any manner by Arnodin, even though the French bibliography states that the Frenchman had already presented a patent for a ferry bridge in 1887. Surprisingly, despite doubts as to whether Arnodin's idea was earlier than Palacio's, from what little we know of this matter up to now, there seems to have been a harmonious cooperation between them. That, at least, is what would seem to be indicated by a letter the Spanish architect wrote to Arnodin on 18 December 1900 when construction began on what was to be the second ferry bridge in the world: the one spanning the Seine at Rouen. It would seem to point to true professional cooperation, which offers a different interpretation of events—one distorted by more passionate historians. That letter not only notifies Arnodin that a certain amount of money is being sent to him, it also makes reference to technical aspects of the bridge at Rouen, including as its boat, "tensing beam," and the height of the deck, with paragraphs whose interest merits quoting: "Inasmuch as you know the good side, you probably want to know the bad as well. From an artistic point of view, the lines of the pillars are not very harmonious and, overall, it is totally lacking in grandeur. The axes of the wind bracings and ties do not converge at the determined, symmetrical points that form the apexes. The lower arches are too high, with inadequate curves, dissipating the grandeur that such a beautiful work could have. If an object is large, it is because there is something smaller beside it, and it is in the disequilibrium between the two that we discover the secret of proportions, in other words, the art of grandeur." This paragraph not only conveys Palacio's concern that the bridge have an intrinsic capacity to provoke an esthetic experience, it also brings us to the end of the letter, where the Spanish architect tells Arnodin that these and other aspects can be corrected. The fact that he calls them "modifications

su vida que tenía que hacer una construcción de este género». Esto puede interpretarse como expresión de la parte interesada, pero no deja lugar a dudas el hecho de que la patente concedida a Palacio por el Ministerio de Fomento, con fecha de 18 de mayo de 1893, quedara sin reclamación o protesta alguna por parte de Arnodin, de quien la bibliografía francesa dice que en 1887 había presentado una patente de puente transbordador. Lo que sorprende, pese a la dudosa anticipación de la idea por parte del constructor francés, es que, por lo poco que conocemos hasta la fecha, entre Arnodin y Palacio existía armonía y colaboración, dándolo así a entender la carta dirigida por el arquitecto español a Arnodin el 18 de diciembre de 1900 con motivo de la construcción del que sería el segundo puente transbordador del mundo, el de Rouen sobre el Sena. De ella se deduce la existencia de una verdadera cooperación profesional, aspecto que abre una interpretación distinta y que la historiografía apasionada ha desvirtuado. La carta en cuestión, además de notificar a Arnodin el envío de una cierta cantidad de dinero, hace referencia a aspectos técnicos del puente de Rouen como la barquilla, la «viga atiesadora» o la altura del tablero, e incluye párrafos que por su interés transcribimos: «Ya que usted conoce el aspecto bueno, supongo que usted deseará conocer el malo. Desde el punto de vista artístico, las líneas de los pilares son poco armoniosas y el conjunto está falto en absoluto de grandiosidad. Los ejes de los contravientos y de los tirantes no convergen en los puntos determinados y simétricos formando las cúspides. Los arcos inferiores son demasiado elevados, de curvas no adecuadas, haciendo desaparecer la grandiosidad de que tan bella obra es susceptible. Si un objeto es grande es porque hay otro a su lado que es pequeño, y en este desequilibrio de estas dos condiciones se encuentra el secreto de la proporción, es decir, del arte, y, por consiguiente, de la grandiosidad». Al margen de mostrar la inquietud por dotar al puente de una capacidad intrínseca para suscitar la emoción estética, este párrafo nos lleva al final de la carta en el que Palacio dice a Arnodin que para corregir estos y otros aspectos, lo que llama las «modificaciones para el futuro», como si entre ambos hubiera un porvenir de colaboración, añade: «para ello precisaría me enviara reproducciones de los dibujos en gran escala del tablero y del movimiento del puente de Rouen».

Que el puente de Rouen, terminado en 1898 y sobre el que el Museo Marítimo de esta ciudad celebra una exposición en el presente año de 2007, es hijo directo y dilecto del puente

PÁGINAS SIGUIENTES

Puente transbordador de Vizcaya, en Bilbao, de Alberto de Palacio, 1893.
Es considerado el primer puente transbordador del mundo

for the future,” would seem to indicated that the two men would continue to collaborate later on. And Palacio adds: “therefore, I would need you to send me large-scale reproductions of the drawings of the Rouen bridge’s deck and movement.”

Finished in 1898, the ferry bridge at Rouen is the subject of an exhibition by the Maritime Museum of that city in the present year of 2007. That it is the direct and predilect progeny of the Vizcaya bridge is proved by a great deal of information that was not questioned in its day, including the announcement of the commencement of construction on the Franch bridge in the *Revista de Obras Públicas* (“Review of Public Works” 1897), which stated that: “it is the same type as that built at the mouth of the Nervión, between Portugalete and Las Arenas. It is the first of this type to be built in France, as the one in Bilbao is presently the only one in existence. The height of the deck is 45 meters, allowing free space below for the passage of ships... The bridge is, in principle, identical to the one in Bilbao. Two metal towers built on the banks hold the deck, which is hung 48 meters above the level of the dock...” And in fact, anyone could mistake one for the other at first glance, given the similarity of their design details, which were finally corrected thanks to Palacio’s intervention. Is that the correct interpretation of the similarity of the two bridges, in light of the observations quoted above? Additional proof can be found in the fact that the third ferry bridge, which Arnodin built over the Rhone at Marseille (1904), openly differs in appearance of the first two, looking like their first cousin.

Bad luck beset all three bridges. The one in Bilbao was blown up on by Republican forces on 16 June 1937 to slow the advance of Franco’s troops; the one in Rouen was destroyed by the French army itself on 9 June 1940 to stop the Germans; and the bridge at Marseille was, in turn, demolished by the Germans on 22 August 1944 to slow the progress of Allied troops. Of the three, only the one in Bilbao was rebuilt,





de Vizcaya lo atestiguan otros muchos datos no contestados en su momento, entre ellos la noticia aparecida en la *Revista de Obras Públicas* (1897) con motivo del comienzo de las obras del puente francés que «es del mismo género que el construido en la desembocadura del Nervión, entre Portugalete y las Arenas. Es el primero de esta clase que se construye en Francia, siendo actualmente el de Bilbao el único que existe. La altura libre debajo del tablero para permitir el paso de los barcos es de 45 metros [...] El puente es, en principio, idéntico al de Bilbao. Dos torres metálicas construidas en las márgenes sostienen el tablero, colgado a una altura de 48 metros sobre el nivel del muelle». Y es que, en efecto, cualquiera podría confundirlos en un primer momento dada la semejanza del detalle del diseño que, finalmente, pudo corregirse con la intervención de Palacio. ¿Será ésta la correcta interpretación de la semejanza entre ambos puentes después de conocer las observaciones anteriormente reproducidas? Como prueba complementaria se puede añadir que el tercer puente transbordador que se construyó, el de Marsella (1904) sobre el Ródano, también de Arnodin, se separa abiertamente de la imagen de los dos primeros, con los que guarda un parecido de primos hermanos.

La mala suerte acompañó a estos tres puentes, pues el de Bilbao fue volado el 16 de junio de 1937 por el ejército republicano para frenar el avance de las tropas de Franco; el de Rouen lo destruyó el propio ejército francés el 9 de junio de 1940 para detener a los alemanes; y el de Marsella lo abatieron los alemanes el 22 de agosto de 1944 para dificultar el progreso de las tropas aliadas. De estos tres puentes sólo se reconstruyó el de Bilbao después de una excelente intervención del ingeniero José de Juan-Aracil (1939-1941), quien no sólo mantuvo la imagen y función del puente sino que introdujo las mejoras necesarias que hicieron posible su larga vida hasta llegar a nosotros. Entre las modificaciones más importantes se encuentra el cambio de la antigua viga horizontal armada con cruces de San Andrés por una viga del sistema Warren con un canto de tres metros sobre los dos que tenía la anterior, roblonando todas las uniones como en la primera versión de Palacio. De las modificaciones que se perciben a simple vista cabe señalar que se suprimieron los tirantes inclinados u obenques, dejando sólo las péndolas verticales, al igual que se hizo en un determinado momento en el puente de Rouen.

thanks to an excellent intervention by engineer José de Juan-Aracil (1939-1941). Not only did he retain the image and function of the original; he also introduced the necessary improvements, which have made it possible for the bridge to survive into the present. Among the most important modifications was the replacement of the old horizontal beam stressed with x beams. The new one was a Warren-system beam with a three-meter edge, as opposed to the two-meter edge of the earlier one. All of the joints were riveted, just as they were in Palacio's first version. The modifications that are visible to the naked eye include the elimination of inclined ties or shrouds, leaving only the vertical suspenders. The same was done at one point on the bridge at Rouen. As a final thought about the suspension bridge at Vizcaya, we would add that it was not only the first to be built but also one of only eight that remain, out of eighteen built before World War II. Of those eight, Alberto de Palacio's was the one chosen by Unesco as a World Heritage Site at its XXX session in Vilnius (Lithuania) on 13 July 2006. Alberto de Palacio would have been filled with pride to know this, and so would the man whose absolute confidence in him led him to finance such an audacious building project: Anselmo López de Letona.

The estuary at Bilbao also had other metal bridges. Some were built and later destroyed, like the swing bridge called "Perro Chico" ("Little Dog" 1892), which was also blown up in 1937. Others never left the drawing board, like those presented to the City Government's contest for a "Lordly Bridge" held at the beginning of the new century, in 1901. The "Perro Chico" was a toll bridge and the toll was paid with a five-centime coin popularly called "little bitch," which explains the name of the bridge. It is said to have been designed by the English engineer, Hector Brahon and built by the Zorroza workshop, which had already taken part in the Vizcaya bridge, using laminated steel made by Altos Hornos and La Vizcaya before those two companies merged in

Como reflexión última sobre el puente colgante de Vizcaya añadiremos que no sólo fue el primero en construirse sino que de los dieciocho puentes transbordadores que se levantaron en el mundo hasta la Segunda Guerra Mundial, sólo restan ocho, y de éstos el de Alberto de Palacio es el que la UNESCO incorporó a la lista del Patrimonio Mundial en su XXX sesión celebrada en Vilnius (Lituania) el 13 julio de 2006. Esto habría colmado de orgullo tanto a Alberto de Palacio como al hombre que financió tan audaz construcción creyendo ciegamente en ella, Anselmo López de Letona.

Otros puentes metálicos tuvo la ría de Bilbao, unos construidos y derribados con posterioridad, como el giratorio llamado de «Perro Chico» (1892) y también volado en 1937, y otros que no pasaron de proyecto, como los que acudieron al concurso convocado por el Ayuntamiento para un «Puente Señorial», al iniciarse el nuevo siglo, en 1901. El del «Perro Chico» era un puente de peaje por el que se pagaba una moneda de cinco céntimos o «perra chica», lo que explicaría su nombre, que se dice proyectado por el ingeniero inglés Héctor Brahon y construido por los Talleres de Zorroza que ya habían intervenido en el puente de Vizcaya, con acero laminado procedente de las sociedades Altos Hornos y La Vizcaya, antes de su fusión en 1902, incorporando también piezas moldeadas producidas en los talleres de Deusto. El puente, tendido entre los muelles de la Sendeya y de Uribitarte, muy cerca del nuevo edificio del Ayuntamiento, era de un solo ojo y medía sesenta y siete metros de luz. Se abría en sus dos mitades girando cada una sobre su estribo con un mecanismo de sencillo manejo, abriéndose y cerrándose en un solo minuto. En lo esencial estaba terminado en 1892, inaugurándose un poco antes que el de Alberto de Palacio.

Parece que no debería excluirse de esta somera relación de los puentes metálicos sobre el Nervión aquellos proyectos que se presentaron al concurso convocado por el Ayuntamiento de Bilbao para la construcción de un puente, inmediato al nuevo Palacio Municipal y paralelo al puente giratorio, cuyas bases se aprobaron el 30 de enero de 1901. El nuevo puente, concebido como prolongación de la calle de la Sierra, debía ser de hierro, de un solo vano, fijo y sin pilas ni apoyos sobre la ría. Al concurso se presentaron hasta ocho proyectos, todos ellos de gran interés por sus propuestas, con los siguientes lemas: *Ciencia y Arte, Laurac-bat, Aurrera, Novum*

1902. Some molded pieces made at the Deusto Workshops were also used. The bridge ran between the docks of la Sendeya and Uribitarte, very near the new City Hall. It had a single arch spanning sixty-seven meters. Its two halves opened, each rotating on its abutment with a mechanism that was so easy to operate that the whole thing could be opened or closed in just one minute. For all practical purposes, it was finished in 1892 and inaugurated shortly after Alberto de Palacio's bridge.

In this summary list of metal bridges over the Nervión, we should not really neglect those projects presented in the contest organized by the City Government of Bilbao for the construction of a bridge right next to the new Municipal Palace and parallel to the swing bridge. The rules and requirements for this contest were approved on 30 January 1901. The new bridge was to serve as a prolongation of Sierra Street. It was to be of iron, with a single arch, fixed and without pilings or other means of support within the estuary. Eight projects were presented and they all had very interesting proposals. Their pseudonyms were: *Ciencia y Arte, Laurac-bat, Aurrera, Novum sub sole, Sendeya, Bilbao Invicta, Nervión* and *Nervión y Bilbao* ("Science and Art, Laurac-Bat, Aurrera, Novum sub sole, Path, Unbeaten Bilbao and Nervión and Bilbao"). The jury consisted of engineers and architects such as Pablo de Alzola, Valentín Gorbeña, Severino de Achúcarro, José Serrat and Enrique Epalza. Their deliberations were published, and they represent a truly exhaustive analysis of what iron represented at the turn of the century, despite all its drawbacks. Therein, it is possible to see the mature employment of this material with full knowledge of its use. The president of the jury was Alzola, whose views on the artistic character of urban bridges and viaducts were well known, so many of the proposals adorned their metal structures with monumental architecture. The most outstanding of them all was the one presented under the pseudonym *Laurac-bat*. It was the jury's favorite and they accepted



sub sole, Sendeja, Bilbao Invicta, Nervión y Bilbao. Las deliberaciones del jurado, compuesto por ingenieros y arquitectos como Pablo de Alzola, Valentín Gorbeña, Severino de Achúcarro, José Serrat y Enrique Epalza, se hicieron públicas y representan un análisis verdaderamente exhaustivo de lo que el hierro con todos sus problemas representa en el cambio de siglo, donde cabe percibir la madurez en el uso de este material y el pleno conocimiento de su manejo. Con todo, estando presidido el jurado por Alzola y conociendo su opinión sobre el carácter artístico que los puentes y viaductos debían tener en las ciudades, buena parte de las propuestas enriquecieron la estructura metálica con monumentales arquitecturas, sobresaliendo entre todos el presentado bajo el lema *Laurac-bat*, hacia el que, con correcciones, se inclinó el jurado en su fallo de 27 de noviembre de 1901: «Hay un solo proyecto en que se ha logrado por completo el armonioso maridaje de los cánones científicos con los atavíos del arte, que es el titulado *Laurac-bat*. No resulta perfecto el trabajo [...] pero el autor o autores que han demostrado con tanta brillantez sus aptitudes artísticas, podrán, sin duda alguna, reformar el estudio sin que desmerezca el aspecto estético». Los autores del proyecto que nunca se llevó a cabo resultaron ser los ingenieros Vicente Machimbarrena y Miguel Otamendi, que contaron con la colaboración de los arquitectos Antonio Palacios y Joaquín Otamendi porque, según aquéllos, «no existen obras en las que esté más indicada que en los puentes para grandes poblaciones la íntima colaboración del ingeniero y el arquitecto».

< Puente de Perrochico en el muelle de La Sendeja, en Bilbao, hacia 1893

it, specifying certain corrections, on 27 November 1901, stating in their decision: “Only one of the projects completely achieves a harmonious marriage between scientific canons and the trappings of art. It is the one titled *Laurac-bat*. The work is not perfect... but the author or authors have so brilliantly displayed their artistic aptitudes that they will undoubtedly be able to reform the design without neglecting its esthetic aspect.” The authors of this project, which was never carried out, turned out to be the engineers Vicente Machimbarrena and Miguel Otamendi, whose design included the contributions of architects Antonio Palacios and Joaquín Otamendi because, as they put it: “in no work is the intimate collaboration of engineers and architects more appropriate than in bridges for large towns.”

* TRANSLATOR'S NOTE In Spanish, the word “bridge” takes the masculine tense, while the word “coin” is feminine. Thus, the female nickname of the coin “little bitch” is applied to the bridge in its male version, becoming “Little Dog.”



PEREZ ROMERO
HUELVA.

Muelle Tharsis, en Huelva, construido para la compañía británica The Tharsis Sulphur and Cooper Company Limited

Cargaderos con grúas de mandíbula y de imanes, transbordadores y viaductos, insisten en las marismas con formidables plataformas apoyadas en vigas de celosía y columnas de fundición.

Concha Espina, *El metal de los muertos*

El laberinto de hierro

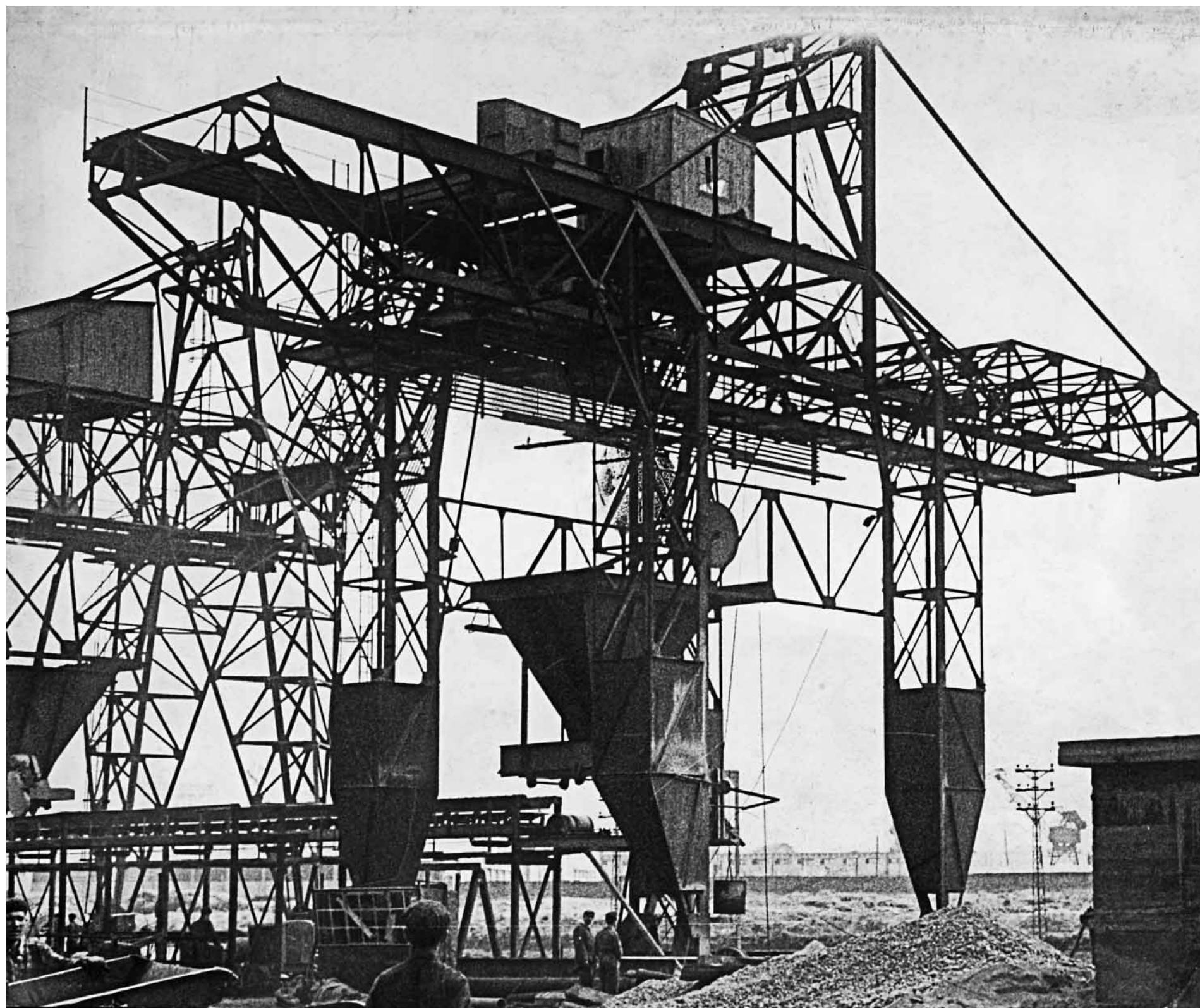
El retrato del mundo minero que Concha Espina hizo en su novela *El metal de los muertos* (1920) incluye unas imágenes que, aun referidas a las obras férreas que los ingenieros ingleses hicieron en el puerto de Huelva, por el que el cobre procedente de las minas de Riotinto salió rumbo al mercado internacional, son también susceptibles de proyectarse sobre cuantos embarcaderos de mineral se construyeron en las costas españolas en el último cuarto del siglo XX. Por otro lado, la referencia a las grúas llama la atención sobre ese inquietante paisaje poblado de metálicos monstruos que surgió sobre los muelles de tantos puertos, grúas cuyos nombres: Titán o Goliath, dan idea del tamaño y la fuerza que fueron adquiriendo con el tiempo, desde que se construyeran las primeras de mano, pasando por las de vapor e hidráulicas hasta llegar a las movidas «por ese Proteo de todas las energías naturales llamado electricidad», como en 1892 se escribió a raíz del montaje de la nueva grúa en el puerto de Hamburgo. Este último sistema tardó algún tiempo en llegar a nuestros muelles donde, sin embargo, se multiplicaban las de vapor e

Loaded with jaw and magnet cranes, Ferries and viaducts, they insist in the swamps With formidable platforms On latticework trusses and cast-iron columns.

Concha Espina, *El metal de los muertos*

The Labyrinth of Iron

The portrait of the world of mining in Concha Espina's *El metal de los muertos* ("The Metal of the Dead" 1920), includes images that refer to the iron works English engineers installed at the port of Huelva to bring copper ore from Riotinto onto the international market. Those images could be equally projected on any mineral loading piers built along the Spanish coasts in the final quarter of the nineteenth century. On the other hand, her reference to cranes calls attention to this disquieting landscape inhabited by metal monsters that towered over the docks of so many ports. Their names, "Titan" or "Goliath," give an idea of the size and strength such cranes acquired over time, passing from the first hand-operated ones to the steam and hydraulic



hidráulicas. Así, en 1898, en el puerto de Barcelona y distribuidas entre los muelles del Comercio, de la Muralla, del Arsenal y de Barcelona, había un total de treinta y una grúas hidráulicas de diferente tonelaje, altura y longitud de pescante, a las que hay que sumar las cuarenta y seis pequeñas de mano, con una potencia de entre una y cinco toneladas, y las cuatro de vapor de entre diez y veinte toneladas. Las dos grúas hidráulicas mayores tenían una potencia de veintisiete y veinticinco toneladas respectivamente y, como el resto, fueron construidas y montadas por la sociedad inglesa The Hydraulic Engineering Company, de Chester, bajo la dirección del ingeniero Ellington, a quien se atribuían las mejoras introducidas en las grúas hidráulicas del sistema inventado por William Armstrong quien, por otra parte, tenía prácticamente en sus manos el monopolio de las que se construyeron entonces con destino a un gran número de puertos ingleses.

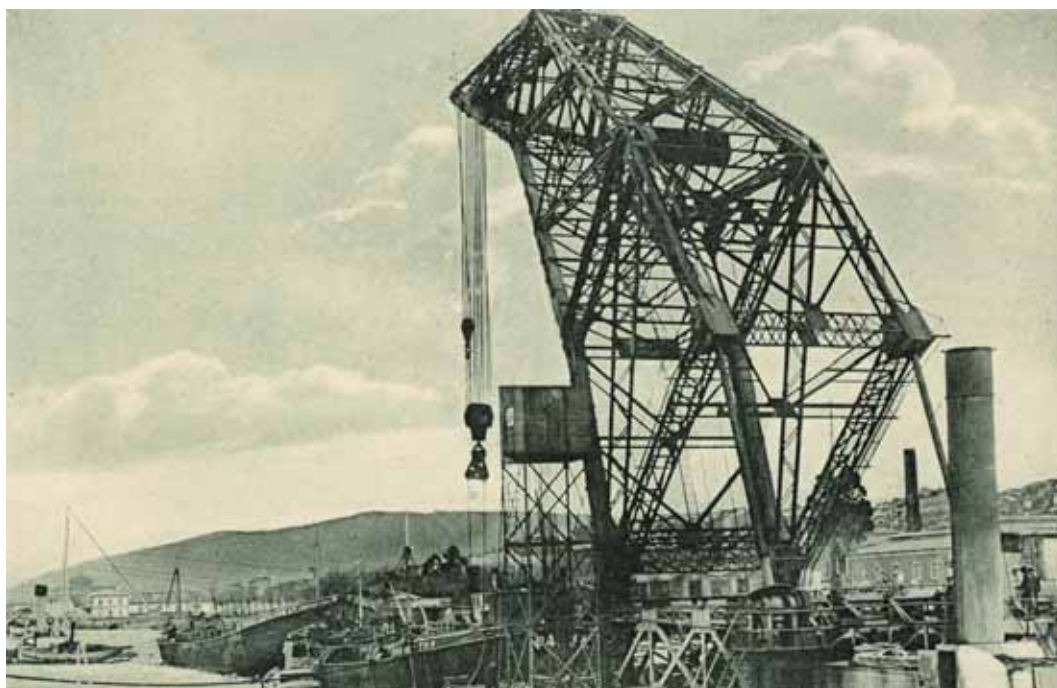
Por lo que he podido comprobar, fueron Inglaterra y, en menor medida, Alemania los países que abastecieron de grúas a nuestros puertos, cosa que no impidió que hubiera otras de origen español, generalmente modestas, como las cuatro a vapor que en 1862 construyó la Sociedad de Navegación e Industria para la realización de las obras del puerto de Barcelona donde tenía sus talleres Nuevo Vulcano. Dichas grúas se llevaron a cabo bajo la dirección del ingeniero Antonio Serrallach, quien hasta ese momento había construido máquinas de vapor para los buques de la armada española. La propia Maquinista Terrestre y Marítima construiría varios tipos de grúas: unas pequeñas para labores de carga y descarga, como las colocadas cada veinte metros en algunos de los nuevos muelles de Barcelona (1893), y otras de gran tamaño, como la muy potente y flotante de cien toneladas, con su caldera y máquina de vapor, construida para las obras de fundación del puerto exterior de Bilbao (1908).

No obstante, fueron Inglaterra y Alemania los países que por aquellos tiempos surtieron a España de grúas, tanto de tamaño modesto, como de los tipos Titán y Goliat. Así, en las mejoras que el ingeniero Evaristo de Churrua llevó a cabo en la ría de Bilbao figura un plan de adquisición de grúas aprobado por real orden de 22 de marzo de 1886, a cuya subasta se presentaron nueve industriales españoles y extranjeros, adjudicándose su construcción a una empresa inglesa cuyo nombre desconozco. Aquel plan contemplaba el establecimiento de ocho grúas de vapor móviles, de tres toneladas de potencia, sobre sus correspondientes vías de desplazamiento, para los muelles

◀ Grúa del puerto de Barcelona

ones and on to the ones moved “by that Proteus of all natural energies called electricity,” as was written about the new crane erected in the port of Hamburg in 1892. It was a while before that system arrived in Spain, whose docks were filled with steam and hydraulic cranes. Thus, in 1898, the port of Barcelona’s docks—el Comercio, la Muralla, el Arsenal and Barcelona—had a total of thirty-one hydraulic cranes of different tonnage, height and jib length, as well as forty-six small hand-operated cranes able to lift between one and five tons, and four ten and twenty-ton steam cranes. The two largest hydraulic cranes could lift twenty-seven and twenty-five tons, respectively. Like the others, they had been manufactured and erected by the English Hydraulic Engineering Company of Chester under the direction of an engineer named Ellington, who was known for his improvements to the hydraulic cranes invented by William Armstrong. The latter very nearly had a monopoly on cranes being constructed in numerous English ports at that time.

From what I have been able to discover, Barcelona and other Spanish ports were outfitted mostly with cranes from England and, to a lesser degree, Germany, although this did not prevent the manufacturing of usually-more-modest Spanish cranes like the four steam models built by the Sociedad de Navegación e Industria in 1862 for work on the port of Barcelona. That company had their “Nuevo Vulcano” workshops—run by engineer Antonio Serrallach—right at the docks and had previously been building steam engines for Spanish Navy ships. La Maquinista Terrestre y Marítima also built various types of cranes, from the small loading and unloading models erected every twenty meters on some of Barcelona’s new docks (1893), to the very powerful floating one-hundred-ton cranes, with their boilers and steam engines, which were built for work on the foundations of Bilbao’s outer docks (1908).



Grúa flotante del Arsenal, en Ferrol, A Coruña

Still, at that time, England and Germany were the main suppliers of cranes in general, and of Titan and Goliath cranes in particular. Thus, for examples, the improvements carried out by engineer Evaristo de Churruga on the Bilbao Estuary included a plan to acquire cranes that was approved by Royal Order on 22 March 1886. Bids for this project were tendered by nine companies from Spain and abroad, and the construction was assigned to an English company whose name I do not know. That plan foresaw the installment of eight mobile steam cranes, each with a lifting power of three tons. They were to run on tracks to be installed at the docks of el Arenal, Ripa and the two “sides of the turn at La Salve.” A more powerful, twenty-five ton steam crane was also contracted for the lower end of the Uribitarte docks. That same plan included up to six iron cargo-transit sheds for the docks at el Teatro, el Arenal, Ripa, Uribitarte and La Salve. All of this took place just before the construction of the iron dock designed by Churruga himself, which we will discuss below. This work was also earlier than the Royal Order of 29 June 1888 that gave initial approval of the project for Bilbao’s outer port.

While the cranes at the port of Barcelona mentioned above were fixed, the 1898 plan also called for the construction of ninety-five mobile ones, each between one-and-a-half and three tons, which were the most agile and common cranes in all ports. This number gives an idea of just how busy those docks were. Their recently constructed cargo-transit sheds—iron roofs on cast-iron columns for the provisional storage of merchandise—covered a surface area of three-thousand square meters, and other constructions on those docks included sheds for the machines that powered the hydraulic cranes. An entire world of movement, shrill noise, coal and steam, the loading and unloading of a thousand different products at the holds of ships berthed at those docks, shouted commands, whistles and warning

del Arenal y de Ripa y para las dos «márgenes de la vuelta de La Salve», y una grúa de vapor fija más potente de veinticinco toneladas, con destino al extremo inferior de los muelles de Uribitarte. El propio plan incluía hasta seis tinglados de hierro para los muelles del Teatro, del Arenal, de Ripa, de Uribitarte y de La Salve, todo ello en vísperas de la construcción del muelle de hierro proyectado por el propio Churruga del que luego se hablará y anterior también a la real orden de 29 de junio de 1888 por la que se aprobaba inicialmente el proyecto del puerto exterior de Bilbao.

Si bien las referidas grúas del puerto de Barcelona eran fijas, el plan de 1898 también contemplaba la construcción de otras noventa y cinco móviles de entre una y media y tres toneladas, las más ágiles y frecuentes en todos los puertos, lo que puede dar idea del movimiento de mercancías en los muelles que, por ello, se poblaron igualmente de tinglados de hierro sobre columnas de fundición para su depósito provisional, hasta cubrir una superficie de tres mil metros cuadrados. Además, incluía otras construcciones, entre las que se contaba la casa de máquinas que surtía de presión a las grúas hidráulicas. Todo un mundo en movimiento, inundado de carbón y vapor agitado por la carga y descarga de mil productos diferentes en las escotillas de los barcos atracados en sus



Vista panorámica del muelle de El Musel, en Gijón, Asturias

muelles, por el ruido chirriante de las máquinas, por las voces de mando y los silbidos y silbatos de aviso que hacían de éste y otros puertos análogos el motor vital de la ciudad, muy por encima de lo que arrastraban y movían las estaciones de ferrocarril.

Con todo, esta actividad y número de grúas palidece cuando, tras consultar los *Annales des Travaux Publics de Belgique* comprobamos que, por ejemplo, el puerto de Amberes contaba en 1905 con cuatrocientas catorce grúas pequeñas de una y media a dos toneladas, más otra de diez, dos de veinte y dos de cuarenta y, por último, otra más de ciento veinte toneladas, ausente en los puertos españoles. Así, la poderosa grúa Titán conocida como «Villanueva», montada al final del dique norte del puerto asturiano de El Musel, en Gijón y para cuya reforma había redactado un informe el mencionado ingeniero Churruga, era de ochenta toneladas (1903).

El ingeniero de caminos Alejandro Olano, que dirigió las obras de este puerto de El Musel (1902), estudió también el número y potencia de las grúas fijas y móviles necesarias, manteniéndose muy discreto en su planteamiento, del que sólo se apartaba para reclamar una grúa de gran

sirens, made these and other similar docks the city's nerve center, above and beyond what was being pulled and moved at their railway stations.

Yet all this activity and abundance of cranes pales when, in consulting the *Annales des Travaux Publics de Belgique* ("Annals of Public Works in Belgium"), we discover that in 1905, the port of Antwerp, for example, had four hundred fourteen small cranes—from one-and-a-half to two tons, each—and one ten-tonners, as well as two twenty-ton cranes and two forty-ton cranes, not to mention a one hundred twenty ton crane, a size unknown in any Spanish port. The powerful Titan crane called "Villanueva", which stood at the end of the Asturian port of El Musel's north dyke in Gijón (Asturias), had a lifting power of eighty tons and in 1903, Churruga, the engineer mentioned above, submitted a project for its renovation.

Alejandro Olano was the civil engineer in charge of work on the port of El Musel (1902) and he, too, studied the number and strength of the fixed and mobile cranes needed there. His plans were very restrained, and he only departed from this restraint in his call for a high-powered crane, between eighty and one hundred tons, "which will be necessary to handle large pieces of machinery, especially the large-caliber cannons which the factory at Trubia manufactures for territorial defense and which are currently embarked at the port of Gijón, with great difficulty and enormous expense." But the crane was not approved, and the eighty-ton Titan remained. It was used alongside a Goliath crane to construct the new North dock with artificial blocks, after having survived the onslaught of the Cantabrian Sea's angriest breakers. In the first chapter, we discussed engineering's encounter with the sea when studying lighthouses. Now, we return to the sea, its tides, pull, waves and winds, all of which must be faced by an engineer seeking to insure the stability of masonry dikes and docks, which calls for those semi-mobile

potencia, de ochenta a cien toneladas, «que será necesaria para manipular las grandes piezas de maquinaria y muy especialmente los cañones de grueso calibre que la fábrica de Trubia construye para la defensa del territorio que hoy con grandes penalidades y a costa de enormes gastos se embarcan en el puerto actual de Gijón». Pero ésta no llegó y allí quedó aquella Titán de ochenta toneladas de potencia con la que fue posible construir el nuevo muelle Norte, con bloques artificiales, auxiliada por una Goliat, no sin antes haber sido desafiada por la airada fuerza del oleaje del mar Cantábrico. En efecto, en el primer capítulo se ha visto el encuentro del ingeniero con el mar en razón de los faros costeros; ahora nuevamente es el mar con sus mareas, arrastre, oleaje y viento el que sale al encuentro del ingeniero que necesita dar estabilidad a la obra de fábrica de sus diques y muelles y que precisa de esos seres de metal articulados que se desplazan sobre unas vías, giran sobre su eje y se elevan sobre los muelles. El drama vivido en el puerto de El Musel es un ejemplo, no único, de la fragilidad de estos «titanes» de acero ante el poder de la naturaleza embravecida. En la época de temporales, durante el invierno, la grúa retrocedía hacia un parapeto de protección compuesto por bloques de ochenta toneladas cada uno que formaban un muro de defensa frente al oleaje de tres metros de grosor por cuatro de altura. En los cinco años que llevaba funcionando la Titán de El Musel nunca había sucedido nada, pero el 8 de diciembre de 1907 se levantaron unas olas formidables que lanzaron aquellos pesados bloques contra las patas de la grúa haciendo que perdiera el equilibrio y dejándola maltrecha, a pesar de tener una tara de cuatrocientas cuarenta toneladas. Pasada la tormenta, se procedió a aligerar el peso de la grúa desmontando parte del contrapeso, unas doscientas sesenta toneladas en lingotes de hierro, y con la ayuda de gatos de cien toneladas cada uno se pudo levantar la Titán, «quitar los carriles que habían quedado doblados, meter bajo las ruedas otras vías y colocarla nuevamente sobre éstas, después de nivelado su asiento; a consecuencia de la brusca rotación de la pluma, varias ruedas y piñones que permitían el movimiento de ésta se rompieron y fue preciso fundir otros nuevos; colocados éstos y vuelto a instalar el contrapeso, quedó lista y en disposición de funcionar nuevamente el viernes 24 de enero» de 1908. Poco pudo respirar el ingeniero Alejandro Olano pues «llegó el 29 de enero y nos sorprendió el imponente temporal que desde la noche precedente reinaba, sin que nadie pudiese presentirlo al anochecer del día 28 en que presentaba el mar la

and articulated metal beings that tower over the docks, running on tracks and rotating on their own axes. The tragedy at the port of El Musel is only one example of the fragility of those steel “Titans” when faced with the power Nature can unleash. During the stormiest season, in mid-winter, the crane was backing towards a protective wall made of eighty-ton blocks that served as a breakwater against the waves. That barrier was three meters thick and four meters high and in the five years that the Titan crane had been functioning at El Musel, nothing had ever happened. But on 8 December 1907, the breakwater was assaulted with such formidable waves that those eighty-ton blocks were actually thrown against the legs of the crane, knocking it over and causing it considerable damage, despite its deadweight of four hundred forty tons. When the storm had passed, the crane’s weight was lessened by removing part of its counterweight—around two hundred sixty tons of iron ingots—and with the help of one hundred ton jacks, the Titan was lifted, so that its rescuers could “remove the rails that were bent and lay other ones, placing its wheels back on those tracks after leveling its seating. As a result of the sudden rotation of its arm, various wheels and pinion gears that served to move it had broken, and new ones had to be cast and installed before the counterweight could be put back on. It was finished and ready for use again on Friday 24 January” 1908. But Alejandro Olano had little time to recover, for “on 29 January we were surprised by an impressive storm that blew in the previous night without anyone having been able to foresee it at nightfall on the 28th, when the sea was deceptively calm. From the beginning of the dock,” continued Olano, “to its farthest extreme, the waves reared up, crashing over the top and sweeping away everything on it. At eight in the morning, the sea struck so hard that, in a single blow, it removed the massive” reinforcement of blocks that protected the crane, and the latter “was thrown off its rails, with one leg hanging off the wall. In those



Grúa Titán, en el puerto de Tarragona

PÁGINAS SIGUIENTES

Vista del muelle de Riotinto, en Huelva, 1870, construido para la compañía británica Riotinto Company Limited

más engañosa calma. Desde el arranque del dique —prosigue Olano— a la extremidad de su avance arbolaban las olas, rebasando la coronación, barrían cuanto sobre ella había y a las ocho de la mañana un golpe de mar removió, como si fuera de una pieza, el macizo» reforzado de los bloques que protegían la grúa que «quedó descarrilada y con una de sus patas volando fuera del muro, en cuyas condiciones no es extraño que un fuerte golpe de mar la hiciese perder el equilibrio, la tumbase» y cayese en parte al mar. Desconsolado escribía Olano que «ante tales efectos sólo cabe renovar la impresión que se siente cada vez que ocurren accidentes de estos por la inconcebible e incontrastable energía de la acción del mar». No estaría de más recordar ahora ante la imagen de este mar indómito, que en la mitología griega Titán y sus hermanos son hijos de Urano, el Cielo, y de Gea, la Tierra, aunque la grúa Titán de El Musel parecía más bien ser la reencarnación del personaje de otro mito: Sísifo, pues una vez más hubo que empezar de nuevo.

Como no había medios para sacar la grúa, que además había quedado en muy malas condiciones, se encargó a la compañía de Le Blanc que, con la participación de la Sociedad Española de Construcciones Metálicas, construyese otra de las mismas características que estuvo lista

conditions it is hardly surprising that another strong wave caused it to lose its balance and overturn” so that it fell partially into the sea. Incon-solable, Olano wrote that “such events can only increase our impres-sion when such accidents occur as a result of the inconceivable and incomparable energy of the sea.” In Greek mythology, Titan and his brothers were the children of Uranus (the Heavens) and Gea (the Earth), but the Titan Crane at El Musel seems more like an incarnation of Sisy-phus, as repairs had to start all over again.

As El Musel lacked the means of pulling such a huge crane out of the water, not to mention how damaged that crane was by then, the Le Blanc company was commissioned to work with the Sociedad Española de Construcciones Metálicas to make a new crane with the same characteristics. The new one was ready in August 1908 and came to the aid of its wounded predecessor, making it possible to recover what had fallen into the water on top of the breakwater’s scattered blocks. El Musel, which was so linked to engineer Alejandro Olano’s professional life, was also the setting for his final hour, as he died in tragic circumstances there in 1912 after returning from the Philippines, where he had been working for some time.

The turn of events was very similar in Melilla around the same time. Its Public Works Board was created in 1902 and two years later, the engineer Manuel Becerra was appointed to carry out the neces-sary reforms. In 1909 a Grand Titan crane manufactured in Germany was installed. It weighed three hundred tons and had a lifting weight of eighty. It was a gantry crane that moved on rails, with a rotating arm, but the “incomparable” force of the waves made short work of it, push-ing it into the sea in 1914.

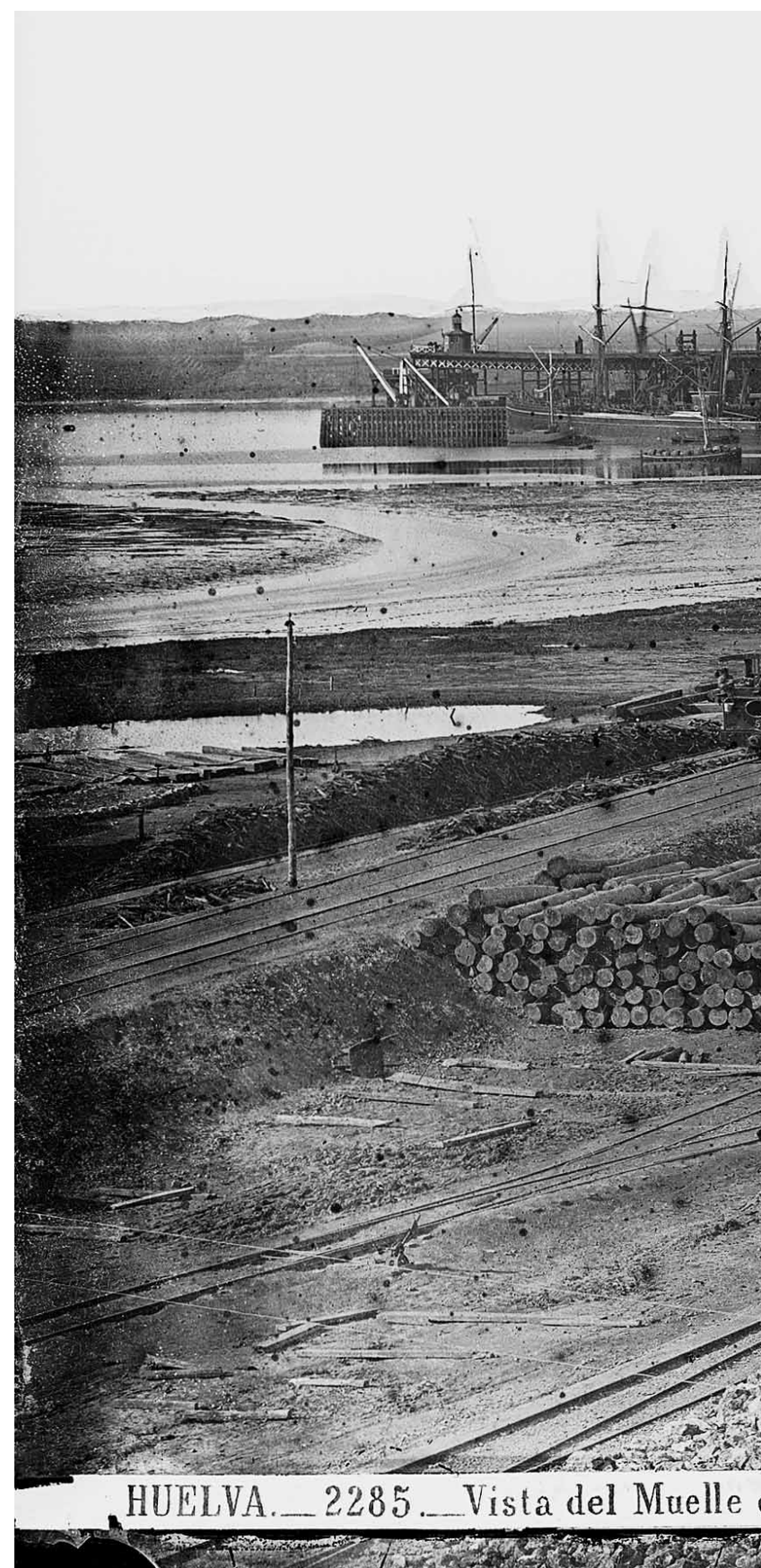
Such accidents are no indication of a lack of strength on the part of such cranes—the ones at Tarragona or Santa Cruz de Tenerife, for example, never had any sort of accident—but their position at the edge

en agosto de 1908. La nueva Titán vino en auxilio de la maltrecha anterior y con ella se pudo recuperar el material caído al agua sobre los desbaratados bloques del parapeto. Aquel lugar, que tan ligado estuvo a la vida profesional del ingeniero Alejandro Olano, fue escenario también de su última hora, pues murió en circunstancias trágicas en El Musel, en 1912, después de haber estado algún tiempo ejerciendo su profesión en el archipiélago filipino.

El puerto de Melilla tuvo un desarrollo paralelo en el tiempo al de El Musel, pues su Junta de Obras se creó en abril de 1902. En 1904 se nombraba director de aquéllas al ingeniero Manuel Becerra y en 1909 se instaló la Gran Titán, grúa fabricada en Alemania que pesaba trescientas toneladas y tenía una potencia de ochenta. Era del tipo de pórtico que se desplazaba sobre raíles y contaba con una pluma giratoria, pero el empuje «incontrastable» de las olas pudo con aquélla y la derribó, cayendo vencida al mar en 1914.

Que las grúas sufrieran estos accidentes no quiere decir que no fueran resistentes, pues sabemos de otras, como las de Tarragona o Santa Cruz de Tenerife, que no sufrieron percance alguno; simplemente su posición frente al mar suponía siempre un riesgo, aun cuando se tomaban todo tipo de precauciones. Con el tiempo se fueron haciendo más firmes y resistentes. La que en 1888 se empleó para la terminación de las obras del puerto de Santa Cruz de Tenerife debe ser una de las primeras Titán que llegaron a España cuyo modelo se conocía también como «grúa transversal» porque un tren de rodillos desplazaba horizontalmente el gancho de anclaje de la carga bajo el pescante volado de la pluma, algo que debió de inspirar a Alberto de Palacio a la hora de concebir su transbordador de Bilbao, pues no en vano estas grúas, con su estructura armada en celosía o similar, eran deudoras del amplio mundo de las vigas metálicas, tenían algo de puente atirantado, mucho de puente transbordador, discurrían sobre unos raíles y utilizaban la fuerza del vapor para sus movimientos. En el fondo, aunaban los logros alcanzados en diferentes ámbitos de la ingeniería a lo largo del siglo XIX. Pero este rico patrimonio ha ido perdiéndose en un proceso de autofagia, pues las viejas grúas se sustituyeron por otras cada vez más poderosas y versátiles, cuya descripción sobrepasa los límites que nos hemos impuesto en estas páginas.

En relación con la grúa Titán de Santa Cruz, podemos añadir que había sido construida por la fábrica Gruzon-Werk, de Magdeburgo (Alemania) y que tenía «una altura de 10 metros,





de la C^{ia} de las Minas de Rio Tinto.

J. Laurent y C^{ia} Madrid
Es propiedad. Déposé.

y de 6 hasta el brazo, siendo la longitud total de ésta de 27 metros, y de su parte volada 10; el material de que está construida es de hierro dulce forjado, y los piñones, ruedas dentadas y ruedas de locomoción, de acero fundido; descargada tiene un peso de 85 toneladas, y cuya carga es de 130; la capacidad del depósito para agua es de 40 pipas, que puede contrarrestar hasta 40 toneladas de peso, habiendo levantado en la prueba oficial algo más de 34 y depositado bloques en el mar hasta la profundidad de 15 metros; su máquina tiene una fuerza de 12 caballos, con una caldera que soporta 12 atmósferas de presión...», es decir, una grúa ya antigua por todas sus prestaciones comparada con la citada de El Musel.

El campo de acción de estas y otras grúas se encontraba en los muelles del puerto, o en aquellos otros que se adentraban en el mar buscando profundidad suficiente para unos barcos cuya eslora y calado eran cada vez mayores; barcos de carga con casco de hierro y movidos a vapor, siempre el hierro, siempre el vapor, como signos filiales de la Revolución Industrial que impuso un nuevo orden en la naturaleza de los hombres y de las cosas. En las zonas mineras era frecuente ver trenes de vía estrecha arrastrando vagones cargados de mineral, los llamados trenes mineros, que llegaban hasta una plataforma situada sobre el muelle a modo de terminal ferroviaria que tuviera en el mar su final de trayecto, plataforma que permitía llevar a cabo las maniobras de carga y descarga de los vagones. A una de éstas, la de Riotinto en el puerto de Huelva, se refería Concha Espina en *El metal de los muertos*, cuya cita nos permite recordar que las costas españolas se vieron sorprendidas en el siglo XIX por la aparición de unos muelles particulares relacionados con la explotación minera, tanto en el mar Cantábrico, ya fuera en Asturias, Santander o Bilbao, como en el Mediterráneo, donde ya se citó la línea Linares-Almería con motivo de su excelente colección de viaductos, o bien en Huelva sobre el océano Atlántico.

La escarpada orografía de la costa cantábrica y la situación de algunas minas fuera del alcance de las vías ferroviarias ya establecidas, obligó al arbitrio de ingeniosos sistemas para transportar y embarcar los minerales sobre verdaderos acantilados a mar abierto y sin defensa alguna frente a los temporales. Tal es el caso, por ejemplo, del muelle cargadero de Salta Caballo (Cantabria), propiedad de la Compañía minera de Setares, cuya mina está en las inmediaciones de Somorrostro, a mil setecientos metros de la costa y a doscientos sesenta de altura sobre el nivel del mar. Además

El Cable Inglés o Cargadero de Mineral, en Almería, construido para la compañía británica The Alquife Mines and Railway Co. Ltd., 1904

of the sea was always risky, even when all sorts of precautions were taken. Over time, these cranes evolved and became firmer. The one used to finish work at the port of Santa Cruz de Tenerife, in 1888, must have been one of the first Titans to arrive in Spain. That model was also called a “transverse crane” because a roller truck moved the cargo hook horizontally under the cantilevered jib of the boom, which must have been Alberto de Palacio’s inspiration for his Ferry Bridge in Bilbao. Indeed, these cranes with latticework or similar structures owed much to the wide world of metal trusses. They are the cousins of suspension bridges, and the brothers of ferry bridges, running on rails and using steam power for their movements. In reality, they combined achievements in many different fields of engineering over the course of the nineteenth century. But this rich heritage has been lost in a process of self-consumption as the old cranes were replaced by ever-more-powerful and versatile ones that lie outside the remit of the present pages.

The Titan crane at Santa Cruz was built by the Gruzon-Werk factory in Magdeburg (Germany) and had “a height of 10 meters, and 6 to its arm, which had a total length of 27 meters, with a cantilever of ten meters; it is built of soft wrought iron and its gears and traction wheels are of cast iron. Unloaded, it weighs 85 tons and when fully loaded, 130; its water tank can hold 40 pipes, which can counterbalance up to 40 tons of weight. In the official test, it lifted over 34 and deposited blocks in the sea to a depth of 15 meters. It has a twelve horsepower engine with a boiler able to withstand 12 atmospheres of pressure...” In other words, given its specifications, this crane was already old compared to the one at El Musel.

These and other cranes were used on port docks, or on those piers that extended into the sea in search of sufficient depth for ships with ever-greater length and draft. Such cargo ships had iron hulls and steam engines, for steam and iron went hand in hand as signs of the



de la complicada extracción del mineral de hierro y de su lavado posterior dada la diferencia de cotas a que se realizaban estas dos operaciones, la carga y el transporte de dicho mineral ya lavado suponía una maniobra verdaderamente compleja: primero se transportaba hasta el muelle en los vagones de un tren de vía estrecha que, acto seguido, debía circular sobre un plano inclinado y, finalmente, descender sobre «una plataforma o jaula vertical hasta el pie del escarpe, donde se halla su almacén —el del mineral— contiguo a la parte de la culata de la grúa que forma el cargadero». Pero este muelle cargadero era ciertamente singular, pues consistía en una armadura fija de acero, a modo de grúa-puente de brazos desiguales que se apoyaban en una sólida base de fábrica y cuyo pescante o brazo volado de treinta metros de longitud pendía a una altura de once metros sobre el nivel de la pleamar. Por la plataforma del muelle discurrían tres vías que luego se reducían a dos en su extremo, por las que corrían los vagones que se vaciaban en las bodegas del cargadero. Sólo en el año 1895 se pudieron descargar en este muelle hasta doscientas cincuenta mil toneladas. La obra se hizo bajo la dirección del ingeniero bilbaíno Juan Allende, pero el férreo muelle, de ciento setenta y cinco toneladas de peso, lo proyectó y construyó Auguste Lecoq, de Bélgica.

En esta línea y por estos años se construyeron en Cantabria otros semejantes, como los de Castro Urdiales y Castro Alén (Cantabria), siendo el mayor de todos el de Ontón, pues su obra metálica pesaba cuatrocientas toneladas y tenía cien metros de longitud, de los que sesenta y cinco correspondían al pescante. La obra fue proyectada, construida y montada por la Sociedad Vasco Belga de Miravalles, de Bilbao, de cuya firma salió también el muelle de Castro Urdiales. La relación entre Santander y Bilbao fue, por razones de vecindad, muy estrecha en muchos planos; de hecho, la documentación manejada vincula con frecuencia a empresas, obras e ingenieros de Vizcaya y Cantabria. En este punto hay que recordar que fue el bilbaíno Pablo de Alzola el ingeniero que, en 1883, construyó el muelle cargadero de Santoña (Cantabria). En aquella década de los años ochenta se hicieron los primeros muelles cargaderos de costa con el fin de evitar la penosa y peligrosa maniobra de carga del mineral mediante barcazas que desde las playas lo transportaban hasta el buque fondeado en altamar. Más tarde, estos muelles fueron reemplazados por otros como los que hemos descrito, más capaces, potentes y seguros; y aun siguió a esta generación una tercera de muelles cargaderos con la que se cerró el proceso.

Industrial Revolution that imposed a new order on man and things. In mining areas one frequently saw narrow-gage trains pulling cars filled with ore—the so-called mining trains—to a platform on the docks that allowed them to be loaded and unloaded, like a railway terminal that had the sea as its last stop. One of these, the Riotinto platform at the port of Huelva, was mentioned by Concha Espina in *El Metal de los Muertos* (“The Metal of the Dead”), which we quoted above. Her words remind us that Spain’s coasts were surprised in the nineteenth century by the apparition of piers specifically designed for use in the mining areas of both the Cantabrian Sea—in Asturias, Santander or Bilbao—and the Mediterranean, where we previously mentioned the Linares-Almería lines with its excellent collection of viaducts. The same was true on the Atlantic Ocean at Huelva.

The steep terrain of the Cantabrian coast and the location of some mines outside the reach of existing railway lines led to the development of ingenious systems to transport and load ore over veritable cliffs, in the open seas and with no defense at all from storms. That was the case, for example, of the loading pier at Salta Caballo (Cantabria), which belonged to the Setares Mining Company. Their mine is near Somorrostro, one thousand seven hundred meters from the coast and two hundred sixty meters above sea level. Besides the complicated extraction of iron ore and its posterior washing, due to the difference in height of the two operations, the loading and transportation of the washed ore was truly complex. First it was loaded onto a narrow-gage train, then on an inclined plain, and finally, the train cars were lowered “on a platform or vertical cage to the foot of the cliff, where there is a warehouse next to the rear of the loading crane.” But this loading pier was truly peculiar as it consisted of a steel framework in the form of a fixed gantry bridge with unequal arms resting on a solid masonry base with a cantilevered jib or arm extending thirty meters over the sea at a



Cargador número 1 de la cala de Castro Urdiales, en Cantabria

Algo de esto sucedió con el muelle de Dícido, en Castro Urdiales (Cantabria), donde el mineral de hierro se empezó a explotar en 1874 por la compañía inglesa Dícido Iron Ore Limited, que transportaba el mineral en carros hasta las barcazas que lo descargaban en los barcos anclados en alta-mar. Esta compañía se dio cuenta de la rentabilidad que podía alcanzar la explotación y construyó un muelle de hierro sobre pilotes de rosca que se adentraba en el mar hasta conseguir calado suficiente para que no encallaran los barcos. Dicho muelle fue destruido por un temporal el 30 de diciembre de 1894. La compañía desechó la posibilidad de reconstruirlo porque, viendo el excelente resultado que estaba dando el muelle de Setares, decidió abandonar el frágil sistema empleado para su construcción, por otra parte habitual en muchos muelles de esta generación, y encargó uno en voladizo al ingeniero belga Auguste Lecoq. En marzo de 1896 estaba ya montado. Su peso era de trescientas toneladas, contaba con cuarenta y cinco metros de pescante e introducía la novedad de tener dos plataformas superpuestas que recorrían su interior de tal forma que, por la inferior, se deslizaban las vagonetas con el mineral hasta la vertedera del extremo del muelle por donde descargaban su contenido en las bodegas del barco, y por la superior corría una cinta transportadora

height of eleven meters above high tide. The pier platform had three sets of rails that fed into two at one end, and these bore the cars that were emptied into the steamships' holds. In the year 1895 alone, as much as two hundred fifty thousand tons of ore were unloaded at that installation. It had been built under the direction of Juan Allende, an engineer from Bilbao, but the one hundred seventy-five ton iron pier was designed and manufactured by Auguste Lecoq in Belgium.

During those years, similar loading piers were built in Cantabria, including those at Castro Urdiales and Castro Alén. But the largest of all was built at Ontón. Its ironwork alone weighed four hundred tons and was one hundred meters long. Of those one hundred meters, seventy-five were taken up by the jib. This work was designed, manufactured and erected by the Sociedad Vasco Belga de Miravalles in Bilbao, which also built the pier at Castro Urdiales. Because of their geographical proximity, relations between Santander and Bilbao were very close in many areas, and documents frequently link companies, works and engineers from Vizcaya and Cantabria. In that sense, mention should be made of Pablo Alzola, the engineer from Bilbao who made the Santoña (Cantabria) loading pier in 1883. The eighteen eighties saw the development and construction of the first coastal loading piers, which replaced the onerous and dangerous loading of ore from barges that transported it from the beaches to ships anchored on the high seas. Later, other more capable, powerful and safe piers like the ones mentioned above, replaced them, only to be replaced in turn by a third generation of loading piers that ended the cycle.

Something like this happened with the Dícido Pier at Castro Urdiales (Cantabria), where iron ore began to be mined in 1874 by the English company Dícido Iron Ore Limited. The ore was transported by cart to barges that transferred it to ships on the high seas. When the company saw how profitable the mine was, it built an iron pier on screw

sin fin que llevaba el mineral hasta el mismo sitio, obteniendo así un mayor rendimiento del muelle. Pero tanto en este caso como en muchos otros que se han citado a lo largo del libro, la Guerra Civil puso fin a su actividad, pues fue dinamitado en 1937 perdiéndose así la obra de acero y dejando maltrecha la de fábrica sobre la que en 1941 se rehízo con otro diseño y otras características.

En la segunda mitad del siglo XIX se construyeron muchos muelles de hierro, prácticamente desaparecidos todos, así los de La Coruña y Villagarcía de Arosa (Pontevedra); pero de entre los cuales se conserva uno muy especial por lo que representó en su momento para la navegación por la ría de Bilbao: nos referimos al muelle de hierro de Portugalete. Fue proyecto del mencionado ingeniero Evaristo de Churruca (1841-1917) quien, sin duda, llevaba en la sangre su familiaridad con el mar, pues no en vano era sobrino nieto del gran marino muerto en la batalla de Trafalgar, don Cosme Damián Churruca. Tras haber trabajado en varios lugares de la Península, nuestro ingeniero fue destinado a Vizcaya en 1866 para hacerse cargo del servicio de conservación de la ría de Bilbao. Pero aquel mismo año conoció otro destino muy distinto que le llevó a la isla de Puerto Rico donde pasó varios años hasta que, de nuevo en Vizcaya, se le nombra por real orden de 25 de octubre de 1877 director facultativo de las obras del puerto de Bilbao, del que ya hemos hablado en relación con algunas de las mejoras introducidas en las grúas que lo equipaban. Pero esto apenas si representaba nada ante el mayor problema que tenía la ría, que era el riesgo de la navegación por ella. Según se recoge en un testimonio de aquellos años, «es un hecho real y positivo, exento de toda duda, que las condiciones de la ría y del puerto eran pésimas; los obstáculos que la naturaleza había acumulado en ellos hacían difícilísima la navegación. El puerto, inabordable por poco alterado que se hallase el mar, era tenido muy justamente como malísimo y de los más peligrosos; en su temible barra, los naufragios con pérdida total del buque eran frecuentísimos y las varadas, aun dentro de la ría, continuas y sumamente peligrosas por quedar el buque varado expuesto durante días y semanas enteras a la acción de las marejadas que causaban en él graves daños ocasionando con frecuencia su pérdida». Churruca planteó una serie de acciones entre las que se encontraba la construcción de un muelle de hierro en Portugalete, de ahí que se le conozca como Muelle de Hierro de Portugalete, pensado como prolongación del que se hallaba en

Muelle de hierro de Portugalete o Muelle Churruca, en la ría de Bibao, de Evaristo Churruca y Brunet, 1887

pilings which extended into the sea far enough to insure clearance for ships. This pier was destroyed by a storm on 30 December 1894 and the company rejected the idea rebuilding it. They had seen the excellent results of the Setares pier and thus abandoned the fragile system used by so many piers of that generation. Instead, they commissioned the Belgian engineer, Auguste Lecoq to design a cantilevered pier, which was already in place by March 1896. It weighed three hundred tons and had a forty-five meter jib. Unlike previous piers, this one had two platforms, one above the other, running along the inside. The lower one bore the cars full of ore to the dumper at the end of the pier, which fed directly into the waiting ship. The upper deck had a loading belt that carried ore to the same place, thus increasing the pier's productivity. But here, as in so many other cases mentioned throughout the present book, the Civil War put an end to its activities. It was dynamited in 1937, which destroyed its steel sections and damaged the masonry, though a new pier with a different design was built on the latter in 1941.

Many iron piers were built during the second half of the nineteenth century but they have almost all disappeared, including the one at La Coruña and Villagarcía de Arosa (Pontevedra). One of them, however, was truly special, and not just because it has survived, but also because of what it represented for shipping in its time. We are referring to the Portugalete iron pier on the estuary at Bilbao. It was designed by the previously mentioned Evaristo de Churruca (1841-1917). There is no doubt that this engineer had the sea in his blood, as he was the great nephew of a great sailor who died at the Battle of Trafalgar, don Cosme Damián Churruca. After having worked in various places around Spain, Evaristo was sent to Vizcaya in 1866 to oversee the conservation of Bilbao's estuary. But that same year, he went to the island of Puerto Rico, where he spent several years, until the Royal Order of 25 October 1877



la margen izquierda de la ría. Este muelle, de elegante curva y con una longitud de ochocientos metros, no era de atraque, sino que estaba concebido para corregir los movimientos de las arenas y para crear junto a él un paso permanente, a través de los bancos de la barra de arena, con la profundidad suficiente para que pudieran pasar los buques de un cierto calado, incluso con marea baja, y alcanzar los muelles.

Para ello recurrió a una base de escollera sobre la que se levanta una estructura metálica muy sencilla, después de desechar esta misma solución en madera, porque su costo venía a ser muy semejante al que implicaba la obra en hierro. En esta última entraban más de ochocientas cincuenta y cinco toneladas de hierro forjado y ciento cuarenta y nueve de fundición, material que fue suministrado por La Maquinista Terrestre y Marítima, empresa que facilitó igualmente la maquinaria auxiliar para su puesta en obra. En 1882, cuando quedaban por construir los doscientos metros finales, los más difíciles por hallarse sometidos a los embates de marejadas

appointed him optional director of work on the port of Bilbao. Earlier, we mentioned some of the improvements made there with regard to cranes. But this was nothing compared to the estuary's greater problem, which was the level of danger to ships there. One report from those years stated: "it is a true and positive fact, beyond any doubt, that the conditions of the estuary and port were very poor indeed; obstacles that Nature had accumulated there made navigation extremely difficult. The port, which the smallest storm could make inaccessible, was very correctly considered extremely poor and ranked among the most dangerous of all; its fearful sandbar very frequently caused shipwrecks with complete loss of the vessel, and even in the estuary, ships were constantly running aground. This was very dangerous because such ships were exposed for days and even weeks to the actions of the tides, which caused serious damage to them, often leading to their total destruction." In response, Churruga proposed a series of measures including the construction of

y corrientes y estar más expuestos al impacto de los buques, Churruca decidió terminar el muelle con obra más sólida de hormigón, a base de grandes bloques, para lo que fue necesaria la presencia de una gran grúa de quince toneladas de potencia que se encargó a la firma alemana Ludwig Stuckenholtz, de Westfalia. El ritmo de obra disminuyó, pero en 1887 se daba por terminada, momento en el que se comprobó no sólo su excelente funcionamiento a efectos de la navegación por la ría, sino que contribuyó a que se multiplicara por cuatro el tonelaje de mercancías que circulaba por sus muelles.

Si volvemos nuestros pasos sobre la novela de Concha Espina estaremos obligados a mencionar por último lo más significativo de lo que fue aquella arquitectura industrial onubense, surgida al calor de la explotación minera del cobre y que dio lugar a dos magníficos muelles de hierro, ambos de carácter privado: el construido por The Tharsis Sulphur and Cooper Company Limited en 1871 para la explotación de las minas de Tharsis y La Zarza, y el que siguió a éste, el de la Riotinto Company Limited, obras a las que hay que añadir además el embarcadero público de mercancías de Huelva. El más notable fue, y es porque existe a pesar de algunas mutilaciones, el llamado muelle de Riotinto, cuyos antecedentes nos llevarían hasta 1856, cuando los ingenieros Antonio Luis de Anciola y Eloy de Cosío redactaron una *Memoria sobre las minas de Río Tinto* en la que exponían al Gobierno las medidas necesarias para hacer rentable su explotación y librarlas de la posible venta a particulares, ya que en la reciente ley de desamortización, de Pascual Madoz (1855), de las minas reales sólo se exceptuaban de la venta las de Almadén. Si se cita aquí aquella *Memoria* es porque entre las propuestas de Anciola y Cosío figuraba la construcción de un tren minero que iría desde Riotinto hasta Huelva, además de un embarcadero de mineral en su puerto para la carga y descarga de mineral en las bodegas de los barcos. Nada se hizo entonces, pero cuando en 1873 la compañía inglesa Riotinto Company Limited compró las minas se acometió la construcción del ferrocarril y de su formidable muelle. El artífice de todo ello fue el experimentado ingeniero inglés George Barclay Bruce, del que ya dio noticia entre nosotros Eduardo Saavedra en 1857, en la *Revista de Obras Públicas*. Bruce tenía ya hechos los proyectos del trazado del ferrocarril con sus puentes, túneles y muelle final en el mismo año de 1873, según ha estudiado Miguel González Vílchez. Las obras se iniciaron inmediatamente,

an iron pier to prolong the pier on the left bank of the estuary in Portugalete. That is why it is called the Iron Pier of Portugalete. This elegantly curved pier is eight hundred meters long and was not for berthing. Instead, it was designed to correct the movement of the sand, creating a permanent passage next to it, which would run through the sand banks with sufficient depth to allow ships of considerable draft to pass and reach the docks, even at low tide.

For this pier, Churruca used a breakwater base on which he built a very straightforward metal structure after having discarded the same solution built of wood, which would have cost almost the same as the iron. This structure used over eight hundred fifty-five tons of wrought iron and one hundred nine tons of cast iron, all of which was supplied by La Maquinista Terrestre y Marítima along with auxiliary machinery for installing it. In 1882, all but the last two hundred meters were finished. The missing section was the most difficult, as it would be exposed to the waves and currents and at most risk of being hit by ships. Churruca decided to finish the pier with a more solid concrete solution, using large blocks. This required the presence of a large crane able to lift fifteen tons, which was ordered from the German firm of Ludwig Stuckenholtz in Westfalia. Work slowed down, but it was completed in 1887 and the results were excellent. Not only did it improve navigation, but the tonnage of merchandise handled by the estuary's docks increased fourfold.

Returning to Concha Espina's novel, we must finally mention the most significant of all the industrial architecture in Huelva, which arose during the copper-mining boom that led to magnificent iron piers. The eldest of these belonged to The Tharsis Sulphur and Copper Company Limited (1871) which ran mines in Tharsis and La Zarza. It was followed by the pier belonging to the "Riotinto Company, Limited," both of which were private. Finally, there was Huelva's public cargo pier. The most notable was and is, for it still exists despite some mutilation,

de modo que dos años más tarde se pudo hacer el recorrido entre Huelva y Riotinto pasando, en sus ochenta y cuatro kilómetros de trayecto, por varios viaductos ferroviarios. Inglesa era la explotación, inglés el capital, inglés el ingeniero proyectista, inglés el material férreo e inglesa la firma constructora: Clark, Punchard & Company. Ésta, que había hecho los distintos puentes de hierro de la línea, no se atrevió sin embargo a acometer la obra del muelle por sus especialísimas características. El muelle había sido ya objeto de una reconsideración por parte de Bruce en 1874, el mismo año en que llegó a Huelva el también ingeniero inglés Thomas Gibson, a quien la compañía encargó la dirección de su construcción. Terminado éste, el mencionado ingeniero regresó a Inglaterra donde publicó *The Huelva Pier of the Riotinto Railway* (1878), que contenía importante información sobre el sistema de construcción adoptado en Huelva, que seguía las pautas de los muelles ingleses construidos en el río Tyne en los que una estructura portante de hierro permitía organizar varias plataformas a diferentes niveles, con rampas ascendentes y descendentes, para la más fácil, eficaz y rentable maniobra de los trenes y vagones de mineral. En el muelle de Riotinto hay tres niveles, de los cuales la plataforma baja se destina a las mercancías y al mineral la superior. El nivel intermedio con rampas facilitaba la maniobra de los trenes. La longitud del muelle era de mil ciento sesenta y cinco metros, de los que sólo una parte se adentra en el río Odiel. Es de hierro, con pilotes de rosca de fundición, tres alturas de columnas de fundición y vigas de celosía de hierro forjado, y su construcción corrió a cargo de la casa John Dixon que lo entregó terminado en 1876. Permaneció prácticamente cien años en funcionamiento hasta que en 1975 se produjo su clausura y posterior abandono, habiéndose iniciado este mismo año de 2007 su restauración.

El ingeniero inglés Thomas Gibson regresó a Inglaterra una vez cumplido su compromiso con la Riotinto Company Limited, pero dejó grata memoria de su buen hacer, por lo que se le pidieron los proyectos de doce viaductos ferroviarios para la línea de Sevilla a Huelva, de los cuales el más importante fue el desaparecido de cinco tramos sobre el río Guadalquivir.

El tercer muelle de hierro de uso público destinado a la carga y descarga de todo tipo de mercancías, si bien seguía primando la del mineral de cobre, de hierro y de manganeso procedente de pequeñas minas, estaba conectado con los ferrocarriles de las líneas de Zafra a Huelva

the Riotinto pier. Its antecedents date from 1856, when engineers Antonio Luis de Anciola and Eloy de Cosío drew up a *Memoria sobre las minas de Río Tinto* ("Report on the Rio Tinto Mines"). Therein, they informed the government of the measures needed to make those mines profitable and free them from a possible sale to the private sector, as Pascual Madoz's recent disentailment law (1855) permitted the sale of all royal mines with the exception of the ones at Almadén. We quote that report here because Anciola and Cosío's proposals included the construction of a mining train from Riotinto to Huelva, and an ore-loading pier at the latter's port for loading and unloading ships. Nothing was done at the time, but when the English Riotinto Company, Limited bought the mines in 1873, work began on a railroad and on the formidable pier. The man behind all of this was an experienced English engineer named George Barclay Bruce, who was already known in Spain thanks to Eduardo Saavedra's article in the *Revista de Obras Públicas* ("Review of Public Works") from 1857. According to a study by Miguel González Vílchez, Bruce's projects for the railway line, with its bridges, tunnels and terminal pier, were already complete by 1873. Work began immediately and two years later, it was possible to travel between Huelva and Riotinto on eighty-four kilometers of railway, passing over various railway viaducts that would have made the corresponding chapter of this book somewhat longer. The mining company was English and so was its capital, its iron and its building firm: Clark, Punchard & Company. The latter built the railway's iron bridges, but considered the pier's special characteristics to be beyond its scope. Bruce had already reconsidered this project in 1874, the same year that the company sent another English engineer, Thomas Gibson, to oversee its construction. When the latter finished, he returned to England and published a work called *The Huelva Pier of the Riotinto Railway* (1878), which included important information about the building system employed in Huelva. This followed guidelines from English piers on the Tyne River,

y de Sevilla a Huelva. Su posición sobre el río Odiel era semejante a la del muelle de Riotinto, formando una curva prácticamente paralela con él. La plataforma o cabeza medía ciento cincuenta y cinco metros de largo y el viaducto en curva que enlazaba con la zona de servicio en tierra firme doscientos veinticuatro metros. Fue construido por la Junta de Obras del Puerto de Huelva según proyecto del ingeniero Rodríguez Leal (1896), y para su asiento se utilizaron pilotes tubulares de fundición con cabeza helicoidal. Servían al muelle dos locomotoras «Ténder» de la casa Cockerill, veinticuatro vagones plataforma construidos por la Sociedad Vasco Belga de Miravalles (Bilbao), y ocho grúas de vapor de cuatro toneladas de potencia, fabricadas también por Cockerill.

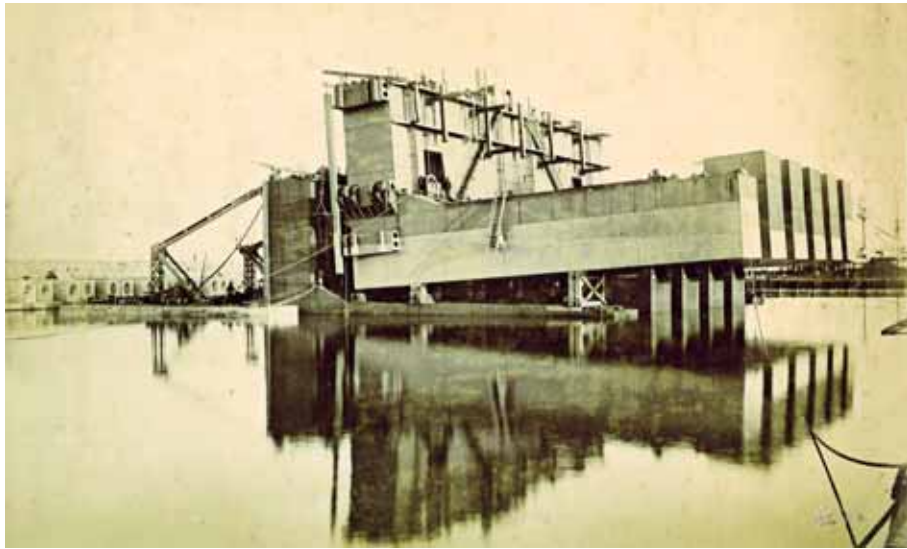
Cerramos estas líneas dedicadas a muelles, grúas y diques con el recuerdo de una obra poco conocida que, por su fecha y destino, resulta especialmente interesante y enlaza con muchas de las cosas dichas hasta aquí, especialmente con la presencia de la ingeniería civil inglesa entre nosotros: nos referimos al dique flotante que el gobierno español encargó a la casa inglesa Swan y Hunter, de Wallsend, con destino al puerto de La Habana. Corría el año de 1897. Se trataba de un dique gigante para la reparación de los más grandes barcos de guerra de la armada española que se remolcó hasta alta mar descendiendo por el río Tyne, tantas veces mencionado aquí, arrastrado por nueve remolcadores. La bajada fue espectacular, hasta el punto de que el acontecimiento fue recogido por toda la prensa, pues nunca se había visto algo semejante dado el tamaño del dique, al que se bautizó como The Mammoth Spanish Poonton, probablemente uno de los mayores diques flotantes construidos hasta entonces. El viaje hasta Cuba lo hizo remolcado por el vapor Ruapehu y escoltado por otro que muy apropiadamente para el caso que nos ocupa se llamaba Océano, viaje que en lugar de seguir la ruta de los buques de vapor, se hizo por la que seguían los buques de vela, algo más larga, unas seis mil quinientas millas en total y sesenta días de navegación pero, a cambio, el aprovechamiento de los vientos favorecían el traslado del dique.

Corta debió de ser la vida del dique flotante, pues a los pocos meses de su entrada en funcionamiento, en enero de 1898 ancló el Maine en el puerto de La Habana, y en febrero saltó por los aires, iniciándose así abiertamente la guerra entre España y Estados Unidos.

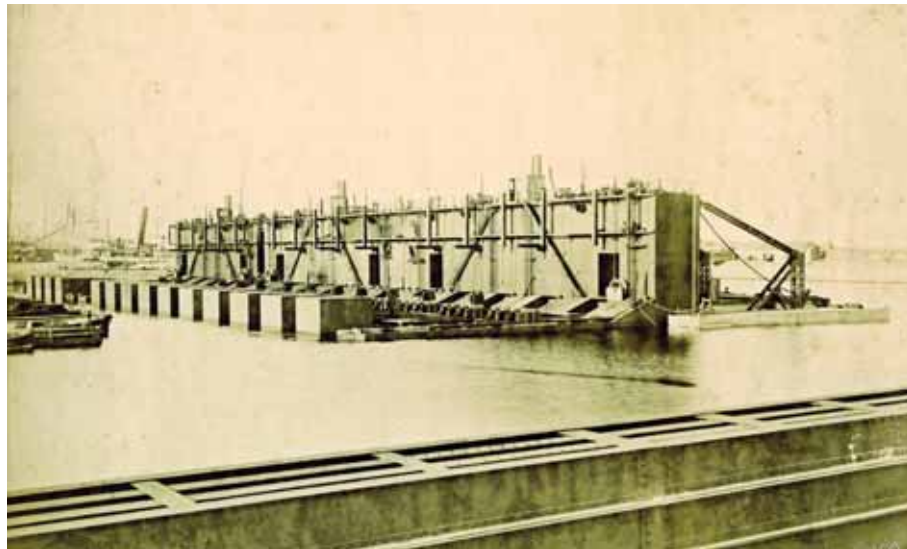
whose iron load-bearing structure allowed the organization of various platforms at different levels, with ascending and descending ramps. This insured an easier, more efficient and more profitable organization of the mining trains and ore wagons. The Riotinto pier has three levels. The lowest platform is for cargo and the highest one for ore, while the middle level has ramps to facilitate train maneuvers. The pier was one thousand one hundred sixty-five meters long, of which only one part juts out into the Odiel River. This part is of iron, with cast-iron screw pilings and wrought-iron latticework trusses. It was manufactured by the firm of John Dixon, which completed it on 1876. It was in use for almost a century, and was finally abandoned in 1975. A first phase of recuperation began this year (2007).

The English engineer, Thomas Gibson, returned to England once his commitment to the Riotinto Company, Limited was completed, but he had made a good impression in Spain, and was commissioned to design twelve railroad viaducts for the Seville-Huelva line. The most important of these was the now lost five-section viaduct over the Guadalquivir River.

Huelva's third iron pier, which was for public use, could handle all kinds of cargo, but was mainly intended for copper, iron and manganese from small mines. It was connected to the Zafra-Huelva and Seville-Huelva railway lines. Its position on the Odiel River was similar to that of the Riotinto Pier, forming a curve that was almost parallel to it. The platform or head was one hundred fifty-five meters long and a two hundred twenty-four meter curved viaduct linked it to the service area on dry land. It was constructed by the Board of Public Works of the Port of Huelva following a project by engineer Rodríguez Leal (1896) and was seated on tubular cast-iron pilings with screw heads. The pier was serviced by two "tender" locomotives built by Cockerill, and twenty-four flatcars built by the Sociedad Vasco Belga



Dique flotante del puerto de Barcelona, diseñado por los ingenieros Clark y Stanfield y construido por La Maquinista Terrestre y Marítima en 1926. Cuando los depósitos de agua del dique se llenan éste se sumerge para permitir que un barco entre en flotación. Luego se achica el agua de los depósitos para que emerja el dique y se procede a la reparación de la carena del barco



de Miravalles (Bilbao). It had eight steam-powered cranes, each able to lift four tons, which were also built by Cockerill.

We can close this look at piers, cranes and docks by recalling a little-known work whose date and location are especially interesting and relate to many of the things said here, including the presence of English civil engineering in Spain. We are referring to the floating dock the Spanish Government ordered from the English firm of Swan and Hunter, of Wallsend, for use at the port of Havana. This took place in 1897. That gigantic dock was designed to be used for repairing the largest battleships in the Spanish fleet. When finished, it was towed down the Tyne River, which we have mentioned so often in these pages, to the sea by nine tugboats. It was a sight to be seen and was reported by all the press because nothing that size had ever been seen on the river before. The newspapers dubbed it The Mammoth Spanish Pontoon, and it was probably one of the largest ever built at that time. It was towed to Cuba by the steamer *Ruapehu* and escorted by another tugboat appropriately named "Océano" ("Ocean"). Instead of following the steamship route, it followed the one taken by sailing ships, which was somewhat longer, covering a distance of six thousand five hundred miles in sixty days. In fact, its journey was made easier by favorable winds. This floating dock must have had a very short life indeed, though, because in January 1898, the *Maine* entered the port of Havana and in February it exploded, beginning the Spanish-American War.





Cubierta de la estación de Francia o de Barcelona-Término,
en Barcelona, de Pedro Muguruza, 1929, detalle

*Para recibir bajo grandes arcos las locomotoras,
para cerrar el espacio de las estaciones de ferrocarriles,
para erigir esos inmensos bazares llamados Exposiciones Universales,
no hay como el hierro, que ofrece mucha resistencia con poca materia.*
Castelar, *Monumento a Colón*

El mundo de las estaciones

Cuando el político y escritor Emilio Castelar escribió estas líneas, en 1891, alabando las posibilidades del hierro a la hora de levantar estaciones de ferrocarril, parece tener en mente las célebres galerías de máquinas que fueron cobrando un protagonismo cada vez mayor en las Exposiciones Universales de aquel siglo de la industria. Es probable que tuviera en cuenta muy especialmente la gran Galería de Máquinas del arquitecto Ferdinand Dutert y del ingeniero Victor Contamin que, junto con la Torre Eiffel, fueron las dos obras en hierro más extraordinarias de la Exposición Universal de París de 1889 y muy posiblemente de todo el siglo XIX. Por suerte subsiste la Torre Eiffel pese al inicial y conocido rechazo expresado en aquel manifiesto aparecido en *Le Temps* el 14 de febrero de 1887 y firmado por «escritores, pintores, escultores y amantes apasionados de la belleza hasta ahora intacta de París», para quienes la torre representaba la «deshonra» de la ciudad. Pero la Galería de Máquinas, quizá el espacio diáfano más espectacular construido en hierro por el hombre y que, en efecto, recordaba la imagen carenada de las grandes

*To receive locomotives'neath great arches,
To close the railway station spaces,
To erect those immense bazaars called Universal Exhibitions,
There is nothing like Iron, which offers much resistance with little material.*
Castelar, *Monumento a Colón* ("Monument to Columbus")

The World of Stations

When the politician and writer, Emilio Castelar, wrote those lines in 1891, praising the possibilities of iron when building railway stations, he seemed to be thinking of the famous machine halls that were drawing more and more attention to themselves at Universal Exhibitions during that century of industry. In particular, he was probably thinking of architect Ferdinand Dutert and engineer Victor Contamin's large Galerie des Machines ("Gallery of Machines"). Along with the Eiffel Tower, it was one of the two most extraordinary iron constructions at the Universal Exhibition of Paris in 1889, and possibly one of the most extraordinary of the entire nineteenth century. Happily, the Eiffel Tower remains, despite the well-known initial rejection expressed in



estaciones de ferrocarril, fue derribada en 1909 sin que mediara la menor protesta y como aviso profético de lo que iba a suceder con la mayor parte de la arquitectura del hierro a lo largo del siglo XX, esto es, su total y práctica destrucción.

Al iniciarse la aventura del ferrocarril, cuyo alcance no sabía calibrarse pero que se intuía de poderoso futuro, fue necesario arbitrar un edificio para viajeros y mercancías que tardó algún tiempo en cuajar de un modo satisfactorio debido a las complejas exigencias a las que debía adaptarse, pues las locomotoras de vapor, cada vez más poderosas, arrastraban un mayor número de vagones, de modo que las primeras estaciones, al igual que sucedía con los puentes, pronto se quedaron obsoletas, y las que a éstas sucedieron, también, estableciéndose entonces una curiosa carrera entre las necesidades del ferrocarril y la prestación de las estaciones que a finales del siglo XIX había alcanzado un equilibrio razonable. Por otra parte, se dudaba entre considerar la estación como un establecimiento industrial, fabril, pues no en vano cobijaba ruidosas máquinas que despedían humo por sus chimeneas y se alimentaban del carbón que colmaba el tender o si, por el contrario, había que concebirla como un nuevo edificio que debía incorporarse a la ciudad expresándose en sus mismos términos arquitectónicos. En este plano he recordado en otras ocasiones la «Parrafada filosófica ante una estación de ferrocarril», que Ángel Ganivet incluye en su *Granada la bella* (1896), libro en el que trata de modo crítico estas cuestiones, concluyendo que el ferrocarril: «Es un coche grande que anda deprisa; no tiene derecho a imponernos un nuevo tipo de arquitectura prosaica; debe someterse: si la ciudad es gótica, que la estación de ferrocarril sea gótica; y si es morisca, morisca». Esta es una reacción propia de la que pudiera llamarse segunda etapa de la particular historia de las estaciones en la que, tras un período de asepsia funcional, la estación entra de lleno en la historia de la arquitectura ocultando en parte su vertiente ingenieril. El propio Ganivet lo advierte cuando, censurando la clónica semejanza de nuestras estaciones que en parte se debe a la producción seriada de las compañías que explotaban las diferentes líneas, comenta: «No cabe decir que eso nos ocurre por ser pobres, por habernos visto obligados a recurrir al capital extranjero, por haber tenido que aceptar esas estaciones tales como fueron ideadas en un gabinete de París o Londres por un ingeniero o arquitecto a quien esta o aquella empresa encargó los planos de tantas a cinco mil pesetas, tantas a diez mil y tantas a veinte mil. Si tuviéramos buen gusto,

◁ Construcción de la Torre Eiffel, en París, de Gustave Eiffel.
Estado de las obras en junio de 1888

the manifesto that appeared in *Le Temps* (“The Times”) on 14 February 1887, which was signed by “writers, painters, sculptors and passionate lovers of Paris’s until-now intact beauty.” In their eyes, that tower represented the city’s “dishonor.” But the Gallery of Machines, perhaps the most spectacular uninterrupted space man ever built of iron—and it did recall the curving image of the grand railway stations—was demolished in 1909 without any protest. This was a prophetic warning about what was to happen with the majority of iron architecture over the course of the twentieth century: its almost complete destruction.

When the adventure of the iron horse began, it was impossible to know how far it would go, but a powerful future seem most likely. It took a while to find satisfactory designs for the buildings needed for passenger and freight traffic because they had to meet the complex demands of increasingly powerful and larger steam locomotives pulling ever-greater numbers of wagons. Thus, like railway bridges, the first stations were soon obsolete, and the ones that followed them, as well. This was the beginning of a curious race between the railways’ needs and the stations’ features, though a reasonable equilibrium was reached by the end of the nineteenth century. Moreover, there were doubts as to whether to consider a railway station a sort of industrial or factory building—after all, it did house noisy machines that spit smoke out their chimneys and gobbled the coal that overflowed their tenders—or instead, a new building that had to form a part of the city and express itself in the latter’s own architectural terms. When discussing this subject on other occasions, I have recalled the *Parrafada filosófica ante una estación de ferrocarril* (“Philosophical Chat before a Railway Station”) that Ángel Ganivet included in his *Granada la bella* (“Beautiful Granada” 1896), a book in which he took a critical approach to these questions, concluding that the train

no nos hubieran faltado medios para transformar esos engendros de la economía en algo que estuviese acorde con nuestro espíritu local. En Francia y en Bélgica, donde también cayeron en el mismo error por falta de sentido estético, hoy han cambiado de tal modo que, al construir o reedificar una estación confían la obra a artistas de renombre, como si se tratara, más que de una obra de utilidad, de una obra de arte». Esto lo corroboraría la anécdota del pintor Édouard Detaille, presidente de la Sociedad de Artistas Franceses que, con motivo de los nuevos edificios surgidos en París al calor de la Exposición Universal de 1900, proponía al arquitecto Victor Laloux cambiar su magnífica estación de Orsay, que parecía un palacio de bellas artes, por el Palais des Beaux-Arts, construido bajo la dirección de Girault y que hoy conocemos como Grand Palais que, en cambio, semejaba una estación de ferrocarril. Más allá de la anécdota, se hace aquí patente el general sentimiento del carácter monumental y artístico que alcanza la estación de ferrocarril en el cambio de siglo.

Por otra parte, con la estación de Orsay, hoy museo del mismo nombre, se cumplía la profecía de César Daly, fundador de la *Revue Générale de l'Architecture et des travaux publics*, una de las revistas de arquitectura y construcción más influyentes de todo el siglo XIX, donde en 1846 escribió: «Llegará un día en que las estaciones se contarán entre los edificios más importantes, en los que la arquitectura será llamada a desplegar todos sus recursos, donde su construcción será monumental. Entonces las estaciones podrán colocarse junto a las vastas y espléndidas termas romanas». Este pronunciamiento sobre el alcance arquitectónico de las estaciones de ferrocarril se fundamenta en la grandeza prestada por su gran estructura metálica, donde una vez más arquitectura e ingeniería irán de la mano para alzar las nuevas catedrales del siglo de la industria. Así se percibió en el propio siglo XIX, como bien lo expresan aquellas palabras de Théophile Gautier al definir las estaciones como «palacios de la industria moderna donde se desarrolla la religión del siglo: la de los ferrocarriles. Estas catedrales de la nueva humanidad son los puntos en los que se cruzan las naciones, el centro en que todo converge, el núcleo de las gigantes cas estrellas cuyos rayos de hierro se extienden hasta los confines de la tierra».

Era el mismo entusiasmo que manifestaba César Daly por el nuevo siglo cuyo progreso cifraba en «el comercio y la industria que son los dioses de hoy: las vías de comunicación y los medios de transporte son sus instrumentos indispensables; los ferrocarriles nacieron ayer y ya su influencia

“is a large, fast-moving coach that has no right to impose a new type of prosaic architecture on us; it should be submissive: if the city is gothic, then the railway station should be gothic; if it is Moorish, then the station should be Moorish.” This reaction belongs to what could be called a second stage in the particular history of stations. Following a period of aseptic functionality, stations became an integral part of the history of architecture, partially hiding their engineering side. Ganivet himself noticed this in his criticism of the clone-like similarity of one Spanish station to another, which was partially due to their production in series by the companies running the great railways. He wrote: “One cannot say that this happens to us because we are poor, because we have had to resort to foreign capital, or because we have had to accept those stations just as they were thought up at some studio in Paris or London by an engineer or architect whose company commissioned him to draw up plans for so many five-thousand peseta stations, so many ten-thousand peseta stations, and so many twenty-thousand peseta ones. If we had good taste, we would not lack the means to transform those beastly offspring of the economy into something more in keeping with our local spirit. In France and Belgium, where a lack of esthetic sense caused the same error, things have now changed so much that they commission renowned architects to build or rebuild their stations as though they were dealing more with a work of art than with a work of public utility.” This is confirmed by the anecdote of painter Édouard Detaille, president of the Society of French Artists: when new buildings were constructed in Paris as a result of the Universal Exhibition of 1900, Detaille proposed that architect Victor Laloux trade his magnificent Orsay train station, which looked like a Palace of Fine Arts, for the *Palais des Beaux-Arts* built under Girault—now known as the *Grand Palais*—which, in fact, looks like a train station. Beyond the anecdote, it

es incalculable. La arquitectura en su relación con el comercio y la industria merece la atención profunda de los artistas serios. Hemos llegado a una época que pide más mercados, fábricas, almacenes, muelles, estaciones de ferrocarril, etc., que arcos de triunfo y templos erigidos a la gloria. En estas construcciones nuevas se ha desarrollado la arquitectura del hierro y del acero, combinando su empleo simultáneo con el de la madera en las armaduras. El afán de satisfacer necesidades nuevas ha llevado con frecuencia a adoptar líneas, formas y proporciones que no se encontraban en el alfabeto arquitectónico».

Manifestaciones de este tipo se incorporan pronto a los tratados de arquitectura, algunos tan influyentes como el de Léonce Reynaud (1803-1880), a quien tanto deben las obras públicas en Francia, y que si lo citamos aquí es por la particularidad de haber sido arquitecto e ingeniero a un tiempo, y autor de la primera estación del Norte de París (1846). En su *Traité d'Architecture* (1850-1858), conocido en todas las escuelas de arquitectura e ingeniería de Europa, incluyendo las españolas naturalmente, reivindica con orgullo para su generación la paternidad de los edificios de las estaciones, pues mientras que «otros edificios han sido objeto de largas elaboraciones, no se distinguen más que por pequeñas diferencias de los que les han precedido, pertenecen tanto al pasado como al presente», pero los de las estaciones «han sido enteramente creados, improvisados, se puede decir, por nuestra generación; son un producto espontáneo de uno de los más admirables inventos de la época, y son llamados a satisfacer exigencias que nuestros padres no podían en ningún modo sospechar».

No todos participaban de aquel entusiasmo y de aquellas voces críticas como la de John Ruskin, quien añoraba en *Las piedras de Venecia* (1850-1853) otros tiempos en los que «había algo más que descubrir y que no olvidar en cada punto de parada, que una nueva disposición de la cubierta de cristales de la estación o una nueva viga de hierro». Este comentario puede dar una idea ajustada de la expectación en torno a los cambios producidos en muy poco tiempo en las cubiertas de las estaciones, no en sus fachadas u otros planos de interés, así como del creciente protagonismo de las vigas metálicas que corrobora lo dicho en anteriores capítulos.

En aquella temprana fecha las estaciones de ferrocarril iniciaban un largo viaje en el que primero fueron de madera, tomando del mundo de la navegación marítima algunos de sus términos

becomes clear that the general sentiment at the turn of the century was that a train station's character should be artistic, with something of a monument about it.

Moreover, Orsay station, which is now a museum of the same name, confirmed the prophecy of César Daly, founder of *Revue Générale de l'Architecture et des travaux publics* ("General Review of Architecture and Public Works"), one of the nineteenth century's most influential architecture and construction magazines. In 1846, Daly wrote: "the day will come when stations are considered some of the most important buildings, and architecture will be called upon to unfold all its resources there, as their construction will be monumental. Then, stations will be able to stand alongside the vast and splendid Roman baths." This pronouncement about the architectural future of railway stations was based on the grandeur of their huge metal structures in which, once again, architecture and engineering worked hand in hand to raise the new cathedrals of the century of industry. That is how it was seen in the nineteenth century itself, when Théophile Gautier so aptly defined train stations as "palaces of modern industry for the practice of this century's religion: the railways. These cathedrals of the new humanity are the points at which nations cross, the center where everything converges, the nucleus of the gigantic stars whose iron rays extend beyond the ends of the Earth."

That is the same enthusiasm César Daly felt for the new century whose progress was measured in terms of "commerce and industry, who are today's gods: roads and rails, and means of transportation are its indispensable instruments; the railways were born yesterday and their influence is already incalculable. Architecture's relation to commerce and industry merits the profound attention of serious artists. We have reached a time that calls more for markets, factories, warehouses, docks, railway stations and so on, than for triumphal arches



Primera estación, tipo embarcadero, de las tres que se edificaron en el solar que hoy ocupa la estación de Francia, 1860

como el de «embarcadero», por el que se conocían estaciones como la primera de Austerlitz en París o la de Atocha en Madrid; pero pronto llegó el hierro y se empezó a sustituir la antigua carpintería por la nueva ingeniería, hasta que finalmente se exigió la colaboración de la arquitectura, alcanzándose un ponderado compromiso entre hierro y obra de fábrica. La estación, por este camino, llegó a ser la nueva puerta de la ciudad, como la denominó Inmaculada Aguilar Civera. La histórica morfología urbana vivió con el ferrocarril una verdadera conmoción que sonó como un golpe de gong, pues ya nada sería igual después de su llegada. La estación se convirtió en eje de la ciudad, pero no en el eje físico sino en el vertebrador de su actividad económica y social. Si en otros tiempos la más alta jerarquía de la ciudad residió en el lugar de asiento de la corte o en la sede episcopal, a partir del siglo XIX será la estación el edificio más importante. La ciudad moderna debía contar con una o varias estaciones: dime cuántas estaciones tienes y te diré qué ciudad eres, parafraseando la pregunta hecha en un capítulo anterior al hablar de la relación entre puente y ciudad. La estación es, en efecto, la nueva puerta de entrada a la ciudad y ésta, a su

or temples to glorify it. These new buildings have fostered the development of iron and steel architecture and the combination of those materials with wood for their armature. The drive to satisfy new needs has frequently led to the adoption of lines, forms and proportions not previously found in the architectural alphabet.”

Observations of this sort soon found their way into architectural treatises, some as influential as the one by Léonce Reynaud (1803-1880), who was responsible for so many of France’s public works. If we quote him here, it is because he enjoyed the particularity of being both an architect and an engineer, as well as the designer of the first *Gare du Nord*, Paris’s station for north-bound trains. His *Traité d’Architecture* (“Treatise on Architecture” 1850-1858) was known in every architecture and engineering school in Europe, including the Spanish ones, of course. It proudly claims his generation’s responsibility for station buildings, observing that “other buildings have been the object of long developments. They hardly differ from those the preceded them, belonging as much to the past as to the present,” whereas station buildings “have been entirely created, one could even say improvised, by our generation; they are a spontaneous product of one of the most admirable inventions of our time and have to meet demands our fathers could not even have imagined.”

Not everyone felt that enthusiasm, however, and critical voices like that of John Ruskin—in *The Stones of Venice* (1850-1853)—longed for other times, when “there was somewhat more to be discovered and remembered at every stopping point than simply the new layout of a station’s glass roof, or a new iron beam.” Still, this criticism offers a precise idea of the sort of expectation caused by the rapid changes in station roofs, rather than in their façades or other interesting parts, as well as the growing importance of metal beams, which confirms our observations in previous chapters.



Muelle cubierto de la Estación de Monrot, en Barcelona, 1925

At that early date, train stations began a long voyage in which the first wooden structures borrowed some of their terminology from the world of maritime navigation, including the term *embarcadero*, as stations like the Gare d'Austerlitz in Paris or Atocha station in Madrid were called at first. But the early arrival of iron replaced old carpentry with new engineering. Finally, architects were called in and a carefully weighed balance of iron and masonry was achieved. Thus, railway stations became a new door to the city, as Inmaculada Aguilar Civera put it. The railroad sounded a gong's knell for the historical morphology of cities, causing a veritable commotion. Nothing would ever be the same again, now that the railroad had arrived, and train stations became the axis of a city, not in a physical sense, but rather as the backbones of its economic and social activity. While the apex of a city's hierarchy may formerly have been its royal seat or Episcopal palace, its most important building in the nineteenth century was the train station. A modern city had to have one or more stations: "tell me how many stations you have and I'll tell you what city you are," paraphrasing the question asked in an earlier chapter when discussing the relation between bridges and cities. Indeed, the train station was the new entryway to the city, and was thus the object of competition among the different companies that had received a State concession for specific rail lines. This intense rivalry made their stations what we would now consider part of their "corporate image."

Besides the antecedents, and studies by French and English engineers of the railway's growth and adoption in Spain, we must emphasize the importance of something that occurred around the same time as the first experiences with railroads here, such as the Barcelona-Mataró or Madrid-Aranjuez lines: the first General Law of Railways, which was passed on 3 June 1855 and made future concession of the main lines possible.

vez, se la disputaban las distintas compañías que conseguían del Estado la correspondiente concesión de determinadas líneas, surgiendo así una fuerte rivalidad entre ellas, haciendo de las estaciones lo que hoy llamaríamos «imagen de empresa».

Dejando a un lado los antecedentes y estudios que ingenieros ingleses y franceses hicieron sobre la implantación del ferrocarril en España y conociendo algunas de las primeras experiencias ferroviarias como las de Barcelona-Mataró y Madrid-Aranjuez, hay que subrayar la importancia decisiva que tuvo la primera Ley general de Ferrocarriles promulgada el 3 de junio de 1855, que hacía posible las futuras concesiones de las grandes líneas.

La primera gran compañía que empezó a obrar en nuestro país, de capital mayoritariamente francés al que no fue ajeno la fortuna del marqués de Salamanca, fue la Compañía Madrid-Zaragoza-Alicante (MZA), fundada en 1856, que, con el tiempo, explotaría también otras líneas como la de Córdoba-Sevilla-Huelva o, ya en el siglo XX, parte de lo que se llamó la «red catalana» de la MZA. En segundo lugar hay que mencionar la Compañía de los Caminos de Hierro del

Norte de España (1858), que también acabó incorporando anteriores concesiones, y que estuvo presente en regiones tan distintas de la que fue su primera geografía, como la de Valencia. Pero la historia de los ferrocarriles españoles es bastante más compleja, según nos enseña Francisco Wais, y baste ahora recordar que pasaron de cincuenta las compañías que explotaron parcialmente la red ferroviaria española hasta su unificación en 1941, bajo el nombre de RENFE.

Cuando en 1980 se trajo a España la exposición *Le temps des gares* inaugurada en París en 1978, hube de hacerme cargo de la parte española y establecí, creo que por vez primera, la que podría entenderse como genealogía de nuestras estaciones que, por su número y estado de conservación en aquellas fechas, bien podría decirse que conformaba un patrimonio muy singular dentro del contexto europeo. Vinieron después las reformas de los edificios, el cierre de algunas líneas de vía estrecha y la adaptación a las nuevas exigencias del transporte ferroviario que modificaron sustancialmente las estaciones. De aquella exposición tomamos hoy el título para el presente capítulo en el que se incluirán tan sólo aquellas estaciones de ferrocarril, bien de término o de paso, que contaron con la presencia de importantes estructuras metálicas.

De modo general puede decirse que las estaciones españolas conocieron tres etapas fundamentales: la primera se iniciaría en 1848 con la estación de cabecera de la línea Barcelona-Mataró, y terminaría en 1868 con el derrocamiento de Isabel II. Es la etapa que cabe llamar «heroica», caracterizada por tratarse de un momento meramente experimental. Es cuando surgen las primeras estaciones, siempre provisionales y de las que no queda ninguna en pie, como es el caso de la de Atocha en Madrid, las de Valencia, Guadalajara, Toledo, la del Norte en Barcelona, o las de Miranda de Ebro, Tarragona y Alicante, entre otras. Vino después la etapa de crecimiento y expansión de la red ferroviaria, entre 1868 y 1902, con las estaciones de Delicias, Norte y Atocha en Madrid, las de San Sebastián, Irún, Alicante, la antigua sevillana de San Bernardo, la de Valladolid, la segunda de Zaragoza, la de Cádiz, la de Santander en Bilbao, la de Córdoba o Plaza de Armas en Sevilla o la de Burgos, de las que unas se conservan y otras han desaparecido o modificado su uso.

Por último, la estación de Burgos iniciaría, por su fecha de construcción, 1901, un tercer período, que corresponde ya al siglo XX para concluir en 1936, que es el límite que nos hemos

The first large company to begin operations in our country had a majority of French capital, including the fortune of the Marquis of Salamanca. It was the Compañía Madrid-Zaragoza-Alicante ("Madrid-Saragossa-Alicante Company" or MZA). In time, this company founded in 1856 took over other lines as well, such as Cordoba-Seville-Huelva or, in the twentieth century, part of what came to be known as MZA's "Catalonian network." Second, we must mention the Compañía de los Caminos de Hierro del Norte de España ("Northern Railways of Spain Company" 1858), which soon began to absorb other earlier concessions, gaining presence in regions as far afield from its first ones as Valencia. But the history of Spanish railroads is considerably more complex, as Francisco Wais has shown, and it is sufficient here to recall that its many rail lines were partially operated by over fifty companies before they were unified in 1941 under the name Red Nacional de Ferrocarriles Españoles ("National Network of Spanish Railroads" generally abbreviated as RENFE).

The exhibition, *Le temps des gares* (called "El Mundo de las Estaciones" or "The World of Railway Stations" in Spain) was inaugurated in Paris in 1978. When it came to Spain in 1980, I was asked to curate the Spanish part. As such, I established what I believe could be considered the first genealogy of our stations. From a European standpoint, their number and state of conservation at that time made them a very singular heritage. Later, buildings were reformed, some narrow-gauge lines were shut down and adaptation to the new demands of rail transportation led to substantial changes in those stations. We have taken the name of that exhibition for the present chapter, which will only include these railway stations—either terminals or with through traffic—that had significant metal structures.

In general terms, we could say that there have been three periods of Spanish stations: the first began in 1848 with the main



Antigua estación del Norte, en Barcelona, según proyecto de Miguel Bergue, 1865, construida para la Compañía de los Caminos de Hierro del Norte

Estación Valencia-Alameda, en la línea Calatayud a Valencia



station of the Barcelona-Mataró line and ended in 1868 with the overthrow of Queen Isabel II. That is what could be called the “heroic” period, and was a moment of pure experimentation, when the first and always provisional stations were built in places like Madrid (Atocha), Valencia, Guadalajara, Toledo, Barcelona (Estación del Norte), Miranda de Ebro, Tarragona or Alicante, among others. Today, not one of these original stations remains. The second period coincides with the growth and expansion of the railway lines between 1868 and 1902 and includes the stations of Delicias, Norte and Atocha in Madrid, as well as those of San Sebastián, Irún, Alicante, Seville’s former San Bernardo station, Valladolid, the second station in Saragossa, Cadiz, Bilbao’s Santander station, Seville’s Córdoba station—it is now the Plaza de Armas shopping mall—and the one in Burgos. Some of these have survived, while others have disappeared or been modified for other uses.

Finally, the station at Burgos, built in 1901, marked the beginning of the third period, which began with the twentieth century. For the purposes of the present study, we have set the end of this third period at 1936. Among the most important stations from this period are those of Cartagena, Valencia’s Estación del Norte, the enlargement of Barcelona’s Estación del Norte, Valencia’s Estación Marítima and Canfranc’s always abandoned one. Outstanding among this group is the terminal station in Barcelona that the architect, Muguruza, designed for the Universal Exhibition of 1929.

From the standpoint of iron’s growing presence in station architecture, and given that we must choose one city to start with in this peculiar analysis, an analysis of Madrid’s railway stations will give us a sufficient idea of how, each time a new iron roof or cover was designed—for that is the part that defines this railway setting—the latest innovations were incorporated with regard to capacity, price



impuesto en este trabajo. Entre las estaciones más importantes de este período se encontrarían la de Cartagena, la del Norte de Valencia y la Marítima de Valencia, la ampliación de la estación del Norte de Barcelona y la siempre abandonada de Canfranc, destacando entre todas ellas la que el arquitecto Muguruza proyectó para la estación Término de Barcelona con motivo de la Exposición Universal de 1929.

Desde el punto de vista de la creciente presencia del hierro en la arquitectura de la estación, y como desde alguna ciudad hay que partir para elaborar este peculiar análisis, bastaría con hacer un repaso de las estaciones de Madrid con la idea de ver cómo, cada vez que se proyecta una nueva cubierta o carena en hierro, que es la parte que define a este ámbito ferroviario, se incorporan las últimas novedades conocidas en respecto a su capacidad, economía y

Estación de Cartagena, en Murcia, de Ramón Perioncely, 1903, construida para la Compañía de los Ferrocarriles MZA

and functionality. For now, then, we will set aside the most cosmetic architectural aspects of railway stations and consider their most engineering-oriented facet. As we said, we will begin with the three most important stations in Madrid. Chronologically, these are Delicias, Norte and Atocha. We should keep in mind that each of them belonged to a different company and thus served as their respective calling cards in that city. That is why each company sought to

funcionalidad. Dejando ahora por tanto al margen la *facies* más arquitectónica de la estación de ferrocarril y buscando la novedad en su faceta más ingenieril, nos referiremos, como decíamos, a las tres estaciones más importantes de Madrid que, por orden cronológico son Delicias, Norte y Atocha. No debe olvidarse que cada una de ellas pertenecía a una compañía distinta, de la cual venía a ser su carta de presentación en la ciudad. Por ello cada compañía procuró dar a sus estaciones una imagen propia con la idea de mostrar su potencial económico y tecnológico, un potencial tantas veces basado en un capital, unas casas constructoras y unos ingenieros franceses, de donde venía aquella estandarización de las estaciones que tanto molestaba a Ángel Ganivet: «Cuando vemos pasar en larga formación muchos niños vestidos pobremente, con trajes de la misma tela y del mismo corte, iguales las gorritas, las corbatas y los zapatos, decimos: “Ahí van los niños del Hospicio”. Cuando atravesamos España de Norte a Sur, desde San Sebastián a Granada, y vamos viendo una tras otra nuestras miserables estaciones de ferrocarril, cortadas todas por el mismo patrón, ocurre también decir: “¿Esto es una nación o un hospicio?”. Y se nos presenta en su entera desnudez el desamparo de ideas en que vivimos».

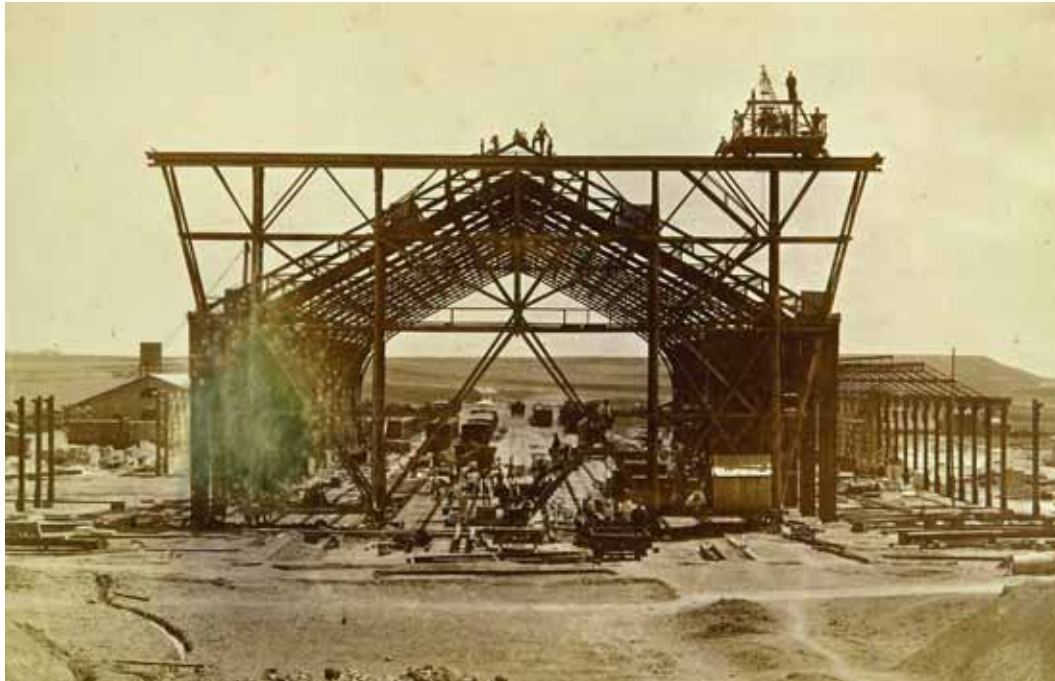
La estación de Delicias surgió como cabecera de la línea Madrid-Ciudad Real-Badajoz, si bien en el mismo año de su inauguración (1880) se convirtió en estación término de la línea Madrid-Cáceres-Portugal. El autor del proyecto fue el ingeniero francés Émile Cachelivière. Éste incorporó al edificio la última novedad que ofrecía por entonces la cubierta metálica que De Dion había mostrado con éxito en la Exposición Universal de París de 1878. En efecto, la armadura llamada «De Dion» desde entonces, compuesta por una serie de cuchillos armados que forman un todo con los propios pilares de sostén fijados en una cimentación hundida, tiene extraordinaria semejanza con la armadura de la estación de Delicias que, por primera vez entre nosotros, cubría una superficie de esta amplitud sin ningún tipo de tirantes, riostras ni contrafuertes. La eliminación de estos elementos, así como la solución dada al problema de la dilatación, habían sido las dos novedades más importantes respecto al sistema tradicional de Polonceau, e incluso a las soluciones apuntadas en las anteriores Exposiciones Universales de 1855 y 1867.

El hecho de que transcurriera muy poco tiempo entre la experiencia de Henri de Dion en París (1878) y el proyecto de Cachelivière para la estación de Delicias en Madrid (1879), aumenta

build a station in its own image, thus demonstrating its economic and technological potential. That potential was very often based on French capital, French engineers and French manufacturers, and that is one of the reasons for the standardization that so bothered Ángel Ganivet: When we see a long line of poorly-dressed children, all with clothing of the same material and cut, the same caps, ties and shoes, we say “Ah, there are the boys from the Poorhouse.” When we cross Spain from North to South, from San Sebastian to Granada, and see our impoverished train stations passing by, one after another, all cut from the same pattern, are not we likely to ask ‘Is this a nation or a poorhouse?’ And our poverty of ideas stands out to us in all its nakedness.”

Delicias station was built as the main station of the Madrid-Ciudad Real-Badajoz line, but the same year it was inaugurated, it also became the terminus for the Madrid-Caceres-Portugal line. It was designed by the French engineer Émile Cachelivière who included the latest innovation in his plans: the metal roof that de Dion had successfully unveiled at the Universal Exhibition of Paris in 1878. In fact, this system of roof framing—called “de Dion” from then on—consisted of a series of stressed trusses fully integrated with support pillars set in a sunken foundation. It is extraordinarily similar to the framing at Delicias station, which was the first in Spain to cover such a broad area without any sort of ties, stays or buttresses. The elimination of those elements, as well as the manner of solving the problems of expansion, were two of its most important innovations compared to the traditional Polonceau system, or even to systems presented at the earlier Universal Exhibitions of 1855 and 1867.

The fact that so little time passed between Henri de Dion’s experiment in Paris (1878) and Cachelivière’s project for Delicias station in Madrid (1879) adds even more value to the history and



Estación de Delicias en construcción, Madrid, 1 de julio de 1879

Exterior de la estación de Delicias, en Madrid, de Émile Cachelivière, 1880

construction of this station, especially when we remember that the building in Paris was later destroyed. And here we should recall some notable coincidences, such as the span of the roofs—thirty-five meters in both cases—and a very similar height: twenty-five meters in Paris and something over twenty-one in Madrid. And the similarities increase when we consider their formal resemblance, for Delicias' framing was manufactured in France, by the Fives-Lille Company, which we have mentioned so often in relation to the construction of bridges and viaducts. That company's most recent and well-known work was Paris's covered Hippodrome, which also dated from 1879. By then, the firm of Fives-Lille had also taken part in many railway stations in France, culminating in Paris's formidable Orsay station, mentioned above. While Eiffel's name has often been linked to Delicias station, as can be seen in the previously-mentioned exhibition organized by the Centre Pompidou in Paris in 1978, neither Eiffel nor his company appear, either directly or indirectly, in the documentation relating to this building, nor in the specialized press of that period. So it would seem wise, once and for all, to abandon that hypothesis spun out in the years when everything made of iron was interesting and was promptly associated with the legendary figure of Gustave Eiffel. Passenger service at Delicias station ended in 1969, and it was closed altogether in 1971. It now houses an interesting collection of old locomotives belonging to the RENFE Railway Museum.

Another French engineer was Vaseille, who was sent by the Fives-Lille company to assemble the parts of Delicias station. Here, he worked with three Spanish engineers: Espinal, Ulierte and Gutiérrez Calleja, who was Full Professor of Railways at Madrid's School of Civil Engineering and had been a classmate of José Echegaray. Generally speaking, Delicias station has retained the straightforward appearance of those train stations we could call, second-generation

aún más el valor histórico y constructivo de nuestra estación, si se tiene en cuenta además la posterior destrucción del modelo parisién. Es necesario recordar alguna coincidencia notable, como la luz alcanzada en las cubiertas que, en ambos casos, es de treinta y cinco metros, al tiempo que la altura es muy parecida: veinticinco metros en París y algo más de veintidós en Madrid. A estas analogías habría que sumar por último las semejanzas formales si se tiene en cuenta que la armadura se preparó en Francia, en los talleres de la Compañía Fives-Lille, que tantas veces se ha citado en relación con la construcción de puentes y viaductos. La obra más conocida y reciente de esta casa constructora había sido el Hipódromo cubierto de París, del mismo año 1879. La Compañía Fives-Lille también había intervenido hasta entonces en un gran número de estaciones de ferrocarril en Francia, hasta culminar en la formidable de Orsay en París, de la que se ha hablado ya anteriormente. Si bien muchas veces el nombre de Eiffel se ha relacionado con la estación de Delicias, como figura en la citada exposición que sobre las estaciones organizó el Centro Pompidou de París en 1978, ni Eiffel ni su empresa aparecen directa o indirectamente en la documentación manejada sobre el edificio, ni en la prensa especializada de la época, por lo que





Interior de la estación de Delicias,
en Madrid, de Émile Cachelièvre, 1880



Galería de Máquinas, de Henri de Dion, construida para la Exposición Universal de París de 1878

stations. It is newer than the original “embarcadero” stations, belonging to the period in which station buildings still betray their industrial roots and concessions are made neither to decorative factors, nor to the great architecture that would characterize later constructions. And there, precisely, lies the nobility of this sober, functional and contained station in which iron and brick coexist in a harmonious and original fashion that has nothing to do with the past, but articulates a new, as-yet immature language. Delicias is now one of the oldest existing stations in Europe.

In my opinion, the employment of the De Dion system at Delicias station led to a modification of La Compañía de Caminos de Hierro del Norte’s initial design for their station in Madrid, which was named Estación del Norte because it was built by that company. The Polonceau roofing system originally projected for that station was thus replaced with one that included the improvements derived from the roofing of the 1878 Galerie des Machines in Paris. In fact, despite the fact that Norte’s roofing is a tied system in the Polonceau manner; Mercier, the company’s French engineer responsible for the definitive design from 1881, transformed the main roofing rafters into veritable stressed and riveted beams joined to the iron pillars that sustain them. That is how he attained the forty-meter span that the first large roof has today. In 1918, it was seen and painted by Benjamín Palencia in La Estación del Norte, which is on display at the Museo Provincial de Albacete (Provincial Museum of Albacete).

That building later suffered numerous modifications, reductions and expansions, bringing it to its current state against the wishes of those of us who participated in its defense when its dismantling was announced as part of the *Plan General de Madrid* (General Plan of Madrid) in 1963. This led the *Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid* (Official School of Architects of Madrid) to organize a large exhibition,

parece aconsejable, de una vez por todas, abandonar aquella hipótesis, hija de unos años en los que todo aquello que en hierro tuviera interés se asimilaba de inmediato a la figura mítica de Gustave Eiffel. Actualmente, desde la supresión del servicio de viajeros en 1969 y el cierre definitivo de la estación en 1971, Delicias acoge una interesante colección de antiguas máquinas que forman parte del Museo Ferroviario de RENFE.

Francés era también Vaseille, el ingeniero de Fives-Lille que vino a montar la estación de Delicias, quien contó aquí con la colaboración de tres ingenieros españoles: Espinal, Ulierte y Gutiérrez Calleja, este último profesor de la Escuela de Ingenieros de Caminos al frente de la cátedra de Ferrocarriles y compañero de promoción de José Echegaray. La estación de Delicias, en su aspecto general, ha conservado hasta hoy la imagen sencilla de aquellas estaciones de ferrocarril que podríamos llamar de segunda generación, una vez superados los antiguos «embarcaderos» y similares, en las que todavía se acusa la consideración industrial del edificio, donde no se hacen concesiones al ornato, ni a la gran arquitectura que, andando el tiempo, va a caracterizarlas. Es aquí donde reside la hidalguía de esta estación sobria, funcional, contenida, en la que el hierro y el ladrillo conviven de un modo armónico y original que nada tiene que ver con el pasado, al tiempo que articula un balbuciente lenguaje nuevo. La de Delicias es hoy una de las más antiguas estaciones europeas que se conservan.

A mi parecer, la introducción del sistema De Dion en la estación de Delicias hizo que se modificara el proyecto inicial de la Compañía de Caminos de Hierro del Norte para su estación de Madrid, conocida como estación del Norte por ser obra de la citada compañía. Así, se abandonó la cubierta del sistema Polonceau proyectada en un principio y se incorporó otra con las mejoras derivadas de la solución de la Galería de Máquinas de París de 1878. En efecto, pese a que es una solución atirantada en la tradición de Polonceau, el ingeniero francés de la compañía que hizo el proyecto definitivo en 1881, de nombre Mercier, transformó los pares de la cubierta en verdaderas vigas armadas y roblonadas que se unen a los pilares de hierro que los sustentan. Con ello se alcanzaron los cuarenta metros de luz que hoy tiene bajo la primera gran cubierta, según la vio y pintó Benjamín Palencia en su cuadro *La Estación del Norte*, de 1918, que se expone en el Museo Provincial de Albacete.

El edificio sufrió luego muchas modificaciones, supresiones y aumentos hasta que llegó a su estado actual, que no es el que hubiéramos deseado quienes intervinimos en su defensa ante el anuncio del desmantelamiento de las viejas estaciones madrileñas, a raíz del Plan General de Madrid de 1963. Ello dio lugar a una gran exposición, *Las estaciones ferroviarias de Madrid* (1980), que, organizada por el Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid, tuvo la ocasión de coordinar, y donde di cuenta del rico patrimonio ferroviario madrileño, hoy ciertamente muy mermado.

Las estaciones ferroviarias de Madrid ("The Railway Stations of Madrid" 1980), which I had the occasion to coordinate, unveiling Madrid's rich, though now greatly diminished, railway heritage.

The project for Estación del Norte bore the name of Mercier, who handled the metal structure prepared in France and Belgium, and also those of the French engineer, Biarez, Chief of Lines and Works; the French architect, Ouliac, and Eugenio Grasset, whose origin I do not know, despite what his last name would seem to indicate.* It should be added here that, in 1897, he founded his own company, Grasset y Cía., manufacturing numerous railway viaducts and station roofs at his Madrid factory.

In their project report (1879), this group of technicians did not hesitate to consider Estación del Norte worthy of being listed as a "monument," given the development of its passenger building along the most sincere French lines, including a mansard on the central clock pavilion. This image would be repeated on every station along the Madrid-Irún line. Of those, the station at Valladolid is especially interesting. It, too, was the work of Grasset (1890) though its roof was built in the workshops of Zorroza (Bilbao). Nor should we forget the more straightforward station at Medina del Campo (1896). Designed by Vicente Sala, its platforms were covered with a metal roof that used the safe Polonceau truss system to cover a span of just over thirty-two meters.

The third great station in Madrid is Atocha, whose long history of projects and buildings evolved from a modest *embarcadero* at the time of its royal inauguration to its final expansion and transformation into a nineteenth-century building. The architecture of that final version was designed by Alberto de Palacio, who was also responsible for the Vizcaya Bridge mentioned in chapter five, but the large metal structure was calculated, and perhaps designed, by the engineer

Estación del Norte o de Príncipe Pío,
en Madrid, de Mercier, Grasset, Biarez
y Ouliac, 1881, construida para la Compañía
de los Caminos de Hierro del Norte



Interior de la estación del Norte
o de Príncipe Pío





Estación de Atocha, en Madrid, 1888, construida para la Compañía de los ferrocarriles MZA

Vista actual de la estación de Atocha

Henri Saint James who, according to an article in *La Gaceta de los Caminos de Hierro* ("The Railway Gazette" 1893), had made "frequent and lengthy visits to the gallery of machines at the most recent Universal Exhibition in Paris, where advances in steel manufacturing resolved the problems of beauty and resistance that could not previously be combined in large iron structures." Palacio finished the design and drawings of the station in late 1888, which is before Dutert and Contamin's colossal *Galerie des Machines* opened at the Universal Exhibition of Paris in 1889. That is important because, while Atocha recalls the *Galerie des Machines* in the formal sense, its inverted-nave driveband system is actually earlier. Indeed, the system based on two articulated semitrusses that Dutert and Contamin employed has nothing to do with the rigidity of the de Dion system that Alberto de Palacio used at Atocha. In a way, it could be said that Atocha station is one of the most extreme uses of the de Dion system, but with curved forms. Its span of forty-eight meters and its height of almost twenty-seven, plus its one-hundred-fifty-two-meter-long iron roof resting on ten trusses without a single tie, give its interior an epic character. The seven thousand four hundred square meters covered by this framing, with no intermediate supports of any sort, gave Madrid an uninterrupted enclosed space of a magnitude unknown until then.

Compared with the work by Dutert and Contamin mentioned above, our Atocha station seems rather modest, as the 1889 *Galerie des Machines* could easily have held five stations the size of Atocha. But if we look back at railway stations in the rest of Europe at that time, we will be surprised to find that the stations in Berlin had more or less the same width as Atocha. Emperor Ferdinand Station, on the Danube line in Vienna, had a nave only thirty-six meters wide. As to the stations in Paris, the one with the widest nave was the *Gare de l'Est*, which spanned thirty-meters. The new *Gare du Nord* measured sixty-nine

Además del de Mercier, que resolvió la estructura metálica preparada en Francia y Bélgica, en este proyecto aparecen los nombres del ingeniero francés Biarez, jefe de Vías y Obras, el del arquitecto, también francés, Ouliac y el de Eugenio Grasset, de quien desconozco su origen a pesar de lo que parece indicar su apellido, si bien interesa decir ahora que en 1897 crearía su propia empresa con el nombre de Grasset y Cía, con la que construiría un gran número de viaductos de ferrocarril y cubiertas de estaciones desde sus talleres en Madrid.

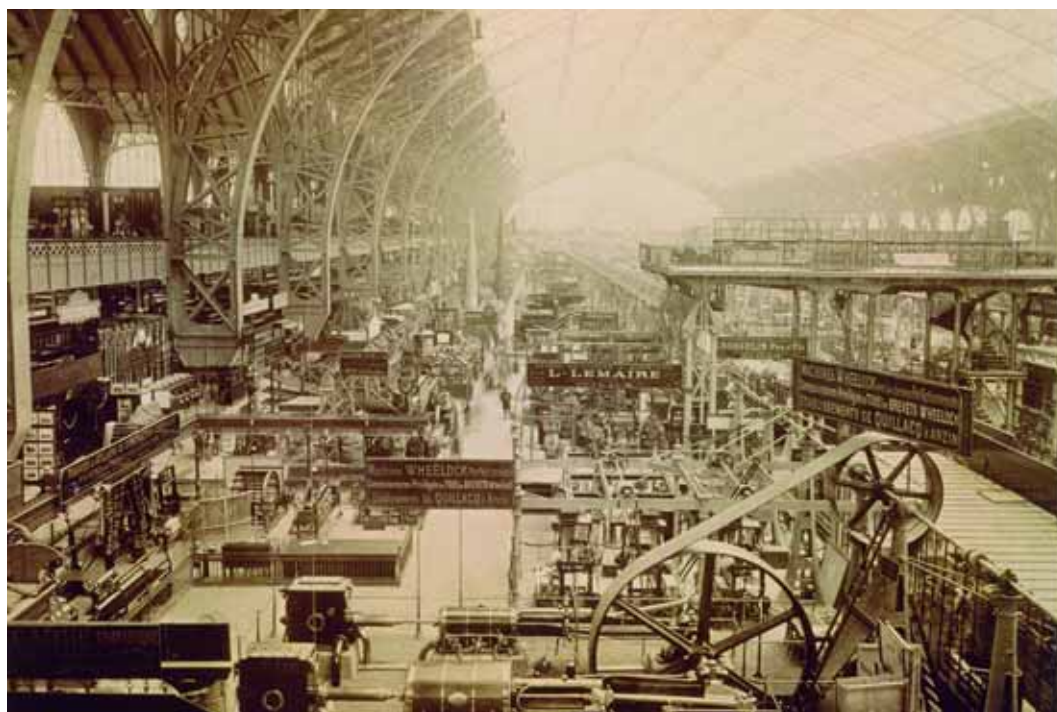
Este grupo de técnicos no dudó en considerar en la memoria del proyecto (1879) a la estación del Norte como digna de figurar dentro de la clase «monumentos» dado el desarrollo de su edificio de viajeros en la más sincera línea francesa, con mansarda incluida en el pabellón central del reloj. Esta imagen se repetiría en todas las estaciones de la línea Madrid-Irún, siendo especialmente notable la de Valladolid, obra del mismo Grasset (1890), cuya cubierta se construyó esta vez en los talleres de Zorroza (Bilbao), sin olvidar a la más sencilla de Medina del Campo (1896), del ingeniero Vicente Sala, cuya cubierta metálica sobre los andenes utiliza el seguro sistema de cuchillos Polonceau para cubrir aquí una luz de poco más de treinta y dos metros.



La tercera gran estación madrileña es la de Atocha, de larga historia entre proyectos y edificios, que evolucionó desde el modesto embarcadero que fue el día de su real inauguración hasta la última ampliación y transformación del edificio del siglo XIX. Éste, en su parte arquitectónica, se debe a Alberto de Palacio, el autor del mencionado puente de Vizcaya, pero la gran montera metálica fue calculada, y no sé si diseñada, por el ingeniero Henri Saint James quien, según la noticia recogida en *La Gaceta de los Caminos de Hierro* (1893), había hecho «frecuentes y detenidas visitas

meters, but that was the sum of its three naves. The nave of our Atocha station was also wider than any of the three at Paddington Station in London, although much narrower than that of Saint Pancras Station, which had been designed by Scott, Barlow and Ordish. So, Atocha was well placed among the grand European stations in the eighteen eighties, and any objective history should include it among its pages.

A contest for its metalwork was announced by the Administration of the MZA Company and, after considering the offers of firms



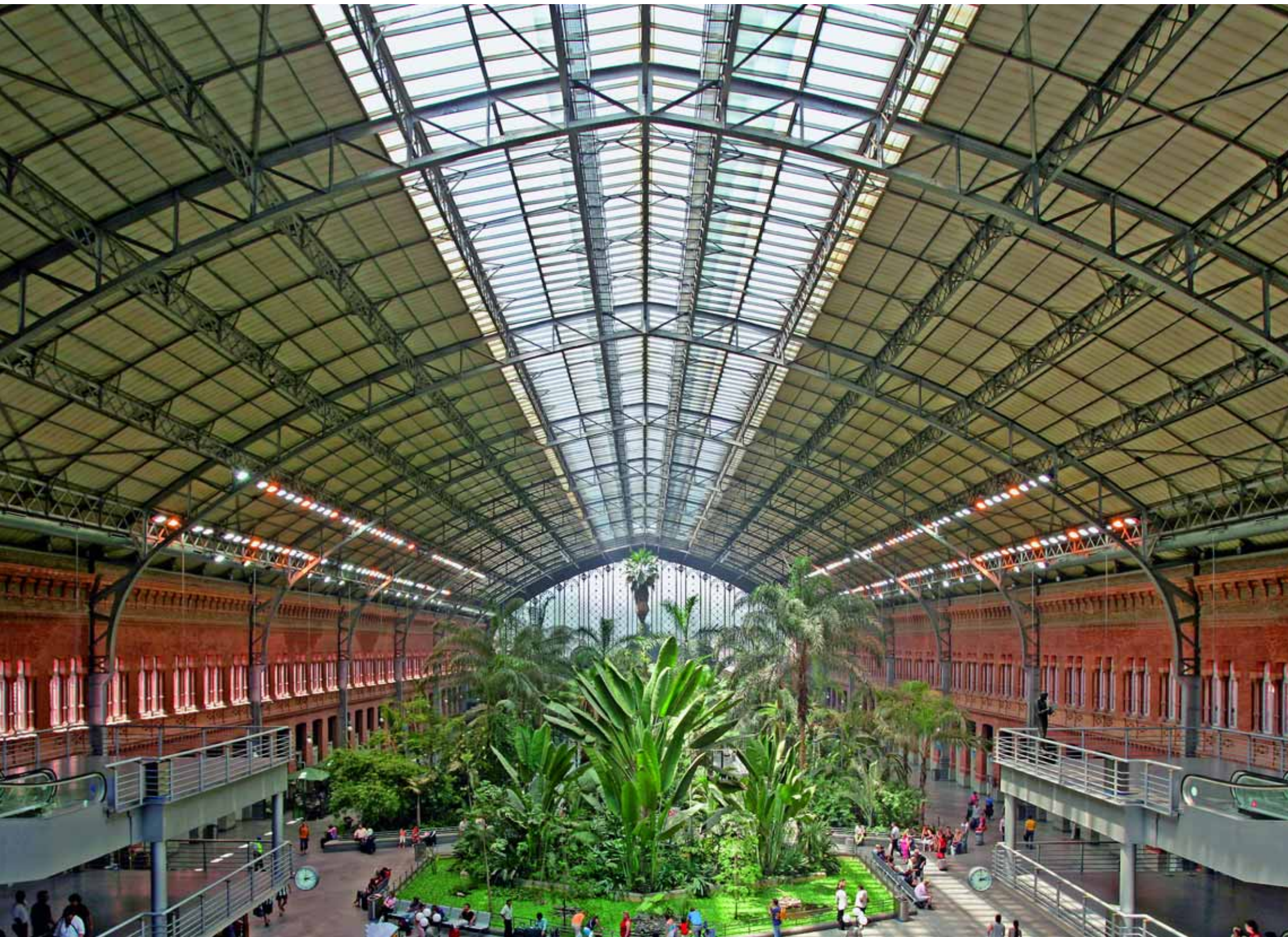
Galería de Máquinas, de Charles Louis Ferdinand Dutert y Victor Contamin, construida para la Exposición Universal de París de 1889 y demolida en 1909

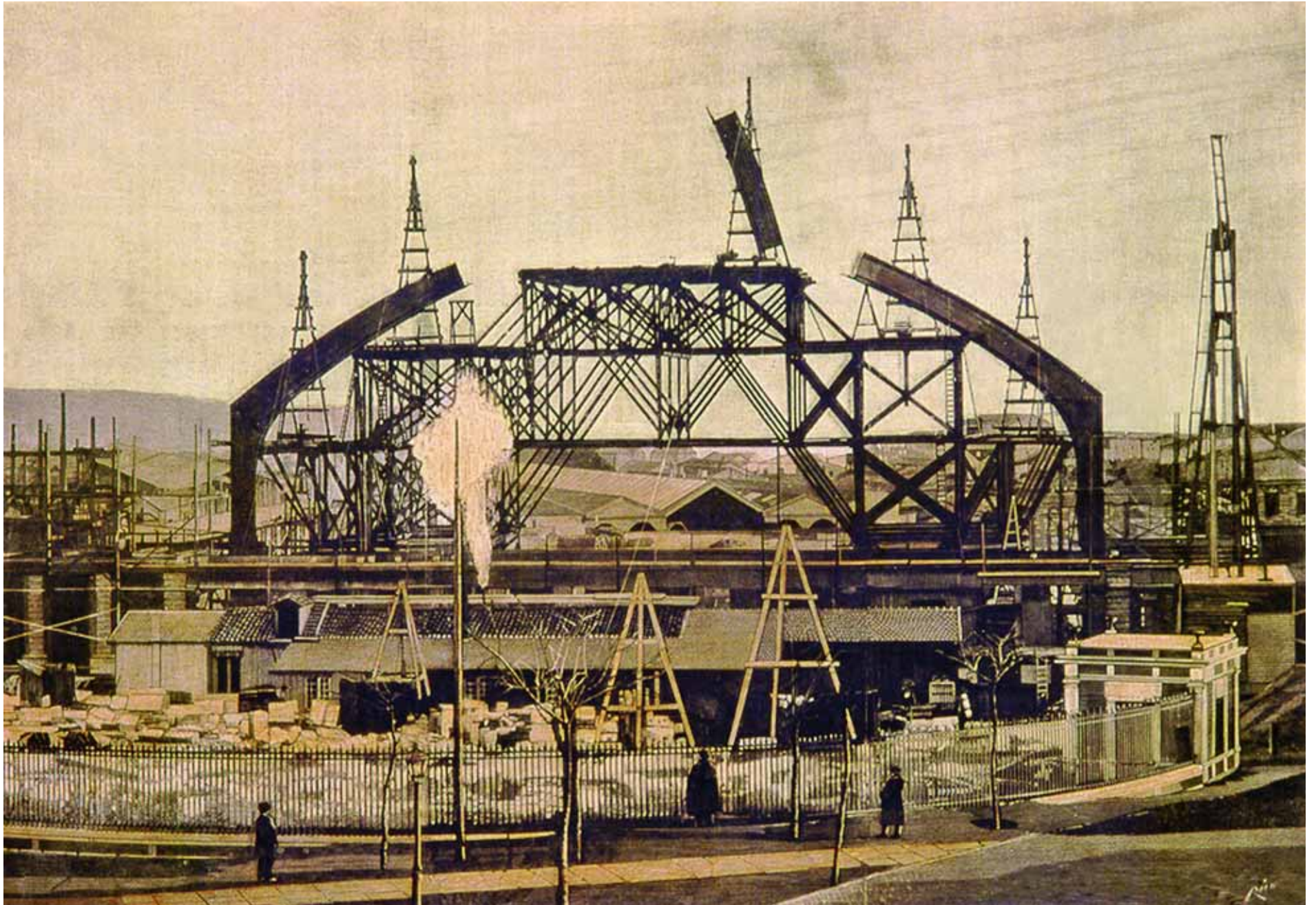
Interior de la Estación de Atocha, en Madrid

we already know, such as Laydé et Pillé, Cockerill, Eiffel and Fives-Lille, they opted for the Brussels-based *Société Anonyme de Construction et des Atelier de Willebroeck* (Willebroeck Construction and Workshops Corporation). This company had been involved in work such as the expansion of the port of Antwerp, the Suez and Panama Canals, the formidable Don Luis I Viaduct over the Duero River at Porto (Portugal) and, in Spain, the important railway workshops in Valladolid. That Belgian firm founded in 1875 and directed by engineer Léopold Valentin (1835-1891), sent another engineer, Léon Beau, to Madrid to supervise the assembly of the metal framing. This required a complex and enormous scaffolding, the likes of which had never been seen in Spain before. Palacio very skillfully incorporated the framing into the station's façade rather than hiding it, as was the custom at that time. This allowed the building to express its industrial nature, which in no way conflicted with good taste, as can be seen in the iron details that adorn it. The façade was crowned at the height of the "skylight" that illuminates the interior. There, we can see two griffins and a globe of the world, all metal, along with two caducei of Mercury, symbolizing prosperity and progress, as well as the coats of arms of Madrid, Alicante, Saragossa and Seville, and a clock. Some of those details were also successfully applied to the outside of the brick pavilions that flank the façade. Such details are a very contained way to enrich the building, which was acclaimed at the time as "one of the most beautiful monuments of its type," and as a symbol of "modern Spain."

This scheme, with a large covering in the form of a metal "dome" whose skirt merged with the façade as a means of closure, was repeated in other cases, including the Portuguese engineer, Santos Silva's Cordoba station in Seville (1899-1900)—also known as Sevilla-Plaza de Armas—or the enlargement of Barcelona's Estación del Norte (1896-1910) by Demetrio Ribes. Still, these latter stations have a different appearance

a la galería de máquinas de la última Exposición Universal de París, en la que los adelantos de la fabricación del acero vinieron a resolver el problema de la belleza y la resistencia que antes no podían aunarse en las grandes construcciones en hierro». Palacio tenía terminada y dibujada la estación a finales de 1888, es decir, con anterioridad a la inauguración de la colosal Galería de Máquinas de Dutert y Contamin para la Exposición Universal de París de 1889. Esto es importante porque, si bien Atocha recuerda formalmente a la Galería de Máquinas, resulta anterior a ella en su disposición de casco de nave invertida. Nada tiene que ver el sistema empleado por Dutert y Contamin, que consta de dos semicuchillos articulados, con la rigidez del sistema De Dion que todavía utiliza Alberto de Palacio en Atocha. De algún modo podría decirse que la estación de Atocha es una de las experiencias límite que se han hecho con el sistema De Dion, si bien con formas curvas. Sus cuarenta y ocho metros de luz y los casi veintisiete de altura, más los ciento cincuenta y dos metros de largo que tiene la férrea cubierta apoyada en diez cerchas sin tirante alguno, dan a su interior un carácter épico. Los siete mil cuatrocientos metros cuadrados cubiertos por esta armadura, sin apoyos intermedios de ningún tipo, proporcionaron a Madrid un ámbito diáfano de magnitud desconocida hasta entonces.





Grabado de la construcción de la actual estación de Atocha, en Madrid



Talleres de Valladolid, fundados en 1860

Si se compara con la citada obra de Dutert y Contamin, nuestra estación de Atocha resultaría modesta a todas luces, pues la Galería de Máquinas de 1889 podría cobijar holgadamente cinco estaciones como la nuestra. Pero si volvemos la mirada hacia las estaciones del resto de Europa de aquellos tiempos, podremos observar con sorpresa que el ancho de las naves de las estaciones de Berlín no se aleja mucho de las de Atocha. En Viena, la estación del Emperador Fernando, en la línea del Danubio, contaba con una nave que alcanzaba sólo treinta y seis metros. De las estaciones de París, era la del Este la de mayor anchura de nave con sus treinta metros de luz, pues la nueva estación del Norte, si bien tenía sesenta y nueve metros, era sumando sus tres naves. La nave de nuestra estación de Atocha era, así mismo, más ancha que cada una de las tres de la estación londinense de Paddington, aunque muy inferior a la de St. Pancras Station, obra de Scott, Barlow y Ordish. Es decir, Atocha se encontraría bien situada entre las grandes estaciones europeas en aquella década de 1880, por lo que una historia objetiva debiera incluirla entre sus páginas.

due to the “style” of their architecture for, while the station in Seville sought its inspiration in *Mudejar*—which would have pleased Ganivet—the one in Barcelona is a very correct interpretation of *Jugendstil* with Viennese roots. At the station in Seville, whose roof spans thirty meters, special measures had to be taken due to the high summer temperatures, which imposed the need for ventilation. This was done with an original system first used in Spain. It consisted of a double roof with a corrugated upper part and a wooden lower part. This allowed air to circulate between the two. At the same time, the movement of the structure caused by the metal’s expansion was absorbed with “the same framing system as the Gallery of Machines at the Paris Exhibition” of 1900, as *La Ilustración Española y Americana* (“Spanish and American Illustration”) reported in 1901. This system consisted of a three-hinged framework with two roller supports at the base and a third where the semi-trusses meet. The work was supervised by engineer Nicolás Suárez of the MZA Company. The roof was manufactured in Belgium and the skirting of the façade, whose iron parts continued the *Mudejar* decorations of the architecture, was made at the Jareño workshops in Madrid.

The name of Demetrio Ribes (1875-1921), who finished his studies at the School of Architecture in Madrid in 1902, leads us to mention the very refined station in Valencia. Ribes began work for the *Compañía de los Caminos de Hierro del Norte* in collaboration with Eugenio Grasset. Before going into business on his own in Teruel in 1913, he was commissioned by that company to design Valencia’s *Estación del Norte* (North Station, 1906). This first project was followed by others, including diverse modifications urgently required by the new and definitive location of that station (1909), which sat on the cusp between the old city and the new expansion. The large metal roof and canopy (1915) designed and built by Grasset in his now lost workshop in Madrid was conceived with hinged arches on roller supports. It was one hundred



Para la ejecución de la obra metálica se abrió un concurso que el consejo de administración de la Compañía MZA, después de ver las ofertas de casas que ya conocemos, como Laydé et Pillé, Cockerill, Eiffel o Fives-Lille, falló en favor de la Société Anonyme de Construction et des Ateliers de Willebroeck, con sede en Bruselas, que había intervenido en obras como la ampliación del puerto de Amberes, los canales de Suez y Panamá, el formidable viaducto de Don Luis I sobre el Duero en Oporto (Portugal) o, ya en España, los importantes talleres ferroviarios de Valladolid. Esta casa belga, fundada en 1875 y dirigida por el ingeniero Léopold Valentin (1835-1891), envió al también

Estación de Córdoba o Plaza de Armas, en Sevilla, de Santos Silva y Nicolás Suárez Albizu, 1889, construida para la Compañía de los ferrocarriles MZA



Estación del Norte, en Barcelona, ampliación de Demetrio Ribes Marco, 1906-1910, construida para la Compañía de los Caminos de Hierro del Norte

PÁGINAS SIGUIENTES

Estación del Norte, en Valencia, de Demetrio Ribes Marco, 1906-1909, construida para la Compañía de los Caminos de Hierro del Norte

ninety-six meters long and twenty-two meters high, with a span of forty-five meters. Ribes conceived the architectural part, which delicately hides the magnificent metal structure, contributing to make this terminal station one of the most beautiful in Spain. Its decorations are especially interesting. Most has been lost, but enough remains for us to appreciate the quality of its design and execution. The glazed ceramics, both flat and relief, bear the company name, leaves, flowers and oranges; the excellent carpentry of the booths, doors and platforms; the mosaic work decorating the columns in the lobby, as well as their facings and vaults; the mosaic panels on the façade that announce the delicious produce of the Valencian farmlands—they are based on sketches by the painter, Mongrell—and the city's coats of arms, as well as the star symbolizing progress... in short, all of the decorations praise Valencia in an extraordinary manner, ably orchestrated by Ribes. Color plays a fundamental role here, though later interventions have reduced its intensity.

There are many other stations with significant iron components but it is impossible to discuss to them all. Let us refer to a few that offered different solutions; the station in Almería (1893-1895), whose very beautiful architecture emblematically includes, in its façade, the image of a nonexistent iron roof; the station in Cádiz (1894), designed by engineer Agustín Jubera, who also made the now-lost San Bernardo or Cádiz station in Seville; and architect Severino Achúcarro's Concordia station, also called Santander Station, in Bilbao (1896-1900).

That same nineteenth-century tradition also explains some stations built well into the twentieth century, such as the now-lost Abando station in Bilbao (1905). Conceived by the city's municipal architect, Enrique Epalza, it burned down and was rebuilt, only to be replaced by the current station in 1948. Then there is the magnificent Terminal Station, also known as Francia Station, in Barcelona, based on a

ingeniero Léon Beau a Madrid para dirigir el montaje de la armadura, que exigió un andamiaje nunca visto entre nosotros por lo complejo de su estructura y por sus grandes dimensiones. Palacio supo integrarla con gran talento en la fachada de la estación, en lugar de ocultarla como solía hacerse. Con ello, el edificio expresa su condición industrial, condición que no está reñida con el buen gusto como se aprecia en los detalles en hierro que lo adornan. Así, coronando la fachada, a la altura de la «lumbrera» que ilumina el interior, vemos dos grifos y un globo terráqueo metálicos, a los que se unen unos caduceos de Mercurio, símbolos de prosperidad y progreso; los escudos de Madrid, Alicante, Zaragoza y Sevilla; un reloj; detalles algunos de ellos aplicados también con acierto en el exterior de los pabellones de fábrica de ladrillo que flanquean la fachada; detalles, al fin, que contribuyen a enriquecer de modo muy contenido el edificio, saludado entonces como «uno de los más bellos monumentos en su género» y como símbolo de la «España moderna».

Este esquema de gran carena a modo de «bóveda» metálica, cuyo faldón se incorpora a la fachada a modo de cierre, se repitió en otros casos como en la estación de Córdoba, en Sevilla

(1899-1901), conocida también como Sevilla-Plaza de Armas, del ingeniero portugués Santos Silva, o en la ampliación de la estación del Norte, en Barcelona (1896-1910), de Demetrio Ribes. No obstante, la apariencia de estas últimas es distinta por el «estilo» empleado en su arquitectura, pues mientras la sevillana busca su inspiración en motivos mudéjares, lo que habría hecho feliz a Ganivet, la barcelonesa es una correctísima interpretación modernista de raíz vienesa. En la estación de Sevilla, cuya carena tiene treinta metros de luz, debieron tomarse especiales precauciones en atención a las altas temperaturas que se alcanzan en verano, forzando su ventilación con un sistema original que se utilizó por vez primera en España. Éste consistía en el empleo de un doble cerramiento, ondulado el superior, de madera el inferior, de forma que pudiera circular el aire entre ambos. Igualmente y para absorber el movimiento de la estructura causado por la dilatación del metal, se empleó el «mismo sistema de armadura de la gran Galería de Máquinas de la Exposición de París» de 1900, como se precisa en *La Ilustración Española y Americana* en 1901. Es decir, se empleó una armadura de triple articulación, con dos rótulas en la base y una tercera en la clave donde se encuentran los semicuchillos. La dirección de la obra corrió a cargo del ingeniero Nicolás Suárez, de la compañía MZA; la cubierta se fabricó en Bélgica y el faldón de la fachada, cuyos hierros se contagian del mudejarismo de la arquitectura, se hizo en los talleres madrileños de Jareño.

Por otra parte, el nombre del arquitecto valenciano Demetrio Ribes (1875-1921), que terminó sus estudios en la Escuela de Arquitectura de Madrid en 1902, nos lleva a mencionar la refinadísima estación de Valencia. Ribes había entrado a trabajar en la compañía de los Caminos de Hierro del Norte, en colaboración con Enrique Grasset, y de este modo y antes de establecerse en la capital del Turia, en 1913, comenzó, por encargo de la compañía, el proyecto de la estación del Norte en Valencia (1906). A este primer proyecto le seguirían otros, que incluyen diversas modificaciones urgidas por las condiciones que exigía el nuevo y definitivo emplazamiento de la estación (1909), situada como charnela entre la ciudad vieja y el Ensanche. La gran carena metálica o marquesina (1915), proyectada y construida por Grasset en sus desaparecidos talleres de Madrid, se concibió con arcos articulados sobre rótulas. Su longitud es de ciento noventa y seis metros por veintidós de altura y su luz de cuarenta y cinco metros. Ribes hizo la parte







Estación de Almería, de L. Fargue, 1893-1895, construida para la Compañía de los Caminos de Hierro del Sur de España

arquitectónica, que esconde con delicadeza la magnífica estructura metálica, contribuyendo a hacer de esta estación-término una de las más bellas de España. De especial interés resulta ser el programa decorativo, desaparecido en gran parte, pero no tanto que nos impida apreciar la calidad del diseño y de su ejecución. La cerámica vidriada, plana y en relieve, bien con el nombre de la compañía o mostrando hojas, flores y frutos del naranjo; la excelente carpintería de las taquillas, puertas y arrimaderos; la labor de «trencadís» que reviste las columnas del vestíbulo, así como los paramentos y bovedillas del mismo; los paños de mosaico que en la fachada anuncian los ricos frutos de la huerta valenciana, elaborados a partir de bocetos del pintor Mongrell; los escudos de la ciudad; el símbolo estrellado del progreso; en fin, toda la decoración canta a Valencia de un modo extraordinario y bien orquestado por Ribes, en la que el color desempeña un papel fundamental que posteriores actuaciones han enfriado.

magnificent design by architect Pedro Muguruza and built at the very spot where the first train ran from Barcelona to Mataró. The first station built there was replaced by an iron structure with a double nave, which was torn down to build the present one. This station was the result of a contest announced by the MZA Company that was unprecedented in Spain. In calling for a station building, it indicated the importance that company gave to the future station in Barcelona, which was to serve as a “railway entry door” to the city. There, the MZA Company planned to unify all its lines, both national and international. As I understand it, the Company wanted to carry out a grand project there in response to the new “expressively modern” façade that Ribes had given to Barcelona’s Northern Station, which belonged to the competition. Four projects met the deadline and guidelines for the 1922 contest for a passenger terminal. Their pseudonyms were *33*, *Palladio*, *Mediterranea* and *Término*. The last of these won, and its author was Pedro Muguruza Otaño (1883-1952). His building had an enveloping, “U”-shaped layout with three façades, of which only the main one could be interpreted as the station’s entrance. The language employed was really that of a sober classicism with a touch of Catalanian *noucentisme*. It had nothing to do with what had been customary in stations until then. But in my opinion, the greatest innovation lay inside, where the great hall, whose allusions to Roman baths would have pleased Daly, the restaurant, and many other services and departments showed how much the concept of a railway station had changed. Any allusion to industry had vanished.

Outside, the architecture hides its metal structure, but inside, it is manifested with absolute liberty and becomes the dominant note. It gives the impression that the architectural and engineering projects were carried out in a completely separate manner, without bothering each other, but receiving each other in a balanced, natural way. Its most original

Hay otras muchas estaciones que cuentan con una componente férrea significativa pero, siendo imposible referirse a todas ellas, valgan como referencia de soluciones distintas las de las estaciones de Almería (1893-1895), de bellísima arquitectura, que incorpora de forma emblemática a su fachada la imagen de una inexistente carena en hierro; la de Cádiz (1894), del ingeniero Agustín Jubera, autor asimismo de la desaparecida de San Bernardo en Sevilla, conocida también como estación de Cádiz (1886-1905), y la estación de La Concordia o de Santander, en Bilbao (1896-1900), del arquitecto Severino Achúcarro.

Aunque ya muy entradas en el siglo XX, pero ligadas a esta misma tradición decimonónica desde la cual únicamente se explica su concepción general, nos encontramos con estaciones como la desaparecida de Abando, en Bilbao (1905), del arquitecto municipal Enrique Epalza que, incendiada y luego reconstruida, fue sustituida en 1948 por la actual; o con la magnífica estación Término, en Barcelona, llamada también de Francia, según magnífico proyecto del arquitecto Pedro Muguruza y construida sobre el entrañable solar que un día vio salir el tren de la línea Barcelona-Mataró, cuya estación primera fue a su vez sustituida por una doble nave de férrea estructura que se derribó para construir la actual. La obra fue el resultado de un concurso convocado por la compañía MZA, lo que no tiene precedentes entre nosotros para el edificio de una estación e indica la importancia que se daba a ésta de Barcelona, pues iba a servir de «puerta ferroviaria» de entrada a la ciudad al unificar la compañía MZA en ella todas sus líneas, tanto las nacionales como las internacionales. Entiendo que frente a la nueva fachada, en el sentido de «modernidad expresiva», que Ribes dio a la estación del Norte de Barcelona, propiedad de la competencia, la compañía MZA quiso hacer aquí una obra de gran envergadura. De los cuatro proyectos presentados en tiempo y forma al concurso de 1922 para el edificio de viajeros, con los lemas *33*, *Palladio*, *Mediterránea* y *Término*, fue este último el que resultó ganador y cuya autoría se debe a Pedro Muguruza Otaño (1883-1952). El edificio tiene una disposición envolvente con sus tres fachadas en U, de las que sólo la principal pudiera interpretarse como la de ingreso propio a una estación. Realmente el lenguaje empleado, de un sobrio clasicismo con algo del «noucentisme» catalán, nada tiene que ver con lo que hasta entonces había sido habitual. Pero la mayor novedad estriba, a nuestro juicio, en su interior, donde tanto el vestíbulo general, con termales

Fachada de la estación de la Concordia o de Santander, en Bilbao, de Severino Achúcarro, 1896-1900, construida para la Compañía de Ferrocarril de Santander a Bilbao





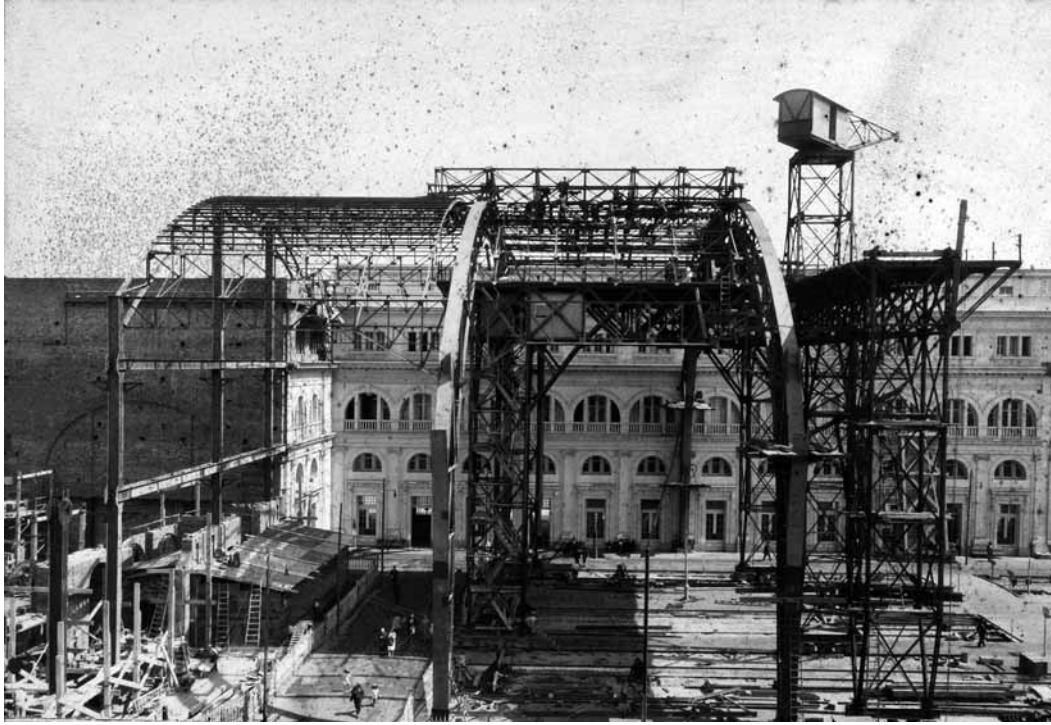
recuerdos que hubieran complacido a Daly, como el restaurante, además de otros muchos servicios y departamentos, señalan el cambio producido en este período en el concepto de estación donde todo recuerdo industrial se ha evaporado.

La arquitectura oculta hacia el exterior la estructura metálica pero, en cambio, en el interior se manifiesta con una libertad absoluta siendo la nota dominante. Da la impresión de que proyecto arquitectónico y proyecto ingenieril se han hecho cada uno por su lado, sin molestarte pero recibiendo mutuamente con naturalidad y equilibrio. Las características más originales son la doble arquería que la compone, de gran diafanidad, y su trayectoria en curva. Para su construcción se convocó un segundo concurso en 1924 en el que participaron varias casas y, también por vez primera, sólo acudieron empresas españolas como La Maquinista Terrestre y Marítima, la Sociedad de Materiales para Ferrocarriles y Construcciones, fundada en 1881, o la también barcelonesa Torras-Herrería y Construcciones, una sociedad anónima fundada y dirigida por el arquitecto Joan Torras y Guardiola. De nuevo sería un ingeniero de La Maquinista, Andrés Montaner y Serra, el que resolvería, con más acierto la estructura metálica que dota de apoyos articulados en la base, por lo que se adjudicaría la obra a esta casa. La estación estaba muy avanzada en 1929, el año de la Exposición Universal de Barcelona para cuya inauguración estaba prevista la suya propia, pero la exposición se abrió el 19 de mayo y hasta el siguiente día 2 de junio no pudo inaugurarse la estación, que contó con la presencia del rey Alfonso XIII.

◁ Interior de la estación de Abando, en Bilbao, de Enrique Epalza, 1905 fue incendiada y reconstruida posteriormente en 1948

characteristics are the wide-open double arcade that constitutes its structure, and its curved trajectory. A second contest was called in 1924 to choose the builders, and for the first time, only Spanish companies took part. These included La Maquinista Terrestre y Marítima (The Land and Maritime Machinist Company), la Sociedad de Materiales para Ferrocarriles y Construcciones (The Railroad and Construction Materials Corporation), founded in 1881, and another company from Barcelona; Torras-Herrería y Construcciones (Torras Ironworks and Construction), a corporation founded and run by the architect Joan Torras y Guardiola. Once again, it was an engineer from La Maquinista, Andrés Montaner y Serra, who most skillfully resolved the details of the metal structure, applying articulated supports at its base. The station was very near finished in 1929, as its inauguration was planned for the Universal Exhibition that took place in Barcelona that year. The latter opened on 19 May, but the station could not open until the second of June, when it was inaugurated in the presence of King Alfonso XIII.

* TRANSLATOR'S NOTE The name "Grasset" is traditionally from Catalonia.



Estructura metálica de la estación de Francia o Barcelona Término, en Barcelona, de Andrés Montaner, 1929, ingeniero de La Maquinista Terrestre y Marítima







Cúpula del mercado de San Antonio, en Barcelona,
de Antonio Rovira y Trías, 1882

*Arquitectura de alambre y talco [...] Sustituyendo la ojiva gótica,
la columna salomónica y el capitel por la escueta pilastra de hierro
fundida en los talleres de Liverpool; sustituyendo las bóvedas de piedra
por tinglados más o menos transparentes y armazones más o menos ligeros.*
Pérez Galdós, *La Nación* (21-9-1865)

El mercado de hierro

Estas palabras del primer Galdós, recogidas en uno de tantos artículos escritos en aquel año para el diario *La Nación*, manifiestan cómo percibía un sector de la sociedad la creciente presencia del hierro que, de modo silencioso, va sustituyendo la arquitectura tradicional por elementos de fundición sin estilo reconocible. Ello sucede no ya en el ámbito industrial, no sólo en el mundo ligado al ferrocarril, no en los modernos puentes de carretera, sino en el corazón de la ciudad, en sus plazas, allí donde se había forjado la historia de la arquitectura, aquella que era medieval o barroca, aquella que con arcos y bóvedas se ve desplazada ahora por armaduras metálicas, ligeras y transparentes, como las que cubrieron los mercados de abastos. Galdós utiliza esta comparación para plantear cuestiones más amplias, como el enfrentamiento entre modernidad y tradición; «arquitectura de un día», añade, refiriéndose a la arquitectura en hierro «que tan bien retrata el espíritu de actividad de nuestra época»; y tal sentimiento nos sirve para iniciar estas líneas sobre los mercados municipales en hierro que, en el siglo XIX, encarnaron muy bien la nueva política de abastos.

*Architecture of wire and talc [...] Replacing the Gothic arch,
The wreathed column and capital with a simple iron pilaster
Cast in the workshops of Liverpool; replacing the stone vaults
With more-or-less transparent roofs and more-or-less light frameworks.*
Pérez Galdós, *La Nación* (21-9-1865)

Iron Markets

Those words from Galdós's early writing are taken from one of so many articles he wrote for the newspaper, *La Nación*, in 1865. They show how one part of society viewed the growing presence of iron, which was silently replacing traditional architecture with cast elements of no recognizable style. This was happening not only in industrial buildings, railways and modern highway bridges, but also in the heart of the city, in its plazas, right where the history of architecture had been forged. All that was medieval or baroque, all that had arches and domes, was now being pushed aside by light, transparent metal frameworks like those that covered the food markets. Galdós used this comparison to address broader questions, such as the confrontation



A lo largo del siglo XIX, y como consecuencia de los primeros decretos que siguieron a la Constitución de Cádiz, los municipios asumieron nuevas competencias, siempre templadas por los moderados o animadas por los liberales, entre las que se incluía el abastecimiento, dando lugar a un gran número de ordenanzas y reglamentos para controlar la venta de los productos comestibles, su calidad, sus condiciones de salubridad e higiene, la aplicación de la nueva ley de pesos y medidas (1849), etcétera, ordenanzas y reglamentos que incluían asimismo la indicación de un lugar fijo para las transacciones estrechamente vigilado por el Ayuntamiento, y que no siempre se correspondía en su ubicación con las antiguas plazas de mercado. Así, al secular control y monopolio que ejercieron los ayuntamientos sobre el abastecimiento de las ciudades siguió ahora, cuando las medidas del libre comercio rompieron viejas ataduras, otro tipo de fiscalización que se manifestó públicamente en el mercado de abastos, o municipal, pero también en otros de explotación privada aunque sujetos al mismo control, cuya plasmación arquitectónica coincidió con la aparición del hierro, de tal modo que era fácil reconocer en el mercado la idea de progreso que se va generalizando durante la segunda mitad del reinado de Isabel II. No difiere esto de cuanto sucede por entonces en toda Europa, donde los mercados en hierro manifestaban la modernidad más absoluta, siendo sus construcciones objeto de una cierta emulación y rivalidad.

No es necesario recordar el papel que en este sentido jugaron Les Halles Centrales de París, obra de Victor Baltard, con la colaboración de Félix Callet, quienes hubieron de derribar el mercado iniciado de fábrica (1851) para sustituirlo por uno de hierro (1854-1866), como exigía Napoleón III. El barón de Haussmann, prefecto de París, recoge en sus *Memorias* este episodio del cambio de materiales y concepción del mercado sugerido por el propio emperador quien, a la vista y emoción producidas por la recién inaugurada estación del Este, en París (1850), con sus cubiertas de hierro, había expresado su deseo de contar con «amplios paraguas... nada más» para el gran mercado de París. Haussmann añade que entonces se dirigió a Baltard pidiéndole «Du fer, du fer, rien que du fer», un mercado solamente de hierro para Les Halles, aquellas sobre las que giró la trama de la conocida novela de Zola, *El vientre de París* (1873). En sus páginas, Florent contemplaba Les Halles «como una máquina moderna, fuera de escala, como una máquina de vapor, una suerte de caldera destinada a la digestión de un pueblo, gigantesco

◀ Interior del Mercado de hierro de Badajoz, de Tomás Brioso Mapelli, 1898

between modernity and tradition, “one-day architecture,” as he put it when referring to iron architecture, “that so well portrays our time’s spirit of activity.” With those sentiments, we can start this chapter about the iron municipal markets that so clearly embodied the new policies of food supply.

Over the course of the nineteenth century, as a result of the first decrees that followed the Constitution of Cadiz, cities took on new responsibilities, always tempered by the moderates, or encouraged by the liberals. These included the food supply, which led to innumerable ordinances and regulations to control the sale of foodstuffs, their quality, healthiness and hygiene, the application of the new law of weights and measures (1849), and so on, including the indication of a fixed place for such transactions, closely watched over by the City Government. Such locations did not always coincide with the ancient marketplaces. Thus, the centuries-old control and monopoly that city governments had of the supply of provisions to cities continued. While free-trade measures were breaking old strictures, another kind of control was openly being manifested in provisions markets, in the municipal market, without excluding other private ones that were, nevertheless, subject to the same control. The architectural manifestation of this new situation coincided with the apparition of iron, so it became easy to associate this material with the idea of progress that became widespread during the second half of Queen Isabel II’s reign. Much the same thing was happening throughout Europe, where iron markets embodied the most absolute modernity and their buildings were the object of certain emulation and rivalry. In that sense, it is hardly necessary to recall the role played by Les Halles Centrales in Paris. Its designers, Victor Baltard and Félix Callet, first had to demolish the masonry market whose construction had begun in 1851 and replace it with an iron one (1854-1866). They did so at the behest

vientre de metal, roblonado, remachado, hecho de madera, vidrio y fundición, de una elegancia y de una potencia propias de un motor mecánico».

Por desgracia, éste que se convirtiera en prototipo de los mercados de hierro en Europa fue destruido en 1972, dejando tras de sí una larga serie de réplicas, también hoy desaparecidas en su mayor parte no sólo en París sino en las principales capitales y ciudades del continente. Así, por ejemplo, de los treinta mercados de fundición que se construyeron en París en la segunda mitad del siglo XIX, tan sólo restan seis. En Madrid sólo queda uno, el ya tardío mercado de San Miguel (1915), habiéndose perdido los dos primeros grandes mercados con los que contó nuestra ciudad, los llamados de la Cebada y de los Mostenses, el primero levantado sobre una plaza irregular y el segundo sobre el solar del que fuera convento de Premonstratenses. Madrid, atenta a cuanto sucedía en París, quiso contar con modernos mercados cubiertos que reemplazaran a los viejos tin-glados y puestos de venta callejeros, absolutamente impropios de cualquier ciudad que se precie, al igual que lo quisieron otras muchas ciudades españolas en los años finales del reinado de Isabel II.

Para ello, el Ayuntamiento de Madrid se puso en contacto con dos notables arquitectos franceses que vivían en París: Hector Horeau (1801-1872) y Émile Trélat (1821-1907), según estudié en su momento. El primero había sido uno de los derrotados en el concurso de Les Halles de París, hombre de ingenio, inventiva y fecundidad asombrosas, con una cierta visión entre futurista y grandiosa de la arquitectura en la que el hierro desempeñaba un papel fundamental. La *Gazette des architectes et du bâtiment*, dirigida por Viollet-le-Duc y Baudot, decía de él en 1868 que era «el hombre del progreso por excelencia», y así lo confirma su proyecto para el mercado en la plaza de la Cebada de Madrid de aquel mismo año. Su propuesta resulta verdaderamente original, superando con mucho en arriesgada modernidad a las realizaciones de Baltard para los mercados parisien-ses. Frente a los conocidos sistemas rígidos y estandarizados de este último, con múltiples apoyos en el interior de los pabellones, Horeau diseñó un mercado absolutamente revolucionario al sus-pender de lo alto su gran cubierta como si se tratara de la carpa de un circo, creando un espacio de gran diafanidad con pocos soportes interiores. Si a ello se añade la curiosa forma triangular que dibu-ja en planta el mercado, tendremos ante nosotros un modelo absolutamente excepcional en el que Horeau, como en otros proyectos soñados al final de su carrera profesional, roza la utopía. No deja

Les Halles Centrales, de París, de Victor Baltard, en colaboración con Félix Callet, 1854-1866

of Napoleon III and, in his *Memoires*, the prefect of Paris, Baron Hauss-man, recalled this episode in which the market's changing materials and conception came directly from the emperor himself. The latter had been thrilled by the recently inaugurated *Gare de l'est* train station in Paris (1850), with its iron roofing, and had expressed his desire to have "broad umbrellas...nothing more" for Paris's largest market. Haussmann adds that Napoleon III then turned to Baltard and asked him for "iron, iron, and only iron," a market made exclusively of iron for Les Halles, the setting from Zola's well-known novel, *Le Ventre de Paris* (1873). In its pages, Florent contemplates Les Halles "like a modern machine, out of scale, like a steam engine, a sort of boiler intended for the digestion of a whole town, a gigantic metal belly, bolt-ed and riveted, made of wood, glass and cast iron, with all the ele-gance and power of a mechanical motor."

Unfortunately, this prototype of Europe's iron markets was destroyed in 1972, leaving behind a long series of replicas, not only in France, but also in the leading capitals and cities throughout the con-tinent. Most of these, too, are now lost. Today, of the thirty cast-iron markets built in Paris in the second half of the nineteenth century, only six remain. In Madrid, there is only one, the very late (1915) mar-ket of San Miguel. The first two large markets in this city, la Cebada and los Mostenses, are now lost. The first was built on an irregular plaza and the second on a lot that had previously held the Prémontré Convent. Madrid had its eye on events in Paris and wanted to have its own modern covered markets, replacing the old stalls and street sellers, which were totally out of place in a self-respecting city. And many other Spanish cities sought the same thing during the final years of Queen Isabel II's reign.

According to earlier studies of mine, the City Government of Madrid contacted two notable French architects living in Paris: Hector



de ser significativo que la conocida y enciclopédica colección alemana *Handbuch der Architektur*, en el volumen dedicado a los mercados europeos, publicado en Darmstadt en 1884, el único mercado que cita de España sea este proyecto de Horeau para la plaza de la Cebada de Madrid.

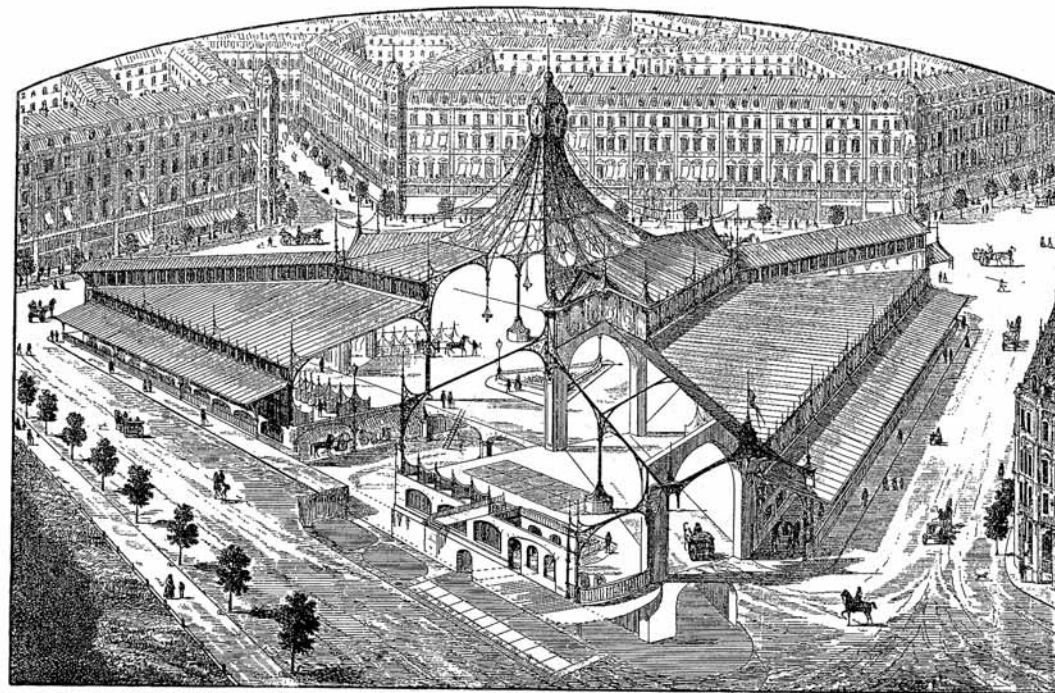
El autor del segundo proyecto mencionado, Émile Trélat, es una de las personalidades más curiosas de la arquitectura francesa del Segundo Imperio, del que conviene dar alguna noticia para medir la importancia de su proyecto para Madrid. Trélat había participado junto con Viollet-le-Duc en el intento de cambio de orientación de la enseñanza de la arquitectura, según lo venía haciendo l'École des Beaux-Arts de París y, curiosamente junto con Horeau, fue uno de los pocos arquitectos que felicitaron a Napoleón III cuando éste se decidió a introducir la reforma propugnada por Viollet (1863) para el mercado de Les Halles. No obstante, las presiones y el clima creado por el sector más

Horeau (1801-1872) and Émile Trélat (1821-1907). Horeau had participated in the contest for Les Halles in Paris and lost. His ingenuity, capacity for invention and fecundity were astonishing, and they were combined with a certain vision of architecture—somewhere between futuristic and grandiose—in which iron played a fundamental role. In 1868, the *Gazette des architectes et du bâtiment* (“Gazette of Architecture and Building”) directed by Viollet-le-Duc and Baudot called him “the progressive man *par excellence*,” and this was confirmed by his project for the market at the Plaza de la Cebada in Madrid, which dated from that same year. His proposal was truly original and far surpassed Baltard’s Parisian markets in its bold modernity. Instead of the well-known standardized rigid systems employed by Baltard, with multiple supports inside the pavilions; Horeau designed an absolutely



Proyecto de «Halles Centrales» para la calle Hortaleza, en Madrid, del ingeniero Émile Trélat, firmado en París el 25 de enero de 1863

Proyecto para el mercado de hierro en la plaza de la Cebada, en Madrid, de Hector Horeau, publicado en: *Handbuch der Architektur*, vol. IV, p. 375, Darmstadt, 1884



revolutionary market in which the large roof was suspended from above, like a circus tent, creating a wide-open space with very few interior supports. This, and the market's curious triangular floorplan made it an absolutely exceptional model in which, as in other projects dreamed up at the end of his professional career, Horeau verged on utopia. It is significant that in the volume of the well-known and encyclopedic German *Handbuch der Architektur* ("Handbook of Architecture") dedicated to European markets, published in Darmstadt in 1884, the only Spanish market mentioned is Horeau's project for the Plaza de la Cebada in Madrid.

The author of the second project mentioned above, Émile Trélat, is one of the most curious characters in Second-Empire French architecture. A little information about him will give us an idea of just how important his project for Madrid was. Along with Viollet-le-Duc, Trélat took part in the effort to change the orientation with which architecture was being taught at the *École des Beaux-Arts* in Paris. Curiously enough, he and Horeau were also among the few architects to congratulate Napoleon III when he decided to introduce the reform defended by Viollet (1863). However, the pressure and atmosphere created by that school's most conservative sector led Viollet to resign his post as professor there (1864), despite the unconditional support he received from Prosper Mérimée and Trélat. The latter, who was professor of Construction at the Conservatory of Arts and Crafts, founded his own *École Centrale*, in which he sought to apply those reformist criteria. As a show of moral support for this bold effort, Viollet gave him some models (1866) and encouraged him to carry on with his difficult and nonconformist line. In that sense, Charles Garnier's criticism of Trélat is especially significant. In 1872, Garnier accused him of cultivating literary symbolism in his school, when what Trélat was actually demanding of his students, as aspiring

conservador de l'École decidirían al propio Viollet a dimitir como profesor del centro (1864), a pesar del apoyo incondicional que le dispensaron Prosper Mérimée y Trélat. Éste, que era a su vez profesor de Construcción en el Conservatorio de Artes y Oficios, fundó por su cuenta una École Centrale en la que pretendía aplicar aquellos criterios reformistas; y como muestra del apoyo moral que Viollet prestaba a este arriesgado cometido, le obsequió con algunos modelos (1866), animándole a seguir en aquella difícil y contestataria línea. En este sentido, resulta muy significativa la censura que Charles Garnier dirige a Trélat (1872), a quien acusaba de cultivar en su Escuela un simbolismo literario, cuando realmente lo que Trélat exigía a sus alumnos, como futuros arquitectos, era unas nociones técnicas indispensables a tenor del progreso de las ciencias. Este es el hombre discutido entonces en París en su propio medio profesional, no tanto por su quehacer arquitectónico como por su modo de pensar, por creer en la necesidad de un cierto compromiso con aquella parte de la arquitectura que se beneficiaba del progreso experimentado en el plano de la construcción.

Pues bien, coincidiendo con aquel período crítico de la discusión y orientación de la enseñanza de la arquitectura en Francia, Trélat hizo un proyecto de «Halles Centrales» en hierro para Madrid, solicitado por el propio Ayuntamiento, que veía como urgente la necesidad de centralizar la venta de alimentos, hasta entonces repartida por varias calles en el corazón de la ciudad. El proyecto en cuestión, firmado en París el 25 de enero de 1863, se había concebido para ser situado al final de la calle de Hortaleza, y suponía uno de los primeros modelos de mercados con estructura férrea, en cuyo cálculo y diseño intervinieron igualmente dos conocidos ingenieros franceses, Molinos y Pronnier, especializados en construcciones metálicas y autores de uno de los textos más utilizados en la segunda mitad del siglo XIX, el *Traité théorique et pratique de la construction des ponts métalliques* (París, 1857), del que nuestra *Revista de Obras Públicas* ya había dado un avance en 1855. El mercado de Trélat, de extraña composición piramidal, no salió adelante y el Ayuntamiento de Madrid siguió en contacto con otras casas constructoras, arquitectos e ingenieros franceses, recogándose todas estas gestiones puntualmente en los Libros de Actas del Ayuntamiento a partir de 1867. Los proyectos de Horeau y de Trélat, cada uno en su concepción, se inscriben dentro de las más atrevidas propuestas en este campo en el que la ecuación hierro-progreso se convirtió en signo positivo de los tiempos que corrían.

architects, was the indispensable technical knowledge demanded by the progress of science. Such was the man being questioned in his own professional circles in Paris at the time—not because of his own work as an architect, but rather because of his way of thinking and his belief in the need for a certain commitment to that part of architecture that was benefiting from progress in the field of construction.

So, in the midst of that critical period of argument and reorientation of architecture teaching in France, Trélat designed an iron “Halles Centrales” project for Madrid. This had been requested by the city government, which felt an urgent need to centralize the sale of foodstuffs. Until then, sales were spread among various streets in the heart of the city. The project in question was signed in Paris on 25 January 1863. Its intention was to situate the market at the end of Hortaleza Street. This was one of the first models of a market with an iron structure and its calculations and design involved not only Trélat, but also two well-known French engineers: Molinos and Pronnier. Both were specialists in metal construction and, together, they wrote one of the most-used texts of the second half of the nineteenth century, the *Traité théorique et pratique de la construction des ponts métalliques* (“Theory and Practice of Metal Bridge Construction” Paris, 1857), an excerpt of which the Spanish *Revista de obras Públicas* (“Review of Public Works”) had pre-published in 1855. Trélat’s market, with a strange pyramidal composition, was never built, and the City Government of Madrid maintained contact with other French building firms, architects and engineers. All of those contacts are clearly reflected in the Minutes of the City Government, beginning in 1867. Horeau and Trélat’s projects, each with its own conception, are some of the most daring proposals in this field in which the equation of iron with progress became a positive sign of the times.

Estando aún por hacer el estudio de los mercados madrileños, de los construidos y de los proyectados, cuya financiación, construcción y explotación nos conduciría a un sin número de sociedades y gestiones entre Madrid, París y Londres, diremos aquí, de modo resumido, que en un momento dado el Ayuntamiento decidió encargar al arquitecto Mariano Calvo y Pereyra sendos mercados en hierro para las plazas de la Cebada y de los Mostenses, cuyos proyectos fueron aprobados por la corporación en mayo de 1868. En la concepción de estos mercados, Calvo y Pereyra siguió, con cierta fidelidad, el modelo parisiense de Baltard, aun cuando todavía estaban en construcción sus últimos pabellones, confirmando una vez más la inmediata influencia de lo francés en la arquitectura isabelina. En este caso concreto de los mercados madrileños no sólo creo que el diseño imitaba a Les Halles sino que, durante un tiempo, sostuve que el material empleado vino de la fundición Camne et Compagnie, de París, ya que así lo hallé en la documentación manejada. No obstante, en este punto abrigo algunas dudas, pues algunos autores que en el siglo XIX dieron noticia del mercado de la Cebada hablan de la procedencia inglesa del hierro. Así, Fernández de los Ríos, en su *Guía de Madrid* (1876), dice textualmente que «la construcción de todas las piezas de hierro se han hecho en Inglaterra». Escrito esto un año después de la inauguración del mercado, y dada la solvencia y vinculación de Fernández de los Ríos con el Ayuntamiento, parece que habría que admitirlo y barajarlo dentro del complejo proceso administrativo que conoció la construcción de este mercado y del de los Mostenses, explotados ambos durante años por una compañía extranjera, a decir de Peñasco y Cambrónero (1889), posiblemente The Madrid Markets Company Limited, hasta que, en una operación no exenta de irregularidades, los compró el Ayuntamiento, según publicaron Ángel Bahamonde y Julián Toro. En todo caso, esto conduce a reflexionar sobre el verdadero papel de Mariano Calvo, arquitecto municipal y profesor de la Escuela de Arquitectura de Madrid, donde enseñaba la asignatura de «Arquitectura Legal», es decir, una materia que estaba muy lejos de la práctica de la construcción en hierro, por lo que entiendo que nuestro arquitecto tan sólo debió de supervisar los proyectos a efectos «legales», si bien material y diseño vinieron juntos de fuera, y muy probablemente escogidos sobre modelos de catálogo.

En 1870 se puso la primera piedra de los dos mercados. El primero en inaugurarse fue el de la Cebada, el 1 de junio de 1875, acto al que asistió el rey Alfonso XII. Unos meses después

Mercado de los Mostenses, en Madrid, de Manuel Calvo y Pereira, 1870-1876. Fotografía de 1925, tomada cuando empezó su demolición

A study of Madrid's markets—whether actually built or just designed—has yet to be made, but their financing, construction and use would lead us to innumerable companies and negotiations between Madrid, Paris and London. In a nutshell, we could say that, at one point, the City Government decided to commission architect Mariano Calvo y Pereyra to design markets for both la Cebada and los Mostenses. His projects were approved by the City in May 1868. Calvo y Pereyra's conception of the those two markets quite faithfully follows Baltard's Parisian model, even though the latter's final pavilions were still under construction at that time. Once again, this confirms the immediate influence French architecture had in Spain under the reign of Isabel II. In the specific case of Madrid's markets, I not only believe that the design imitated Les Halles; for some time, I also maintained that their materials came from the Camne et Compagnie foundries in Paris, as that is what figures in the documentation I was able to consult. I now have some doubts in that respect, though, because, in contemporaneous articles about the la Cebada market, some nineteenth-century authors mention the English origin of the iron employed there. In 1876, for example, Fernández de los Ríos wrote in his *Guía de Madrid* ("Guide to Madrid") that "the manufacturing of all its iron pieces was done in England. As this was written just a year after the market was inaugurated, and given Fernández de los Ríos' credibility and close ties to the City Government, it seems that this should be taken into account as part of the complex administrative process surrounding the construction of this market and the one at los Mostenses. According to Peñasco and Cambrónero (1889) both were run by a foreign company for years—possibly *The Madrid Markets Company, Limited*—until, as Ángel Bahamonde and Julio Toro revealed, the City Government bought them in a rather dubious operation. At any rate, this leads us to reflect on the true role of Mariano Calvo, municipal architect and professor at Madrid's



se terminó el de los Mostenses. La descripción de uno vale para la del otro pues, salvo en lo que concierne a la superficie y a la forma perimetral, que obligaba a modificar la disposición de los volúmenes, ambos eran prácticamente iguales. El de la Cebada, con una superficie de algo más de seis mil metros cuadrados, constaba de un sótano de almacenaje y una planta principal de quince metros de altura, en la que se inscribían los pabellones que alojaban las distintas secciones y puestos de venta. Tenía un zócalo general de ladrillo, mientras el resto de la construcción era de hierro, con persianas fijas de vidrio y cubiertas altas de zinc y vidrio. Toda la armadura se apoyaba en sólidas columnas de fundición, dejando en el centro espacio para «una esbelta rotunda» de veintiocho metros de altura. De un modo muy simple podría decirse que el mercado estaba construido a base de pórticos, esto es, de vigas horizontales sobre montantes verticales, lo que los franceses llamarían *pan métallique* o, más comúnmente, *pan de fer*. Era esta una solución estandarizada, indeformable y resistente, que permitía montar los elementos prefabricados con facilidad y cuyo esquema básico, consistente en dos columnas de fundición que soportan una viga laminada, fue el más repetido en toda la historia de la arquitectura del hierro. La desnudez hiriente, diríamos que de neta raíz industrial, del *pan de fer*, se suavizó en aquellos puntos que proporcionaban a arquitectos, ingenieros y constructores un estrecho margen de actuación. Así, prolongaron las ménsulas de las columnas sobre las que se apoyan las vigas y las unieron entre sí formando arcos cuyas enjutas servían de base a una fina decoración calada. De este tipo fueron los *pans métalliques* de este y de otros muchos mercados en hierro que, como el de la Cebada, ofrecían en su interior un sorprendente aspecto de luminosa y metálica mezquita debido al gran número de apoyos y arcos. El mercado de la Cebada pronto resultó insuficiente para dar cabida a todos los puestos de modo que, durante mucho tiempo, las calles adyacentes conservaron los tradicionales puestos de cajones de frutas y legumbres, ofreciendo una contradictoria imagen de modernidad y tradición que Ramón Gómez de la Serna tan bien describió en un ingenioso capítulo de su *Elucidario de Madrid* (1931) donde, entre otras cosas, dice que el «de la Cebada es de esos mercados que tienen aspecto de estaciones, estación término de las frutas, y al entrar en él se siente lo que su nave tiene de andén de descarga». Acertadísima observación esta que ya no estamos en condiciones de hacer, pues el mercado se derribó en 1956,

School of Architecture, where he taught the “Legal Architecture” course. At that time, this subject was far removed from the reality of iron building practice, so I assume that he probably only supervised the projects in a “legal” sense, even though both the material and the design came from abroad and were probably chosen from catalog models.

The cornerstones of both markets were laid in 1870 and the first to be inaugurated was the one at la Cebada, which opened on 1 June 1875, with the presence of King Alfonso XII. The los Mostenses market was finished a few months later. Except for their surface area and the shape of their perimeters, the two markets were essentially identical, and a description of one will serve for both. The la Cebada market had a surface area of something over six thousand square meters, with a storage cellar and a main floor with a fifteen-meter ceiling. That main floor housed the pavilions for the different sections and stalls. The general skirting was of brick but all the rest was of iron, with fixed glass blinds and high zinc and glass roofing. All the framing rested on solid cast-iron columns with space for “a slender rotunda” in the middle. That rotunda reached a height of twenty-eight meters. Simply put, the market’s design was based on porticos, that is, horizontal beams on vertical supports. That is what the French called *pan métallique* or more commonly, *pan de fer*. This was a standard solution that held its shape and was resistant, allowing prefabricated elements to be easily attached. Its basic scheme—two cast-iron columns bearing a laminated beam—was the most repeated in the entire history of iron architecture. The naked rawness, of *pan en fer*—its roots were unapologetically industrial—was softened in the very few cases in which architects, engineers and builders were allowed some scant leeway to do so. Thus, the column corbels that bore the beams were elongated and joined to each other, forming arches whose



Mercado de la Cebada, en Madrid, de Manuel Calvo y Pereira, 1878

unos treinta años después de que se demoliera el de los Mostenses, más pequeño pero más regular que el de la Cebada. En ambos casos, la sustitución no mejoró lo destruido.

Si nos hemos detenido en estos mercados madrileños es porque fueron los primeros en erigirse en nuestro país. Pensados en los años finales de Isabel II e interrumpidos por los acontecimientos políticos que siguieron a la Revolución de Septiembre de 1868, se hicieron realidad bajo la Restauración alfonsina.

Es, en efecto, en el último cuarto de siglo cuando los ayuntamientos abordaron de un modo general el tema del mercado, pero ya sin necesidad de recurrir al capital extranjero ni a las casas constructoras foráneas, pues fueron arquitectos españoles, muchas veces los mismos facultativos municipales, algún ingeniero, además de los talleres de fundición españoles a veces muy modestos, los que hicieron frente a estos pedidos que, salvo excepciones, acabaron hablando el mismo lenguaje internacional del hierro, pues los modelos se copiaban de unas casas a otras o, dicho de otra manera, los catálogos se convirtieron en libres muestrarios en los que la autoría final se diluye absolutamente. De alguna forma, el diseño de los mercados estaba codificado, se

spandrels were occupied with fine lacework decorations. So the *pans métalliques* of this and many other iron markets, including the one at la Cebada, gave the inside the surprising aspect of a luminous metal Mosque, with numerous supports and arches. The la Cebada market quickly proved too small for all the stalls, so for a long time, the surrounding streets remained crowded with traditional stalls of fruit and vegetable crates, offering the contradictory image of modernity and tradition so well described by Ramón Gómez de la Serna in an ingenious chapter of his *Elucidario de Madrid* (“Madrid Elucidated” 1931) where, among other things, he states that the market “of la Cebada is one of those markets that look like a station, a terminal for fruit, and when you go inside, you feel just how much its space feels like a cargo platform.” This very accurate observation can no longer be confirmed, as that market was demolished in 1956, some thirty years after the destruction of the los Mostenses market, which was smaller but more symmetrical than la Cebada. In both cases, the buildings that replaced them were no improvement.

We have given so much attention to those Madrid markets because they were the first to be built in Spain. Designed in the final years of Queen Isabel II’s reign and interrupted by the political events that followed the revolution of September, 1868, they were constructed during the restoration of Alfonso XII.

In fact, it was not until the last quarter of the nineteenth century that city governments began dealing with the question of markets in a general fashion. By that time, they no longer needed to resort to foreign capital, nor to foreign building firms. Often, their needs were met by their own municipal employees, an engineer and the Spanish foundries, which were sometimes quite modest. And, with a few exceptions, they wound up speaking the same international language of iron, as the firms copied each other’s models. In other words,

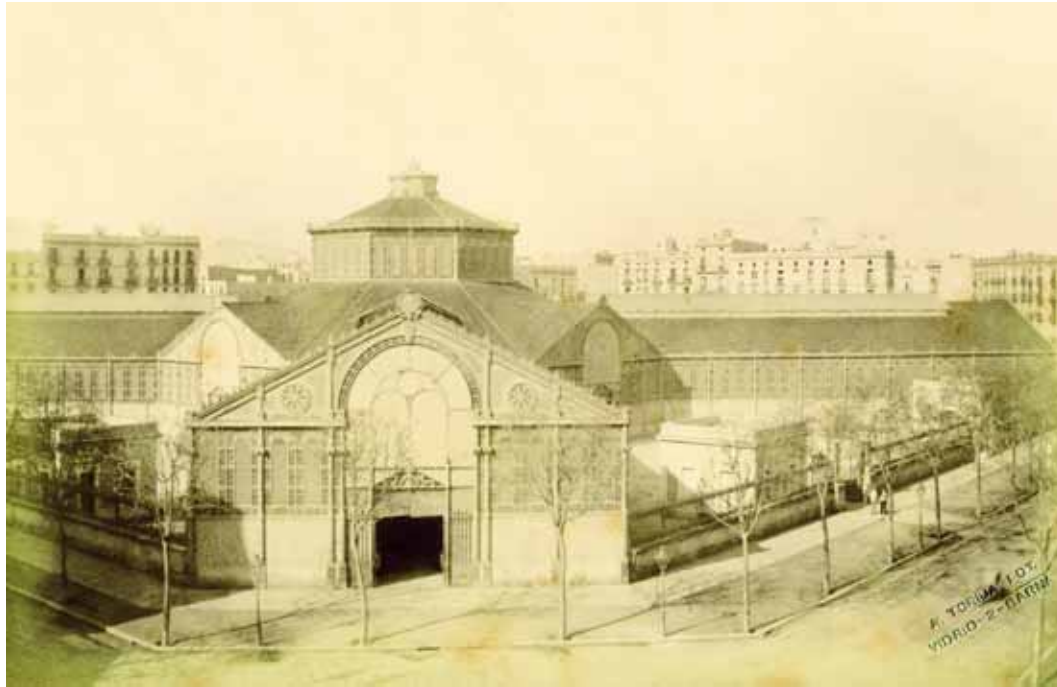
sabía cómo debían ser y de qué manera habían de ajustarse a un programa de necesidades prácticamente universal. Así, se hizo frecuente el uso de manuales y tratados de cerrajería, como los de Émile Barberot o N. Gateuil, arquitectos franceses ambos cuyas obras se tradujeron al castellano facilitando así la construcción de mercados, pues en sus páginas se reunían los datos básicos relativos a su cálculo y detalles constructivos. Dichos manuales eran a su vez una versión simplificada de los buenos y amplios tratados de carpintería metálica, manuales que, a pesar de no haberse traducido, me consta que se manejaban entre arquitectos, ingenieros y constructores, como el del arquitecto Jules Denfer (París, 1894), cuyo apellido por cierto parece un guiño hacia la materia aquí tratada.

Según el «Barberot», como se decía entonces, los mercados debían de ser de sencilla arquitectura; poseer una ventilación enérgica, instalando para ello la cubierta de modo que propiciara o aumentara ésta; contar con accesos fáciles y amplios; disponer de instalaciones que permitieran la abundante entrada y salida de agua para el lavado de los productos; incluir aseos, alumbrado..., teniendo siempre como referencia última alguno de los mercados de París, desde Les Halles hasta el más sencillito de Saint-Honoré. Gracias a los esquemas simplificados que ofrecían estos manuales, la realización del nuevo proyecto de mercado resultaba relativamente fácil. Para la parte técnica, éstos contaban también con capítulos sobre todo tipo de vigas: de celosía, Pratt, Howe..., sobre modelos de armaduras con cerchas Polonceau, De Dion... y, en fin, sobre todo cuanto se ha podido ver hasta aquí procedente del mundo de la ingeniería y ensayado en los puentes; si bien en el ámbito del proyecto y construcción de mercados no suelen aparecer los nombres de los ingenieros pues, como si estos edificios fueran una derivada menor de la ingeniería, su autoría se hacía recaer en los arquitectos.

Uno de ellos fue Antonio Rovira y Rabassa, catedrático de la Escuela de Arquitectura de Barcelona donde enseñaba «Estereotomía de los Materiales», asignatura en la que se incluía el hierro, material que tiempo atrás había entrado ya en los planes de estudios de arquitectura. Rovira fue también el autor de la obra más importante sobre el hierro escrita por un arquitecto español, si bien nunca llegó ésta a tener la difusión de la que gozaron los manuales de los autores franceses citados. Me refiero a la obra que, en dos volúmenes, apareció en Barcelona, en 1900, con

catalogs became free samples and the final authorship was absolutely diluted. Somehow, the design of markets was codified: those making the projects knew how they had to be, and how they could be adjusted to meet needs that were practically universal. In that sense, frequent use was made of ironworking manuals and treatises, including those by ...mile Barberot or N. Gateuil, two French architects whose works were translated into Spanish. This facilitated the construction of markets, as their works included basic information about the calculus and construction details of this type of building. Those manuals were actually simplified versions of the good and broader treatises of metalworking that, though never translated were, to my knowledge, used by architects, engineers and builders. One was the manual by architect Jules Denfer (Paris, 1894), whose last name sounds like a reference to the material we are dealing with here (“enfer” means “of iron” in French).

According to “The Barberot” as it was called at the time, markets should have unpretentious architecture with energetic ventilation furnished or increased by the design of its roof. They needed broad and easy access and installations that would allow for the abundant entry and drainage of water for washing produce. They should have restrooms and lighting... and were almost always based on one of the markets in Paris, from Les Halles to the more unassuming market at Saint Honoré. Thanks to the simplified schemes offered by these manuals, it was relatively easy to draw up a project for a new market. The technical part was also addressed therein, with chapters on all sorts of trusses—latticework, Pratt, Howe and so on—or different models for framing, with *Polonceau* or *de Dion* roof trusses, and lastly, everything discussed above from the world of engineering, which had already been tested on bridges. But in market projects and construction, the engineers’ names generally did not appear. Their authorship was



Mercado de San Antonio, en Barcelona, de Antonio Rovira y Trías, 1882

el título de *El hierro. Sus cortes y enlaces*, cuyo enfoque se aleja del de sus otros tratados sobre cantería y carpintería, concebidos como material didáctico destinado al ámbito escolar.

En esta obra, de gran erudición, que versa sobre la historia del hierro, sobre los procedimientos para su obtención, sus clases, sobre los hornos para su fundición, útiles y herramientas para su trabajo y, en general, sobre todo cuanto pueda esperarse de un tratado de construcción, da además cuenta de las grandes obras ejecutadas en hierro hasta ese momento, desde muchos de los puentes que se han citado en los primeros capítulos hasta la Torre Eiffel, pasando por estaciones y mercados. Estos últimos fueron, en su opinión, los edificios que más se beneficiaron del empleo del hierro, y añade, como no podía ser menos, que Les Halles de París fue el modelo general para todos ellos, si bien subraya la originalidad de variantes como las que ofrecen algunos mercados barceloneses, en especial el de San Antonio. Éste es «el más característico, por apartarse en su disposición de las formas generales [...] levantándose por entero en toda una manzana del ensanche» de Cerdá y, por lo tanto, sobre un solar en forma de octógono en el que, lejos de ajustarse a su perímetro achaflanado, se asienta libremente, disponiendo dos ejes a modo

assigned to the architects, as though this kind of work were a lesser derivation of engineering.

Antonio Rovira y Rabassa was such an architect. As full professor at the School of Architecture of Barcelona, he taught “Stereotomy of Materials.” One of the materials included there was iron, as it had already been part of architects’ plans for some time. Rovira was also the author of the most important book on iron written by a Spanish architect, although it never became as well known as the French manuals mentioned above. Rovira’s two-volume work appeared in Barcelona in 1900 under the title, *El hierro, sus cortes y enlaces* (“Iron, its cuts and joins”) and its approach was quite different than his works on stonecutting and carpentry, which were intended as textbooks for students.

His very erudite work on iron covers its history, the procedures for obtaining it, its different kinds, smelting furnaces, tools for working it and, in general, everything to be expected of a construction treatise. It also discusses the great works made of iron until then, from many of the bridges discussed in the present text, to the Eiffel Tower, as well as train stations and markets. In his opinion, markets were the buildings that most benefited from the use of iron and, as was to be expected, he considered Les Halles in Paris to be the general model all the rest followed. Still, he emphasized the originality of some variations on that theme, including some of the markets in Barcelona—especially, San Antonio. This, he considered “the most characteristic, because it distances itself [from the model] in the arrangement of its overall shape... occupying an entire block of [Cerdá’s urban] expansion.” It stands on an octagonal lot but rather than adjusting its shape to that, it stands freely, with two axes in an “X” configuration and a large central rotunda where they cross. Its spacious galleries have a roof standing on *Polonceau* trusses, which Rovira mentions in his text



de aspas de San Andrés que se cruzan en una gran rotonda central. Sus amplias galerías llevan una cubierta sobre cuchillos Polonceau, que Rovira recoge en el texto, junto con láminas con todos los detalles constructivos, dimensiones y demás datos de interés que a juicio de la prensa de la época hacían que el mercado de San Antonio pudiera «mostrarse con orgullo a los extranjeros, tanto por la esbeltez de su inmensa armadura de hierro, como por el relativo lujo que se ve en todos sus detalles y por el exquisito cuidado con que el autor procuró dotarle de luz y aire, tan necesarios en locales de esta naturaleza».

along with plates illustrating all details of its construction, its dimensions and other interesting information that explain why, in the opinion of the press from that time, the market of San Antonio could “be proudly shown to foreigners, thanks to both the slenderness of its immense iron framework and the relative luxury visible in all its details, as well as the exquisite care with which its designer insured it would have the light and air so necessary in venues of this sort.”

The organization of the San Antonio market is certainly anomalous, given the tradition of iron markets. Actually, it seems closer

La organización del mercado de San Antonio resulta ciertamente anómala dentro de la tradición del mercado en hierro. En realidad, recuerda más a algunos modelos panópticos para cárceles, en la línea de lo que podía verse en la Cárcel Modelo de Madrid (1877-1884) alabada por Concha Espina, obra del arquitecto Tomás Aranguren, y que, a su vez, tenía una fuerte deuda con la Prison de la Santé de París (1862-1867), obra de Vaudremer. Pero volviendo al mercado de San Antonio, diremos que fue proyectado por el arquitecto Antonio Rovira y Trías y construido entre 1876 y 1882, sin perder de vista que en 1879 el Ayuntamiento de Barcelona nombraba «director práctico» del mercado a José María Cornet y Mas, ingeniero de La Maquinista Terrestre y Marítima, la empresa que lo construyó. Cornet y Mas llegaría a dirigir esta importante compañía entre 1880 y 1916, quizá el período más brillante de su historia. Al mismo Rovira y Trías, y a la misma casa constructora se deben los mercados de la Barceloneta (1884), de Hostafrancs (1888) y de la Concepción (1888), todos ellos concebidos dentro del plan de mejoras urbanas que conoció Barcelona con motivo de la Exposición Universal de 1888.

Pero Barcelona conserva aún su primer gran mercado en hierro, el mercado del Borne, anterior a los ya citados, si bien cerró sus puertas en 1971 y, tras muchas vicisitudes, se abrirá de nuevo en el próximo 2009 como centro cultural. En su origen se encuentra la decisión del Ayuntamiento de levantar un mercado moderno sobre terrenos que fueron de la Ciudadela, sacando a subasta la obra el 10 de enero de 1874. Siendo tan sólo dos las empresas que tenían la intención de presentarse, la Sociedad de Navegación e Industria y La Maquinista Terrestre y Marítima, se pusieron de acuerdo para repartirse el trabajo, si bien recayó finalmente en La Maquinista, haciéndose cargo de la construcción en hierro el citado ingeniero José María Cornet, que contó con la participación del maestro de obras José Fontseré quien, desde el punto de vista historiográfico, ha capitalizado la autoría en detrimento del ingeniero. El encargo del mercado, por sus dimensiones, fue una obra importante para La Maquinista que atravesaba un período difícil, por lo que es de alabar el acuerdo al que llegó la compañía sobre la necesidad de abastecerse de hierro en nuestro país, en lugar de buscarlo en Francia o Inglaterra como era habitual porque resultaba más económico. Así, la Herrería de Nuestra Señora del Remedio, de Guriezo (Cantabria), una ferrería de apasionante y larga historia, proporcionó a La Maquinista la mayor parte del

◀ Mercado de San Antonio, en Barcelona, a vista de pájaro, de Antonio Rovira y Trías, 1882

Galería de la Cárcel Modelo, llamada inicialmente Prisión Celular, en Madrid, en 1883



to some panoptic models for prisons, somewhat like Madrid's Cárcel Modelo ("Model Prison" 1877-1884), which was praised by the novelist, Concha Espina. Designed by architect Tomás Aranguren, this prison owed much to Vaudremer's Prison de la Santé in Paris (1862-1867). Getting back to the San Antonio market, we can say that it was designed by architect Antonio Rovira y Trías and built between 1876 and 1882, even though the City Government of Barcelona appointed José María Cornet y Más "practical director" of the market in 1879. This engineer from La Maquinista Terrestre y Marítima—the company that built the market—became that firm's director between 1880 and 1916, perhaps the most brilliant period in its history. Rovira y Trías and La Maquinista also worked together on markets in Barceloneta (1884), Hostafrancs (1888) and la Concepción (1888), all of which pertained to the urban renewal plan carried out in Barcelona in preparation for the Universal Exhibition of 1888.



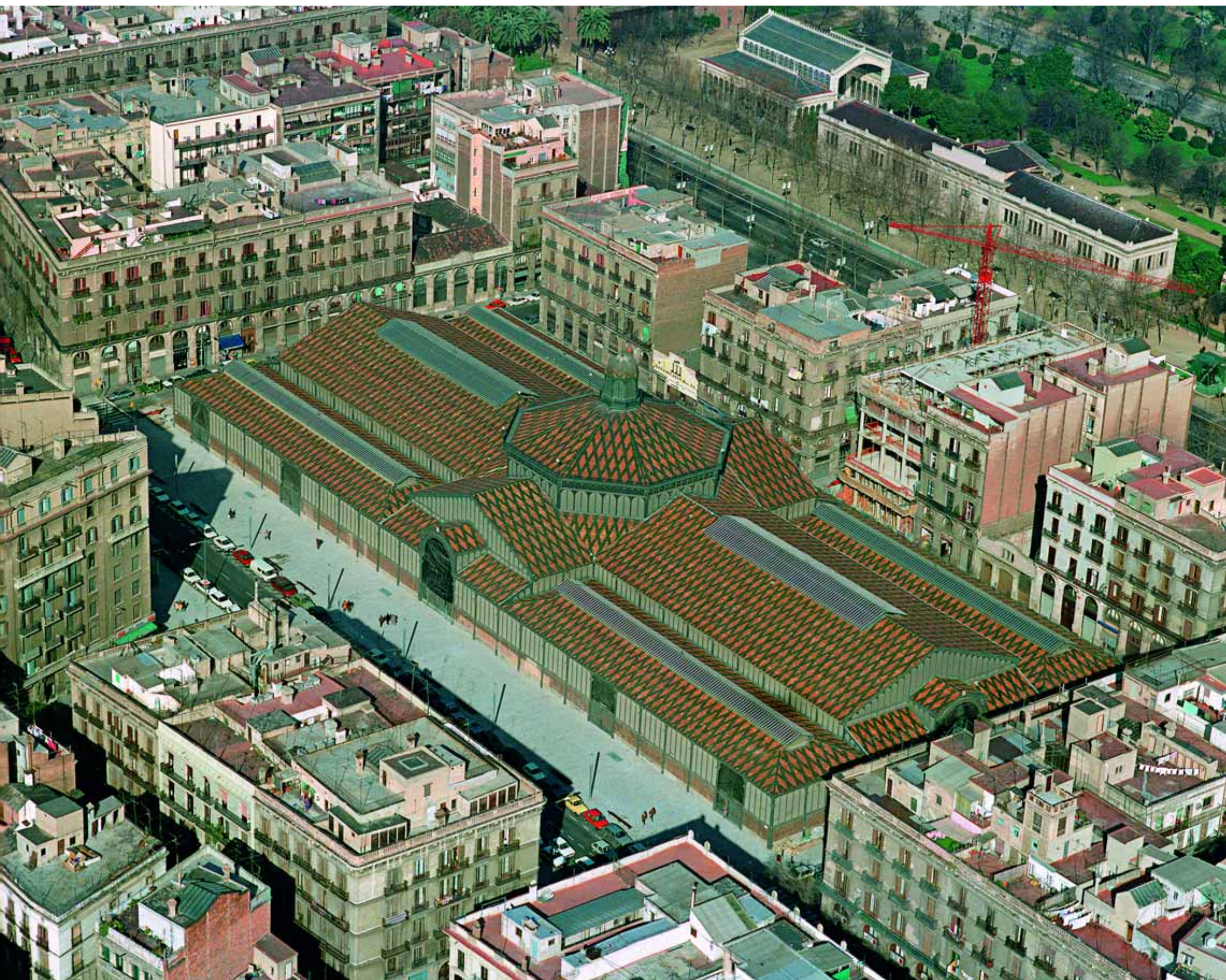
Mercado del Borne, en Barcelona, de José Fontseré y Mestres y José Cornet y Más, 1875-1876

El mercado del Borne a vista de pájaro

But Barcelona still has its first large iron market, El Borne, which is earlier than the ones mentioned above. It closed in 1971 but, after many vicissitudes, it is slated to reopen in 2009 as a cultural center. It was built as the result of a decision by the City Government to open a modern market on lands that had been part of the Citadel. The job went up for auction on 10 January 1874. Only two companies decided to bid—la Sociedad de Navegación e Industria and La Maquinista Terrestre y Marítima—and they reached an agreement to share the work, although it was finally assigned to La Maquinista, whose engineer, José María Cornet y Más took charge of its construction in iron. His Chief Contractor was José Fontseré who, from a historiographic standpoint, has been considered its author, in detriment of the engineer. Because of its size, this market was an important commission for La Maquinista, which was going through a difficult period, so it deserves praise for the agreement it reached concerning the need to build it with iron from Spain, rather than from France or England, which were the customary and more economical suppliers at that time. Thus the “Herrería de Nuestra Señora del Remedio” (“Smithy of Our Lady of Remedies”) in Guriezo (Cantabria), which has a long and thrilling history, supplied La Maquinista with most of the laminated material it needed in 1874. The market advanced very quickly so that by 12 February 1875 the workers had “begun to install the cresting of the large central nave. The iron ring that was supposed to bear the dome’s roof was installed soon thereafter, and construction began on the small dome and lookout that were to adorn it.” However, that rapid progress was braked for various reasons, and the Borne market was not inaugurated until 1876, the year whose numbers are visible on various parts of its structure. For financial reasons, however, the City Government did not certify its reception of the finished work until 8 April 1878.

material laminado en mayo de 1874. El mercado avanzó muy deprisa, de manera que el 12 de febrero de 1875 se «empezó a poner en obra la crestería de la gran nave central. Poco después quedaba instalado el anillo de hierro que debía sostener la cubierta de la cúpula y daba comienzo a la construcción del cupulín y el mirador que debía adornarla». Sin embargo, aquel ritmo se detuvo por distintas causas, de modo que el Borne no pudo inaugurarse hasta 1876, año que se repite en cifra en varios lugares del mercado. No obstante, por cuestiones financieras, el Ayuntamiento no hizo efectiva su recepción hasta el 8 de abril de 1878.

La planta del mercado del Borne es rectangular, de tres naves y con una cierta disposición cruciforme superpuesta que converge en el centro, donde se eleva un cuerpo octogonal, a modo de rotonda, cuyo peso se había calculado en ochenta toneladas, lo que puede dar idea de la envergadura de la obra. Particularmente entiendo que este mercado, de gran extensión e interés por su estructura, pertenece conceptualmente al tipo de construcciones que hacen uso de una fórmula de sobriedad máxima. Así, se convirtió en un paradigma perfecto de la aplicación de aquellos *pans de fer* en los que la viga se apoya en los montantes auxiliados por ménsulas,



de modo que en el interior del mercado domina la imagen de horizontalidad que las vigas de grandes luces le otorgan, frente a las formas en arco comentadas con anterioridad al hablar del mercado de La Cebada. Esta solución marcó la de los futuros mercados barceloneses, de los que el de Hostafrancs es buen ejemplo.

En la inevitable comparación que se produjo entre el mercado del Borne, de Barcelona, y el de la Cebada, de Madrid, los dos primeros grandes mercados en hierro españoles, La Maquinista se decantaba lógicamente por el del Borne, aduciendo «su mayor esbeltez y belleza, por cuanto el de Madrid, con una superficie menor, precisaba de 232 columnas para sostener su techumbre, mientras que le bastaban al barcelonés 152 columnas, quedando mucho más despejado. Además, contaba el de Barcelona con cuatro puertas grandes, de ocho metros de luz cada una y ocho menores, de cinco metros», excediendo también en esto al de Madrid. La severidad del Borne debió verse atenuada por la intervención de Fontseré, a quien quiero descubrir en las palmetas neogriegas que guarnecen los grandes arcos de ingreso y que coronan las cubiertas, además de en otros motivos calados, en capiteles, escudos de la ciudad y poco más. En los escudos, timbrados con yelmos y lambrequines hay color en sus campos de plata y gules, al igual que lo había en las tejas blancas y azules de la cubierta, además de «la escama de color de oro y azul» sobre el remate de la rotunda.

Este breve repaso de los primeros mercados barceloneses, que conocerían una larga descendencia en la que el hierro se va replegando tras las fachadas de fábrica, podría concluir mencionando el de la Boquería o mercado de San José, que no es sino la inacabada plaza neoclásica proyectada por Mas y Vila y que, a principios del siglo XX, siguiendo un viejo proyecto del ingeniero Miguel de Bergue (1867), dio amparo bajo una armadura a los puestos de venta. Bergue también atendió otros encargos para fuera de Barcelona, como el del mercado de Portugalete, en Valladolid (1865), que no se llegó a realizar.

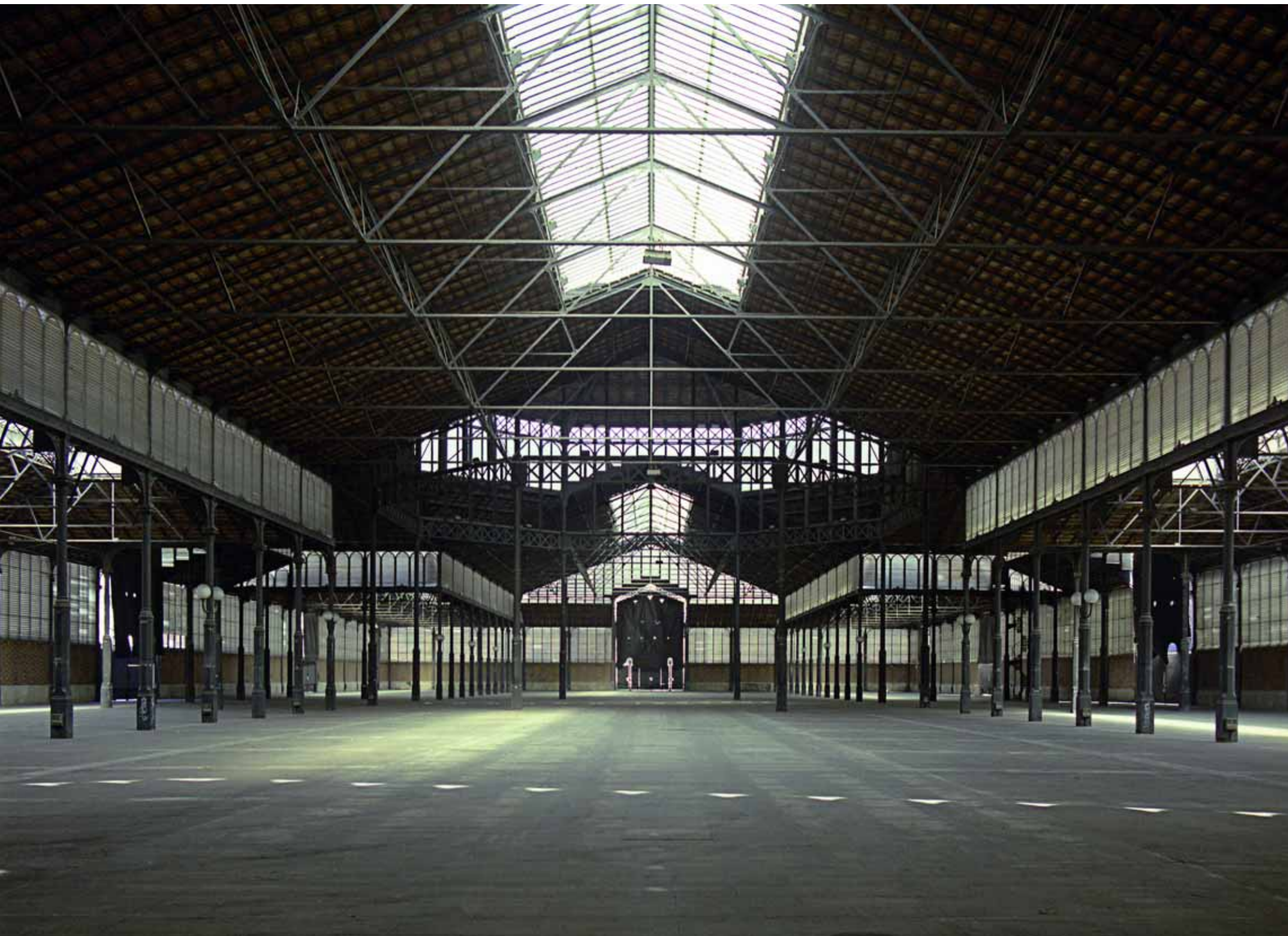
Fueron, en efecto, muchos los mercados construidos bajo la Restauración en las ciudades españolas, si bien hoy han desaparecido en su mayor parte. Valladolid, por ejemplo, tuvo tres mercados de hierro, los tres proyectados en 1878 por el arquitecto municipal Joaquín Ruiz Sierra: el de Portugalete, el del Campillo y el del Val, de los que sólo se conserva este último, terminado en 1882, si bien reformado en 1904, fecha en que se le introdujeron varios cambios, entre

Interior del mercado del Borne, en Barcelona, de José Fontseré y Mestres y José Cornet y Más, 1875-1876

The Borne market has a rectangular floor plan with three naves and an overlapping cruciform layout that converges on the central rotunda, an octagonal structure that is higher than the rest and whose weight was calculated to be eighty tons. This gives an idea of how massive the work was. As I see it, this large and structurally interesting market belongs to the sort of construction whose concept uses a formula of maximum sobriety. That made it a perfect paradigm for the application of those *pans de fer* in which the beam rests on supports with the help of corbels. Inside, there is a reigning sense of horizontality coming from the long-span beams, as opposed to the arched forms mentioned earlier. This solution marked those of later markets in Barcelona, of which Hostafrancs is a fine example.

The Borne market in Barcelona and la Cebada in Madrid were the first two large iron markets in Spain, so comparisons were inevitable. Logically, La Maquinista preferred the Borne, emphasizing “its greater slenderness and beauty, inasmuch as the one in Madrid, with a smaller surface area, needed 232 columns to hold up its roof, while the one in Barcelona needed only 152 columns, and was thus much more open. Moreover, the one in Barcelona had four large doors, each with an eight-meter opening, and eight smaller one, each of five meters,” which was also more than the market in Madrid had. The Borne market’s severity was to be attenuated by the intervention of Fontseré, which I can discuss by describing the neo-Grecian canes that adorn the large entry arches and crown the roofs, as well as other cut-out motives, capitals, city coats of arms and little more. The coats of arms, with helmets and mantling, are colored—with silver and vermillion fields—as are the tiles on the roof, which are blue and white. Finally, the crown of the rotunda has “blue and gold scales.”

These first iron markets in Barcelona were followed by many more in which the iron was partially hidden behind masonry façades.





Mercado de Palencia, de Juan Agapito y Revilla, 1898

Mercado de Alfonso XII o de las Atarazanas, en Málaga, de Joaquín Rucoba, 1879

We can complete our brief summary with the market at la *Boquería*, also called the market of San José, which is actually the unfinished neoclassic plaza designed by Más y Vila. In the early twentieth century, following an old project by engineer Miguel de Bergue (1867), it sheltered the market stalls under a metal framework. Bergue also received commissions outside Barcelona, including the Portugalete market in Valladolid (1865), which was never built.

In fact, many markets were built in Spanish cities during the Restoration, though most of them have now disappeared. In Valladolid, for example, there were three iron markets: Portugalete, el Campillo and el Val. All three were designed in 1878 by the municipal architect, Ruiz Sierra. Today, only the del Val market remains. It was completed in 1882 and reformed in 1904, when several changes were made, including the elimination of a central dome. Some foreign companies, such as the Paris-based French firm of Guillaume Lichtenfelder, bid on the three markets, but the work was assigned to three Spanish bidders, as had become customary.

The city of Palencia also maintains its market, which was designed by architect Juan Agapito y Revilla in 1895. He later became the municipal architect of Valladolid. In 1898, work began on the Provisions Market of Salamanca, which was designed by Joaquín Vargas. There, on the basis of earlier experience, iron made room for traditional materials, and a balance between the two was achieved. This market was manufactured at the workshops of Pérez Moneo y Compañía, which was founded in Salamanca by Anselmo Pérez Moneo in 1881 and later changed names, though it always retained the family name. Its workshops generated projects for markets, music gazebos, trusses, roofs, frameworks and other smaller products intended mainly to meet the demands of its immediate surroundings. That was customary with this type of foundries.

ellos, la supresión de la cúpula central. A la subasta de las tres obras se presentaron algunas firmas extranjeras, como la francesa de Guillaume Lichtenfelder, radicada en París, pero las obras se adjudicaron a tres licitadores españoles, como ya venía siendo habitual.

Palencia mantiene también en pie el mercado que proyectó el arquitecto Juan Agapito y Revilla en 1895, quien luego sería arquitecto municipal de Valladolid. En 1898 se comenzó el de Abastos de Salamanca, proyectado por Joaquín Vargas, donde por la experiencia acumulada en obras anteriores, el hierro cede sitio a los materiales tradicionales, logrando un equilibrio entre éstos y aquél. Este mercado fue construido por los talleres de Pérez Moneo y Compañía, empresa fundada en Salamanca por Anselmo Pérez Moneo, en 1881, y que luego varió de nombre, pero conservando siempre el apellido familiar. De sus talleres salieron proyectos de mercados,



quioscos de música, vigas, cubiertas, armaduras y otros productos de menor cuantía que abastecieron fundamentalmente la demanda de su entorno geográfico más inmediato, como solía ser habitual en el caso de este tipo de fundiciones.

Sencillo pero bien compuesto es el mercado proyectado por el arquitecto municipal de Almería, Trinidad Cuartara, para su ciudad (1892), y en esta línea se podrían citar varios en casi todas las capitales andaluzas, de entre los cuales destaca el de la ciudad de Málaga, donde aún se conserva el mercado municipal, que inicialmente se llamó de Alfonso XII (1879), obra del arquitecto municipal Joaquín Rucoba, quien ya había hecho la plaza de toros de La Malagueta y más tarde proyectaría el frontón Beti-Jai, en Madrid, ambas obras con una importante estructura metálica. El mercado malagueño de Alfonso XII, también llamado de las Atarazanas, es un proyecto que se sale de lo común en su planteamiento inicial, pues un fragmento de la historia de la ciudad y de la historia de la

The market designed for Almería (1892) by Trinidad Cuartara—that city’s municipal architect—was unassuming but well composed, and similar ones appeared in almost all the capital cities of Andalusia. Outstanding among these was Malaga, whose municipal market still stands. It was originally called the Alfonso XII Market (1879) and was designed by the municipal architect, Joaquín Rucoba, who had already built the bullring of La Malagueta and would later design the Beti-Jai pelota court in Madrid, both of which had significant metal structures. The Alfonso XII market in Malaga, also called las Atarazanas, was uncommon right from the start, as a fragment of the history of this city, and of the history of architecture—the ancient door of the fourteenth-century Nasrid dockyards from what had been a Spanish-Muslim city—changed the purely iron and industrial image of its metal structure, lending it some of its formal playfulness. It was

arquitectura, esto es, la antigua portada de las atarazanas nazaritas del siglo XIV de la que fue ciudad hispano-musulmana, cambió la imagen puramente férrea e industrial de la estructura metálica al prestarle algunos de sus caprichos formales. Se trataba de salvar de algún modo un fragmento de este testimonio del pasado islámico de la ciudad, derribado en 1868, fragmento que Rucoba propuso incorporar a su mercado de hierro. La propuesta de aprovechamiento de la puerta de las Atarazanas fue apoyada por las academias de San Fernando y la malagueña de San Telmo, que justificaban el estilo de la nueva obra en hierro pues confería «a la masa general [del mercado] el tinte de severidad que requería al par que la gracia y elegancia en los detalles que la molicie y voluptuosidad del arte árabe respiran». Los tantas veces citados *pans de fer* incorporan ahora capiteles y motivos nazaríes en una composición donde se alternan huecos de luces distintas, venciendo así el carácter meramente industrial del establecimiento. La fundición sevillana Pérez Hermanos proporcionó el material, en cuyos talleres también se preparó el mercado en hierro de Badajoz, obra del arquitecto municipal Tomás Brioso Mapelli. Éste se levantó en la Plaza Alta y, más tarde, se trasladó con nuevo uso al recinto universitario de la ciudad. La obra se subastó en 1897 y al año siguiente ya estaba terminada, siendo el precio de la obra en hierro el doble de lo que costó la de fábrica.

Muy importante fue el grupo de mercados asturianos que, como otras obras en hierro de este lugar, gozaban de la proximidad de la Sociedad Metalúrgica Duro-Felguera, de Langreo, ya mencionada anteriormente, y de la conocida Fábrica de Mieres, de la que también salieron obras en hierro y acero para toda España tan diversas como puentes de carretera, viaductos de ferrocarril, mercados o quioscos de música, entre otras. La Sociedad Anónima Fábrica de Mieres se constituyó con este nombre en 1879, pero partiendo de unos antecedentes que nos retrotraerían hasta 1848, cuando se crea la Compañía Asturiana de Minas que, tras sucesivas refundaciones, cambios de nombres y después de haber pasado por diversos capitales de origen extranjero, explotaron las minas de carbón y la producción de hierro en Asturias. Parece que es precisamente a partir de 1879 cuando las construcciones metálicas cobran un mayor protagonismo dentro de las actividades de la Sociedad, recuérdese el puente de Pino en Zamora, que llegó a hacer obras de una finura exquisita como el llamado Patio de Efectivo del Banco de España, en Madrid. De esa etapa son también el Mercado del 19 de Octubre (1882), en Oviedo, sobre el solar del antiguo colegio

Mercado del 19 de Octubre, en Oviedo), de Javier Aguirre, 1882

a matter of somehow saving a fragment of this example of the city's Islamic past, which had been demolished in 1868. So Rucoba offered to include it as part of his iron market. This proposal to use the door was supported by the Academy of San Fernando in Madrid and by that of San Telmo in Malaga, both of which justified the style of the new iron construction because it gave "the general mass [of the market] the severe touch it needed, offsetting the grace and elegant details inherent to the softness and voluptuousness of Arab art." The oft-mentioned *pans de fer* were here adorned with Nasrid capitals and motives in a composition that alternated different spans, thus overcoming the merely industrial character of that establishment. The materials were supplied by Pérez Hermanos Foundry of Seville, which also prepared the iron market in Badajoz, designed by municipal architect, Tomás Brioso Mapelli. The latter was built on the Plaza Alta and later moved to that city's university campus for other uses. Its construction was put up for bids in 1897 and the entire work was finished by the following year. Its iron parts had cost twice as much as its masonry.

There was also an important group of markets in Asturias. Like other iron projects in that region, they benefited from the proximity of the previously discussed Sociedad Metalúrgica Duro-Felguera, at Langreo; as well as the well-known Mieres Factory, which also manufactured iron and steel for all of Spain, including highway bridges, railway viaducts, markets and gazebos, among other things. The Sociedad Anónima Fábrica de Mieres was set up under that name in 1879, but its antecedents date from 1848, when the Compañía Asturiana de Minas was created. The latter had various incarnations and changes of name, and passed through various sources of capital of foreign origin, exploiting the coalmines and iron production in Asturias. Apparently, 1879 was the year when metal construction became a



de San Matías, obra del arquitecto provincial Javier Aguirre, e inmediato al mercado de la plaza del Fontán; el llamado Mercado del Sur (1898), en Gijón, del arquitecto municipal Mariano Medarde, quien escondió la obra metálica dentro de una obra de fábrica tradicional de gusto ecléctico; y el de Mieres (1904), según proyecto del gran arquitecto asturiano Juan Miguel de la Guardia, en el que también se ha reducido la estructura férrea a una solución interna y de cubierta, incorporando fachadas de fábrica que forman una verdadera caja tras haber experimentado las desventajas que comportaba el uso excesivo de elementos metálicos. En esa misma línea, Juan Miguel

significant part of that company's activities, including the Pino bridge in Zamora. Some of its works were exquisitely fine, including the Bank of Spain's cash hall in Madrid. That period of its activities also saw the construction of the 19 October Market (1882) in Oviedo—designed by provincial architect Javier Aguirre and built on the lot of the former School of San Matías, right next to the market on the Plaza del Fontán—and the so-called Mercado del Sur (1898) in Gijón, designed by municipal architect Mariano Medarde, who hid its metalwork inside a traditional masonry structure of eclectic taste. Finally, there was



Mercado de La Unión, en Murcia, de Pedro Cerdán y Víctor Beltrí, 1907

de la Guardia proyectó el mercado de Villaviciosa (1902), aunque esta vez fue construido por la compañía Duro-Felguera. En la memoria del proyecto, el arquitecto se refiere a la decoración del edificio que «si bien por su carácter reclama sencillez y sobriedad, por la importancia de sus fines se corresponde con cierta grandeza y dignidad que puede y debe hermanarse con la sencillez de su estructura». En efecto, se trata de edificios sencillos, dotados de estructuras metálicas muy elementales, eclécticos, pero definitivamente funcionales y económicos.

El estudio de los mercados por regiones y ciudades está aún por hacer. Como se ha visto, los arquitectos provinciales y municipales proporcionaban los proyectos, encargándose su construcción a las industrias de la zona, salvo en aquellos casos excepcionales que confirman la regla. Es esta una historia compleja en la que abundaron proyectos que no se ejecutaron, como el del mercado de San Agustín, en La Coruña, de Antonio de Mesa (1910); proyectos que llegaron a ser, pero cuyos edificios resultantes tuvieron una vida corta, como el mercado de Ávila (1893), de Repullés y Vargas, al que se había dotado con una original solución, que consistía en una galería periférica bajo marquesina para dar cobijo a los puestos de diario; el mercado coruñés de la plaza de

the Mieres market (1904), which was designed by the great Asturian architect, Juan Miguel de la Guardia. There, too, the iron structure was limited to an internal solution, and to the roofing, while the façades were built of masonry, creating a true box. This was done after experiencing the disadvantages of an excessive use of metal elements. Juan Miguel de la Guardia designed the Villaviciosa market (1902) along the same lines, although this one was built by the Duro-Felguera company. In his report on this project, the architect refers to the building's decoration: "although its character calls for simplicity and sobriety, the importance of its use implies a certain grandeur and dignity that can and must be combined with the simplicity of its structure." Indeed, these are unassuming buildings with very elementary metal structures that, though eclectic, are definitely functional and economical.

A study of markets by region and city has yet to be done. As we have seen, provincial and municipal architects furnished the projects and assigned construction to local industries, except in those exceptional cases that confirm the rule. This is a complex story with abundant projects that were never built—such as Antonio de Mesa's San Agustín market in La Coruña (1910)—and others that were, but whose buildings were short lived, such as Repullés and Vargas' market in Ávila (1893), which had an original solution consisting of a peripheral gallery under a canopy that sheltered the daily market stalls; or the market at La Coruña's Plaza de Lugo (1901-1905), which was designed by Pedro Mariño and underwritten by the philanthropist, Eusebio da Guarda; as well as the markets of Laje (1901) and el Progreso (1901), both in Vigo and both designed by Benito Gómez Román. Other markets lost their original function, but retained their structures, including Pedro Cerdán and Víctor Beltrí's spectacular La Unión market (Murcia, 1907), as well as those that are about to lose their function, such as Miguel Dubé's

Lugo (1901-1905), costeado por el filántropo Eusebio da Guarda y proyectado por Pedro Mariño; o los mercados de Laje (1901) y del Progreso (1901), en Vigo, ambos de Benito Gómez Román. Mercados que perdieron su función como tales, pero que mantienen muy bien su estructura, como el espectacular de La Unión (Murcia), de Pedro Cerdán y Víctor Beltrí, de 1907, y mercados en vísperas de dejar de ser tales, como el de San Miguel, en Madrid, de Alfonso Dubé (1915). Otros, por el contrario, se mantienen, como el sencillo Mercado de Hierro, en Santa Cruz de Tenerife, proyectado por Antonio Pintor en 1894, pero cuyo montaje no se comenzó hasta tres años más tarde con hierro procedente de Inglaterra; el Nuevo Mercado de Zaragoza (1895-1903), de Félix Navarro, arquitecto entusiasta del hierro a juzgar por la memoria que escribió sobre su visita a la Exposición Universal de París de 1889; o el mercado de La Esperanza, en Santander, que proyectado en 1897 por Eduardo Reynals y Juan Moya, se inauguró en 1904. Esta relación, que podría alargarse mucho más, refleja básicamente cuanto sucede en el ámbito de los mercados españoles.

Sin embargo, quedaría incompleto este panorama si no se hablara de los dos mercados hoy más vivos y notables a mi juicio, como son los de Valencia. Quiero referirme al de Colón y al llamado Central, ambos de muy distinta configuración y arquitectura pero de interés extremo por cuanto muestran una mayoría de edad e independencia con respecto al modelo, ya lejano en el espacio y el tiempo, de Les Halles. Fue tan fuerte su influencia, que parecía que no cabía respirar fuera de su aliento, pero el Mercado Central (1910-1929), obra de Alejandro Soler y Francisco Guardia, y el de Colón (1914-1916), de Francisco Mora, demostraron lo contrario. Valencia, al igual que las demás grandes capitales, conoció proyectos de mercados en hierro durante la Restauración, como los proyectados sobre el solar del desamortizado convento de San Cristóbal, primero en 1869 y después en 1874 que, sin embargo, no se llevaron a cabo, debiendo esperar todavía algún tiempo. Más tarde, el Ayuntamiento de Valencia lo intentó de nuevo, y así en 1883 abrió un concurso para construir un Mercado Central, concurso que ganó el arquitecto Adolfo Morales de los Ríos, aunque sin consecuencias prácticas. Nueva espera, nuevo concurso en 1910 y nuevos ganadores, los arquitectos Soler y Guardia formados ambos en la Escuela de Arquitectura de Barcelona. Desde aquel momento, todo el expediente del Mercado Central conoció retrasos y dilaciones, pues los arquitectos municipales se sintieron postergados. Un recurso aplazó el fallo definitivo que finalmente tuvo

San Miguel market (1915) in Madrid. Still others have retained their function, such as Antonio Pintor's unassuming Mercado de Hierro in Santa Cruz de Tenerife. It was designed in 1894 but construction did not begin until three years later, using iron from England. Also still in use is Saragossa's Nuevo Mercado (1895-1903), designed by Félix Navarro—an architect whose enthusiasm for iron is clear in the report he wrote about his visit to the 1889 Universal Exhibition in Paris—and the La Esperanza market in Santander, designed by Eduardo Reynals and Juan Moya in 1897 and inaugurated in 1904. This list could be much longer, but basically, it reflects what was happening in the area of Spanish markets.

Still, this overview would be incomplete without a mention of what I consider the two most remarkable markets still active today, both of which are in Valencia. I am referring to the Colón market and to the one called "Central." They differ considerably in architecture and configuration, proving that both are mature enough to have distanced themselves in both space and time from the initial model of Les Halles. The latter's influence was so strong that it hardly seemed to leave room to breathe, but Alejandro Soler and Francisco Guardia's Central market (1910-1929), and Francisco Mora's Colón market (1914-1916) prove the contrary. Like other large capital cities, Valencia had iron market projects during the restoration, including one designed for the lot of the disentailed convent of San Cristóbal, first in 1869 and again in 1874. None of those projects was ever built, though, and time would pass before this could change. Later, in 1883, the Valencia City Government tried again, announcing a context for a Central Market. The winner was architect Adolfo Morales de los Ríos, but in the end, nothing came of it. After a new period of waiting, another contest was called in 1910. The new winners, architects Soler and Guardia, were both graduates of the School of Architecture of Barcelona.

lugar el 18 de mayo de 1914. No obstante, las obras de preparación del terreno se habían iniciado en el mismo año del concurso con la presencia de Alfonso XIII y de las más altas autoridades que apadrinaron aquel acto y a las que se quiere recordar aquí porque revelan un entusiasmo poco común a la hora de inaugurar las obras de un mercado de abastos. Así, al rey le acompañaban la reina Victoria Eugenia, el presidente del Consejo de Ministros, el ministro de Gracia y Justicia, el capitán General de Valencia, Arzobispo de la diócesis, el gobernador civil, el alcalde, el presidente de la Diputación, el presidente de la Audiencia, el gobernador militar, el comandante de Marina, el rector de la Universidad y un muy largo etcétera. A pesar de toda esta pompa cívica, el mercado no se concluyó hasta el 23 de enero de 1928, lo que puede dar medida de la lentitud de la obra que incluyó el abandono de sus autores en 1919, cuando se estaba finalizando la planta sótano, así como de la nueva dirección del mercado, que corría a cargo de los arquitectos municipales Enrique Viedma y Ángel Romani, quienes introdujeron ampliaciones y reformas al modificar la gran cúpula central. El programa se excedía de lo habitual para un mercado pues, además de los pabellones de administración y economato, llevaba aneja una tenencia de alcaldía de inocua arquitectura.

Podría decirse que la espera mereció la pena, pues resultó ser uno de los mercados más notables de Europa, y no tanto por su fraccionada imagen exterior, bien mirando a la vecina y gótica Lonja, bien observando la inmediata iglesia de los Santos Juanes, sino por la magnífica distribución interior sobre una superficie de poco más de ocho mil metros cuadrados de muy irregular perímetro, dentro de la que se distingue la zona específica de la pescadería en un lateral, formando un ámbito ochavado. El pescado se subastaba en el interesante sótano de fábrica y bóvedas rebajadas que sirve de apoyo a la gran estructura metálica del mercado que cubre las cinco naves paralelas de distinta longitud, cruzadas por otra nave transversal sobre cuyo encuentro se abre la cúpula mayor, del mismo modo que el área del pescado cuenta con otra semejante, pero de menor desarrollo, en este mismo eje. La estructura de hierro no hace la menor concesión al ornato y, sin embargo, por su amplitud y proporción el espacio resultante, sin perder un ápice de su carácter industrial, resulta bellísimo. Muy probablemente contribuye a este atractivo la generosa luz que entra por distintos planos, incluyendo la que se filtra por las amables cúpulas, bañando los puestos de carnes, frutas, verduras y cuanto cabe esperarse de la ubérrima huerta valenciana.

Fachada del mercado Central, en Valencia, de Alejandro Soler y Francisco Guardia, 1910-1929

From the moment they won, the paperwork for the Central Market became bogged down in endless delays and postponements. Why? Because the municipal architects felt unfairly left out. A court appeal delayed the definitive decision until 18 May 1914, but the preparation of the land had already begun the same year as the contest was held, with the presence of King Alfonso XIII and the highest authorities, who sponsored that act. They are mentioned here because they displayed uncommon enthusiasm for the inauguration of a provisions market. The king was accompanied by Queen Victoria Eugenia, the President of the Council of Ministers, the Minister of Grace and Justice, the Field Marshal of Valencia, the Archbishop of the diocese, the Civil Governor, the Mayor, the President of the Regional Council, the President of the Courts, the Military Governor, the Commandant of the Navy, the Rector of the University and on, and on. Despite all this civic pomp, the market wasn't completed until 23 January 1928, which should give an idea of how very slow work was. The designers gave up in 1919, when work was finishing on the basement, and the new directors of the market were the municipal architects, Enrique Viedma and Ángel Romani, who made changes, including expansions and a modification of the large central dome. The program was larger than normal for a market as, beyond the pavilions for administration and a cooperative store, there was an adjoining branch of the City Government, which was architecturally innocuous.

The outcome could be said to have been worth the wait, as it was one of the most remarkable markets in Europe, not so much for its sectional exterior—one part faced the neighboring gothic market, another, the adjacent church of Los Santos Juanes—as for its magnificent interior distribution on a surface area of just over eight-thousand square meters. Within this very irregular perimeter was the specific area for the fish mongers—an octagonal space on one side.





Cúpula del mercado Central, en Valencia, de Alejandro Soler y Francisco Guardia, 1910-1929

Interior del mercado Central

The fish was auctioned in an interesting masonry basement with broad vaults that served to hold up the market's large metal structure. The latter covered five parallel naves of different lengths, crossed by a transversal nave with the main dome at the meeting point. The fish area also had a dome, though smaller, on that same axis. The iron structure made absolutely no concessions to ornamentation, yet its breadth and proportions, and the resulting space are very beautiful, without losing one bit of their industrial character. This beauty is very probably favored by the generous light that enters from various directions, including what filters through the agreeable domes, illuminating stalls filled with meat, fruit, vegetables, and everything else one can imagine from Valencia's exceptionally fertile farmlands.

One of the architects who lost the 1910 contest for the Central Market was Francisco Mora Berenguer, who had been Valencia's municipal architect until then. He had had to resign his post in order to take part in the contest, which he entered with a project for a "neo-Mudéjar style" market that was very different from the one he designed for the Colón market in 1913. The latter had art nouveau touches and was completed in 1917. Actually, Mora was returning to the idea of a ventilated and luminous open market like the old wooden ones, although the two smaller sides of Mora's had brick façades richly decorated with allegories by a large group of artists, including painter Ramón Roca, sculptor Ricardo Tárrega, and mosaics from the firm of Maumejean, among others. The metal structure was designed to leave as unencumbered a space as possible and was based on a simple stepped gable roof over four rows of cast-iron columns, the highest of which surpassed eight meters. The height of those slender supports, as well as the roof's feeling of weightlessness, were impressions deliberately sought by Mora and they coincided with the approach he defended in his entry speech to the Academy of San Carlos in

Entre los arquitectos perdedores de aquel concurso de 1910 para el Mercado Central se encontraba Francisco Mora Berenguer, quien había sido hasta esa fecha arquitecto municipal de Valencia, cargo al que hubo de renunciar para presentarse al certamen, habiendo preparado para la ocasión el proyecto de un mercado de «estilo neomudéjar», muy diferente del que proyectó para el mercado de Colón, en 1913, con acentos modernistas, terminado en 1917. En realidad, Mora volvió al mercado abierto, ventilado y luminoso, como eran los viejos mercados de madera, aunque en sus dos frentes menores organizara una fachada de fábrica de ladrillo, ricamente decorada con alegorías por un nutrido grupo de artistas, como el pintor Ramón Roca o el escultor Ricardo



SAZON MARTINE

FRUTAS SELEC
CONG

FRUTAS
MI GRANJA

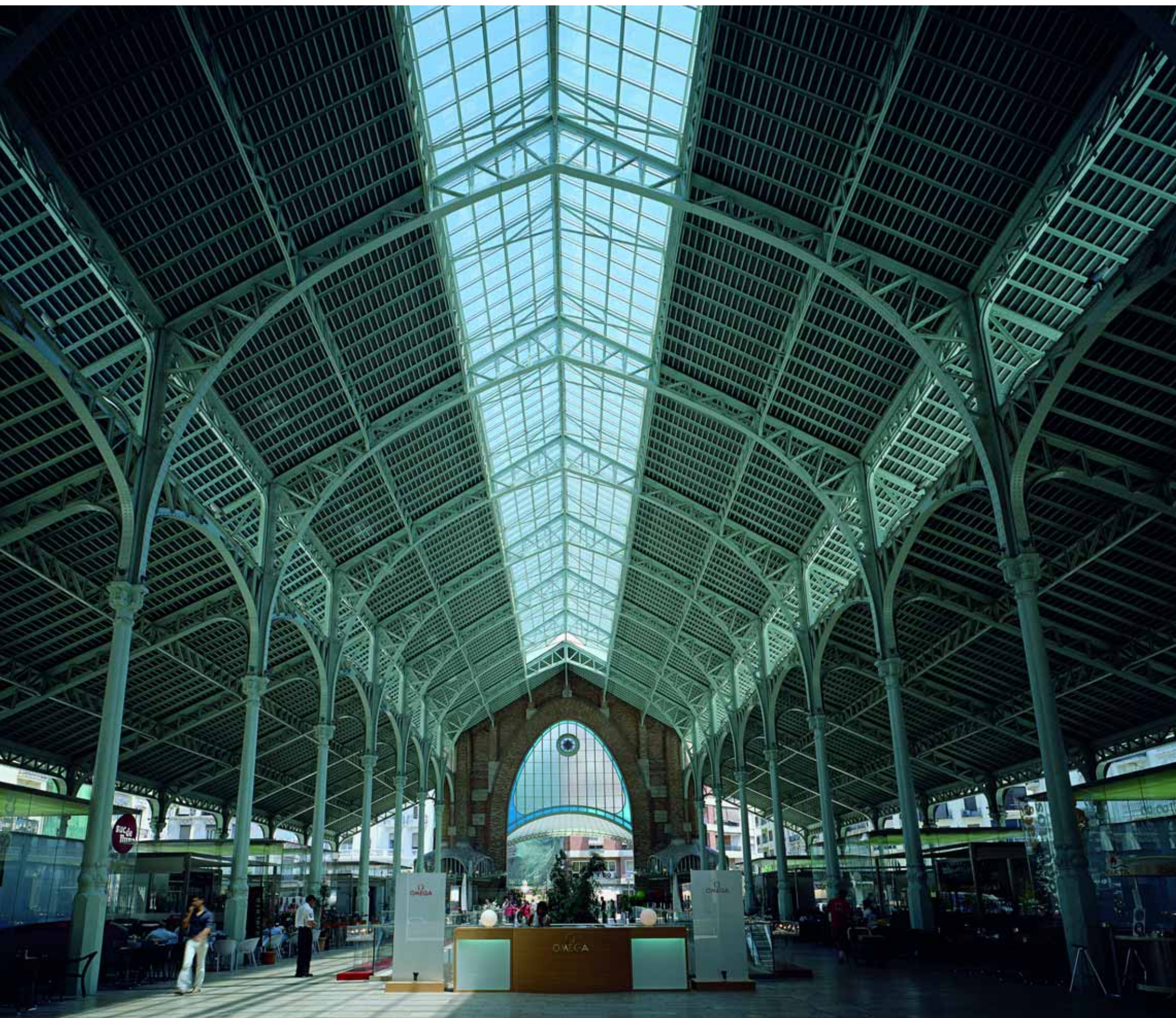
JOSE AVINO
QUESOS MENTECAS
E TRES

FRUTAS
MI GRANJA

Tárrega, así como con mosaicos de la casa Maumejean. La estructura metálica alcanzó una diáfana máxima a base de una sencilla cubierta escalonada a dos aguas sobre cuatro hileras de columnas de fundición, de las que las más altas rebasan los ocho metros de altura. Esta esbeltez de los apoyos, junto con la sensación de ingravidez de la cubierta fueron impresiones buscadas por Mora, coincidentes con lo que manifestaba en su discurso de ingreso en la Academia de San Carlos de Valencia (1915), cuando decía: «Difícil es dar formas artísticas a las armaduras, basadas principalmente en el cálculo de resistencia, pero algo puede hacerse en beneficio de aquellas, con sólo dar a las líneas cierta elegante proporción, comparada con los demás elementos, para que el conjunto metálico, aun dentro del rigorismo de la mecánica, tenga la esbeltez necesaria para favorecer la obra». Imitando a Vitruvio en su categórica afirmación sobre las tres características que debiera reunir la arquitectura: utilidad, firmeza y belleza, Mora terminaba afirmando: «La naturaleza del mineral de hierro y las prácticas metalúrgicas de este metal que lo reducen, alargan, doblan, taladran y cosen, dan la pauta de la disposición constructiva y decorativa de los elementos de una obra a fin de que responda a los ideales de Bondad, Verdad y Belleza».

Interior del mercado de Colón, en Valencia, de Francisco Mora Berenguer, 1914-1916

Valencia (1915): "It is difficult to give artistic form to frameworks that are mainly based on calculated resistance, but that form can be benefited simply by giving the lines proportions that are elegant, compared with the other elements, so that the metal whole, though still in accord with the rigors of mechanics, has the necessary slenderness to favor the work." Imitating Vitruvius in his categorical affirmation of architecture's three necessary characteristics—usefulness, strength and beauty—Mora finished by adding: "Iron's mineral nature and the metallurgical practices that reduce, lengthen, bend, drill and stitch this metal offer guidelines as to the constructive and decorative arrangement of the parts of a work in order to meet the ideals of Goodness, Truth and Beauty."





Palacio de Cristal en el parque del Retiro, Madrid,
de Ricardo Velázquez Bosco, 1887, detalle

*Y entonces se levantará el utópico palacio de cristal;
y entonces... bueno, la vida será eterna bienaventuranza.*

Dostoievski, *Las memorias del subsuelo*

El palacio de cristal

Si al hablar del hierro en el siglo XIX destaca un edificio emblemático como ningún otro éste es el que paradójicamente llamamos «palacio de cristal», es decir, el de un frágil edificio quebradizo, ingrátido y transparente cuya imagen parece extraída de un cuento infantil o tomada del eterno diccionario de las utopías. Esta expresión resume en realidad la quiebra del sistema tradicional de la construcción, pues en ella se sustituye el muro de carga, siempre masivo y opaco, por un leve esqueleto metálico que permite cerrar las fachadas y cubiertas con grandes superficies de vidrio, creando un espacio de transparencia absoluta. Entre el interior y el exterior tan sólo una membrana vítrea transparente. Así es, en esencia, esta tipología, que conoció su puesta de largo en la primera Exposición Universal celebrada en Londres en 1851 en aquel edificio inmenso que fue bautizado con el nombre de Crystal Palace.

En el caso del Crystal Palace, el proyecto y su construcción no venían de manos de la ingeniería, que seguía derrotando por otros caminos, ni a través de la arquitectura, que continuaba

*And then the utopian crystal palace will be erected;
And then... well, life will be eternal wellbeing.*

Dostoyevsky, *Memories of the Underground*

The Crystal Palace

If there is a building that is more representative of nineteenth-century iron construction than any other, it is the one paradoxically called “Crystal Palace.” In other words, a fragile and breakable, weightless and transparent palace made of glass, like an image from a fairy tale or the eternal dictionary of utopias. This expression actually sums up the breakdown of the traditional construction system. The always massive and opaque load-bearing wall disappears, to be replaced by a light metal skeleton that allows façades and roofs to be enclosed with large areas of glass, creating absolute transparency. Indoors and outdoors are separated only by a thin, transparent glass membrane. Such was the case of the *crystal palace* that made its debut at the first Universal



Crystal Palace, en Londres, de Joseph Paxton, 1851

Exhibition held in London in 1851. That immense building christened with the name Crystal Palace.

On that occasion, the crystal palace's design and construction was neither the result of engineering—it was pursuing other goals at the time—nor architecture, which was still caught up in questions of style. It grew out of the experienced daily practice of a greenhouse builder named Joseph Paxton. His life and works are well known, especially following his commission to erect the building that would house the *Great Exhibition of the Works of Industry of All Nations*, which was the original name of that first Universal Exhibition fostered by Queen Victoria's consort, Prince Albert. It took place at London's Hyde Park, where the Crystal Palace astonished the world with its size. It was one thousand eight-hundred fifty-one feet long—for its length coincided with the year of its inauguration—and its surface area could easily contain that of Saint Peter's in Rome four times over. Moreover, it was erected in six months, a speed absolutely unprecedented in the world of construction. And its iron, wooden and glass pieces were manufactured in series and were reusable. We should recall here that the surface area of its glass was an unequalled eighty-four thousand square meters, which is reason enough to call it a Crystal Palace. These and other details made Paxton's work not only the proud expression of Victorian England's level of industrial achievement, but also one of the high points in the history of architecture. It proudly proclaimed the birth of a new era and a new esthetic. To this, we should add the dimensions of the international contest for that palace, which was held in 1850. Two hundred forty-five projects were submitted from seventeen countries, including one by Hector Horeau, which hardly went unnoticed. The Crystal Palace is an obligatory landmark of truly international importance, and that was exactly what it was meant to be. In 1852, when the Exhibition was over, the

ensimismada en el problema del estilo, sino de la experimentada práctica cotidiana de un constructor de invernaderos, Joseph Paxton. Conocida es su vida y obra en especial a partir de que se le encargara la construcción de este edificio que daría abrigo a la *Great Exhibition of the Works of Industry of All Nations*, como se conoció a la primera Exposición Universal, instalada en el londinense Hyde Park e impulsada por el príncipe Alberto, el esposo de la reina Victoria. El Palacio de Cristal asombró al mundo por sus magnitudes pues su longitud era de mil ochocientos cincuenta y un pies, haciendo coincidir así la medida con el año de su inauguración, mientras que su superficie podría contener holgadamente cuatro veces la planta de San Pedro de Roma. Por otra parte, se levantó en seis meses a un ritmo absolutamente desconocido en la historia de la construcción gracias al uso de piezas de hierro, madera y cristal reutilizables fabricadas en serie, pues de los tres materiales estaba construido. No es inútil recordar aquí que el cristal sumaba la nunca igualada superficie de ochenta y cuatro mil metros cuadrados, justificándose así el nombre de

Crystal Palace. Estos y otros detalles hicieron de la obra de Paxton no sólo la orgullosa expresión del nivel alcanzado por la industria inglesa en la época victoriana, sino que lo convirtieron en uno de los hitos de la historia de la arquitectura, pues su inauguración debió suponer algo así como un golpe de gong que anunciaba el nacimiento de una nueva era y de una nueva estética. Añádase a esto la importancia del concurso internacional abierto en 1850 para el palacio al que se presentaron doscientos cuarenta y cinco proyectos procedentes de diecisiete países, entre ellos uno de Hector Horeau que no pasó desapercibido, y tendremos en el Crystal Palace una referencia obligada de verdadero alcance internacional, tal y como era el propósito. Terminada la exposición la casa Henderson & Co., firma comercial que bien pudiera ser la misma que desde Inglaterra abasteció de hierro a tantas obras españolas, desde faros hasta puentes, compró el palacio en 1852. El hecho es que el Crystal Palace se desmontó y se volvió a montar en Sydenham Hill, es decir, de nuevo en plena naturaleza y rodeado de jardines como si no se quisiera olvidar su intrínseca condición de formidable invernadero que Paxton, el jardinero y autor de los invernaderos de Chatsworth, le había contagiado. En su nueva ubicación, aquella caja de hierro y cristal conoció, antes de su incendio y destrucción en 1936, varios usos, de entre los cuales el más notable, y olvidado, fue el de acoger los grandes festivales dedicados a Händel que, entre 1859 y 1926 se celebraron cada tres años, hasta el punto de que el Crystal Palace llegó a conocerse como el Händel Auditorium. De nuevo aquí se volvió a encontrar el hierro con la música en medio de unos jardines. En resumen, y recordando las palabras que sobre el Crystal Palace escribió en 1851 Lothar Bücher durante su exilio en Inglaterra, «sería pobre la expresión el decir que es un espectáculo incomparable y digno del país de las hadas. Es un sueño de una noche de verano, visto a la clara luz del mediodía».

El Crystal Palace tuvo una inmediata descendencia en edificios como el New York Crystal Palace, erigido para la Exposición Industrial de 1853, o el Glaspalast de Múnich (1854), este último con muchas semejanzas formales con el de Paxton. El de Nueva York se incendió en 1858 y el de Múnich, destinado a grandes exposiciones artísticas, ardió igualmente en 1931, consumiéndose entre sus llamas cientos de pinturas y esculturas alemanas. Así, nada queda de estos grandes palacios de cristal del siglo XIX, como tampoco de los grandes edificios de hierro que fueron escenario de las exposiciones universales que siguieron a la de Londres, pues se plantearon en otros

firm of "Henderson & Co." bought the palace. This company may well be the same one that supplied so many Spanish firms with English iron for projects ranging from lighthouses to bridges. At any rate, the Crystal Palace was taken apart and put back together at Sydenham Hill, again in a natural setting, surrounded by gardens. It was as though no one wanted to forget its intrinsic condition as a formidable greenhouse built by Paxton, a gardener and designer of the Chatsworth greenhouses. This iron and glass box was put to various uses at its new location before it burned down in 1936, but the most notable, though forgotten, use was probably that of home to the grand Händel Festivals held every three years between 1859 and 1926. During those years, the Crystal Palace even became known as the Händel Auditorium, so once again, iron and music met in a garden. In 1851, during his exile in England, Lothar Bücher wrote of the Crystal Palace: "it would be an understatement to call it an incomparable sight worthy of a fairytale. It is a Midsummer Night's Dream seen in the bright light of noon."

The Crystal Palace was immediately followed by the New York Crystal Palace erected for the Industrial Exhibition of 1853, as well as the Glaspalast in Munich (1854), which was very similar to Paxton's. The New York palace burned down in 1858, and the one in Munich, which was used for large art shows, went up in flames in 1931, taking hundreds of German paintings and sculptures with it. So nothing remains of the grand crystal palaces of the nineteenth century, nor of the large iron buildings erected for the Universal Exhibitions that followed the one in London, for they were conceived as palaces of industry, and never again as crystal palaces. That is why we must especially value the few examples still standing, including the Crystal Palace at Madrid's Retiro Park which, though of rather modest dimensions, also has the greenhouse identity mentioned above.

términos, esto es, como palacios de la industria, pero nunca ya como palacios de cristal. Por esta razón, debemos valorar muy especialmente los pocos ejemplos que han llegado hasta nosotros, como el llamado Palacio de Cristal del Retiro de Madrid que, siendo de dimensiones ciertamente modestas, participan también de aquella condición de invernadero a la que se ha aludido anteriormente.

Pero antes de referirnos al de Madrid, convendría recordar unos antecedentes que enlazan directamente con la experiencia inglesa del Crystal Palace pues, el 22 de febrero de 1859, Isabel II firmó un real decreto que respondía al deseo de Leopoldo O'Donnell, entonces Presidente del Consejo de Ministros, de celebrar una Exposición Nacional de productos industriales, agrícolas y objetos artísticos, no sólo de la Península, sino también de las provincias de Ultramar y posesiones de África, invitando igualmente al reino de Portugal. Para su celebración se debió de pensar ya entonces en el jardín del Retiro en Madrid, como lo deja ver el único proyecto que, en hierro y cristal, conozco fechado en el mismo año de 1859. Pero nada de esto se llevó a cabo y hubo que esperar a que se convocara un concurso internacional para la presentación de proyectos para un Palacio de Exposiciones, tal y como lo anunció *La Gaceta* el 17 de julio de 1862. Pasado el plazo de cinco meses se presentaron hasta un total de once proyectos, de los que la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando, a quien competía el fallo, seleccionó por unanimidad el que correspondía al lema «Esperanza en la experiencia», que resultó ser de un arquitecto inglés, de nombre Pek. La propuesta, si bien utilizaba el hierro y el cristal en los remates de las cuatro torres angulares, así como en la gran cúpula central, en nada recuerda lo visto en Londres. Su ordenación general y volumetría cabría situarla dentro de la tradición ecléctica y desdibujada de la arquitectura monumentalista de esta época. Tal falta de personalidad queda reflejada en *La Ilustración Española y Americana* que, algunos años después, en 1881, se refería a este proyecto cuyo «orden de arquitectura es bizantino del último periodo» [sic].

Por las razones que fueren, tampoco pasó de aquí el proyecto del arquitecto inglés Pek. Así, volvió el Gobierno a la idea de organizar definitivamente una Exposición de la Industria y de las Artes pero, esta vez, sólo podrían participar en el concurso arquitectos españoles, según se publicó el 7 de febrero de 1881. De entre los presentados salió ganador el arquitecto Fernando de la Torre, quien llevaba asociado como constructor a Federico Villalva. El edificio se inauguró con

But before we discuss it, we should recall some antecedents that are directly linked to the English experience of the Crystal Palace. On 22 February 1859, Spain's Queen Isabel II signed a Royal Decree at the behest of Leopoldo O'Donnell, who was then President of the Council of Ministers. It ordered the celebration of a National Exhibition of industrial and agricultural products and art objects, not only from Peninsular Spain, but also from its overseas provinces and possessions in Africa, as well as the Kingdom of Portugal. It would seem that Retiro Park was already under consideration as the site of this exhibition, as it appears in the only known iron and glass project, which is dated that same year, 1859. But nothing actually came of all this until an international contest for an Exhibition Palace was announced in *La Gaceta* ("The Gazette") on 17 July 1862. In the five months the contest was open, a total of eleven projects were submitted. The Royal Academy of Fine Arts of San Fernando, which was charged with carrying out the selection process, unanimously chose the one presented under the pseudonym, "Esperanza en la experiencia" ("Hope in experience"). It turned out to belong to an English architect named Pek. While this proposal used iron and glass on the tops of its four angular towers and on a large central dome, it had nothing to do with the Crystal Palace in London. Its general layout and shape was part of the eclectic and blurry tradition of that period's monumentalist architecture. That lack of personality is clear in *La Ilustración Española y Americana's* appraisal of the project in 1881, which qualified the project's "architectural order" as "Byzantine from the last period." [sic].

For one reason or another, Pek's project never left the drawing board either. The Government returned to the idea of definitively organizing an Exhibition of Industry and the Arts, but this time its announcement on 7 February 1881 specified that it would only consider

la Exposición Nacional de Bellas Artes el 21 de mayo de 1887 y actualmente es sede del Museo de Ciencias Naturales, donde mantiene una posición dominante sobre el paseo de la Castellana, con «un delicioso square», una cascada y un lago que daban al conjunto un aspecto muy semejante al de otros edificios de exposiciones contemporáneos, como comentaba entonces la prensa. En ellos el hierro se fue ocultando tras una obra de fábrica hasta adivinarse tan sólo en la cúpula o en algún elemento dominante, como en el caso que nos ocupa. Con todo, la obra metálica interior es muy importante y su construcción fue obra de la misma empresa belga que había construido el puente internacional de Tuy, según se dijo en otro capítulo, esto es, de la Société Anonyme International de Construction et Entreprise de Travaux Publics de Braine-Le-Compte.

Antes de que se inaugurara aquel palacio de exposiciones, en los jardines del Retiro de Madrid se levantaron otros pabellones con motivo de la Exposición de Minería, Artes Metalúrgicas, Cerámica y Cristalería, de 1883. De todos ellos, sólo queda en pie el que hoy llamamos Palacio de Velázquez por haber sido Ricardo Velázquez Bosco su autor, sin duda uno de los arquitectos españoles más notables del siglo XIX. Es un palacio de exposiciones de gran interés aunque de modestas dimensiones como todo lo nuestro, en el que Velázquez utilizó una envoltura de fábrica de ladrillo tratada al modo tradicional, con entrada porticada muy bien compuesta, pero cuyo interior recibe luz cenital merced a la estructura metálica de apoyos de fundición y cubierta cerrada con vidrio. Tiene a mi juicio la singularidad de destacar el eje principal con una fórmula semicilíndrica en la que se percibe el eco de la solución de Paxton en Londres. Su concepción inicial como pabellón de la Exposición de Minería se hizo teniendo en cuenta su posterior utilización como pabellón permanente de exposiciones artísticas; de ahí el peso de la parte arquitectónica, de la decoración de su fachada, con relieves referidos a la Minería y a las Bellas Artes, además de otros que representan bustos de artistas españoles, y la decoración cerámica realizada por Germán y Daniel Zuloaga que parece añadida algo después.

En estos mismos jardines, que fueron testigo de un gran número de exposiciones, se organizó la llamada «de Filipinas», en 1887. Además de aprovechar para ella algunos pabellones de anteriores muestras, el arquitecto Ricardo Velázquez recibió el encargo de proyectar el más importante de todos ellos, el que conocemos como Palacio de Cristal, con un lago artificial y una rocosa cueva

projects by Spanish architects. The winning project was by architect Fernando de la Torre, who worked in tandem with builder Federico Villalba. The building was inaugurated along with the National Exhibition of Fine Arts on 21 May 1887. This building is now the Museum of Natural Science, which looks out over the Paseo de la Castellana, with what the press of the time called a “delightful square,” a waterfall and lake that gave an overall appearance very similar to other contemporaneous exposition buildings. In such buildings, iron was hidden behind a masonry structure until only the dome and any other dominant metal element was visible, and that is the case of this building as well. Nevertheless, its interior metalwork is very important and its construction was later said to have been carried out by the same Belgian company that built the international bridge at Tuy: the Société Anonyme International de Construction et Entreprise de Travaux Publics de Braine-Le-Compte.

Before that exhibition palace was inaugurated, other pavilions were erected at Madrid’s Retiro Park on the occasion of the Exhibition of Mining, Metalworking, Ceramics and Glassware, in 1883. Of these, only the building now called Palacio de Velázquez remains. Its name comes from its designer, architect Ricardo Velázquez Bosco, who was unquestionably one of the most remarkable Spanish architects of the nineteenth century. It is a very interesting exhibition palace even though, like all our works of this sort, its dimensions are quite modest. In it, Velázquez used brick walls treated in traditional fashion, with a very well composed portico. But inside, it receives light from above, thanks to its metal structure of cast-iron supports and its glass roof. In my opinion, it is singular in its emphasis of the main axis with a semi-cylindrical formula that seems to echo Paxton’s design in London. Its initial conception as a pavilion for the Mining Exhibition already foresaw its later use as a permanent showroom for art exhibitions.



que recrean una naturaleza pintoresca y atractiva ante él, sin duda la mejor obra de hierro y cristal con la que cuenta nuestro país. En realidad, se trataba de elevar una suerte de pabellón-estufa, pues su destino era mantener vivas durante la exposición las plantas y flores procedentes de Filipinas, dispuestas en torno a un estanque que con varios surtidores aseguraba la humedad en el interior. Toda la estructura es de hierro, excepto el rotundo pórtico con cuatro columnas *in antis* de orden jónico. Dicha estructura fue montada y construida por los talleres de Bernardo Asins, de Madrid, con piezas procedentes de la fundición de Antonio Millán y Cía., de Bilbao. Bernardo Asins había

El Palacio de Cristal en el parque del Retiro, en Madrid, de Ricardo Velázquez Bosco para la Exposición sobre las islas Filipinas de 1887

aprendido el oficio de forjador en París y, más tarde, se estableció en Madrid donde llegó a estar al servicio de la Casa Real y a realizar las obras más refinadas de su tiempo para los clientes más notables, desde el edificio del Senado hasta el del Banco de España, colaborando además con frecuencia en las obras del arquitecto Velázquez Bosco.

En el Palacio de Cristal montó los dos mil quinientos metros de placas de vidrio que cierran la estructura metálica, dando cuerpo a una composición volumétrica de fuerte expresión arquitectónica, muy alejada de la consideración de mero invernadero que por entonces tenían otras construcciones análogas contemporáneas, ya sean los invernaderos de Palm House, en Kew Gardens (Inglaterra) o los de Laeken (Bélgica), verdaderamente espectaculares en su tamaño y desarrollo pero al margen de la arquitectura, es decir, todo lo contrario a lo que Velázquez buscó en su Palacio de Cristal, al que quiso someter a la disciplina de la historia en su planta y alzado.

También en los jardines del Retiro, y no muy lejos del Palacio de Cristal, se llegó a montar la estufa, o invernadero, del marqués de Salamanca, construida en hierro y cristal por los talleres de Konnan de Londres, trasladado hasta aquí en 1878 procedente de su palacio en el paseo de Recoletos y derribado hacia 1914, destruyéndose así una obra que en su tiempo había costado unos setecientos mil reales.

El jardín como receptor de estructuras férricas de carácter ligero volvemos a encontrarlo en el Parque de la Ciudadela de Barcelona, cuya ordenación corrió a cargo del maestro de obras José Fontseré. Interesa ahora mencionar el Invernáculo y el Umbráculo construidos entre 1883 y 1887, en vísperas de la Exposición de 1888 que, junto con el Museo Martorell de Geología forman un grupo de construcciones «científicas» de gran interés. El Umbráculo resulta difícil de definir dentro de la familia de los pabellones de los jardines botánicos y similares cuya misión es proporcionar sombra matizada a determinadas plantas que no pueden recibir la agresión de la luz solar. El de la Ciudadela barcelonesa, sobre una superficie de algo más de mil trescientos metros cuadrados, viene a ser un edificio de cinco naves de interesante estructura metálica sobre treinta y dos columnas de fundición y armadura escalonada de perfil curvo, semicilíndrica la de la nave central y con perfil de cuarto de círculo las laterales sobre las que corren listones de madera a modo de grandes persianas. La obra pasó por varias manos, pues el proyecto inicial de Fontseré (1883) fue adaptado para salón

That explains the weight of its architectural part and the decoration of its façade with reliefs referring to Mining and the Fine Arts, as well as reliefs with busts of Spanish artists and a ceramic decoration by Germán and Daniel Zuloaga, which appears to have been added at a later date.

The same park hosted numerous exhibitions, including the Philippines Exhibition of 1887. Not only were some pavilions from earlier exhibitions used for this; architect Ricardo Velázquez was also commissioned to design the most important of all, which we now know as the Crystal Palace, with an artificial lake and a rocky cave intended as an attractive and picturesque recreation of "Nature." This is undoubtedly the largest work of iron and glass in Spain, and is actually a sort of pavilion-hothouse, as it was supposed to insure that the plants and flowers brought from the Philippines would stay alive for the duration of the exhibition. They were arranged around a small pond fitted with fountains to insure the humidity inside the palace. The entire structure is of iron except the powerful portico with four freestanding Ionic columns in front. The structure was assembled and constructed by Bernardo Asins of Madrid with pieces from the Antonio Millán y Cía. Foundry in Bilbao. Bernardo Asins had learned to forge iron in Paris before settling in Madrid, where he worked for the Royal Family, making the finest works of his time for the most notable clients, from the Senate to the Bank of Spain. He frequently collaborated on works by architect Velázquez Bosco.

In the Retiro's Crystal Palace, he erected the two thousand five hundred square meters of glass that enclose the metal structure with a volumetric composition whose expression is highly architectural. As such, this structure could hardly be considered a mere greenhouse like other analogous constructions from that time, including the Palm House greenhouses at Kew Gardens (England) or those of Laeken (Belgium),



Umbráculo del Parque de La Ciudadela, en Barcelona, 1883-84, de José Amargós

Interior del Umbráculo del Parque de La Ciudadela

which are truly spectacular for their size and development, but outside the realm of architecture. That is the opposite of what Velázquez sought in his Crystal Palace, which he chose to subject to the discipline of history in both its floor plan and its elevation.

Not far from the Crystal Palace, in the same park, the Marquis of Salamanca's greenhouse was also erected. Built of iron and glass by the London-based firm of Konnan, it was first erected at the Marquis' palace on the Paseo de Recoletos. In 1878, it was moved to the Retiro Park, only to be demolished in 1914. That was the end of a work that had cost some seven hundred thousand reales in its day.

Another garden that became a home to light iron structures was the Parque de la Ciudadela in Barcelona. The contest to design this park was won by master builder, José Fontseré and it is worth mentioning his Invernáculo ("greenhouse") and Umbráculo ("Shade house"), which were built between 1883 and 1887 on the eve of the Exhibition of 1888. Along with the Martorell Museum of Geology, these two structures form a group of "scientific" constructions of great interest. In botanical, and other similar gardens, a *shade house* is a pavilion whose mission is to offer nuanced shade to those plants unable to resist direct sunlight. In Barcelona's Ciudadela Park, this shade house has a surface area of more than one thousand three hundred square meters. Its five naves have an interesting metal structure based on thirty-two cast-iron columns and a stepped framework with a curved silhouette that varies from a half-circle over the central nave, to a quarter-circle profile on the lateral naves. This curved structure is covered with wooden slats that work like giant Persian blinds. This work passed through various hands, beginning as a project by Fontseré (1883). In 1886, it was adapted to use as a conference hall by architect Gustá y Bondía. Finally, architect José Amargós drew up a project under the direction of Elías Rogent (1887-1888) to return it to its original use as a shade house

de conferencias en 1886 por el arquitecto Gustá y Bondía, para construirse finalmente, retomando la intención original de destinar el edificio a umbráculo para plantas, según un proyecto del arquitecto José Amargós, bajo la dirección de Elías Rogent (1887-1888), quien era entonces director de la Escuela de Arquitectura de Barcelona. Creo que en el Umbráculo hay también un recuerdo lejano de la forma curva de la nave mayor del Crystal Palace, si bien aquí emerge tras unas fachadas de ladrillo en esa retirada progresiva que el hierro fue conociendo con el paso de los años, afectado su uso por cierto complejo vergonzante incluso en construcciones de este tipo. Muy cerca del Umbráculo se alza el Invernáculo, nombre con el que se conoce al invernadero que por las mismas fechas también hizo José Amargós. Se trata de un grato edificio, pese a su aspecto industrial, en el que una cubierta a dos aguas en hierro y cristal permite el paso de la luz al interior, creando una atmósfera de bienaventurada armonía, en la línea de lo sostenido por Dostoievski y muy lejos de la angustia que despiertan las páginas del *Invernáculo*, del escritor británico Brian Aldiss.





Todos los jardines contaron con invernaderos de madera y cristal hasta que, en el siglo XIX, se descubrieron las ventajas del hierro y se fueron sustituyendo las viejas carpinterías de madera por las nuevas metálicas. Sin embargo, este proceso planteó entre nosotros serios problemas en sus comienzos si el invernadero en cuestión presentaba alguna dificultad por su tamaño o diseño, debido a la falta de experiencia, así como a la ausencia de materiales apropiados para este tipo de obras. Esto es lo que ocurrió en el Jardín Botánico de Valencia que en el siglo XIX conoció un notable crecimiento cuantitativo y cualitativo, en especial bajo la dirección de José Pizcueta, catedrático y rector de la Universidad Literaria de Valencia, de la que dependía el Botánico. A él se debe la iniciativa de construir una nueva Estufa de hierro y cristal, pues se perdían muchas especies exóticas debido a la dificultad para mantener el calor en los invernáculos de madera. El proyecto se encargó en 1859 al arquitecto Sebastián Monleón quien, por entonces, terminaba la plaza de toros de Valencia inaugurada en 1860, donde también utilizó el hierro. La Estufa es de pared, es decir, consiste en una armadura cuyo perfil curvo, de un radio aproximado de nueve metros, se apoya en un muro vertical. Cuenta además con dos pasos exteriores a distinta altura para atender su mantenimiento. Se concluyó en 1862, no sin conocer muchos aprietos y vicisitudes para la obtención del hierro, según recogió al año siguiente José Pizcueta en una memoria dirigida al ministro de Fomento: «Preciso era ya estudiar el hierro que debía emplearse, y al objeto se pidieron presupuestos a varias fábricas de España y del Extranjero [...]. Las fábricas de nuestro país no acostumbradas a esta clase de obras, no tenían existencias de las clases que necesitábamos, ni aparatos para construir las. Las de Francia nos presentaron varios proyectos, mas todos caros y muy superiores a los fondos con que podíamos contar. Citaré algunos: Gandillot; Jaubert et Guillemot; Desfonges et Buisson, fueron los que se consultaron en París y todos nos lo ofrecían desde diez mil a trece mil francos [...] En una fábrica de Inglaterra nos pidieron ciento veinte mil reales». Luego intentó conseguirlo en Trubia, Barcelona y Málaga, hasta que en Bilbao encontró un proveedor que se comprometía a hacer los hierros en T con las características exigidas por el diseño de la estufa, si bien fue el cerrajero valenciano Francisco Seytre quien finalmente dio la forma curva a las piezas llegadas desde Vizcaya y montó el invernadero entre junio y septiembre de 1861. Análogas peripecias se vivieron para conseguir los cuatrocientos sesenta y cinco metros

◀ Invernáculo del Parque de La Ciudadela, en Barcelona, 1883-84, de José Amargós

for plants. At the time, Rogent was director of the School of Architecture in Barcelona. I believe the Umbráculo distantly recalls the curved shape of the Crystal Palace's main nave, though here it emerges behind brick walls in that progressive retirement of iron that was carried out over the years with a certain degree of shame, even in constructions of this sort. Very close to the Umbráculo was the Invernáculo, as they called this greenhouse that was also made by José Amargós around the same time. It is a pleasing building despite its initial industrial appearance. Its gabled iron and glass roof lets light in, creating an atmosphere of harmonious wellbeing of the sort described by Dostoyevsky, very far from the anguish produced by the pages of British writer Brian Aldiss's *Hothouse*.

All gardens had wood-and-glass greenhouses until the advantages of iron were discovered in the nineteenth century and the old wooden structures began to be replaced by new metal ones. There were, however, serious problems at the beginning because we had neither enough experience nor the appropriate materials for this kind of construction when the greenhouse's size or layout involved any sort of complexities. That is what happened at Valencia's Botanical Gardens, which grew considerably in both quantity and quality during the nineteenth century—especially under the direction of José Pizcueta. The latter was professor and rector of the Universidad Literaria, the institution responsible for the Botanical Gardens, and he sought to build a new iron-and-glass greenhouse because many of the exotic species he was attempting to acclimatize were dying for lack of heat in the wooden greenhouses. Architect Sebastián Monleón was commissioned for this job in 1859, while he was finishing the bullring in Valencia. This bullring inaugurated in 1860 also used iron. Monleón's greenhouse is walled, which means that it has a curved framework with a radius of almost nine meters resting on a vertical wall, with two outer

cuadrados de cristal, para los que se pidieron precios a París, Bélgica, Cartagena y Avilés, contrayendo por fin el pedido con la firma La Coruñesa, naturalmente, de La Coruña.

Años más tarde, en 1897, el arquitecto Arturo Mélida proyectó en Madrid el Umbráculo para el Jardín Botánico de Valencia, cuya inauguración tuvo lugar en 1900. Mélida había utilizado con frecuencia el hierro visto, como en la bellísima sala de modelado de la Escuela de Artes Industriales de Toledo (1882), tratada como una verdadera estufa en hierro y cristal que, apoyada en un muro de la escuela y orientada al mediodía sobre un jardín, pasaría por verdadera estufa. En la memoria que acompaña al proyecto del Umbráculo valenciano se resume la estructura metálica concebida por Mélida, quien la veía como un «costillaje que sirve de apoyo a un caparazón de toldos, sobre cuyo costillaje, a modo de espinazo, es necesario un paso para hacer funcionar los toldos, ya plegándolos por la noche o tendiéndolos a las horas de sol». Sus dimensiones son modestas, veintiocho metros de largo por veinte de ancho, y el espacio resultante se cubre con una sencilla armadura metálica semicilíndrica sobre cuchillos a modo de carena ferroviaria, montada sobre pilares que alternativamente eran de ladrillo y hierro. Conserva algunos detalles decorativos, como las palmetas neogriegas, también en hierro, que se identifican prontamente con el gusto de Mélida, o la colección de ánforas en serie que coinciden con los ejes compositivos del faldón de la fachada. Tanto la Estufa como el Umbráculo fueron objeto de una paciente restauración llevada a cabo hacia 1990, después de sufrir muchos años de abandono.

De las virtudes del palacio de cristal, como la ligereza, la luminosidad, la transparencia y la economía participaron en mayor o menor medida los viejos modelos edilicios que habían tenido que hacer frente a las exigencias constructivas, con todas las limitaciones y el costo que implicaba el uso de métodos y materiales apropiados. Pero ahora el empleo del hierro, y muy especialmente de las columnas de fundición que conformaban los comentados pórticos o *pans de fer*, permitió dotar a la arquitectura tradicional de una diafanidad hasta entonces desconocida, facilitando la visibilidad y transparencia en los edificios públicos, ya fueran bancos o bibliotecas pero, sobre todo, en los de espectáculos, pues gracias a la delgadez de las columnas de hierro de palcos y gradas, los teatros, las plazas de toros, los circos estables, los frontones, etcétera, reducían al máximo los ángulos muertos. Así sucedió en los teatros de la Comedia (1875) y de la Princesa o de María

Umbráculo del Jardín Botánico, en Valencia, proyectado en 1897 por Arturo Mélida Alinar, se inauguró en 1900

walkways for maintenance use. It was finished in 1862, after numerous difficulties and vicissitudes in obtaining the iron. José Pizcueta made this clear the following year in a report to the Minister of Development: "It was necessary to study what kind of iron should be used, and thus estimates were requested of various Spanish and Foreign factories... The factories in our country are unaccustomed to this sort of work and had neither the needed materials nor the machines for manufacturing them. The ones in France presented various projects, but all were expensive and vastly exceeded the funds at our disposition. To mention a few: Gandillot: Jaubert et Guilleminot; Desfonges et Buisson, were the Parisian firms consulted and all brought in estimates between ten thousand and thirteen thousand francs... A factory in England asked one hundred twenty thousand reales..." Pizcueta then tried Trubia, Barcelona and Malaga before he located a supplier in Bilbao willing to make tee-beams with the characteristics required by the greenhouse's design. Still, it was the Valencian metalworker, Francisco Seytre who finally gave the pieces sent from Bilbao their curved form and actually erected the greenhouse between June and September 1861. Finding the four hundred seventy-five square meters of glass was equally difficult, and prices were consulted in Paris, Belgium, Cartagena and Avilés before the glass was finally ordered from the La Coruñesa Company which, as its name implies, was in La Coruña.

Years later, in 1897, the architect Arturo Mélida designed the shade house for Valencia's Botanical Garden, and it was inaugurated in 1900. Mélida had frequently employed visible iron, including his beautiful sculpture studio at the School of Industrial Arts in Toledo (1882), which was approached like a veritable iron-and-glass greenhouse. Resting on one of the school's walls and facing south across a garden, it could easily be taken for a greenhouse. In the report that accompanied Mélida's project for the Valencian shade house he describes his





Guerrero (1885), en Madrid, o en las plazas de toros, que se hicieron más elegantes si cabe con los balcones o palcos de dos pisos, como La Malagueta (1874-1875), en Málaga, proyectada por Joaquín Rucoba, cuyas piezas metálicas se hicieron en Masnou (Barcelona), o la llamada de La Glorieta, en Salamanca (1893), obra de Cecilio González, que cuenta además con la singularidad de mostrar la misma estructura metálica de los palcos en los corredores de su anillo exterior. Del hierro se beneficiaron igualmente los desaparecidos teatros-circo, como el Price, en Madrid (1880), de Ortiz de Villajos, o el de la Gran Vía, de Bilbao (1883-1885), obra también del citado Joaquín Rucoba. Caso aparte es el desaparecido teatro Pignatelli de Zaragoza (1878), obra del arquitecto Félix Navarro que, a mi juicio, fue el que más se arriesgó en la identificación con el hierro como estructura, forma y expresión, dentro de la arquitectura teatral española. Fue probablemente la férrea imagen de este teatro la que coadyuvó a su derribo en 1915, para ceder el solar del paseo de la Independencia, donde se erigía, al futuro edificio de Correos y Telégrafos. Atrás quedaron los usos múltiples que tuvo el Pignatelli pues, además de teatro, sirvió de sala de conciertos por donde pasaron, entre otros, Tomás Bretón y el zaragozano Julián Romea. Su imagen exterior ofrecía el aspecto de un imponente mercado en el que se diferenciaba bien la cubierta de la sala, de aquella que correspondía al telar del teatro, mientras que en su interior llamaba la atención la diafanidad alcanzada gracias a la delgadez de los apoyos en los que descansaba la cubierta que cubría el patio de butacas. Creo que nunca se llegó a tanto entre nosotros en un edificio de estas características. Lo que sí quedó para siempre fue el empleo del hierro en los nuevos teatros así como en la remodelación de los antiguos, pues hacía posible ver mejor la escena desde los palcos o desde los asientos del paraíso. Además, su uso en este tipo de edificios entrañaba grandes ventajas, por ejemplo en la elaboración de la estructura oculta que permite el vuelo de los palcos, en la cubrición de la sala o del telar o en la fabricación del telón metálico o de fuego. Pero sus ejemplos se escapan de la intención de estas páginas.

De todos los edificios para espectáculos públicos que podrían citarse en los que se hizo uso del hierro hay uno que recogió los mejores frutos: el frontón, sede del juego de la pelota vasca. Éste, en su forma más sencilla, había consistido en un simple muro o frontis a cielo abierto hasta que aparecieron las llamadas pared izquierda, origen del denominado juego indirecto, y pared posterior

◁ Dependencia del área de estadística en la planta baja del ala del paseo del Prado, de la sede del Banco de España en Madrid

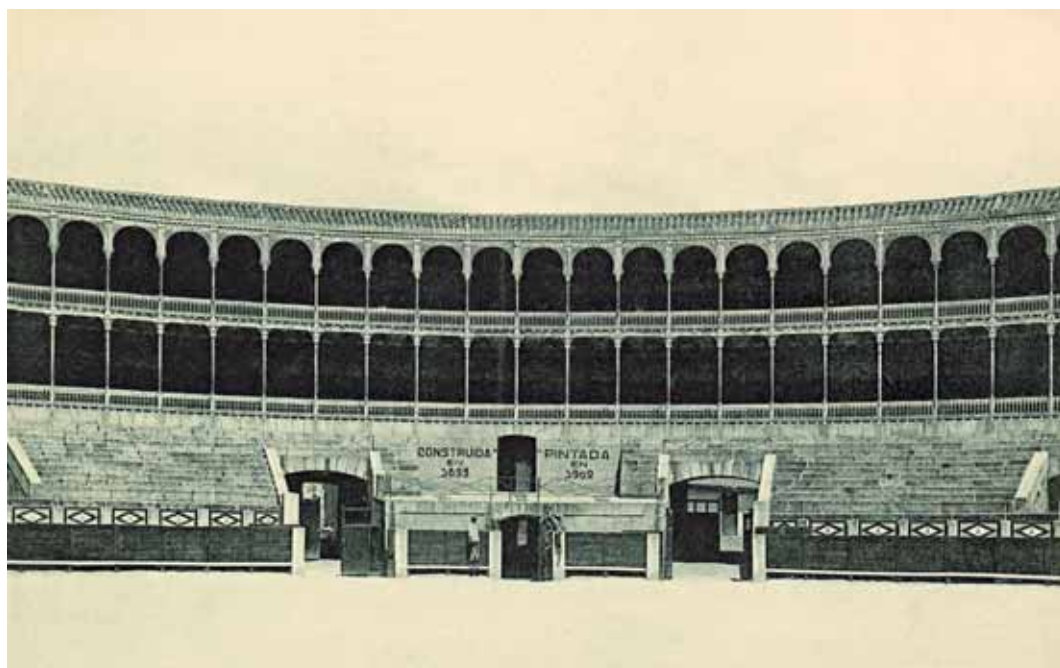
metal structure as a “ribcage that serves to hold a shell of awnings. This ribcage needs a sort of backbone walkway from which to handle the awnings, either rolling them up at night, or unrolling them during the hours of sunshine.” Its dimensions are modest, with a length of twenty-eight meters and a width of twenty. The resulting surface area is covered with a straightforward semi-cylindrical metal framework on trusses like a train station roof, mounted on pillars that alternated between brick and iron. It still has some of the decorative details, also made of iron, such as the neo-Grecian canes that are immediately identifiable with Mélida’s taste, as well as a series of urns that coincide with the compositional axes of the building’s skirting. Both the greenhouse and the shade house were patiently restored around 1999 following many years of neglect.

The virtues of the crystal palaces, such as lightness, luminosity, transparency and economy, were only available to a limited degree in older building models, which had to create the required structures despite the limitations and cost of building methods and materials. Now, however, the use of iron, especially cast-iron columns as part of the previously mentioned *pans de fer*, made it possible to give traditional architecture an openness that would previously have been inconceivable, increasing visibility and transparency in public buildings such as banks and libraries, and even more so in those intended for performances. Thanks to the slenderness of iron supports, theaters, bullrings, stable circuses, *pelota* courts and similar buildings reduced the number of blind spots to a minimum. That is what happened in Madrid’s Teatro de la Comedia (1875), Teatro de la Princesa and Teatro María Guerrero (1885); and in bullrings, which became even more elegant, with two-story balconies or boxes, including Joaquín Rucoba’s design for La Malagueta (1874-1875) in Malaga, whose pieces were manufactured in Masnou (Barcelona); and the La Glorieta Bullring in Salamanca (1893), designed by Cecilio González. The latter has the



Plaza de toros «La Malagueta», en Málaga, de Joaquín Rucoba, 1876

Interior de la plaza de toros «La Glorieta», en Salamanca, de Cecilio González, 1893



peculiarity of displaying the same metal structure that bears its boxes in the corridors of its outer ring. Iron also benefited Ortíz de Villajos' Price Circus theater in Madrid (1880) and the gran Vía Circus theater in Bilbao (1883-1885), also by Joaquín Rucoba. Both are now lost, as is architect Félix Navarro's Teatro Pignatelli in Saragossa (1878), which I consider the Spanish theater that most boldly identified itself with iron in its structure, form and expression. It is extremely probable that its iron image is precisely what contributed to its demolition in 1915, when its location on the Paseo de la Independencia was ceded to the future Post and Telegraph building. That was the end of the multiple uses of the Pignatelli, which was not only a theater but also a concert hall frequented by such figures as Tomás Bretón or the Saragossan, Julián Romea, among others. From the outside, this theater looked like an imposing market, with a roof that clearly differentiated between the hall and the stage and backstage areas. Inside, its openness was striking, thanks to the slender supports bearing the ceiling over the stalls. I don't think any other Spanish building of these characteristics went so far. What did last, though, was the use of iron in new theaters, and in the remodeling of old ones. Iron improved the view of the stage from the boxes and from the gallery, not to mention its structural advantages, including the hidden structure that made cantilevered boxes possible, the roof over the hall, or over the stage and backstage areas, and even the metal or fire curtain. Examples of all this lie outside the scope of the present pages however.

Of all the buildings for public events that could be mentioned here, there is one type that most benefited from the advent of iron, and were very different before and after it. I am referring to the Frontón, the court—later a sort of stadium—where the game of *Pelota Vasca* is played. The most unassuming version of a pelota court consisted of a simple wall or façade under an open sky. Later, the so-called

o de «rebote». Constituida así la cancha, que podrá tener una longitud de entre treinta y seis y cincuenta metros, según se juegue al frontón corto o largo, había que resolver la contracancha, o cuarto lado del frontón, donde se sitúan árbitros, entrenadores y público. Este último permanecía de pie en los primeros tiempos pero también en los frontones modestos. Más tarde se le ubicó en una suerte de tablado de madera hasta que, ya en el siglo XIX, se incorporaron al frontón unos palcos o balcones de dos y tres alturas por encima de un graderío bajo, ante el que se dispuso una zona despejada de respeto que ocupan los árbitros y los llamados «botilleros», encargados de preparar y aconsejar a sus pelotaris. Surgieron entonces los grandes frontones con nombres repetidos como Beti-Jai o Jai-Alai, términos que traducidos del euskera significan «Siempre Fiesta» y «Fiesta Alegre», respectivamente. Los frontones fueron objeto de una cuidada arquitectura, mientras el juego de la pelota vasca se extendía por España y América e, incluso, por Francia e Italia. Los grandes frontones se convirtieron en verdaderas salas de espectáculos desde el momento en que se cubrió la cancha, de modo que se podía celebrar el juego con independencia del tiempo que hiciera. Surgieron entonces edificios de una cierta complejidad, provistos de una gran cubierta de hierro y cristal que hacía del luminoso interior un pequeño palacio de cristal dedicado específicamente al frontón. Hoy han desaparecido casi todos estos frontones. Tan sólo resta, a modo de reliquia y en situación de abandono, el Beti-Jai de Madrid (1891), del arquitecto Joaquín Rucoba, con una fachada de fábrica de presentido estilo neomusulmán, muy pintoresco y vago, con algunos detalles decorativos que hacen alusión directa al juego de la pelota. Lo verdaderamente interesante comienza tras su fachada que se trasdosa hacia la amplia cancha como continuación de la pared del frontis. Desde allí se ve el espectacular desarrollo en hierro de las cinco alturas que correspondían a plateas, palcos, sobrepalcos, galería y graderío bajo. Su disposición es anómala pues la planta en curva de la contracancha llega hasta encontrarse con la pared de rebote, apartándose así de la común solución en paralelo a la pared izquierda, pues esto permitía aumentar el número de localidades. Este hecho debió de impedir que el frontón se cubriera, pues no todos lo estuvieron, como sucedió en el caso del Beti-Jai de San Sebastián (1893), del arquitecto municipal José Goicoa, al que Jesús María Arozamena llamó la «catedral» del juego de pelota vasca en su *Biografía sentimental de una ciudad*. El número de frontones con que contó San Sebastián animó al propietario del Beti-Jai a destinarlo a teatro circo, lo que

“left wall appeared, allowing what is called indirect playing, along with the rear or “rebound” wall. A court like this could be anywhere from thirty-six to fifty meters long, depending on whether it was for short or long-wall playing. It thus became necessary to resolve the question of the counter-court or fourth side, where referees, coaches and audience were placed. At first, and in modest courts, the audience stood, but later a sort of wooden deck was organized. Finally, in the nineteenth century, two or three stories of boxes or balconies were added above the bottom bleachers, with an open area in the front for the referees and so-called “botilleros” who coach their players. That was the beginning of the stadiums with repeated names such as Beti-Jai or Jai-Alai which, in the Basque language mean “Always Fiesta” or “Merry Fiesta,” respectively. These courts were the object of careful architecture and pelota games spread around Spain and America, as well as France and Italy. The large pelota courts became true stadiums when the courts were covered so that playing could be done in any weather. That is when buildings of a certain complexity arose, with large iron and glass roofs that made the luminous interiors into small crystal palaces specifically designed for the pelota courts. Almost all are now gone, except for the remains of the now vulnerable Beti-Jai court in Madrid (1891). This work by architect Joaquín Rucoba has a masonry façade of very picturesque and vague nascent neo-Muslim style with some decorative details that allude directly to the game of *Pelota Basca*. What is truly interesting lies behind this façade, which runs back toward the broad court as a continuation of the front wall. From there, one can see the spectacular iron development of its five stories, which bore stalls, boxes, upper boxes and a gallery. These extend over the seating on the lowest level. This layout is anomalous as the curved floor plan of the counter-court actually reaches as far as the rebound wall. This differs

prueba la versatilidad de estas estructuras férreas que, como en otros casos, desapareció tras un incendio en 1913. Pero aquel declive no se debía tanto a la falta de afición o a la reñida competencia como al serio inconveniente de que fuera un frontón descubierto. Por ello, en 1905 se inauguraba en San Sebastián el Jai-Alai Moderno protegido con una luminosa armadura de hierro y cristal y una contracancha de tres alturas en hierro de las cuales la más elevada acogía un importante graderío de gran pendiente. Su capacidad era de unos mil espectadores, prácticamente los mismos que cabían en el Beti-Jai, pero al abrigo del frío y de la lluvia, si bien el Jai-Alai sucumbió igualmente en un incendio, ocurrido en 1933 durante la celebración de un partido de pelota.

Muy semejante al anterior fue el frontón bilbaíno Euskalduna (1895) de análoga cubierta aunque de más equilibrado reparto en las tres alturas de sus palcos. Su vida fue también relativamente corta porque fue destruido en 1937 y, aunque reconstruido, luego se cerró definitivamente veinte años más tarde.

Frontones de este tipo y de estos años los encontramos en varias ciudades, como en Pamplona donde, en 1909, se inauguró el Euskal-Jai o Frontón Moderno, llamado así por su condición de frontón cubierto. La contracancha era de estructura metálica, de tres pisos y de poco fondo, pues tenía una capacidad para poco más de setecientas entradas distribuidas del siguiente modo: trescientas sesenta y una entradas de cancha, es decir, en el piso de juego pero bajo la estructura metálica porque no había espacio para sillas fuera de ella, aunque en ocasiones se tolerara que una fila invadiera la zona muerta de jueces y botilleros; ciento sesenta y dos entradas de palco, o primer piso; y doscientas de galería, que es el nombre con el que se conocía el piso alto.

En 1912 se inauguraba, con la actuación de la banda del Regimiento de Bailén y un primer partido de pelota a cesta y remonte, el nuevo frontón de Logroño que venía a sustituir al entrañable Frontón Logroñés y, por lo dicho hasta aquí y conociendo el nombre del nuevo Beti-Jai, ya cabe esperar que se trataba de un frontón cubierto de moderna disposición e importante contracancha. Tenía tres alturas de estructura metálica cuyas entradas variaban desde las tres pesetas de las sillas de cancha y palcos, hasta los setenta y cinco céntimos de la galería. El edificio, de exterior sobrio y casi industrial, con algún guiño modernista, fue proyectado por el arquitecto provincial Agustín Cadarso.

from the common solution that parallels the left wall, as it allowed for a greater number of seats. That must have impeded the construction of a roof over the court and, in fact, not all courts were covered, including the one in San Sebastian also called Beti-Jai (1893). The latter, designed by municipal architect José Goicoa, was called the “cathedral” of *pelota* playing by Jesús María Arozamena in his *Biografía sentimental de una ciudad* (“Sentimental Biography of a City”). The number of *pelota* courts in San Sebastian led the owner of Beti-Jai to turn it into a circus theater, which goes to show how versatile these iron structures really were. As in other cases, this one burned down in 1913. But its decline was not so much a matter of waning interest on the part of the fans, or excessively stiff competition, but rather a result of its most serious drawback: it didn’t have a roof. In 1905, the Jai-Alai Moderno *pelota* court opened in San Sebastian under a luminous iron and glass structure with a three-story counter-court, the highest level of which held large and very steep bleachers. This court had room for one thousand spectators, which is just about the same number capacity as the Beti-Jai, but sheltered from the cold and rain. All the same, the Jai-Alai also burned down, during a *pelota* game in 1933.

The Euskalduna *pelota* court (1895) in Bilbao was very similar, with the same sort of roof but a more balanced seating arrangement in its three stories of boxes. It, too, had a relatively short life, as it was destroyed in 1937. Though it was later rebuilt, it closed forever twenty years later.

Pelota courts of this type appeared in various cities in those years, including Pamplona, where, in 1909, the Euskal-Jai opened. It was also called the Modern *Pelota* Court because it was enclosed. Its shallow, three-story counter-court had a metal structure with a capacity for just over seven hundred spectators, distributed in the following manner: three



Interior del Nuevo Frontón Euskal Jai o Frontón Moderno, en Pamplona, 1909

Interior del Frontón Barcelonés, en Barcelona, de Enrique Sagnier, 1896



hundred sixty-one stall seats at court level beneath the metal structure. There was no room for seats closer to the court, although one row of chairs in the area reserved for judges and coaches was sometimes tolerated; one hundred sixty-two box, or second-level seats, and two hundred in the gallery, as the top level was called.

In 1912, a performance by the military band of the Bailén Regiment and a first game of pelota marked the inauguration of a new court in Logroño, which replaced the much-loved Frontón Logroñés. As the new one bore the name *Beti-Jai*, it was to be expected that it would be a covered court with a modern layout including a sizeable counter-court. Its three-story metal structure was accessible at prices that varied from three pesetas for the court-level seats and boxes to seventy-five centimes for the gallery seats. This building, with a sober and almost industrial external appearance, despite some art nouveau touches, was designed by the provincial architect, Agustín Cadarso.

Some of the *pelota* courts that have now disappeared were extraordinarily interesting buildings, including the *Beti-Jai* in Barcelona (1894), and even more so, the Frontón Barcelonés. Designed by architect Enrique Sagnier and built around 1890 on Diputación Street, this court was especially short lived. It was torn down in 1902, putting an end to one of the finest examples of the monumentality achieved by these buildings. Its roof had a forceful presence from the outside of the building, and rather than being gabled, it imitated the curved silhouette of train station roofs. In other words, it was like a colossal greenhouse standing on high stone and brick eclectic-style walls. The entrance was a rotunda with stairs leading to the different levels of the counter-court, which was of iron, like the ones described above. The considerable depth of this counter-court left room for large bleachers outside the metal structure of boxes and a gallery, with elegant porticos whose straight and arched beams brought a special elegance to this interior façade.

Entre los frontones desaparecidos, pero que fueron edificios de un extraordinario interés se encontraban el Beti-Jai (1894) en Barcelona, pero sobre todo el llamado Frontón Barcelonés, según proyecto del arquitecto Enrique Sagnier y construido hacia 1890 en la calle Diputación. Su vida fue especialmente corta, pues se derribó en 1902 perdiéndose con él uno de los mejores ejemplos de la monumentalidad alcanzada por estos edificios. En el exterior destacaba con fuerza la gran cubierta que esta vez no era a dos aguas sino que imitaba el perfil curvo de las carenas de las estaciones de ferrocarril o, dicho de otro modo, semejaba a un colosal invernadero sobre altos muros de piedra y ladrillo de gusto ecléctico. La entrada al frontón se hacía por un cuerpo en rotonda en el que se alojaban las escaleras para acceder a los distintos pisos de la contracancha, de hierro como las anteriormente descritas, de tres alturas y de muy elegante diseño. El gran fondo de la contracancha permitía disponer de un importante graderío fuera de la estructura metálica dominado por los palcos y la galería y provisto de elegantes pórticos cuyas vigas, rectas, rebajadas y en forma de arco respectivamente daban especial elegancia a aquella fachada interior. De este mismo tipo por su tamaño y forma fue el también desaparecido Jai-Alai (1891) de Madrid, en la calle Alfonso XII, con una pobre fachada pero con unas excepcionales cancha y contracancha bajo una cubierta monumental, semicilíndrica, abierta en su espinazo alto con una cumbrera de luz que, con la que entraba por los faldones, garantizaba una iluminación uniforme y matizada que no molestaba ni a pelotaris ni a espectadores.

En resumen, entre los frontones construidos, transformados, desaparecidos y proyectados sumaban un buen número de ejemplos capaz de definir una tipología arquitectónica que cristalizó a finales del siglo XIX de un modo preciso y hoy absolutamente olvidado, tanto que a algunos les sorprendería encontrarlos en ciudades levantinas como Valencia, donde además existe una modalidad local llamada de «pelota valenciana». Pero también aquí se proyectaron frontones para pelota vasca, como el Jai-Alai inmediato a la Alameda y con jardín propio que hizo en 1892 el arquitecto Antonio Ferrer Gómez, en cuya memoria se recogen datos de mucho interés, como el de «haber estudiado las construcciones de esta índole realizadas en distintas poblaciones de España en donde desde hace tiempo existen ya esta clase de edificios y la experiencia ha demostrado que llenan las necesidades» apropiadas a su finalidad. De la lectura de la memoria, pues el frontón no existe, se deduce que tenía una disposición semejante a la del Beti-Jai de Madrid, en lo que hace a la curva de la

Madrid's Jai-Alai (1891) on Alfonso XII Street was of the same type, size and shape. It had a poor façade but an exceptional court and counter-court under a monumental semi-cylindrical roof whose upper ridge bore skylights. These and the light entering through the skirts guaranteed uniform and nuanced illumination that bothered neither the players nor the spectators.

In sum, the constructed, transformed, lost or merely designed *pelota* courts add up to a considerable number of examples defining an architectural *topos* that crystallized at the end of the nineteenth century in a precise manner and is now absolutely forgotten. This is so much the case that many are surprised to find such courts in Mediterranean-coast cities such as Valencia, where there is even a local version of the game called *pelota valenciana*. But courts for the Basque version of the game were also designed there, such as the Jai-Alai built in 1892 by architect Antonio Ferrer Gómez, which stood next to the Poplar Grove and had its own garden. The report on this project offers very interesting information, including the fact of “having studied structures of this sort in different towns around Spain where buildings of this kind have existed for quite some time and experience shows that they meet the needs” for which they were built. This court no longer exists, but its report indicates that its treatment of the counter-court’s curve was similar to that of Madrid’s Beti-Jai. It is interesting to note that it calls the left wall “truss”, and the space between the court and the spectators, “neutral zone”. Of the counter-court’s three levels, the bottom one is called “passageway” or “gallery”; the middle, “boxes”, and the top, *naya*. This top level was terraced and “set up to serve, when need be, the part of the public that attends this sort of entertainment but cannot afford more expensive seating.” In effect, this court was uncovered and its metal structure, whose calculations are given in the report, offered “the best views for the

contracancha. Es interesante comprobar que llama «cuchillo» a la pared izquierda, «zona neutra» a la que queda entre la cancha y los espectadores y da los nombres de «paseo» o «galería» a la planta baja de las tres alturas de que consta la contracancha y que ocupan los espectadores, «palcos» a la segunda altura y «naya» al tercer piso que, a su vez, soportaba una solución aterrizada «dispuesta para servir en casos dados a cierta parte del público que acude a esta clase de espectáculos, y que no puede disfrutar de localidades de gran precio». El frontón era, en efecto, descubierto y su estructura metálica reunía «las mejores condiciones ópticas para el objeto a que está destinado», habiendo sido calculado para dar cabida al nada desdeñable número de seis mil espectadores.

Toda esta serie de obras sin estudiar todavía, e incluso algunas de ellas, por desaparecidas prontamente ni siquiera citadas en la producción de sus autores, llegaron a definir una tipología arquitectónica en la que nuestros arquitectos alcanzaron una sólida experiencia, lo que explicaría por ejemplo los proyectos de frontón hechos por el mencionado arquitecto aragonés Félix Navarro para París, Niza y Biarritz. Por otra parte, la definición tipológica de los frontones cubiertos de hierro permitió abordar las nuevas propuestas en hormigón, como el de Recoletos (1935), en Madrid, una de las obras más notables de nuestra arquitectura del siglo XX, proyectada por un ingeniero, Eduardo Torroja y un arquitecto, Secundino Zuazo. Se cerraba con este frontón el ciclo de madera, hierro y hormigón asociado a esta tipología, pero ni estas circunstancias ni el talento de sus autores fueron suficientes para impedir su demolición en 1973.

structure's purpose," having been calculated for an impressive capacity of six thousand spectators.

This whole series of as yet unstudied structures, some of which disappeared so quickly that they are not even listed among their designers' works, defined an architectural category in which Spanish architects gained solid experience. That explains, for example, the projects for *pelota* courts made by the architect from Aragon, Félix Navarro, for Paris, Nice and Biarritz. Moreover, the typological definition of those iron *pelota* courts made it possible to take on the newer proposals in concrete, such as the Recoletos court (1935) in Madrid, which was one of the most notable works of twentieth-century Spanish architecture, co-designed by engineer Eduardo Torroja and architect Secundino Zuazo. That work closed the cycle of wood, iron and concrete *pelota* courts, but neither those circumstances nor the talent of its designers were enough to prevent its demolition in 1973.



De hierro, no de oro, fue la aurora.

José Luis Borges, *Elegía de la patria*

Los quioscos de música y otros caprichos

Fuera del ámbito industrial, y parafraseando a Borges, puede decirse que el hierro significó una cierta aurora, un verdadero amanecer para la arquitectura que hasta entonces sólo había conocido la madera, la piedra y el ladrillo como materiales de construcción. La aparición del hierro representó un desafío, y fue esta una ocasión para averiguar si los viejos temas arquitectónicos eran susceptibles de traducirse en hierro; para probar las posibilidades de este metal lejos de su propio mundo; para ver hasta qué punto y en qué modo podía convivir el hierro con el hedonismo de la vida burguesa; para probar, en definitiva, si el hierro, que se identificaba con el ruido de la máquina, con el vértigo de los viaductos y con el olor de los mercados era capaz de sobrevivir en el silencio de un jardín, de servir de escenario a la música o de proporcionar reposo y divertimento a los ciudadanos. Ahora no interesa tanto la altura o las luces de los puentes como la tornillería aprovechable de aquellas grandes proezas; no se trata de la admiración sentida ante los arriesgados faros de hierro, ni de la sensación experimentada bajo las colosales armaduras de las estaciones

Of iron, not gold was the dawn.

José Luis Borges, *Elegía de la patria*

Bandstands and other Caprices

Outside the world of industry, we could paraphrase Borges by saying that iron signified a certain dawning, a veritable new beginning for architecture that, until then, had only known wood, stone and brick as construction materials. The appearance of iron was a challenge; it offered a chance to see just how susceptible the age-old architectural themes were to a rendering in iron. This was the moment to explore the possibilities of this metal outside its own world, to see how well, and in what way, iron could coexist with the hedonism of bourgeois life. In short, it was a matter of seeing whether iron, which was identified with the noise of machinery, with the vertigo of viaducts and the smell of markets, was able to survive in the silence



Quiosco en el recinto ferial de Albacete, de Daniel Rubio, 1912

of a garden, to create a setting for music, or to offer rest and entertainment to the citizenry. Here, it's not so much a matter of the height or span of the great bridges, as of how useful their nuts and bolts might be. It's not the admiration for bold iron lighthouses, or the feeling of being under the colossal frameworks of the railway stations; iron wasn't looking to stop us in our tracks, creating distance, but rather to be a subtle music box in the form of a gazebo in the midst of a poplar grove, an aviary in a park, a capricious belvedere for looking at the landscape, an innocent diversion in the form of a slide or, for the most daring, a cable car. If iron had been associated with progress, now it was to be associated with leisure, and that is what will interest us here.

The Dictionary of the Royal Academy of Spain defines the Spanish term *quiosco* as "Kiosk or pavilion in parks or gardens, generally open on the sides. Among other uses, kiosks have traditionally served for the celebration of popular concerts." Thus, while other sorts may exist, the quintessential one is the bandstand. And we might add that the English work, *Kiosk*, has remote origins that transport us to the world of which it is a part, while also evoking that distance. It comes from the French *kiosque*, which is already a symptom offering certain clues, and this in turn comes from the Turkish *köşk* by way of the Persian *košk*, leading us to the Pelvi *kōšk*, which could be translated as *pavilion*. This etymological journey has its uses, because there has always been a sort of Oriental caprice to music gazebos, a certain conceptual correspondence with that world.

Without venturing any farther afield, we can also say that those pavilions of Persian origin are linked to gardens, which are their natural birthplace. We cannot prove it, but we have good reasons to intuit that music could in no way be missing from those gazebos intended to delight the senses. In other words, music alongside the green of

ferroviarias, ni en definitiva de todo aquello que paraliza y distancia, sino, al contrario, de cómo el hierro quiso ser también sutil caja de música en forma de quiosco en medio de una alameda, pajarera en un parque, caprichoso observatorio del paisaje, inocente divertimento en forma de tobogán o, para los más arriesgados, sobre un transbordador aéreo. A la ecuación de hierro y progreso cabría contraponer aquí la de hierro y ocio, a la que dedicamos las siguientes líneas.

El diccionario de la Real Academia Española define el término *quiosco* como: «Templete o pabellón en parques o jardines, generalmente abierto por todos sus lados, que entre otros usos ha servido tradicionalmente para celebrar conciertos populares»; es decir, al margen de que existan otros tipos de quioscos, lo cierto es que el quiosco por definición es el de música. No estaría de más añadir que esta palabra, ya castellanizada como *quiosco*, tiene un remoto origen cuya sola indagación nos sitúa en el mundo al que pertenece y al que evoca pues, viniendo del francés *kiosque*, lo cual ya es un síntoma y proporciona algunas pistas inmediatas, procede a su vez del turco *köşk*, y éste del persa *košk*, y así hasta llegar al pelvi *kōšk* que puede traducirse como *pabellón*. No es inútil este rodeo etimológico porque siempre hubo en los quioscos de

música algo de capricho orientalizante, pues sin hallar en ellos una correspondencia formal con aquel mundo, sí que la había desde el punto de vista conceptual.

Por otra parte, estos pabellones de origen persa, por no llevar la indagación más allá, se vinculan al jardín por ser éste su lugar natural de nacimiento y, sin poder demostrarlo, pero sí intuirlo con fundamento, en estos pabellones de recreo de los sentidos no debió de estar ausente la música. En otras palabras, la música junto al verdor de las plantas, el olor de las flores y el frescor del agua remansada hacían del jardín un verdadero edén o paraíso. Desde el siglo XVIII la cultura occidental interpretó estos pabellones como propios de la tradición turca, tanto que en *L'Encyclopédie* de Diderot y D'Alembert (1751-1780) se dice que *kiosche* es una «palabra turca que quiere decir pabellón», recogiendo de otros autores que «los quioscos son las construcciones más agradables que tienen los turcos», para añadir a continuación algo que importa mucho aquí, esto es, que los quioscos se encuentran a orillas del mar o de los ríos «pero sobre todo en los jardines». Añádase a ello el detalle de que sustancialmente se trata de un salón de recreo, elevado y abierto por todos los lados y tendremos el embrión cierto de nuestros quioscos de música.

Otros autores, por el contrario, veían en China el origen de los quioscos, convicción que se sustentaba tanto en el gran número de representaciones que la pintura nos ha dejado como en la presencia de pabellones “chinescos” en los jardines ingleses, dentro del abanico de variantes que recogieron los tratados del siglo XVIII. Es más, su pintoresca presencia reforzaba la noción del jardín anglo-chino, ya que el quiosco era pieza obligada de su ornato. Pero no hace falta ir tan lejos, pues en los jardines de Aranjuez (Madrid) se conserva el quiosco o pabellón chino que, a finales del siglo XVIII, proyectó el arquitecto Juan de Villanueva para el Jardín del Príncipe. Aunque en verdad su traza tiene poco de oriental, es cierto que el templete de Aranjuez encarna el vivo modelo de aquellos pabellones construidos en madera, pues de madera fueron los primeros y más modestos quioscos de música.

No sabemos cuándo y cómo se produjo el salto diferencial del quiosco de jardín al de música, pero tengo la impresión de que al ser sustituidos los primeros de madera por los nuevos en hierro se perdieron los modelos sobre los que se produjo la evolución. No deja de sorprender que los quioscos férreos más antiguos que conocemos, todos del último cuarto de siglo XIX, aparezcan ya muy

plants, the smell of flowers and the coolness of gentle waters, transformed gardens into a true Eden or paradise. Beginning in the eighteenth century, Western culture thought of those pavilions as part of the Turkish tradition. Indeed, Diderot and D'Alembert's *Encyclopédie* (1751-1780) defined *kiosche* as a “Turkish word meaning pavilion,” quoting other authors' affirmation that “kiosks are the most agreeable constructions the Turks have.” And they add something of fundamental importance here, which is that kiosks are found at the seashore, on the banks of rivers, “but most of all in gardens.” If we add the detail that, in essence, they are recreation rooms that are elevated and open on all sides, then we will have arrived at an embryonic version of our own gazebos or bandstands.

Other authors, however, considered China to be the origin of kiosks, and they were not entirely mistaken, either, as such pavilions are depicted in innumerable paintings, including the “Chinese” pavilions in English gardens, which are just one of many sorts mentioned in eighteenth-century treatises. What's more, their picturesque presence strengthened the notion of an Anglo-Chinese garden, as the kiosk was an obligatory part of its décor. But why go so far? The gardens of Aranjuez (Madrid) still have the eighteenth-century kiosk or Chinese pavilion that architect Juan de Villanueva designed for the Prince's Garden. In fact, its design is hardly Oriental, it is a clear copy of those pavilions made of wood, just as the first and most modest bandstands were also made of wood.

We know neither the date nor the cause of the leap from garden gazebos to bandstands, but I have the impression that the models that could have allowed us to track that evolution disappeared when wooden ones were replaced by newer iron ones. It is still surprising that the oldest known iron kiosks, all from the last quarter of the nineteenth century, are of very evolved shape, with the roof designed in the form of a powerful

evolucionados en cuanto a la forma de la cubierta, concebida como potente tornavoz y con volados aleros para recoger y proyectar el sonido. Esto era absolutamente nuevo, no aparece en los antecedentes citados y caracteriza definitivamente a los quioscos de música.

Por otra parte, el templete o quiosco de música venía a ser un pequeño capricho arquitectónico al margen de la ingeniería y casi de la propia arquitectura, si no fuera porque el nombre de muchos arquitectos municipales aparece vinculados a ellos, obligados por su oficio, al igual que aparece en los mercados municipales en hierro, aunque no siempre fueran ellos sus proyectistas. Prácticamente no aparecen citados los quioscos en ningún tratado importante de arquitectura, muy esporádicamente en los de carpintería metálica y sí en cambio en los de cerrajería, en aquellos que los franceses llaman de *serrurerie d'art*. Ello nos da una idea de su consideración como obra menor, al entender el quiosco de música como un producto fabricado en serie e incluido para su oferta en el catálogo de las casas de fundición y talleres de cerrajería. Si consultamos el «Barberot», que es el más característico ejemplo de aquellos *traités de serrurerie d'art*, encontraremos allí algunas reflexiones que ayudan a completar el cuadro. Escribía Barberot en 1888 que «en nuestros días casi todas las ciudades tienen su quiosco para música; las numerosas sociedades existentes han contribuido poderosamente a difundir el gusto de los conciertos», lo que nos lleva a recordar que el quiosco fue el escenario natural de la banda municipal de música y que la proliferación de éstas coincide y ayuda a su difusión, con el mismo espíritu de emulación que se dio entre las propias bandas.

Aunque existen muchas variantes de quioscos de música, el quiosco-tipo consiste en una sencilla construcción que cuenta con un zócalo de fábrica de un metro o metro y medio de altura, de planta poligonal y casi siempre ochavada, sobre el que se levanta la estructura metálica a base de finas columnillas de fundición que soportan la cubierta con su vuelo correspondiente, resultando el conjunto una obra ligera y diáfana. Sobre este esquema caben múltiples variantes en cuanto al tratamiento de la escalera, de los antepechos, de las columnas de los remates, así como a la incorporación de fuentes, bancos, iluminación, etcétera, si bien eran relativamente sobrios en cuanto a su ornato, donde no faltaba sin embargo el escudo de la ciudad o la lira que tan directamente hace referencia a su función. En casos aislados, como el del quiosco de Briviesca (Burgos), se incorporan notas y pentagramas que calan la chapa de sus arcos de un modo un tanto ingenuo. Pero seguramente no

tornavoz,⁴ with cantilevered eaves to capture and project the sound. This was absolutely new; they do not appear in the earlier kiosks mentioned above but they definitively characterize bandstands.

Moreover, the gazebo or bandstand became a small architectural caprice outside the field of engineering and almost outside that of architecture as well, except for the fact that many municipal architects are associated with them as a result of the posts they held. In that sense, those architects are also often associated with iron municipal markets, even when they may not have designed them. Kiosks are hardly even mentioned in any of the important architecture treatises and only very sporadically in those of metalworking, though they do appear in ironworking manuals, specifically those of ornamental ironworking called *serrurerie d'art* by the French. That gives an idea of just how much they were considered lesser works, for bandstands were considered a product manufactured in series and included in the catalogs of foundries and metalwork shops. In “the Barberot,” which is the most characteristic example of those *traité de serrurerie d'art* (“Treatises on Ornamental Ironworking”) we find some thoughts that complete the picture. In 1888, Barberot wrote that “in our time, almost all cities have a bandstand; the numerous existing societies have made a powerful contribution toward spreading a taste for concerts,” which reminds us that the bandstand was the home stage for the municipal band, whose proliferation favored such structures with the same spirit of emulation present in the bands themselves.

While there is a considerable variety of bandstands, the typical one is a simple structure with a masonry skirting of one to one-and-a-half meters height, with a polygonal—almost always octagonal—floor plan. Its metal structure rises from this base with thin cast-iron columns that hold the roof and its corresponding eaves. The entire structure is a light and airy construction. This scheme permits multiple variations, especially



Quiosco conocido como *Árbol de la Música*, en la Alameda de Cervantes o Dehesa, Soria

ha existido nunca un quiosco tan musical como el llamado «árbol de la música», en la Alameda de Cervantes o Dehesa, en Soria. Era, hasta hace muy poco tiempo, un quiosco armado en el tronco de un olmo que, afectado sin remedio por la grafiosis, se hubo de talar, arrastrando en su caída al quiosco propiamente dicho, cuya estructura metálica era cómplice de la robustez del tronco por el que ascendía la escalera. Por cubierta tenía la frondosa copa del árbol que, sin embargo, no resolvía una de las exigencias básicas del quiosco, esto es, sus buenas condiciones acústicas. Para favorecerlas, se introdujo en ocasiones un techo interior de madera, llegando a crear en los más sofisticados una cámara entre su base y la cubierta, a modo de caja de resonancia.

De los cientos de quioscos que hubo en las ciudades y pueblos españoles, unos han desaparecido, como el de Gijón (1888), en Asturias, de planta hexagonal y proyectado por el arquitecto municipal Rodolfo Ibáñez, y otros se conservan pero habiendo perdido parte de su carácter al eliminarse alguno de sus elementos, como el de Oviedo en el paseo del Bombé (1888), al que se privó del alero sin razón alguna. Su constructor fue el arquitecto municipal Juan Miguel de la Guardia y se fabricó en Mieres, donde debió de hacerse el igualmente asturiano de Avilés (1894), obra de Federico Ureña, de inusual y llamativo remate cupuliforme. Algunos quioscos fueron

the treatment of the stairs, railings, columns and ornamental tops, the inclusion of fountains, benches, lighting and so on. Most, however, were relatively sober in their adornment, though they generally had the coat of arms of their city, or a lyre, that directly alluded to their function. In a few cases, such as the bandstand in Briviesca (Burgos), notes and staves were cut out of the metal of its arches in a rather naïve fashion. But there has certainly never been a bandstand as musical as the so-called “music tree” at the Alameda de Cervantes or Dehesa in Soria. This bandstand, which disappeared very recently, was built in the trunk of an elm tree that, having suffered incurable Dutch elm disease, had to be cut down. This brought down the bandstand as well. Its metal structure was appropriate for the robust trunk of the tree, up which its ladder ran. Its roofing was none other than the lush treetop that, unfortunately, didn’t solve one of the bandstand’s basic demands: good acoustics. In order to improve them, an interior wooden ceiling was sometimes used. This reached such a degree of sophistication that a chamber was created between that ceiling’s base and its roof, creating a resonating space.

Of the hundreds of bandstands in Spanish cities and towns, some have disappeared, like the one in Gijón (1888), Asturias, which had a hexagonal floor plan and had been designed by municipal architect, Rodolfo Ibáñez. Others are still standing, but have partially lost their character due to the removal of some of their elements. That is the case of the Oviedo bandstand on the Paseo del Bombé (1888), whose eaves were removed for no reason at all. It was designed by municipal architect Juan Miguel de la Guardia and manufactured in Mieres, where another Asturian bandstand was probably also made: the one from Avilés (1894), designed by Federico Ureña. This one had an unusual and striking dome-shaped ornamental top. Some bandstands were moved, such as the one that was originally on the Paseo del Espolón in Burgos (1897). This work





PÁGINA ANTERIOR

Quiosco de Avilés, en Asturias, de Federico Ureña, 1894

Quiosco del paseo del Espolón, en Burgos, de Martínez Ruiz, 1897

by Martínez Ruíz is now near that city, in the garden of a hotel on the highway to Madrid. In fact, its original location is now occupied by a modern replica of it. The bandstand that municipal architect Joaquín Odriozola made for Segovia's Plaza Mayor (1897) made a round trip. It was taken apart at a moment when bandstands were considered an indication of provincialism, and then put back together, though its reassembly had little to do with the attitude that led to its construction in the first place. Originally, Odriozola wrote that iron bandstands were present in "many provincial capitals that understand the need to satisfy the demands imposed by the customs of modern life."

Among the most refined bandstands still standing, we should mention the one in the Poplar Grove at Santiago de Compostela (1896), which was also designed by that city's municipal architect, Daniel García Vaamonde. On each of its sides, he added a very delicate solution of arches on lintels and a balustrade of small columns, creating what could be considered a free version of Serlio's openings, all of cast and exquisitely wrought iron, including the lyres mentioned above. It was manufactured by the firm of Acobril. Years ago, I also wrote about the singular beauty of the bandstand at Laguardia (Álava). It has lost its enclosure, which actually makes it easier to appreciate how much a bandstand is little more than an elementary shelter, yet it retains its unmistakable personality, thanks to the presence in its interior of an unassuming monument to poet and writer of fables, Félix Samaniego, who was born in that city. This bandstand is outside the city's medieval walls on a landscaped esplanade and it also serves as a belvedere over the extraordinary landscape of Álava's La Rioja, which unfolds behind it. The outer perimeter of its stone base serves as a continuous bench for the comfort of passers by, and that same base bears the elemental structure of eight small cast-iron columns, while a fine thread of iron winds over them, decorating the arches.

enajenados, como el de Burgos del paseo del Espolón (1897), obra de Martínez Ruiz, que hoy se encuentra cerca de la ciudad, en el jardín de un establecimiento hotelero de la carretera de Madrid, y que ha servido de modelo para la réplica moderna que hoy ocupa el primitivo lugar de aquél. El quiosco que el arquitecto municipal Joaquín Odriozola hizo para la Plaza Mayor de Segovia (1897) conoció un viaje de ida y vuelta, pues desmontado en un momento en el que los quioscos de música pasaban por ser indicio de provincianismo, se volvió a montar tal y como hoy se ve, pero muy alejado del espíritu con que se construyó en su día ya que, para Odriozola, los quioscos en hierro los tienen «muchas capitales de provincia que comprendieron la necesidad de satisfacer las exigencias que imponen las costumbres de la vida moderna».

Entre los quioscos más refinados que se conservan hay que citar el de la Alameda en Santiago de Compostela (1896), dibujado por el también arquitecto municipal Daniel García Vaamonde, quien incorporó en cada uno de sus frentes una delicadísima solución de arcos sobre dinteles y columnillas abalaustradas, en lo que supone una versión libre de los huecos de Serlio, todo ello de fundición y forja exquisita, incluyendo las mencionadas liras. Su ejecución corrió a cargo de la casa Acobril. Igualmente, hace años ya escribí sobre la singular belleza del quiosco de Laguardia (Álava) que a pesar de faltarle su cerramiento, cosa que permite apreciar aún mejor lo que de elemental tinglado tiene el quiosco de música, posee una personalidad inconfundible por la presencia en su interior de un sencillo monumento dedicado al poeta y fabulista Félix Samaniego, que nació en esta ciudad. El quiosco se encuentra fuera de la muralla medieval, sobre una explanada ajardinada, y hace las veces de mirador sobre el extraordinario paisaje de la Rioja alavesa que queda a su espalda. Sobre el basamento de piedra, que en su perímetro exterior se ofrece como bancal corrido para el descanso de los paseantes, se alza la elemental estructura de ocho columnillas de fundición, mientras que el fino hilo de hierro caracolea y guarnece los arcos.

La mayor parte de estos y otros quioscos salieron de casas de fundición españolas, al margen de que su diseño se extrajera de la amplia familia de los catálogos de inspiración francesa, luego convenientemente modificado con la eventual intervención del arquitecto municipal para adaptarlo al lugar y darle las dimensiones que la correspondiente banda exigía. Pero hubo algunas excepciones en las que el diseño y el material vinieron del Reino Unido como sucedió con el quiosco, o «palco de la música» como se decía en Galicia, de los jardines de Méndez Núñez en La Coruña, según estudió Xosé Fernández, y cuya secuencia histórica es altamente reveladora del modo de abordar la construcción, tanto de los quioscos de música como de otras arquitecturas en hierro. En 1883, el Ayuntamiento de La Coruña había pedido a un importador vigués las condiciones de compra y montaje de un quiosco de música de la casa Walter MacFarlam & Co., de Glasgow (Escocia), y tras hacer la gestión oportuna, el importador, Emilio Valenzuela, entregó a la corporación municipal cinco dibujos diferentes sobre un mismo tipo de quiosco de planta octogonal y «ocho columnas con sus adornos y ménsulas». Su precio variaba desde las veinte mil pesetas, el más económico, hasta las casi treinta y siete mil del quiosco de mejor apariencia y ornato. El arquitecto Juan de Ciórraga, que lo era de la

Quiosco de Santiago de Compostela en el paseo de la Alameda,
A Coruña, de Daniel García Vaamonde, 1896

Most of these, as well as many other bandstands, came from Spanish foundries, even though their designs were taken from a broad selection of catalogs inspired by the French. Those designs were then conveniently modified, often by the local municipal architect, to adopt them to their emplacement and give them the dimensions required by the band that would eventually perform there. There were, however, some exceptions in which the design and material both came from the United Kingdom, and that is the case of the bandstand—or “music balcony” as it was called in Galicia—at the Méndez Núñez Gardens in La Coruña. Xosé Fernández’s study has shown the historical sequence of this bandstand, and it is very revealing with regard to how the construction of bandstands and other iron architecture was approached. In 1883, the City Government of La Coruña asked an importer from Vigo what his conditions were to buy and assemble a bandstand from the firm of Walter MacFarlam & Co. of Glasgow (Scotland). After completing these negotiations, the importer, Emilio Valenzuela, gave the City Government five different drawings of similar bandstands, each with an octagonal floor plan and “eight columns with their decorations and corbels.” Their prices varied from a minimum of twenty thousand pesetas to almost thirty-seven thousand for the best looking and most ornate of the five. The municipal architect, Juan de Ciórraga, chose one of the five drawings and presented the City Government with a project based on one of the models from the United Kingdom: a bandstand “completely of cast iron and octagonal in shape” (1884). Its metal structure was ordered from the Scottish firm mentioned above and the bandstand was inaugurated on 23 August 1884 with the participation of the “El Eco” coral group and the Military Band of the Murcia Regiment. The musicians and directors soon complained that access to the stage was from the inside, which obliged Ciórraga to build an exterior staircase, despite his argument that “that was the system adopted by all the bandstands of a similar sort, including the one at Biarritz.”





ciudad, escogió uno de los cinco dibujos y presentó al Ayuntamiento un proyecto de quiosco «todo él de hierro colado de forma octogonal» (1884), que se basaba en uno de los modelos llegados del Reino Unido. La estructura metálica se encargó a la citada casa de Glasgow y se pudo inaugurar el 23 de agosto de 1884 con la participación del orfeón «El Eco» y de la banda de música del Regimiento de Murcia. Pronto se quejaron músicos y directores, pues el acceso a la plataforma era por el interior, obligando a Ciórraga a construir una escalerilla exterior, pese a que el arquitecto argumentaba «que aquel era el sistema adoptado por todos aquellos palcos [quioscos] que reunían condiciones análogas y entre ellos el establecido en Biarritz». No obstante, este ejemplo francés debió de durar poco pues en el catálogo de la Société Schwartz et Meunier (1913) figura el quiosco de Biarritz construido en 1907-1908 con acceso por una escalerilla exterior por ser más cómoda y funcional que la escondida en su interior. Al observar el quiosco coruñés, su cubierta general, remate y probable sistema de desagüe a través de las columnas de fundición para verter las aguas llovedizas por el centro de los paños del zócalo, así como el primitivo acceso por el interior y otros detalles, invitan a pensar que, en efecto, este palco de la música se distancia de la imagen de los arriba citados.

Hasta finales del siglo XIX los quioscos de música habían permanecido al margen de las corrientes estilísticas, hablando entre sí un lenguaje meramente industrial, como los que se han mencionado, a los que cabría unir otros muchos, existentes o desaparecidos, como el de la plaza del Castillo en Pamplona, anterior al actual que data de 1943; el de Bilbao, en la Plaza Nueva, rodeado de jardines; el de Vitoria en el paseo de La Florida (h. 1880); el de Vigo (1883), del arquitecto del municipio Domingo Rodríguez Sesmero, en la Alameda hasta su desaparición y cuya estructura metálica se hizo en la fundición Industriosa; el quiosco de Logroño (1892), del arquitecto municipal Luis Barrón, en el paseo del Espolón o de los Reyes; el de La Alameda, en Orense (1904), rematado por una característica lira, de Daniel Vázquez Gulías, arquitecto de la ciudad; el muy sencillo del Paseo del Salón, en Granada, y así otros muchos a los que resultaría imposible encuadrar en la historia estilística de la arquitectura porque no poseen sus rasgos, no pertenecen a su género, son el resultado de un proceso industrial que tiene su propio código.

Sin embargo, a partir de 1900, los quioscos parecieron tomar conciencia de su condición de objeto construido, además de fabricado, y los arquitectos empezaron a darles el mismo tratamiento

◀ Quiosco de Laguardia, en Álava

That French example mustn't have lasted very long because the Société Schwartz et Meunier catalog of 1913 depicts the Biarritz Bandstand built in 1907-1908 with an outer access staircase, which was considered more comfortable and functional than one hidden inside. A look at the bandstand in la Coruña, its overall roof, adornment and probable drainage system through the cast-iron columns—the rain water would drain through the center of each facet of the base—as well as the primitive inner access stairs, is enough to show that, in fact, this bandstand was quite distant from those mentioned above.

Until the end of the nineteenth century, bandstands remained outside stylistic currents, speaking their own merely industrial language. That is the case of the bandstands mentioned so far, and also of many others, some still in existence, others now lost, such as the one that was at the Plaza del Castillo in Pamplona before the current one, which dates from 1943; or the one in Bilbao, surrounded by gardens at the Plaza Nueva; or the one on the Paseo de la Florida (ca. 1880) in Vitoria; or the now-lost one designed by Vigo's municipal architect, Domingo Rodríguez Sesmero, which was installed in that city's Poplar Grove in 1883, with a metal structure manufactured by the La Industriosa foundry. Then there is the bandstand designed by Luis Barrón, Logroño's municipal architect, for the Paseo del Espolón, or the Paseo de los Reyes; and the Alameda Bandstand in Orense (1904), with its characteristic lyre on the top, which was designed by that city's architect, Daniel Vázquez Gulías. Granada had a very unassuming bandstand on its Paseo del Salón, and there were many, many others that cannot really be considered a part of the history of architecture because they do not share its traits. As the results of an industrial process, they are outside the genre of architecture, but they have their own code.

Beginning in 1900, however, bandstands seem to become aware of the fact that they were constructed, not just manufactured, objects,

que a sus edificios. No bastaban los catálogos y, frente a su monótona semejanza, se buscó la personalidad de cada uno de ellos. Vinieron entonces los concursos y empezaron a surgir quioscos que podemos definir estilísticamente y con propiedad como modernistas, como el que hizo el arquitecto Eladio Laredo en 1900 para el quiosco de la plaza ajardinada de La Barrera, en Castro Urdiales (Cantabria). Pero el ejemplo más brillante que rompe con todo lo que hasta entonces había sido en cuanto a tipología el quiosco de música, dentro y fuera de nuestro país, es el del Bulevar en San Sebastián, hoy lamentablemente trasladado a un extremo del mismo, donde pierde la visión y centralidad respecto al paseo que exige su planta oval. El interés de la obra comienza al conocerse que el quiosco fue el resultado de un concurso público (1906), lo que deja adivinar la intención del Ayuntamiento donostiarra que, esta vez, no hizo el rutinario encargo a su arquitecto municipal. Por otro lado, los proyectos debían ajustarse a la caprichosa forma oval del basamento preexistente, quizás perteneciente a un anterior quiosco de madera. Las bases del concurso exigían que se construyera en hierro y vidrio y con cubierta de madera y zinc, como estudió Ascensión Hernández, no debiendo exceder su coste de veinticuatro mil pesetas. El concurso, al que se presentaron siete participantes, se resolvió a favor del arquitecto aragonés Ricardo Magdalena, quien lo tuvo finalizado para su inauguración, como exigían las bases del certamen, el día 1 de junio de 1907. Magdalena concibió aquí una obra de gran porte, con un total de doce columnas de fundición en una línea abiertamente modernista, cuya parte metálica se hizo en los talleres de Pascual González. Construcciones en Hierro y Acero, de Zaragoza, mientras que las vidrieras del faldón alto se hicieron en la casa Maumejean, que tantas obras dejó en San Sebastián cuando esta firma francesa, que tuvo talleres en Biarritz, París, Madrid y Barcelona, abrió en 1908 una sucursal en la capital donostiarra.

En aquel año de 1908 se celebró en Zaragoza la exposición Hispano-Francesa, en conmemoración del centenario de los Sitios, cuya planificación general sobre la Huerta de Santa Engracia, además de algunos edificios, corrió a cargo del mencionado arquitecto Ricardo Magdalena. Allí se levantó un gran quiosco de música cuya concepción y tratamiento rebasa al de los conocidos quioscos para bandas municipales, por lo que a mi juicio es el último gran quiosco de nuestra particular historia. Fue también objeto de un concurso que abierto en 1907 ganaron esta vez los hermanos José y Manuel Martínez Ubago, ambos arquitectos, quienes concibieron su obra

Quiosco del Bulevar de San Sebastián, en Guipúzcoa,
de Ricardo Magdalena, 1907

and architects began to treat them in the same way they did their buildings. Catalogs were no longer enough and, dissatisfied with the reigning monotonous similarity, architects began to give each its own personality. That was the beginning of the contest, which led to bandstands with clear stylistic traits, including art nouveau, like the one made by architect Eladio Laredo in 1900 for the landscaped Plaza de La Barrera in Castro Urdiales (Cantabria). The most brilliant example, however, was the one that broke away from the entire typology of bandstands both in Spain and abroad: the Boulevard Bandstand in San Sebastian. Sadly, it has now been moved to one end of the boulevard, where it has lost the view and central placement demanded by its oval floor plan. The work is especially interesting because it was the result of a public contest (1906). This reveals the City Government's intention to avoid routinely commissioning the municipal architect. Moreover, the projects had to take into account the capricious oval form of the preexistent base, which may have belonged to an earlier wooden bandstand. Ascensión Hernández's study has shown that the contest called for an iron and glass construction with a wood and zinc roof and a maximum allowable cost of twenty-four thousand pesetas. There were seven contestants and the winner was Ricardo Magdalena, an architect from Aragon who had it finished in time to be inaugurated on 1 June 1907, as was also specified in the contest. Magdalena designed an expansive work in an openly art nouveau style. Its twelve cast-iron columns and other metal parts were made in the workshops of Pascual González-Construcciones en Hierro y Acero, of Saragossa, while the stained-glass windows on the upper skirting were made by the firm of Maumejean. This French company with workshops in Biarritz, Paris, Madrid and Barcelona left many works in San Sebastian, where it opened a branch office in 1908.

That same year, the Spanish-French Exhibition opened in Saragossa, exactly one hundred years after the Sieges. The general plan for this



como un reclamo visual para la calle central de la exposición, tratada como un hermoso paseo. La planta de su basamento es octogonal, pero todo cuanto sucede sobre él resulta inédito dentro del libre lenguaje modernista. La elemental estructura portante se hace acompañar de una serie de elementos decorativos hechos con pletina forjada, al igual que las barandillas, entre los que abundan las liras. Unos tornavoces de hierro y vidrio amplían la hechura del quiosco que lleva por remate una solución inusual, es decir, un cupulín muy abultado recubierto de cerámica de diferentes colores y con una corona por montera. Clausurada la Exposición, hubo de buscarse un nuevo emplazamiento para el quiosco que, a partir de aquí, conoció un amplio recorrido por la

exhibition on the Huerta de Santa Engracia, as well as the design of some of its buildings, were drawn up by that same architect, Ricardo Magdalena. There, he built a large bandstand whose conception and treatment surpass those of previous stands from municipal bands. In my opinion, this is the last great bandstand in our particular story. It was also the result of a contest held in 1907. This time, the contest was won by architects José and Manuel Martínez Ubago. These two brothers conceived the bandstand as a visual attraction on the Exhibition's central street, which was set up as a handsome boulevard. Its floor plan is octagonal, but everything above its base is new and unexpected, in the free

ciudad. En 1909 el arquitecto municipal de Zaragoza se dirigía a su Ayuntamiento para proponer que el quiosco fuese «colocado en el paseo de la Independencia donde estuvo la plataforma que se ha desmontado [...]. De no convenir esto, podría instalarse en la plaza de Santa Engracia, a la línea de las edificaciones del citado paseo, aun cuando no pueda oírse la música como si estuviera en éste, o bien en el paseo de Pamplona, si bien parece sitio algo retirado». Es decir, pasados los años, y a modo de colofón, el quiosco de música debía estar en un paseo, a ser posible céntrico, siendo fundamental que se pudiese oír la música, por lo que en este y otros casos se prohibía el tránsito de vehículos en una amplia zona de su entorno. El hecho es que el quiosco de los Martínez Ubago se situó primero en el paseo de la Independencia. En él se ofrecían conciertos los jueves y domingos hasta que en 1928 se trasladó a la plaza ajardinada de los Sitios, desde donde en 1967 pasaría a su actual emplazamiento, en el parque de Primo de Rivera. En cada uno de estos traslados el quiosco perdió algo, pues se modificaron su plataforma y ornato originales aunque, con todo, representa el brillante «rondó» final de nuestros quioscos de música.

La presencia del hierro en el paseo, en los jardines o en el parque nos llevaría a considerar todo un mundo de pequeñas construcciones, generalmente desaparecidas, vinculadas a la fórmula del quiosco, en el que siempre destacará por su interés la subsistente y singularísima torre-mirador (1873) de la Ciudad Ducal en las Navas del Marqués (Ávila), naturalmente atribuida a Eiffel, desde cuya plataforma, a la que se accede por una caprichosa escalera de doble rampa, se divisa un paisaje ya cantado por Lope de Vega: «Yacen al pie de Guadarrama helado Las Navas del Marqués». No obstante, esta construcción de hierro y madera se utilizó igualmente como atalaya para vigilar los espesos bosques de la zona de Pinares, los embalses y las naves industriales de La Resinera, compañía a la que pertenecía la obra erigida en un lugar que antaño fue de la casa de Medinaceli.

Más comunes fueron otro tipo de quioscos que conocieron muy distinto uso. Recuérdese el que el joven Gaudí diseñó en 1878 para «retrete y urinario con puestos de flores»; pero aquí seguiremos la pista de aquellos otros que tenían una mayor ambición constructiva, como la Pajarera (1888) que se levantó cerca de la Gran Cascada en el nuevo parque de la Ciudadela, en Barcelona, o el «Gran Café del siglo XIX» (1888), en la plaza de Cataluña de la misma capital, que por la liviandad y transparencia de su construcción se conocía popularmente como «la pajarera».

Quiosco de Zaragoza, en el parque de Primo de Rivera, de José y Manuel Martínez Ubago, 1908, detalle

language of art nouveau. The elemental support structure is accompanied by a series of decorative elements made with wrought-iron plaques, like the guardrails, including abundant lyres. Iron and glass tornavoces broaden the shape of this bandstand whose top adornment is quite unusual: a small but very bulky dome covered with ceramics of different colors and capped with a crown. When the Exhibition closed, a new location had to be found for this bandstand, and from then on, it moved from one place to another, all over the city. In 1909, Saragossa's municipal architect approached the City Government with the proposal that the bandstand be "installed on the Paseo de la Independencia, where the platform that has been dismounted stood... and if this is not convenient, then it could be installed in the Plaza de Santa Engracia, aligned with the buildings on the said Paseo, even which the music cannot be heard the same way as it would if the bandstand were on that Paseo, or on the Paseo de Pamplona, although the latter is rather out of the way." In other words, after a few years had passed, the bandstand should be on a boulevard, preferably a central one. And it was fundamental that it be possible to hear the music, so wherever it wound up, vehicular traffic was to be prohibited in a wide area around it. In fact, the Martínez Ubago brothers' bandstand was first installed on the Paseo de la Independencia, where it was home to concerts on Thursdays and Sundays until 1928, when it was moved to the landscaped Plaza de los Sitios. Then, in 1967, the proposal was made to move it to its current location at Primo de Rivera Park. The bandstand lost something with each move, as its original platform and adornments were modified. Nevertheless, it represents the brilliant final "rondo" of our bandstands.

The presence of iron on boulevards, and in gardens and parks, brings us to an entire world of small constructions, most now lost, linked to the kiosk formula. Of them all, the very singular lookout-tower called torre-mirador de la Ciudad Ducal (1873) in las Navas del Marqués (Ávila)





Torre-mirador de la Ciudad Ducal, en las Navas del Marqués (Ávila), 1873

is outstanding. Naturally, it was attributed to Eiffel. Its platform is reached by a capricious stairway with two flights, offering a view of a landscape whose praises had already been sung by Lope de Vega: “At the feet of the frozen Guadarrama, Las Navas del Marqués lies...” But this iron and wood construction was also used as a lookout tower to watch over the thick forest of the Pinares area, as well as the reservoirs and the La Resinera industrial plant. In fact, the La Resinera company was the owner of that work erected where the Medicelli House once stood.

Other types of kiosks with a great variety of uses were more common. We may recall that, in 1878, young Gaudi designed one as a “toilet and urinal with flower stalls,” but here we will track others with more ambitious structures, from the Aviary (1888) built near the Great Cascade in the new Ciudadela park in Barcelona, to the “Gran Café del Siglo XIX” (1888) in that same capital city’s Plaza de Cataluña. The airy transparency of the latter’s construction earned it the popular name of “the birdcage.” The first of these structures had a circular floor plan and the second, a rectangular one, but both are little more than derivations of the broad experience with kiosks that have similar formal and constructive solutions. Barcelona had a rich repertoire of such structures at that time—the exhibition year of 1888—which we know through projects, engravings and period photographs.

Iron was also present in the formation of the first amusement parks, which began as leisure options in the context of the great exhibitions—both the so-called “universal” exhibitions, and the smaller ones—including the Universal Exhibition of Barcelona (1888), where what was then called “the highest roller-coaster in Europe” was set up in front of the Governor’s palace. Its path was impressive, but its slopes were rather tame. Something similar could be said of Los Urales (“The Ural

La primera sobre planta circular y la segunda de planta rectangular, no son sino derivaciones de la amplia experiencia en materia de quioscos con soluciones formales y constructivas análogas de las que Barcelona, en el año de la Exposición de 1888, llegó a tener un rico repertorio que conocemos a través de proyectos, grabados y fotografías de época.

También el hierro estuvo presente en la formación de los primeros parques de atracciones, inicialmente como puntuales ofertas de ocio dentro de los programas de las grandes exposiciones, desde las llamadas «universales» hasta las de alcance más reducido, como fue la gran Exposición Universal de Barcelona de 1888, para la que se montó, delante del palacio del Gobernador, la que entonces se decía «montaña rusa más alta de Europa», con un imponente recorrido, aunque de contenidos desniveles. Algo análogo podría decirse de Los Urales, atracción de la Exposición Regional Valenciana de 1909, que contó con una formidable estructura metálica roblo-nada y atornillada, construida por La Maquinista Valenciana. En aquella misma exposición y fecha se montó un serpenteante tobogán sobre una estructura férrea de esclarecedor nombre francés, Le Glissoire Roulant, pues los visitantes podían deslizarse desde una altura de dieciséis metros sobre una alfombra provista de patines de madera que, a su vez, se deslizaba gracias a unos rodillos, también de madera, montados sobre ejes de hierro. Un pabellón a modo de quiosco con banderas españolas remataba aquella pintoresca atracción.

Entre los nuevos divertimentos que en torno a 1900 surgieron en los primeros parques españoles figuraba también el tranvía aéreo, ferrocarril aéreo o simplemente «aéreo», como llamaban al de Barcelona, en el parque del Tibidabo. La creación de éste se debió a la iniciativa de un grupo de barceloneses, entre los que se encontraba el doctor Andreu y Grau, conocido por sus célebres pastillas contra la tos seca, quienes en febrero de 1899 fundaron la Sociedad Anónima El Tibidabo con el propósito de urbanizar una ladera de la montaña, así como de construir un parque de atracciones en la cima desde la que se descubre un horizonte natural y urbano indescriptible. Las obras se iniciaron el 16 de junio de 1900, y al año siguiente ya se inauguraba el Tranvía Blau que facilitaba el acceso al público, así como el funicular que sube hasta la cumbre del Tibidabo, donde en 1902, se comenzaría el templo expiatorio del Sagrado Corazón, proyecto de Enrique Sagnier, a situar dentro de un contexto político-religioso que no viene ahora al caso.

Mountains”), an attraction at the Regional Exhibition of Valencia in 1909, which had a formidable riveted and bolted metal structure manufactured by La Maquinista Valenciana. That same Exhibition also featured a twisting metal-structured slide whose French name was very clear: Le Glissoire Roulant (“The Rolling Slider”). Its passengers could slide from a height of sixteen meters on a carpet fitted with wooden skates that moved thanks to wooden rollers mounted on iron axes. This picturesque attraction was topped with a kiosk bearing Spanish flags.

Another of the rides that appeared around 1900 in Spain’s first amusement parks was the cable car, aerial train, or simply the “aerial” as the one at Tibidabo park in Barcelona was called. The latter was built thanks to the initiative of a group from Barcelona, including Doctor Andreu y Grau, who was famous for his coughdrops. In February 1899, they founded the Sociedad Anónima El Tibidabo in order to build houses on one side of the mountain, along with an amusement park at the top, which offered indescribable views of both nature and the city. Work began on 16 June 1900, and the following year the Tranvía blau (“Blue Streetcar”) facilitated public access, along with a funicular that reached the top of Tibidabo. There, in 1902, work began on the expiatory temple of the Sacred Heart, designed by Enric Sagnier in a political-religious context that doesn’t need to be discussed here. Among the first attractions set up in this park was the Aerial Train (1915), which was a metal installation with extremely thin and high supports bearing beams with guides for the cabin pulley cradle from which the passenger cabin was suspended. Given the lay of the land and the height at which this cable car ran, its riders had the feeling of flying, which explains its shortened name: “the aerial.”

To end this section, we will mention something that was more a caprice or plaything, although it was also originally conceived as an extension of the rides offered by the Monte Ulía amusement part



Pajarera del parque de la Ciudadela, en Barcelona, 1888

Montaña rusa «Saturno park», en Barcelona, 1888

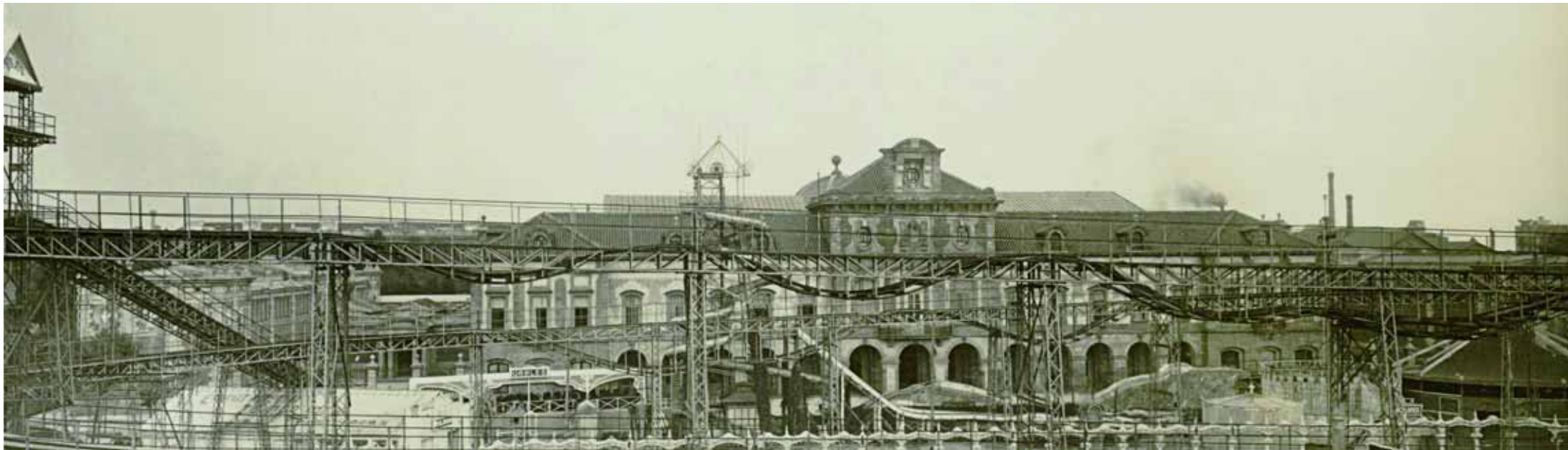
in San Sebastián. I am referring to what was also called “aerial train” or “funicular,” but was actually no more and no less than the first “aerial ferry” for human passengers in history. This surprising invention was conceived by Leonardo Torres Quevedo (1852-1936), whose first name recalls the great Leonardo da Vinci—not only an extraordinary painter but also an inventor and engineer whose imagination is part of the history of science. As heir to the romantic and active spirit so characteristic of the nineteenth century, Torres Quevedo invented things as unrelated yet useful as the remote control for controlling the movement of machines—he called it the “telekino” and was working on it at the same time as his air ferry (1903)—and the first Spanish dirigible (1909), all opportunely patented at the right time, thus crediting him with the invention of this and other things.

In the case of San Sebastian, we should recall that from the beginning of the twentieth century through about 1928, the Compañía del Ferro-carril de Ulía ran a park on Ulía mountain, where nature offered a beautiful landscape overlooking the sea, the mountains and the city. But the generosity of Nature had to be accompanied by something more, as other similar mountains offered the same sort of views. That is why the company in question made it possible to reach the mountain by tramway. This ran for three kilometers, carrying its passengers to an esplanade where there was a restaurant. Between 1907 and 1920 there was also a station from which passengers could embark on Torres Quevedo’s cable car.

This cable car looked like a slender insect, both fragile and safe, despite its thin parts and simple construction. Its cabin had a capacity of fourteen passengers and ran along six cables, which carried it to the other “shore,” some two hundred eighty meters from the departure and twenty-eight meters higher. The cabin was pulled by an endless cable powered by a 12 C.V. electric motor. It truly flew over the landscape,

Lo cierto es que entre las primeras atracciones que llegaron a montarse se encontraba el Ferrocarril Aéreo (1915), esto es, una instalación metálica de esbeltísimos montantes armados en los que se apoyaban unas vigas con las guías para anclar el tren de ruedas del que, a su vez, pendía la vagoneta para los pasajeros. Dada la orografía del terreno y las alturas sobre las que discurría el trayecto, la sensación de aquellos era la de volar literalmente, de ahí su nombre abreviado «el aéreo».

Para terminar este apartado mencionaremos algo que fue más un capricho o divertimento, aunque también estuvo planteado en su origen como una extensión de las diversiones que ofrecía el parque de recreo del monte Ulía, en San Sebastián. Me refiero al que igualmente se llamó «tránvia aéreo» y «funicular» pero que en realidad era nada menos que el primer «transportador aéreo» de la historia para personas, sorprendente invento del ingeniero de caminos Leonardo Torres Quevedo (1852-1936), cuyo nombre de pila evoca al gran Leonardo que, además de extraordinario pintor, fue también inventor e ingeniero y cuya imaginación forma parte de la historia de la ciencia. Torres Quevedo, como heredero del aquel espíritu romántico e inquieto que caracteriza al siglo XIX, inventó cosas tan dispares y útiles como el mando a distancia para conducir el movimiento de



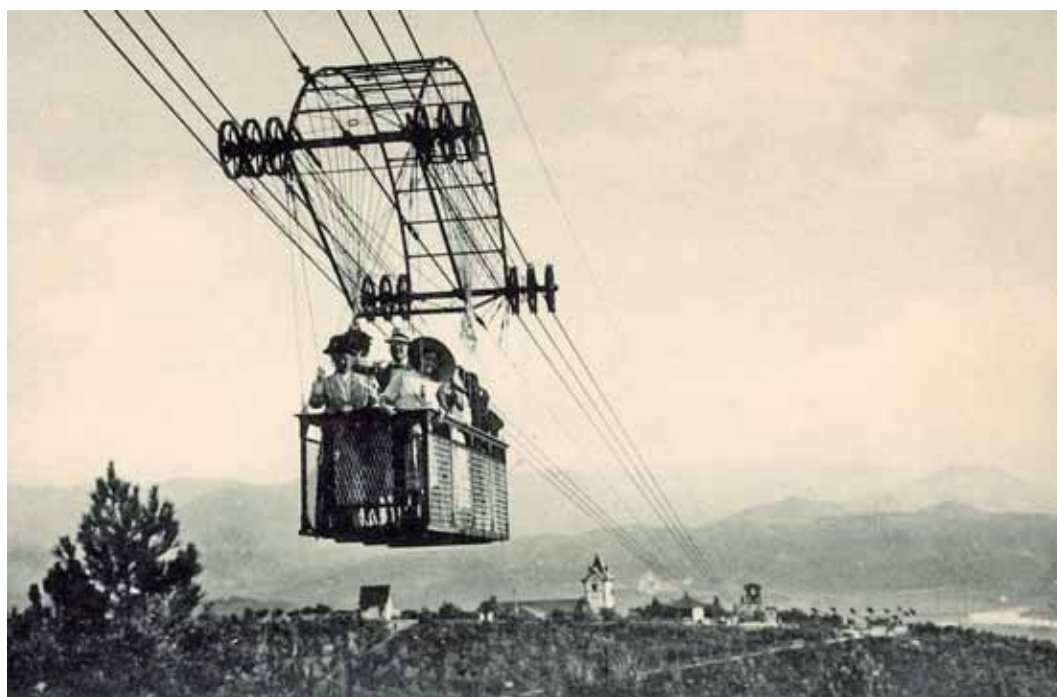
aparatos, que él llamó «telekino» (1903), al tiempo que trabajaba en el citado transportador de personas (1903), o en el que sería primer dirigible español (1909), todo oportunamente patentado en su momento, acreditando así la paternidad de estos y otros inventos.

En el caso de San Sebastián hay que recordar que en el monte Ulía existió, desde principios del siglo XX hasta 1928 aproximadamente, un parque, explotado por la Compañía del Ferrocarril de Ulía, donde la naturaleza lo ofrecía todo con respecto al paisaje que sobre el mar, la montaña o la ciudad se divisaba y divisa desde allí. Pero aquella generosa naturaleza debía brindar algún atractivo adicional, pues otros montes análogos procuraban perspectivas semejantes, por lo que la mencionada compañía facilitó el acceso al monte con un tranvía. Éste recorría tres kilómetros hasta dejar a los viajeros en una explanada en la que, además de un restaurante, estuvo, desde 1907 hasta 1920, la estación baja o punto de embarque del transportador aéreo de Torres Quevedo.

El transportador tenía el aspecto de un insecto filiforme, tan frágil como seguro, a pesar de la delgadez de sus elementos y de la simplicidad de su constitución, pues consistía en una barquilla capaz para catorce personas que se deslizaba sobre seis cables hasta alcanzar la

offering passengers a new and singular aerial experience that carried them to the esplanade called “Los Pinares.” There, the passengers descended stairs to a rudimentary installation that bore eight metal supports or legs. These held the end pulleys, including the haulage cable driving pulley with its motor, as well as the counterweights needed to maintain constant tension on the supporting cables. Clearly, this invention was both straightforward and ingenious. Inaugurated on 30 September 1907, it stopped working around 1920 when tramway service was interrupted. An indication of just how successful the Ulía cable car really was is the fact that, during its seven years of active service, it was used by some sixty thousand passengers without a single accident.

This is the end of the story of San Sebastian’s cable car, but it would be unfair to Torres Quevedo’s invention not to add that in 1911 the Sociedad de Estudios y Obras—a company from Bilbao that had put this and other inventions by Torres Quevedo into practice—took a very daring step based on their success with the Mount Ulía cable car: a new cablecar. This time, it was to run over the Niagara River some ten kilometers downriver from the famous falls. After overcoming difficulties of all sorts, including setting up a company in Canada—The Niagara Spanish Aero Car Company, Limited—they built the cable



Tranvía aéreo del monte Ulía, en San Sebastián, de Leonardo Torres Quevedo, hacia 1907

car that was soon known as the “aero car,” and still is. This Whirlpool Aero Car has been running uninterruptedly since 8 August 1916 over the Niagara River’s impressive whirlpools at a height of seventy-six meters. Originally intended for fifty passengers, it now carries a maximum of thirty-five just over five hundred meters on its ten-minute ride across this part of the prodigious Niagara National Park.

In its edition of 20 January 1916, a few months before the aero car was inaugurated, *The Canadian Engineer* published an article with details of the construction of the “Torres System with constant-tension cables for excursions over the Whirlpool... the second ferry of this sort to be built in the world, and the only existing one in America... intended for the transportation of passengers.” This article mentions the technical difficulties involved with its location and the administrative caution employed in order to obtain the corresponding permission to carry out construction that could not alter the landscape in any fashion whatsoever. Once again, the engineer faced the challenge of a natural gap, and I believe that very few times has there been as clear an example of Torres Quevedo’s talent as in the lightness, safety and economy of this structure. The magazine mentioned above recognized Torres Quevedo when stating that the layout of the ferry was “totally in keeping with the Spanish patents,” and that the capital needed for its construction was also “exclusively Spanish.” That ferry, which seemed to sum up the subtlety of an entire century dedicated to reflecting on the possibilities of iron, was a clear expression of the maturity of Spanish engineering, which had so long depended on foreign inventions and capital.

* TRANSLATOR’S NOTE The “Tornavoz” was a conical tube installed beneath the soundboards of certain classical guitars. Of limited popularity in the late nineteenth and early twentieth centuries, it was almost completely abandoned after World War II.

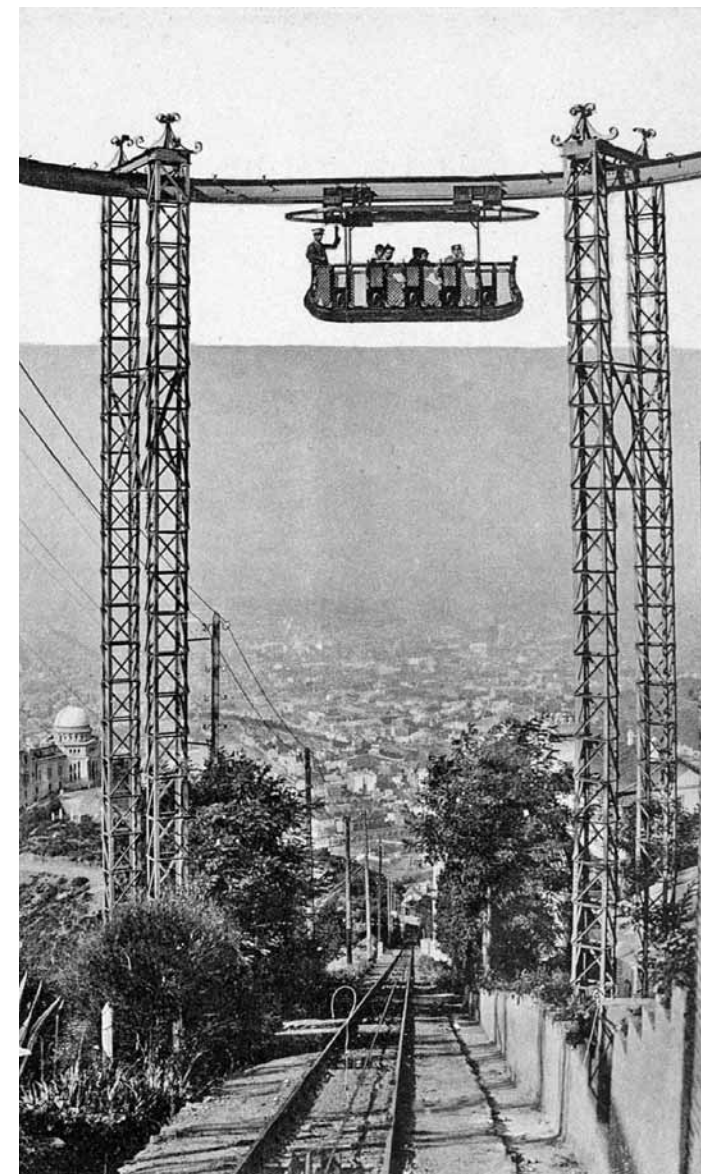
otra «orilla», donde estaba la estación alta o de llegada, a unos doscientos ochenta metros de distancia y con una diferencia de veintiocho metros de altura sobre la anterior. La barquilla, arrastrada por un cable sin fin cuya fuerza motriz se la prestaba un motor eléctrico de 12 CV, volaba en verdad sobre el paisaje y permitía a los viajeros una vivencia aérea ciertamente singular, nueva, hasta llegar a la explanada llamada «de los Pinares». Allí los viajeros descendían por unas escaleras ante una rudimentaria instalación armada con ocho montantes o pies metálicos en los que iban las poleas de garganta, entre ellas la motora que arrastraba la barquilla, así como los contrapesos necesarios para mantener la misma tensión de los cables de deslizamiento. Como se ve, el invento era tan sencillo como ingenioso. Inaugurado el 30 de septiembre de 1907, dejó de funcionar cuando hacia 1920 se interrumpió el servicio del tranvía. Para medir el éxito del transportador de Ulía basta decir que durante siete años fue utilizado por unos sesenta mil viajeros sin haber sufrido percance alguno.

Aquí podríamos poner el punto final a la historia del transportador donostiarra, pero sería injusto para con el desaparecido invento de Torres Quevedo si no se añadiera que la sociedad bilbaína llamada de Estudios y Obras, que puso en práctica este y otros inventos de Torres Quevedo, después de la positiva experiencia en el monte Ulía, decidió en 1911 dar un paso ciertamente

atrevido, esto es, la construcción de un segundo transportador, pero esta vez sobre el Niágara, a unos diez kilómetros aguas abajo de las célebres cataratas. Después de vencer muchas dificultades de todo tipo, incluyendo la constitución de una sociedad domiciliada en Canadá conocida como The Niagara Spanish Aerocar C.º Limited, se construyó el transportador que pronto empezó a llamarse «aerocar» que es el nombre que hoy lleva el Aero Car Whirlpool pues, desde su inauguración el día 8 de agosto de 1916 hasta hoy, no ha dejado de funcionar sobre los impresionantes remolinos del Niágara que la barquilla salva a una altura de setenta y seis metros. La distancia que recorre esta barquilla, calculada en su día para cincuenta personas pero que en la actualidad no admite a más de treinta y cinco, es de poco más de quinientos metros que recorre en unos diez minutos, el tiempo que dura la travesía por esta zona prodigiosa del parque natural del Niágara.

En el número correspondiente al día 20 de enero de 1916, unos meses antes de su inauguración, *The Canadian Engineer* publicaba la noticia, en la que daba detalles constructivos del «Sistema Torres de cables con tensión constante para excursiones sobre el Whirlpool [...] segundo transbordador de esta clase construido en el mundo y el único que existe en América [...] destinado al transporte de viajeros». Allí se ponen de manifiesto las dificultades técnicas que implicaba el lugar y las cautelas administrativas adoptadas con el fin de obtener el correspondiente permiso para llevar adelante una construcción que no podía alterar en lo más mínimo el paisaje. Una vez más el ingeniero se encontraba ante el reto del vano natural, y creo que pocas veces como en este caso la levedad, seguridad y economía de la propuesta evidencian el talento de Torres Quevedo. En la citada revista se reconocía la personalidad de Torres Quevedo al señalar que la disposición del transbordador era «conforme en todo con las patentes españolas», y que el capital necesario para su construcción era también «exclusivamente español». Aquel transbordador, que parecía resumir la sutileza de todo un siglo dedicado a reflexionar sobre las posibilidades del hierro, ponía de manifiesto la mayoría de edad de la ingeniería española, tantas veces deudora de inventos y capital extranjeros.

Ferrocarril «aéreo» del Tibidabo, en Barcelona, 1915



Índice de ilustraciones

Introducción

FRONTIS Grabado del proyecto de «Monumento a los Fueros Vascongados», de Alberto de Palacio, pensado para su colocación en la plaza central del ensanche de Bilbao. En: *La Ilustración Española y Americana*, 1894

P.P. 12-13 Departamento de cajas de alquiler del Banco Hispano Americano, hoy Central Santander Hispano, según proyecto de Eduardo de Adaro Magro, 1902

P. 15 Interior de la bodega de González Byass, conocida como «La Concha», en Jerez de la Frontera, Cádiz

P.P. 16-17 Vagón real. Fotografía de Auguste Muriel, en: *Chemin de fer du nord de l'Espagne. 30 vues photographiques des principaux points de la ligne*, 1864. Madrid, Biblioteca Nacional [17-59 n.º 42]

P. 19 Detalle del antiguo Patio de Efectivo o Caja de Metálico del Banco de España, construido por la Fábrica de Mieres, Asturias, 1882

P. 20 Fachada sur de la Casa Lis, en Salamanca, de Joaquín Vargas, 1905

P. 22 Grabado del proyecto de monumento en memoria de Cristóbal Colón, de Alberto de Palacio, con motivo del IV Centenario del Descubrimiento de América. En: *La Ilustración Española y Americana*, 1890

Los faros de hierro

FRONTIS Detalle del Faro de Buda, en el Delta del Ebro, Tarragona, de Lucio del Valle, 1864. Fotografía suelta de la serie: *Obras públicas de España: Vistas fotográficas...*, realizada por J. Laurent y J. Martínez Sánchez, hacia 1867. Madrid, Colección particular

P. 29 Faro de Maplin Sands, en la isla de Foulness, Essex (Inglaterra), proyectado por Walter, 1838. Xilografía en: *European Light-House Systems*, 1875, lámina V. Washington, Library of Congress [VK1055.U6 1875]

P. 30 Faro de Sand Key, en Key West, Monroe County, Florida (Estados Unidos), de Isaiah William Penn Lewis, 1853. Washington, Library of Congress [HABS FLA, 44-KEY, 17-7]

P. 32 Faro de Buda, en el Delta del Ebro, Tarragona, de Lucio del Valle, 1864. Fotografía suelta de la serie: *Obras públicas de España: Vistas fotográficas...*, realizada por J. Laurent y J. Martínez Sánchez, hacia 1867. Madrid, Colección particular

P. 33 El faro de Buda, óleo sobre lienzo de Antonio Coronado, 1884. Madrid, Ente Público Puertos del Estado

List of Illustrations

Introduction

FRONTISPIECE Engraving of Alberto de Palacio's project for "Monumento a los Fueros Vascongados," ("Monument to the Basque Laws of Exemption") designed to be placed in the central plaza of Bilbao's expansion. In: *La Ilustración Española y Americana*, 1894

PP. 12-13 Safe-Deposit Box Department of the Banco Hispano Americano, now Central Santander Hispano, according to a design by Eduardo de Adaro Magro, 1902

P. 15 Inside of the González Byass Wine Cellar, known as "La Concha" ("The Shell"), in Jerez de la Frontera, Cadiz.

PP. 16-17 Royal traincar. Photo by Auguste Muriel, in: *Chemin de fer du nord de l'Espagne. 30 vues photographiques des principaux points de la lignes* ("Railway of the North of Spain. 30 photographic views of the line's main points"), 1864. Madrid, Biblioteca Nacional [17-59 n. 42]

P. 19 Detail of the former Cash Hall or Specie Hall of the Banco de España, built by la Fábrica de Mieres, Asturias, 1882

P. 20 South façade of Casa Lis in Salamanca, by Joaquín Vargas, 1905

P. 22 Engraving of Alberto de Palacio's project for a monument in memory of Christopher Columbus, on the occasion of the IV Centenary of the Discovery of America. In: *La Ilustración Española y Americana*, 1890

Iron Lighthouses

FRONTISPIECE Detail of the Buda Lighthouse on the Ebro River Delta, Tarragona, by Lucio del Valle, 1864. Loose photo from the series: *Obras públicas de España: Vistas fotográficas...* ("Public Works in Spain; Photographic Views...") made by J. Laurent and J. Martínez Sánchez, ca. 1867. Madrid, private collection

P. 29 Maplin Sands Lighthouse on Foulness Island, Essex (England), designed by Walter in 1838. Woodcut in: *European Light-House Systems*, 1875, plate V. Washington D. C., Library of Congress [VK1055.U6 1875]

P. 30 Sand Key Lighthouse at Key West, Monroe County, Florida (United States), by Isaiah William Penn Lewis, 1853. Washington D. C., Library of Congress [HABS FLA, 44-KEY, 17-7]

P. 32 Buda Lighthouse on the Ebro River Delta, Tarragona, by Lucio del Valle, 1864. Loose photo from the series: *Obras públicas de España: Vistas fotográficas...* ("Public Works in Spain; Photographic Views...") made by J. Laurent and J. Martínez Sánchez, ca. 1867. Madrid, private collection

P. 35 Faro de la Punta de la Baña, en el Delta del Ebro, Tarragona, de Lucio del Valle, 1864. Fotografía en: J. Laurent y J. Martínez Sánchez, *Obras públicas de España: Vistas fotográficas...*, hacia 1867. Madrid, Biblioteca Nacional [BA/3.915, 67]

P. 36 Faro de El Fangar, en el Delta del Ebro, Tarragona, de Lucio del Valle, 1864. Fotografía de: J. Laurent y J. Martínez Sánchez, *Obras públicas de España: Vistas fotográficas...*, hacia 1867. Madrid, Biblioteca Nacional [BA/3.915, 68]

P. 39 Faro de San Sebastián, en Cádiz, de Rafael de la Cerda, 1913

Los puentes «colgados» o colgantes

FRONTIS Detalle del puente colgante de Mengíbar, Jaén, en la carretera de primer orden de Bailén a Málaga, 1843. Fotografía de Laurent, en: *Obras públicas de España: Vistas Fotográficas*, hacia 1867. Madrid, Biblioteca Nacional [BA/3915]

P. 43 Puente colgante en el estrecho del Menai, entre la isla de Anglesey y el continente de Gales. Diseñado por Thomas Telford y terminado 1826, se considera el primer puente colgante del mundo

P. 44 Puente de Prado, en Valladolid. En la cartela de la izquierda puede leerse: «Prohibido el paso de carros de un solo eje cuyo peso con carga exceda de 6000 K^s», y en la de la derecha: «Prohibida la circulación de grupos o tropas marcando el paso» y «Prohibido circular por el puente al trote o al galope».

P. 45 The Great International Railway Suspension Bridge, sobre el Niágara (Estados Unidos), de John Augustus Roebling, 1855

P. 46 Puente colgante de Puebla de Arenoso, sobre el río Mijares, en Castellón, de Vicente González, 1894

P. 49 Puente de San Francisco, en Bilbao, según proyecto de Félix de Uhagon y dirección de Antonio Goicoechea, 1855, tras el bombardeo que sufrió durante la segunda guerra carlista. Fotografía de Pedro Telesforo de Errazquin de 1874. Bilbao, Museo Arqueológico, Etnográfico e Histórico Vasco [ERR-6]

P. 50 Puente Marc Seguin, entre Tournon-sur-Rhône y Tain L'Hermitage (Francia), de Marc Seguin, hacia 1847-1849

P. 53 Puente colgante de Arganda sobre el río Jarama, Madrid, también llamado de Vaciamadrid, 1843

P. 54 Grupo de trabajadores de la zona empleados en la construcción del puente de Guarrizas, Jaén, en la línea Manzanares-Córdoba. Madrid, Museo del Ferrocarril [2210-IF MZA 14-11]

P. 57 Puente colgante de Santa Isabel sobre el río Gállego, en Zaragoza, inaugurado el 19 de noviembre de 1844 y reformado seis años después por el ingeniero francés Lamartinière

P. 59 Puente de barcas sobre el río Guadalquivir, en Sevilla. Fotografía del Vizconde J. De Vigier, 1850-1851

P. 60 Puente de Windsor, en Berkshire, (Inglaterra), de Isambard Kingdom Brunel, 1844. Se trata del primer puente de hierro en el que se introduce el sistema *bowstring*

P. 61 Vista panorámica de Valladolid en la que se ve aprecia el Puente de Prado, de Carlos Campuzano y Antonio Borregón, 1865, en el que se aplica el sistema *bowstring*. Fotografía de J. Laurent. Madrid, Fototeca de Patrimonio Histórico, Archivo Ruiz Vernacci, IPHE, Ministerio de Cultura [VN-a-005061]

P. 67 Puente colgante de Mengíbar, Jaén, en la carretera de primer orden de Bailén a Málaga, 1843. Fotografía de Laurent, en: *Obras públicas de España: Vistas Fotográficas...*, hacia 1867. Madrid, Biblioteca Nacional [BA/3915]

P. 33 The Buda Lighthouse, Oil on canvas by Antonio Coronado, 1884. Madrid, Ente Público Puertos del Estado

P. 35 Baña Point Lighthouse on the Ebro River Delta, Tarragona, by Lucio del Valle, 1864. Photo by: J. Laurent and J. Martínez Sánchez, in: *Obras públicas de España: Vistas fotográficas...* ("Public Works in Spain; Photographic Views..."), ca. 1867. Madrid, Biblioteca Nacional [BA/3.915, 67]

P. 36 El Fangar Lighthouse on the Ebro River Delta, Tarragona, by Lucio del Valle, 1864. Photo by: J. Laurent and J. Martínez Sánchez, in: *Obras públicas de España: Vistas fotográficas...* ("Public Works in Spain; Photographic Views..."), 1867. Madrid, Biblioteca Nacional [BA/3.915, 68]

P. 39 San Sebastián Lighthouse in Cádiz, by Rafael de la Cerda, 1913

"Suspended" or Suspension Bridges

FRONTISPIECE Detail of the suspension bridge at Mengíbar, Jaén, on the first-order road from Bailén to Málaga, 1843. Photo by Laurent in: *Obras públicas de España: Vistas Fotográficas* ("Public Works in Spain; Photographic Views"), 1867. Madrid, Biblioteca Nacional [BA/3915]

P. 43 Suspension bridge on the Menai Straits between Anglesey Island and mainland Wales. Designed by Thomas Telford and finished in 1826, it is considered the world's first suspension bridge

P. 44 Prado Bridge in Valladolid. The sign on the left reads: "Single-axle carts with a loaded weight exceeding 6000 kilos may not pass," and the one on the right, "Groups or Troops walking in step may not pass," and "It is prohibited to trot or gallop on this bridge."

P. 45 The Great International Railway Suspension Bridge, over the Niagara River (United States) by John Augustus Roebling, 1855

P. 46 Suspension bridge at Puebla de Arenoso, over the Mijares River in Castellón, by Vicente González, 1894

P. 49 San Francisco Bridge in Bilbao, designed by Félix de Uhagon under the direction of Antonio Goicoechea in 1855, after being bombed during the second Carlist war. Photo by Pedro Telesforo de Errazquin, 1874. Bilbao, Museo Arqueológico, Etnográfico e Histórico Vasco [ERR-6]

P. 50 Marc Seguin Bridge between Tournon-sur-Rhône and Tain L'Hermitage (France), by Marc Seguin, ca. 1847-1849

P. 53 Arganda Suspension Bridge over the Jarama River, Madrid, also called the Vaciamadrid Bridge, 1843

P. 54 Local workers employed in the construction of the Guarrizas Bridge in Jaén, on the Manzanares-Cordoba line. Madrid, Museo del Ferrocarril [2210-IF MZA 14-11]

P. 57 Santa Isabel Suspension Bridge over the Gállego River in Saragossa, inaugurated on 19 November 1844 and reformed six years later by the French engineer, Lamartinière

P. 59 Boat bridge over the Guadalquivir River in Seville. Photo by Viscount J. De Vigier, 1850-1851

P. 60 Windsor Bridge in Berkshire (England) by Isambard Kingdom Brunel, 1844. This was the first iron bridge to introduce the *Bowstring* system

P. 68 Puente colgante de Fraga, en Huesca, también llamado de San Isidro, en la carretera de Madrid a Barcelona, construido bajo la dirección de José María Lerma entre 1845 y 1847. En el lienzo de Jenaro Pérez Villaamil, *Vista de Fraga y su puente colgante*, 1850. Madrid, Museo Romántico

PP. 69-70 Puente de las Cellas sobre el río Alcañete, en Huesca, en la carretera de segundo orden de Huesca a Monzón, de Mariano Royo, 1856-1860. Fotografía de J. Martínez Sánchez, en: *Obras públicas de España: Vistas Fotográficas...*, hacia 1867. Madrid, Biblioteca Nacional [BA/3915]

P. 72 Puente colgante de Amposta sobre el río Ebro, en Tarragona, de Eugenio Ribera, 1909-1914, después de su reconstrucción en 1939 y de la renovación de su estructura en 1960, vista general

P. 73 Detalle del puente colgante de Amposta

Los ojos del puente y los puentes sin ojos

FRONTIS Puente de Isabel II, también llamado de Triana, en Sevilla, de Steinacher y F. Bernardet, hacia 1850

P. 78 The Portage Bridge, en el parque Letchworth (Nueva York), imagen estereoscópica obtenida durante la prueba de carga en 1875. Madrid, colección particular

P. 79 The Iron Bridge o puente de Coalbrookdale sobre el río Severn, en el condado de Shropshire (Inglaterra), 1779, considerado el primer puente de hierro del mundo

P. 80 Pasarela sobre la ría de la Alameda de Osuna, en Madrid, hacia 1840. Fotografía de Charles Clifford, en: *Vistas fotografiadas de la Alameda, del Palacio de Madrid...* 1856. Madrid, Biblioteca Nacional [BA/16, n.º 22]

P. 83 Puente de El Grado sobre el río Cinca, en Huesca, proyectado en 1863 por una comisión presidida por José de Echevarría, 1867. Fotografía de J. Martínez Sánchez, en: *Obras públicas de España: Vistas fotográficas...*, hacia 1867. Madrid, Biblioteca Nacional [BA/3915]

P. 84 Puente del Carrousel, en París, de Antoine-Rémy Polonceau, 1833. Fotografía de Gustave Le Gray de 1855-56, en: Richard Pare, *Photography and Architecture 1839-1939*. Montreal: Canadian Center of Photography, 1982, ils. 12 y 13

P. 85 Puente de Isabel II o de Triana, en Sevilla, de Steinacher y F. Bernardet, hacia 1850. Fotografía de J. Laurent, en: *Obras públicas de España: Vistas fotográficas...*, hacia 1867. Madrid, Biblioteca Nacional [BA/3.915, n.º 24]

P. 88 Puente Nuevo o de Enrique Estevan, en Salamanca, de Saturnino Zufiaurre, construido en 1913 según proyecto de 1892

PP. 92-93 Puente de Pino sobre el Duero, en Zamora, de José Eugenio Ribera, 1902-1906, una de las obras más notables de la historia de la ingeniería española

P. 95 Puente de María Pía, en Oporto (Portugal), de Gustave Eiffel, 1887. Madrid, colección particular

P. 96 Puente de Palacio sobre el río Neva, en San Petersburgo, construido por ingenieros rusos en 1915, según proyecto de 1904 de Magín Cornet y Masrera

P. 97 Puente de la Barca sobre el río Léz, en Pontevedra, 1896

P. 61 Panoramic view of Valladolid showing the Prado Bridge by Carlos Cam-puzano and Antonio Obregón, 1865, which used the *bowstring* system. Photo by J. Laurent. Madrid, Fototeca de Patrimonio Histórico, Archivo Ruiz Vernacci, IPHE, Ministerio de Cultura [VA-a-005061]

P. 67 Suspension bridge at Mengíbar, Jaén, on the first-order road from Bailén to Málaga, 1843. Photo by Laurent in: *Obras públicas de España: Vistas Fotográficas* ("Public Works in Spain; Photographic Views"), 1867. Madrid, Biblioteca Nacional [BA/3915]

P. 68 Fraga Suspension Bridge, also called the San Isidro Bridge, in Huesca, on the road from Madrid to Barcelona, built under the direction of José María Lerma between 1845 and 1847. In the painting by Jenaro Pérez Villaamil, *Vista de Fraga y su puente colgante* ("View of Fraga and its Suspension Bridge"), 1850. Madrid, Museo Romántico

PP. 69-70 Las Cellas Bridge over the Alcañete River in Huesca, on the second-order road from Huesca to Monzón, by Mariano Royo, 1856-1860. Photo by J. Martínez Sánchez, in: *Obras públicas de España: Vistas Fotográficas* ("Public Works in Spain; Photographic Views"), 1867. Madrid, Biblioteca Nacional [BA/3915]

P. 72 Amposta Suspension Bridge over the Ebro River in Tarragona, by Eugenio Ribera, 1909-1914, after its reconstruction in 1939 and the renovation of its structure in 1960, overall view

P. 73 Detail of the Amposta Suspension Bridge

The Eyes of a Bridge and Bridges without Eyes

FRONTISPIECE Isabel II Bridge, also called Triana Bridge, in Sevilla, by Steinacher and F. Bernardet, ca. 1850

P. 78 The Portage Bridge at Letchworth Park (New York), stereoscopic image obtained during the load test in 1875. Madrid, private collection

P. 79 The Iron Bridge or Coalbrookdale Bridge over the Severn River in Shropshire County (England), 1779, considered the first iron bridge in the world

P. 80 Footbridge across the waterway at Alameda de Osuna, Madrid, around 1840. Photo by Charles Clifford, in: *Vistas fotografiadas de la Alameda, del Palacio de Madrid...* ("Photographic Views of the Poplar Grove at the Palace of Madrid..."), 1856. Madrid, Biblioteca Nacional [BA/16, n.º 22]

P. 83 El Grado Bridge over the Cinca River in Huesca, designed in 1863 by a commission chaired by José de Echevarría, 1867. Photo by J. Martínez Sánchez, in: *Obras públicas de España: Vistas fotográficas...* ("Public Works in Spain: Photographic Views..."), ca. 1867. Madrid, Biblioteca Nacional [BA/3915]

P. 84 Carrousel Bridge in Paris, by Antoine-Rémy Polonceau, 1833. Photo by Gustave le Gray, 1855-1856, in: Richard Pare, *Photography and Architecture 1839-1939*. Montreal: Canadian Center of Photography, 1982, ill. 12 and 13

P. 85 The Isabel II or Triana Bridge in Sevilla, by Steinacher and F. Bernardet, around 1850. Photo by J. Laurent, in: *Obras públicas de España: Vistas fotográficas...* ("Public Works in Spain: Photographic Views..."), ca. 1867. Madrid, Biblioteca Nacional [BA/3915, n. 24]

P. 88 The New Bridge or Enrique Estevan Bridge in Salamanca, by Saturnino Zufiaurre, built in 1913 on a design from 1892

P. 98 Puente sobre el río Segre, en Lérida, proyectado y construido por José Bores en 1911. Sant Cugat, Barcelona, Arxiu Nacional de Catalunya, fondo de La Maquinista Terrestre y Marítima [92805]

PP. 100-101 Vista general y detalle del puente de Logroño, La Rioja, también conocido como Puente Sagasta, en la carretera de Soria a Logroño, 1882

P. 102 Puente de Nuestra Señora del Pilar sobre el río Ebro, en Zaragoza, también conocido como Puente de Hierro, según proyecto de Laborda, 1885

P. 103 Vista de Zaragoza en la que se aprecia el puente de Nuestra Señora del Pilar en segundo término

P. 104 Puente de Monzón sobre el río Cinca, en Zaragoza, de Joaquín Pano, 1883, en la carretera de segundo orden de Huesca a Monzón. Sant Cugat, Barcelona, Arxiu Nacional de Catalunya, fondo de La Maquinista Terrestre y Marítima [92807]

P. 105 Viaducto de la calle de Segovia, en Madrid, de Eugenio Barrón, proyectado hacia 1861 y construido a partir de 1872. Fototipia de hacia 1915. Madrid, Museo de Historia de la Ciudad [24633]

P. 106 Viaducto de Canalejas, en Alcoy, Alicante, según proyecto de Próspero Lafarga, de 1901 e inaugurado en 1907

Los viaductos ferroviarios

FRONTIS Detalle del Viaducto del Hacho sobre el río Guadahortuna, en Granada, en la línea de ferrocarril de Linares a Almería, de los ingenieros Duval y Boutilleau, 1893-1895

P. 110 Viaducto de Parana, en el puerto de Pajares, Asturias, en la línea de León a Gijón, 1884. Fotografía de Sauvanaud, en: *Ferrocarriles de Asturias, Galicia y León: inauguración de la línea de Asturias, 15 de agosto de 1884*. Madrid, Biblioteca Nacional [Inv. 17-60, n.º 7]

P. 113 Puente de Zuera sobre el río Gállego, Zaragoza, en la línea de ferrocarril de Barcelona a Zaragoza. Fotografía de J. Laurent de 1867. Madrid, Biblioteca Nacional [17-10, n.º 13]

PP. 114-115 Antiguo puente metálico de Las Mellizas sobre el río Guadalhorce, en el municipio de Álora, Málaga, 1860. Fotografía de José Spreafico, en: *Álbum fotográfico de las obras de Fábrica del ferrocarril de Córdoba a Málaga*, 1867. Madrid, Patrimonio Nacional

PP. 116-117 Viaducto de El Chorro en la provincia de Málaga, 1865, desmantelado en 1972 por la construcción del embalse de Guadalhorce. Fotografía de José Spreafico, en: *Álbum fotográfico de las obras de Fábrica del ferrocarril de Córdoba a Málaga*, 1867. Madrid, Patrimonio Nacional [10164206]

P. 118 Puente de las Rochelas, en Tarragona, en la línea de ferrocarril de Lérida a Reus y Tarragona, 1863. Fotografía de José Martínez Sánchez, en: *Obras públicas de España: Vistas fotográficas...*, hacia 1867. Madrid, Biblioteca Nacional [BA/3915, n.º 33]

P. 119 Puente de Sariñena sobre el río Alcadre, en Huesca, hacia 1891. Madrid, Archivo Ruiz Vernacci, IPHE[VN-a-3130]

P. 120 Los talleres de La Maquinista Terrestre y Marítima, detrás de los cuales puede verse su obra más emblemática, la estación de Francia, también conocida como Barcelona-Término. Fotografía de los años cincuenta del siglo XX. Sant Cugat, Barcelona, Arxiu Nacional de Catalunya, fondo de La Maquinista Terrestre y Marítima [92810]

PP. 92-93 Pino Bridge over the Duero River in Zamora, by José Eugenio Ribera, 1902-1906, one of the most remarkable works in the history of Spanish engineering

P. 95 María Pía Bridge in Porto (Portugal), by Gustave Eiffel, 1887. Madrid, private collection

P. 96 Palace Bridge over the Neva River in Saint Petersburg (Russia), built by Russian Engineers in 1915 on a project from 1904 by Magín Cornet y Masriera.

P. 97 La Barca Bridge over the Lézé River in Pontevedra, 1896

P. 98 Bridge over the Segre River in Lérida, designed and built by José Bores in 1911. Sant Cugat, Barcelona, Arxiu Nacional de Catalunya, fondo de la Maquinista Terrestre y Marítima [92805]

PP. 100-101 Overall view and detail of the Logroño Bridge in La Rioja, also known as the Sagasta Bridge, on the road from Soria to Logroño, 1882

P. 102 Nuestra Señora del Pilar Bridge over the Ebro River in Saragossa, also known as Puente de Hierro, on a project by Laborda, 1885

P. 103 View of Saragossa showing the Nuestra Señora del Pilar Bridge in the middle ground

P. 104 Monzón Bridge over the Cinca River in Saragossa, by Joaquín Pano, 1883, on the second-order road from Huesca to Monzón. Sant Cugat, Barcelona, Arxiu Nacional de Catalunya, fondo de la Maquinista Terrestre y Marítima [92807]

P. 105 Viaduct crossing Segovia Street in Madrid, by Eugenio Barrón. Designed around 1861, construction began in 1872. Bichromate print from around 1915. Madrid, Museo de Historia de la Ciudad [24633]

P. 106 Canalejas Viaduct in Alcoy, Alicante, designed by Próspero Lafarga in 1901 and inaugurated in 1907

Railway Viaducts

FRONTISPIECE Detail of the El Hacho Viaduct over the Guadahortuna River in Granada on the Linares-Almería railway line. By engineers Duval and Boutilleau, 1893-1895

P. 110 Parana Viaduct at the port of Pajares, Asturias on the León-Gijón line, 1884. Photo by Sauvanaud, in: *Ferrocarriles de Asturias, Galicia y León: inauguración de la línea de Asturias, 15 de agosto de 1884* ("Railways of Asturias, Galicia and León: inauguration of the Asturias line, 15 August 1884"). Madrid, Biblioteca Nacional [Inv. 17-60, n.º 7]

P. 113 Zuera Bridge over the Gállego River, Saragossa, on the Barcelona-Saragossa railway line. Photo by J. Laurent, 1867. Madrid, Biblioteca Nacional [17-10, n.13]

PP. 114-115 Old Las Mellizas Bridge over the Guadalhorce River in Álora, Malaga, 1860. Photo by José Spreafico in: *Álbum fotográfico de las obras de Fábrica del ferrocarril de Córdoba a Málaga* ("Photo Album of the Masonry Railway Works from Cordoba to Malaga"), 1867. Madrid, Patrimonio Nacional

PP. 116-117 El Chorro Viaduct in the province of Malaga, 1865, dismantled in 1972 when the Guadalhorce reservoir was built. Photo by José Spreafico in: *Álbum fotográfico de las obras de Fábrica del ferrocarril de Córdoba a Málaga* ("Photo Album of the Masonry Railway Works from Cordoba to Malaga"), 1867. Madrid, Patrimonio Nacional [10164206]

P. 121 Interior de la nave de montaje de los talleres de San Andrés, de La Maquinista Terrestre y Marítima, en Barcelona. Madrid, Archivo del Ferrocarril [Nave de montaje III]

PP. 124-125 Viaducto de Ormaiztegui, en la provincia de Guipúzcoa, en la línea de Madrid a Irún, 1863. Fotografía de Auguste Muriel, en: *Chemin de fer du nord de l'Espagne. 30 vues photographiques des principaux points de la ligne. Photographie des 3 empereurs*, 1864. Madrid, Biblioteca Nacional [17-59, n.º 8 (1 y 2)]

P. 126 (ARRIBA) Lanzamiento de la primera pila del puente Guadalquivir II, a su paso por Lora del Río, en la línea Alcázar de San Juan a Sevilla, 1859. Fotografía de 1929. Madrid, Museo del Ferrocarril [2407-IF MZA 7-4]

P. 126 (ABAJO) Detalle del segundo lanzado del puente Guadalquivir II. En la viga de celosía se lee «Talleres de E. Grasset y Cía Madrid». Fotografía de 1922. Madrid, Museo del Ferrocarril [2472-IF MZA 7-9]

P. 127 Puente de Vadollano sobre el río Guarrizas, Jaén, en la línea de Manzanares a Córdoba, 1866. Fotografía de 1915. Madrid, Museo del Ferrocarril [2234-IF MZA 14-12]

P. 129 Puente de Mérida sobre el río Guadiana, en Badajoz, en la línea de ferrocarril de Mérida a Sevilla, 1879. Fotografía de 1928. Madrid, Museo del Ferrocarril [2847-IF MZA 15-2]

P. 130 (ARRIBA) Rotura del pilar más cercano al túnel del viaducto Matarraña III, en la línea Zaragoza-Barcelona, construido en 1893. Fotografía de 1931. Madrid, Museo del Ferrocarril [1604-IF MZA 13-9 TER]

P. 130 (CENTRO) Subida de la primera viga, mediante dos grúas, durante la reparación del tramo dañado por la rotura del pilar más cercano al túnel del viaducto Matarraña III, en la línea Zaragoza-Barcelona, construido en 1893. Fotografía de 1931. Madrid, Museo del Ferrocarril [1478-IF MZA 13-8 TER]

P. 130 (ABAJO) Paso del primer tren tras la reparación del tramo dañado por la rotura del pilar más cercano al túnel del viaducto Matarraña III, en la línea Zaragoza-Barcelona, construido en 1893. Fotografía de 1931. Madrid, Museo del Ferrocarril [1670-IF MZA 13-13 TER]

P. 131 Puente de Villares de Yeltes, Salamanca, 1887. Toda esta línea, incluidos sus puentes, ha sido declarada «Bien de Interés Cultural» en 2000 por la Junta de Castilla y León

PP. 132-133 Parte superior y vista general del puente Internacional sobre el río Miño, en Tuy, Pontevedra, inaugurado el 25 de marzo de 1886. Une las ciudades de Valença en Portugal y Tuy en España

P. 135 Viaducto sobre el Arroyo Salado, en Larva, Jaén, inaugurado en 1899. La complejidad técnica de su construcción fue inusual en la España de entonces, por lo que la obra despertó un gran interés. Con sus 110 metros sobre la parte más profunda del barranco, batió el récord nacional de altura en su momento

P. 136 (ARRIBA) Descarga de vigas transportadas a pie de obra mediante un tren de mercancías para el puente de 2º de Llança, Girona, en la línea de Barcelona a Portbou. Madrid, Museo del Ferrocarril [2009-IF MZA 20-4]

P. 136 (ABAJO) Colocación de los tramos de viga y su posterior colocación mediante empuje para el puente de 2º de Llança, Girona, en la línea de Barcelona a Portbou. Madrid, Museo del Ferrocarril [2005-IF MZA 20-4]

P. 139 Viaducto del Hacho sobre el río Guadahortuna, Granada, en la línea de ferrocarril de Linares a Almería, de los ingenieros Duval y Boutilleau, 1893-1895

P. 141 Viaducto sobre el río Guadajoz, en el límite de las provincias de Jaén y Córdoba, según proyecto de los ingenieros Charles Alexandre, y Delapierre, 1891 y 1893

P. 118 Las Rochelas Bridge in Tarragona, on the Lérida-Reus-Tarragona railway line, 1863. Photo by J. Martínez Sánchez, in: *Obras públicas de España: Vistas fotográficas...* ("Public Works in Spain: Photographic Views..."), ca. 1867. Madrid, Biblioteca Nacional [BA/3915, n. 33]

P. 119 Sariñena Bridge over the Alcandre River in Huesca, around 1891. Madrid, Archivo Ruiz Vernacci, IPHE [VN-a-3130]

P. 120 The workshops of La Maquinista Terrestre y Marítima, behind which stands their most representative work, Estación de Francia, also known as Barcelona-Término. Photograph from the nineteen fifties. Sant Cugat, Barcelona, Arxiu Nacional de Catalunya, fondo de La Maquinista Terrestre y Marítima [92810]

P. 121 Interior of the assembly shed at the San Andrés workshops of La Maquinista Terrestre y Marítima, in Barcelona. Madrid, Archivo del Ferrocarril [Nave de montaje III]

PP. 124-125 Ormaiztegui Viaduct in the province of Guipúzcoa, on the Madrid-Irún line, 1863. Photo by Auguste Muriel, in: *Chemin de fer du nord de l'Espagne. 30 vues photographiques des principaux points de la ligne* ("Railway of the North of Spain. 30 photographic views of the line's main points"), 1864. Madrid, Biblioteca Nacional [17-59 n.8 (1 & 2)]

P. 126 (UP) Launching of the first piling of the Guadalquivir II Bridge at Lora del Río on the Alcázar de San Juan-Seville line, 1859. Photo from 1929. Madrid, Museo del Ferrocarril [2407-IF MZA 7-4]

P. 126 (DOWN) Detail of the second launching of the Guadalquivir II Bridge. The lattice-work truss bears the inscription "Talleres de E. Grasset y Cía Madrid." Photo from 1922. Madrid, Museo del Ferrocarril [2472-IF MZA 7-9]

P. 127 Vadollano Bridge over the Guarrizas River, Jaén, on the Manzanares-Córdoba line, 1866. Photo from 1915. Madrid, Museo del Ferrocarril [2234-IF MZA 14-12]

P. 129 Mérida Bridge over the Guadiana Bridge in Badajoz, on the Mérida-Seville railway line, 1879. Photo from 1928. Madrid, Museo del Ferrocarril [2847-IF MZA 15-2]

P. 130 (UP) Breaking of the pillar closest to the tunnel, Matarraña III Viaduct, on the Saragossa-Barcelona line, built in 1893. Photo from 1931. Madrid, Museo del Ferrocarril [1604-IF MZA 13-9 TER]

P. 130 (MIDDLE) Two cranes raise the first truss to repair the section of the Matarraña III viaduct damaged by the breaking of the pillar closest to the tunnel. On the Saragossa-Barcelona line, built in 1893. Photo from 1931. Madrid, Museo del Ferrocarril [1478-IF MZA 13-8 TER]

P. 130 (DOWN) The first train crosses, after repairs to the section of the Matarraña III viaduct damaged by the breaking of the pillar closest to the tunnel. On the Saragossa-Barcelona line, built in 1893. Photos from 1931. Madrid, Museo del Ferrocarril [1670-IF MZA 13-13 TER]

P. 131 Villares de Yeltes bridge, Salamanca, 1887. This entire line, including its bridges, was declared "Cultural Heritage" in 2000 by the Regional Government of Castile and León

PP. 132-133 Upper section of the International Bridge over the Miño River in Tuy, Pontevedra, inaugurated on 25 March 1886. It links the cities of Valença in Portugal and Tuy in Spain

P. 135 Viaduct over Arroyo Salado in Larva, Jaén, inaugurated in 1899. The technical complexity of its construction was unusual in Spain at that time, so the work sparked a great deal of interest. Its 110 meters over the deepest part of the gully broke the national record for height at that time.

P. 136 (UP) Unloading trusses transported by freight train to the worksite for the second Llança Bridge, Girona, on the Barcelona-Portbou line. Madrid, Museo del Ferrocarril [2009-IF MZA 20-4]

P. 142 Sustitución de un tramo mediante deslizamiento lateral o ripado del segundo tramo metálico del puente sobre el río Cabe, en Sober Patón, Lugo, 1885. Madrid, Museo del Ferrocarril [carpeta «Positivos originales»]

P. 143 Lanzamiento de la tercera pila del puente de Santa Ana, para el tren de vía estrecha en la línea de Alicante a Villajoyosa y Denia. Fotografía de 1914. Madrid, Museo del Ferrocarril [2336-IF MZA 2-1]

Los puentes de Bilbao y el transbordador de Vizcaya

FRONTIS Detalle del puente transbordador de Vizcaya, en Bilbao, de Alberto de Palacio, 1893

P. 147 Plano número tres de un proyecto de puente —puente de la Naja— para la villa de Bilbao, de Juan Bautista Belaunzarán, 1815. Vizcaya, Archivo Foral de Bizkaia [BFA / AFB, Municipal, Bilbao, Planos 0123]

P. 149 Puente de Burceña, en Vizcaya, de Antonio de Goicoechea, 1825. Dibujo de Julio Bringas Lambla, en: *Revista pintoresca de las Provincias Bascongadas*, 1846. Ormaiztegui, Koldo Mitxelena Kulturunea. Diputación Foral de Gipuzkoa

P. 150-151 Vista panorámica de la Ribera, tomada desde la Naja, en torno a 1865. A la izquierda se aprecia el puente de Isabel II y a la derecha el de San Francisco. Fotografía de Pedro Telesforo de Errazquin. Bilbao, Museo Arqueológico, Etnográfico e Histórico Vasco [ERR – 188 + 199 + 204]

P. 152 Proyecto de puente de hierro —de Isabel II o del Arenal— para la Villa de Bilbao, de Antonio de Goicoechea, 1845. Vizcaya, Archivo Foral de Bizkaia [BFA / AFB, Municipal, Bilbao, Planos 0084]

P. 153 Detalle de la panorámica del muelle de Arriaga, en Bilbao, hacia 1859, en el que se aprecia parte del puente de Isabel II antes de que se le suprimiera el tramo levadizo con las torretas. Fotografía de Pedro Telesforo de Errazquin. Bilbao, Museo Arqueológico, Etnográfico e Histórico Vasco [ERR – 268 + 269]

P. 155 Puente de Isabel II, en Bilbao, hacia 1874, ya sin el tramo levadizo. Fotografía de Pedro Telesforo de Errazquin. Bilbao, Museo Arqueológico, Etnográfico e Histórico Vasco [ERR - 195]

P. 156 Puente de Isabel II, en Bilbao, hacia 1874, con la estructura dañada tras la riada sufrida el 12 de abril de 1874. Fotografía de Pedro Telesforo de Errazquin. Bilbao, Museo Arqueológico, Etnográfico e Histórico Vasco [ERR – 211]

P. 157 Puente de Udondo, en la desembocadura del río Udondo-Gobelas, en el municipio de Leioa, Bilbao, cuyo arco metálico procede del antiguo puente de Isabel II, colocado en 1876

P. 159 Puente de la Ribera, en Bilbao, hacia 1891. Fotografía de Pedro Telesforo de Errazquin. Bilbao, Museo Arqueológico, Etnográfico e Histórico Vasco [ERR - 316 + 322]

P. 161 Puente de los Fueros, en Bilbao, hacia 1870. Fotografía de Pedro Telesforo de Errazquin. Bilbao, Museo Arqueológico, Etnográfico e Histórico Vasco [ERR - 7]

P. 163 Puente transbordador de Marsella, proyectado por Arnodin en 1904. Fotografía de los hermanos Séeberger. París, Médiathèque de l'architecture [1F00929]

PP. 166-167 Puente transbordador de Vizcaya, en Bilbao, de Alberto de Palacio, 1893. También conocido como puente colgante de Portugalete, por unir esta villa con el barrio bilbaíno de Las Arenas. Es considerado el primer puente transbordador del mundo

P. 170 Puente de Perrochico, en el muelle de La Sendreja, Bilbao, hacia 1893. Fotografía de Pedro Telesforo de Errazquin. Bilbao, Museo Arqueológico, Etnográfico e Histórico Vasco [ERR - 319]

P. 136 (DOWN) Placement and subsequent alignment by pushing of the truss sections of the second Llança Bridge, Girona, on the Barcelona-Portbou line. Madrid, Museo del Ferrocarril [2005-IF MZA 20-4]

P. 139 El Hacho Viaduct over the Guadahortuna River in Granada on the Linares-Almería railway line. By engineers Duval and Boutilleau, 1893-1895

P. 141 Viaduct over the Guadajoz River on the border between the provinces of Jaén and Cordoba, designed by engineers Charles Alexandre and Delapierre, 1891 and 1893

P. 142 A section of the bridge over the Cabe River in Sober Patón, Lugo, 1885 is replaced by laterally sliding its second metal section. Madrid, Museo del Ferrocarril [“Positivos Originales” folder]

P. 143 Launching of the third piling of the Santa Ana bridge on the narrow-gage line from Alicante to Villajoyosa and Denia. Photo from 1914. Madrid, Museo del Ferrocarril [2336-IF MZA 2-1]

The Bridges of Bilbao and the Vizcaya Ferry

FRONTISPICE Detail of the Vizcaya Ferry Bridge in Bilbao, by Alberto de Palacio, 1893

P. 147 Plan number three from a bridge project—the la Naja Bridge—for the City of Bilbao, by Juan Bautista Belaunzarán, 1815. Vizcaya, Archivo Foral de Bizkaia [BFA/AFB, Municipal, Bilbao, Planos 0123]

P. 149 Burceña Bridge in Vizcaya, by Antonio de Goicoechea, 1825. Drawing by Julio Bringas Lambla, in: *Revista pintoresca de las Provincias Bascongadas* (“Picturesque Review of the Basque Provinces”), 1846. Ormaiztegui, Koldo Mitxelena Kulturunea. Diputación Foral de Gipuzkoa

PP. 150-151 Panoramic view of La Ribera taken from La Naja around 1865. The Isabel II Bridge is visible on the left and the San Francisco Bridge on the right. Photo by Pedro Telesforo de Errazquin. Bilbao, Museo Arqueológico, Etnográfico e Histórico Vasco [ERR-188 + 199 + 204]

P. 152 Project for an iron bridge—either the Isabel II or the El Arenal Bridge—for the City of Bilbao, by Antonio de Goicoechea, 1845. Vizcaya, Archivo Foral de Bizkaia [BFA/AFB, Municipal, Bilbao, Planos 0084]

P. 153 Detail of a panoramic view of the Arriaga Docks in Bilbao, around 1859, showing part of the Isabel II Bridge after the drawbridge section and its towers were removed. Photo by Pedro Telesforo de Errazquin. Bilbao, Museo Arqueológico, Etnográfico e Histórico Vasco [ERR-268 + 269]

P. 155 Isabel II Bridge in Bilbao, around 1874, without the drawbridge section. Photo by Pedro Telesforo de Errazquin. Bilbao, Museo Arqueológico, Etnográfico e Histórico Vasco [ERR-195]

P. 156 Isabel II Bridge in Bilbao, around 1874, with its structure damaged by the floodwaters of 12 April 1874. Photo by Pedro Telesforo de Errazquin. Bilbao, Museo Arqueológico, Etnográfico e Histórico Vasco [ERR-211]

P. 157 Udondo Bridge at the mouth of the Udondo-Gobelas River, in the town of Leioa, Bilbao. Its metal arch comes from the old Isabel II Bridge and was situated there in 1876

P. 159 La Ribera Bridge in Bilbao, around 1891. Photo by Pedro Telesforo de Errazquin. Bilbao, Museo Arqueológico, Etnográfico e Histórico Vasco [ERR-316 + 322]

El laberinto de hierro

FRONTIS Muelle Tharsis, en Huelva, construido por la compañía británica The Tharsis Sulphur and Cooper Company Limited. Fotografía de Pérez Romero. Sant Cugat, Barcelona, Arxiu Nacional de Catalunya, fondo La Maquinista Terrestre y Marítima [92822]

P. 174 Grúa del puerto de Barcelona. Sant Cugat, Barcelona, Arxiu Nacional de Catalunya, fondo La Maquinista Terrestre y Marítima [92812]

P. 176 Grúa flotante del Arsenal, en Ferrol, A Coruña

P. 177 Vista panorámica del muelle de El Musel, Gijón

P. 179 Grúa Titán, en el puerto de Tarragona

PP. 180-181 Vista del muelle de Riotinto, en Huelva, 1870, construido por la compañía británica Riotinto Company Limited. Fotografía de Jean Laurent de 1882. Madrid, Fototeca de Patrimonio Histórico, Archivo Ruiz Vernacci, IPHE, Ministerio de Cultura [VN-a-007396]

P. 183 El Cable Inglés o Cargadero de Mineral, Almería, construido por la compañía británica The Alquife Mines and Railway Co. Ltd., 1904

P. 185 Cargador número 1 de la cala de Castro Urdiales, Cantabria. Sant Cugat, Barcelona, Arxiu Nacional de Catalunya, fondo La Maquinista Terrestre y Marítima [92804]

P. 187 Muelle de hierro de Portugalete, conocido como Muelle Churruca, en la ría de Bibao, obra de Evaristo Churruca y Brunet, 1887. Sant Cugat, Barcelona, Arxiu Nacional de Catalunya, fondo La Maquinista Terrestre y Marítima [92813]

P. 191 Dique flotante del puerto de Barcelona, diseñado por los ingenieros Clark y Stanfield y construido por La Maquinista Terrestre y Marítima en 1926. Cuando los depósitos de agua del dique se llenan éste se sumerge lo suficiente como para permitir que un barco entre en flotación. Luego se achica el agua de los depósitos para que emerja el dique y se procede a la reparación de la carena del barco. Fotografías de Roig. Sant Cugat, Barcelona, Arxiu Nacional de Catalunya, fondo La Maquinista Terrestre y Marítima [92821, 92823, 92824]

El mundo de las estaciones

FRONTIS Detalle de la estructura metálica de la estación de Francia o de Barcelona-Término, en Barcelona, de Andrés Montaner, 1929

P. 194 Construcción de la Torre Eiffel, de Gustave Eiffel. Estado de las obras en junio de 1888. París, Musée d'Orsay

P. 198 «Estación de Ferro-carril del Norte, sección de Barcelona a Granollers», 1860. Primera estación, tipo embarcadero, de las tres que se edificaron en el solar que hoy ocupa la estación de Francia o de Barcelona-Término. Madrid, Patrimonio Nacional [10207708]

P. 199 Muelle cubierto de la Estación de Monrot, Barcelona. Fotografía de 1925. Madrid, Museo del Ferrocarril [0644-IF MZA 11-6]

P. 161 Los Fueros Bridge in Bilbao, around 1870. Photo by Pedro Telesforo de Errazquin. Bilbao, Museo Arqueológico, Etnográfico e Histórico Vasco [ERR-7]

P. 163 Marseille Ferry Bridge, designed by Arnodin in 1904. Photo by the Séeberger brothers, Paris, Médiathèque de l'architecture [1F00929]

PP. 166-167 Vizcaya Ferry Bridge in Bilbao, by Alberto de Palacio, 1893. Also known as the Portugalete suspension bridge, as it linked this town with Bilbao's Las Arenas quarter. It is considered the first ferry bridge in the world.

P. 170 Perrochico Bridge on the docks of La Sendija, Bilbao, around 1893. Photo by Pedro Telesforo de Errazquin. Bilbao, Museo Arqueológico, Etnográfico e Histórico Vasco [ERR-319]

The Labyrinth of Iron

FRONTISPIECE Tharsis Pier in Huelva, built by the British firm, The Tharsis Sulphur and Cooper Company Limited. Photo by Pérez Romero. Sant Cugat, Barcelona, Arxiu Nacional de Catalunya, fondo La Maquinista Terrestre y Marítima [92822]

P. 174 Crane at the port of Barcelona. Sant Cugat, Barcelona, Arxiu Nacional de Catalunya, fondo La Maquinista Terrestre y Marítima [92812]

P. 176 Floating Crane at El Arsenal, Ferrol, A Coruña

P. 177 Panoramic view of El Musel Pier, Gijón

P. 179 Titan Crane at the port of Tarragona

PP. 180-181 View of Riotinto Pier in Huelva, 1870, constructed by the British firm, Riotinto Company Limited. Photo by Jean Laurent, 1882. Madrid, Fototeca de Patrimonio Histórico, Archivo Ruiz Vernacci, IPHE, Ministerio de Cultura [VN-a-007396]

P. 183 The English Cable or Ore Loader, Almeria, built by the British firm, The Alquife Mines and Railway Co. Ltd., 1904

P. 185 Loader number 1 at Castro Urdiales cove, Cantabria. Sant Cugat, Barcelona, Arxiu Nacional de Catalunya, fondo La Maquinista Terrestre y Marítima [92804]

P. 187 Iron Pier at Portugalete, known as the Churruca Pier, on the Bilbao Estuary. By Evaristo Churruca and Brunet, 1887. Sant Cugat, Barcelona, Arxiu Nacional de Catalunya, fondo La Maquinista Terrestre y Marítima [92813]

P. 191 Floating dock at the port of Barcelona, designed by engineers Clark and Stanfield and built by La Maquinista Terrestre y Marítima in 1926. When the dock's water tanks are filled, it submerges enough to allow a ship to enter. The water is then pumped out of the tanks so that the dock rises and the ship's hull can be repaired. Photos by Roig. Sant Cugat, Barcelona, Arxiu Nacional de Catalunya, fondo La Maquinista Terrestre y Marítima [92821, 92823, 92824]

The World of Stations

FRONTISPIECE Detail of the metal structure of Estación de Francia, or Barcelona-Término, in Barcelona. By Andrés Montaner, 1929

P. 194 Construction of the Eiffel tower, by Gustave Eiffel. State of the works in June, 1888. Paris, Musée d'Orsay

P. 201 (ARRIBA) Antigua estación del Norte, en Barcelona, según proyecto de Miguel Bergue, 1865, construida para la Compañía de los Caminos de Hierro del Norte. Fotografía de J. Martínez Sánchez, en: *Obras públicas de España: Vistas fotográficas...*, hacia 1867. Barcelona, Biblioteca de Catalunya

P. 201 (ABAJO) Estación Valencia-Alameda, en la línea Calatayud a Valencia. Madrid, AHF- FFE [F/ 0035]

P. 202 Estación de Cartagena, Murcia, de Ramón Perioncelly, 1903, construida para la Compañía de los Ferrocarriles MZA

P. 204 Construcción de la Estación de Delicias, en Madrid. Estado de las obras el 1 de julio de 1879. Fotografía de Hebert

P. 205 Exterior de la estación de Delicias, en Madrid, de Émile Cachelivière, 1880

P. 206 Interior de la estación de Delicias, en Madrid, de Émile Cachelivière, 1880. En la construcción de su armadura se introdujo como novedad el sistema *De Dion*

P. 207 Galería de Máquinas, de Henri de Dion, construida para la Exposición Universal de París de 1878. Archivo Roger-Viollet [LL-11582 EXPOSITION 1878 STEREO]

P. 209 (ARRIBA) Estación del Norte o de Príncipe Pío, Madrid, de Mercier, Grasset, Biarez y Ouliac, 1881, construida para la Compañía de los Caminos de Hierro del Norte. Madrid, Museo del Ferrocarril [P.Pío 7 y 15]

P. 209 (ABAJO) Interior de la estación del Norte o de Príncipe Pío. Madrid, Museo del Ferrocarril [VG-IF-0151]

P. 210 Estación de Atocha, en Madrid. El proyecto y la parte arquitectónica de la estación se debe a Alberto de Palacio, 1888, construida para la Compañía de los ferrocarriles MZA

P. 211 Estación de Atocha, en Madrid, de Alberto de Palacio, 1888, construida para la Compañía de los ferrocarriles MZA

P. 212 Galería de Máquinas, de Charles Louis Ferdinand Dutert y Victor Contamin, construida para la Exposición Universal de París de 1889 y demolida en 1909. Washington D.C., Library of Congress [LOT 6634 N°. 105]

P. 213 Interior de la Estación de Atocha, en Madrid. La cubierta o marquesina de hierro fue calculada, y quizá diseñada, por el ingeniero inglés Saint James, 1888

P. 214 Construcción de la actual estación de Atocha, en Madrid. Grabado según una fotografía de Laurent, publicado en: *La Ilustración Española y americana*, 1891. Madrid, Museo del Ferrocarril

P. 215 Talleres Valladolid, fundados en 1860, en ellos se construyó la estructura metálica de la estación de Atocha. Madrid, Museo del Ferrocarril [vagones-5]

P. 216 Estación de Córdoba o Plaza de Armas, Sevilla, de Santos Silva y Nicolás Suárez Albizu, 1889, construida para la Compañía de los ferrocarriles MZA

P. 217 Estación del Norte, en Barcelona, construida para la Compañía de los Caminos de Hierro del Norte, ya con la ampliación de Demetrio Ribes Marco de 1906-1910

PP. 218-219 Estación del Norte, en Valencia, de Demetrio Ribes Marco, 1906-1909, construida para la Compañía de los Caminos de Hierro del Norte

P. 220 Estación de Almería, de L. Fargue, 1893-1895, construida para la Compañía de los Caminos de Hierro del Sur de España

P. 198 “El Norte Railway Station, Section from Barcelona to Granollers,” 1860. This embarcadero-type station was the first of three built on this lot now occupied by the Estación de Francia, or Barcelona-Término. Madrid, Patrimonio Nacional [10207708]

P. 199 Covered quay at Monrot Station, Barcelona. Photo from 1925. Madrid, Museo del Ferrocarril [0644-IF MZA 11-6]

P. 201 (UP) Former Estación del Norte, Barcelona, designed by Miguel Bergue, 1865, and built for the Compañía de los Caminos de Hierro del Norte. Photo by J. Martínez Sánchez, in: *Obras públicas de España: Vistas fotográficas...* (“Public Works in Spain: Photographic Views...”), ca. 1867. Barcelona, Biblioteca de Catalunya

P. 201 (DOWN) Valencia-Alameda Station on the Calatayud-Valencia line. Madrid, AHF-FFE [F/0035]

P. 202 Cartagena Station, Murcia, by Ramón Perioncelly, 1903, and built for the Compañía de los Ferrocarriles MZA

P. 204 Construction of Delicias Station in Madrid. State of the work on 1 July 1879. Photo by Hebert

P. 205 Exterior of Delicias Station in Madrid, by Émile Cachelivière, 1880. Its framework was based on the innovative *De Dion* system

P. 206 Interior of Delicias Station in Madrid, by Émile Cachelivière, 1880

P. 207 Gallery of Machines, by Henri de Dion, built for the 1878 Universal Exhibition in Paris. Roger-Viollet Archives [LL-11582 EXPOSITION 1878 STEREO]

P. 209 (UP) Estación del Norte or Príncipe Pío, Madrid, by Mercier, Grasset, Biarez and Ouliac, 1881, built for the Compañía de los Caminos de Hierro del Norte. Madrid, Museo del Ferrocarril [P.Pío 7 y 15]

P. 209 (DOWN) Interior of Estación del Norte or Príncipe Pío. Madrid, Museo del Ferrocarril [VG-IF-0151]

P. 210 Atocha Station in Madrid. The project and part of the station’s architecture was designed by Alberto de Palacio, 1888. It was built by the MZA Railway Company

P. 211 Atocha Station in Madrid, by Alberto de Palacio, 1888. It was built for the MZA Railway Company

P. 212 Gallery of Machines by Charles Louis Ferdinand Dutert and Victor Contamin, built for the 1889 Universal Exhibition in Paris and demolished in 1909. Washington D.C., Library of Congress [LOT 6634 N. 105]

P. 213 Interior of Atocha Station in Madrid. The iron roof or canopy was calculated, and possibly designed, by the English engineer, Saint James, 1888

P. 214 Construction of the current Atocha Station in Madrid. Engraving from a photo by Laurent, published in: *La Ilustración Española y Americana* (“Spanish and American Illustration”), 1891. Madrid, Museo del Ferrocarril

P. 215 Talleres Valladolid, founded in 1860, where the metal structure for Atocha Station was manufactured. Madrid, Museo del Ferrocarril [vagones-5]

P. 216 Cordoba Station, or Plaza de Armas, Seville, by Santos Silva and Nicolás Suárez Albizu, 1889, built for the MZA Railway Company

P. 217 Estación del Norte, in Barcelona, built by Compañía de los Caminos de Hierro del Norte, shown with Demetrio Ribes Marco’s expansion from 1906-1910

PP. 218-219 Estación del Norte in Valencia, by Demetrio Ribes Marco, 1906-1909, built for Compañía de los Caminos de Hierro del Norte

P. 221 Detalle de la fachada de la estación de la Concordia o de Santander, en Bilbao, de Severino Achúcarro, 1896-1900, construida para la Compañía de Ferrocarril de Santander a Bilbao

P. 222 Interior de la estación de Abando, en Bilbao. Realizada en 1905 por el arquitecto de Enrique Epalza. Fue incendiada y posteriormente reconstruida en 1948

PP. 223-224 Construcción de la estructura metálica de la estación de Francia o de Barcelona-Término, en Barcelona, proyectada por Andrés Montaner, ingeniero de La Maquinista Terrestre y Marítima, empresa que construyó la obra en 1929. Sant Cugat, Barcelona, Arxiu Nacional de Catalunya, fondo La Maquinista Terrestre y Marítima [92811]

El mercado de hierro

FRONTIS Detalle de la cúpula del mercado de San Antonio, en Barcelona, de Antonio Rovira y Trías, 1882

P. 228 Interior del Mercado de hierro de Badajoz, de Tomás Brioso Mapelli, 1898. Actualmente en el campus universitario de Badajoz procedente de la Plaza Alta de la ciudad

P. 231 Les Halles Centrales de París, de Victor Baltard, en colaboración con Félix Callet, 1854-1866. Grabado de Huguette et Outhwaite. Washington D.C., Library of Congress [DC777 B.19 (case Z) P&P]

P. 232 ^(ARRIBA) Proyecto de Halles Centrales para un mercado de hierro en la calle Hortaleza, en Madrid, del ingeniero Émile Trélat, firmado en París el 25 de enero de 1863

P. 232 ^(ABAJO) Proyecto para el mercado de hierro en la plaza de la Cebada, en Madrid, de Hector Horeau, publicado en: *Handbuch der Architektur*, vol. IV, p. 375, Darmstadt, 1884

P. 235 Mercado de los Mostenses, en Madrid, de Manuel Calvo y Pereira, 1870-1876. Fotografía de 1925, cuando empezó su demolición. Madrid, Museo de Historia de la Ciudad [inv. 8309]

P. 237 Mercado de la Cebada, en Madrid, de Manuel Calvo y Pereira, proyectado en 1868 y comenzado a construir en 1878

P. 239 Mercado de San Antonio, en Barcelona, de Antonio Rovira y Trías, 1882. Fotografía de A. Torija. Sant Cugat, Barcelona, Arxiu Nacional de Catalunya, fondo de La Maquinista Terrestre y Marítima [92818]

P. 240 Mercado de San Antonio, en Barcelona, a vista de pájaro, de Antonio Rovira y Trías, 1882

P. 241 Galería de la Cárcel Modelo de Madrid, llamada inicialmente Prisión Celular. Fotografía de 1883. Madrid, Dirección General de Instituciones Penitenciarias

P. 242 Mercado del Borne, en Barcelona, de José Fontseré y Mestres y José Cornet y Mas, 1875-1876. Sant Cugat, Barcelona, Arxiu Nacional de Catalunya, fondo de La Maquinista Terrestre y Marítima [92825]

P. 243 El mercado del Borne, en Barcelona, a vista de pájaro, de José Fontseré y Mestres y José Cornet y Mas, 1875-1876

P. 245 Interior del mercado del Borne, en Barcelona, de José Fontseré y Mestres y José Cornet y Mas, 1875-1876

P. 220 Almería Station by L. Fargue, 1893-1895, built for Compañía de los Caminos de Hierro del Sur de España

P. 221 Detail of the façade of Concordia or Santander Station in Bilbao, by Severino Achúcarro, 1896-1900. Constructed for Compañía de Ferrocarril de Santander a Bilbao.

P. 222 Interior of Abando Station in Bilbao. Made in 1905 by architect Enrique Epalza, it was burned down, and later rebuilt in 1948.

PP. 223-224 Construction of the metal structure for Estación de Francia or Barcelona-Término, in Barcelona, designed by Andrés Montaner, who was an engineer for La Maquinista Terrestre y Marítima, the company that built this work in 1929. Sant Cugat, Barcelona, Arxiu Nacional de Catalunya, fondo La Maquinista Terrestre y Marítima [92811]

Iron Markets

FRONTISPIECE Detail of the dome of the San Antonio Market in Barcelona, by Antonio Rovira y Trías, 1882

P. 228 Interior of the iron market at Badajoz, by Tomás Brioso Mapelli, 1898. It is now on the campus of Badajoz University, where it was moved from the city's Plaza Alta

P. 231 Les Halles Centrales of Paris, by Victor Baltard, in collaboration with Félix Callet, 1854-1866. Engraving by Huguette et Outhwaite. Washington D.C., Library of Congress [DC777 B.19 (case Z) P&P]

P. 232 ^(UP) Halles Centrales project for an iron market on Hortaleza street by engineer Émile Trélat, signed in Paris on 25 January 1863

P. 232 ^(DOWN) Project for an iron market in Madrid's Plaza de la Cebada, by Hector Horeau, published in: *Handbuch der Architektur* ("Architectural Handbook"), vol IV, p. 375, Darmstadt, 1884

P. 235 Mostenses Market in Madrid, by Manuel Calvo y Pereira, 1870-1876. Photo from 1925, when its demolition began. Madrid, Museo de Historia de la Ciudad [inv. 8309]

P. 237 La Cebada Market in Madrid, by Manuel Calvo y Pereira. The project was completed in 1868 and work began in 1878

P. 239 The San Antonio Market in Barcelona, by Antonio Rovira y Trías, 1882. Photo by A. Torija. Sant Cugat, Barcelona, Arxiu Nacional de Catalunya, fondo de La Maquinista Terrestre y Marítima [92818]

P. 240 Bird's-eye view of the San Antonio Market in Barcelona, by Antonio Rovira y Trías, 1882.

P. 241 Gallery of the Cárcel Modelo ("Model Jail") in Madrid, initially called Prisión Celular ("Cellular Prison"). Photo from 1883. Madrid, Dirección General de Instituciones Penitenciarias

P. 242 Borne Market in Barcelona, by José Fontseré y Mestres and José Cornet y Mas, 1875-1876. Sant Cugat, Barcelona, Arxiu Nacional de Catalunya, fondo de La Maquinista Terrestre y Marítima [92825]

P. 243 Bird's-eye view of the Borne Market in Barcelona, by José Fontseré y Mestres and José Cornet y Mas, 1875-1876

P. 245 Interior of the Borne Market in Barcelona, by José Fontseré y Mestres and José Cornet y Mas, 1875-1876

- P. 246 Mercado de Palencia, proyectado por Juan Agapito y Revilla en 1895. Construido en los talleres de Julio Petrement de Palencia, fue inaugurado en 1898
- P. 247 Mercado de Alfonso XII o de las Atarazanas, en Málaga, de Joaquín Rucoba, 1879. Su portada nazarí, procedente de las antiguas Atarazanas árabes de la ciudad, fue declarada Bien de Interés Cultural en 1979
- P. 249 Mercado del 19 de Octubre, en Oviedo, de Javier Aguirre, 1882
- P. 250 Mercado de La Unión, Murcia, 1907. Proyectado por Víctor Beltrí en 1903, su construcción fue dirigida por Pedro Cerdán
- P. 253 Fachada del mercado Central de Valencia, de Alejandro Soler y Francisco Guardia, 1910-1929
- P. 254 Cúpula del mercado Central de Valencia, de Alejandro Soler y Francisco Guardia, 1910-1929
- P. 255 Interior del mercado Central de Valencia
- P. 257 Interior del mercado de Colón de Valencia, de Francisco Mora Berenguer, 1914-1916

El palacio de cristal

FRONTISPIECE Detalle del Palacio de Cristal en el parque del Retiro, en Madrid, de Ricardo Velázquez Bosco, 1887

- P. 260 Crystal Palace, en Londres, de Joseph Paxton, reconstruido en Sydenham en 1854, procedente de Hyde Park donde tuvo lugar la primera Exposición Universal de Londres en 1851. Fotografía en: Philip Henry Delamote, *Views of the Crystal Palace [graphic]: a Collection of Original Photographs*, Londres, 1854. Washington D.C., Smithsonian Institution Libraries [91-19672]
- P. 264 El Palacio de Cristal en el parque del Retiro, en Madrid, de Ricardo Velázquez Bosco, para la Exposición sobre las islas Filipinas de 1887
- P. 266 Umbráculo del Parque de La Ciudadela, en Barcelona, 1883-84, de José Amargós. Madrid, Patrimonio Nacional [10188510]
- P. 267 Umbráculo del Parque de La Ciudadela, en Barcelona, 1883-84, de José Amargós
- P. 268 Invernáculo del Parque de La Ciudadela, Barcelona, 1883-84, de José Amargós
- P. 271 Umbráculo del Jardín Botánico, en Valencia, proyectado en 1897 por Arturo Mélida y Alinari e inaugurado en 1900
- P. 272 Dependencia del área de estadística en la planta del ala del paseo del Prado, de la sede del Banco de España en Madrid
- P. 274 ^(ARRIBA) Plaza de toros «La Malagueta» (Málaga), de Joaquín Rucoba, 1876. Las piezas metálicas se fundieron en unos talleres de El Masnou, Barcelona
- P. 274 ^(ABAJO) Interior de la plaza de toros «La Glorieta», en Salamanca, 1893, obra de Cecilio González.
- P. 277 ^(ARRIBA) Interior del Nuevo Frontón Euskal Jai o Frontón Moderno, en Pamplona, 1909
- P. 277 ^(ABAJO) Interior del Frontón Barcelonés, en Barcelona, de Enrique Sagnier, 1896. Fotografía de Antonio Esplugas, 1890-1899. Barcelona, Arxiu Històric de la Ciutat de Barcelona - Arxiu fotogràfic [ref.bcn000194]

P. 246 Palencia market designed by Juan Agapito y Revilla in 1895. Manufactured in the Palencia workshops of Julio Petrement, it was inaugurated in 1898

P. 247 Alfonso XII, or Atarazanas Market in Malaga, by Joaquín Rucoba, 1879. Its Nasrid doorway from the city's ancient Arab dockyards was declared Cultural Heritage in 1979

P. 249 19 October Market in Oviedo, by Javier Aguirre, 1882

P. 250 La Unión Market in Murcia, 1907. Designed by Víctor Beltrí in 1903, its construction was directed by Pedro Cerdán

P. 253 Façade of the Central Market in Valencia, by Alejandro Soler and Francisco Guardia, 1910-1929

P. 254 Dome of the Central Market in Valencia, by Alejandro Soler and Francisco Guardia, 1910-1929

P. 255 Interior of the Central Market in Valencia

P. 257 Interior of Colón Market in Valencia, by Francico Mora Berenguer, 1914-1916

The Crystal Palace

FRONTISPIECE Detail of the Crystal Palace in Madrid's Retiro Park, by Ricardo Velázquez Bosco, 1887

P. 260 Joseph Paxton's Crystal Palace in London. Originally in Hyde Park as part of the first Universal Exhibition in London in 1851, it was later moved to Sydenham. Photo in: Philip Henry Delamote, *Views of the Crystal Palace [graphic]: a Collection of Original Photographs*, Londres, 1854. Washington D.C., Smithsonian Institution Libraries [91-19672]

P. 264 The Crystal Palace in Madrid's Retiro Park, by Ricardo Velázquez Bosco, for the Exhibition on the Philippine Islands in 1887

P. 266 The shade house at La Ciudadela Park in Barcelona, 1883-1884, by José Amargós. Madrid, Patrimonio Nacional [10188510]

P. 267 The shade house at La Ciudadela Park in Barcelona, 1883-1884, by José Amargós

P. 268 The greenhouse at La Ciudadela Park in Barcelona, 1883-1884, by José Amargós

P. 271 The shade house at the Botanical Gardens in Valencia, designed by Arturo Mélida y Alinari in 1897 and inaugurated in 1900

P. 272 Offices of the statistics section on the Paseo del Prado wing of Banco de España's headquarters in Madrid.

P. 274 ^(UP) La Malagueta bullring in Malaga, by Joaquín Rucoba, 1876. Its metal pieces were cast in workshops in El Masnou, Barcelona

P. 274 ^(DOWN) Interior of the La Glorieta bullring in Salamanca, 1893, built by Cecilio González

P. 277 ^(UP) Interior of the Nuevo Frontón Euskal Jai or Frontón Moderno, in Pamplona, 1909

P. 277 ^(DOWN) Interior of the Frontón Barcelonés in Barcelona, by Enrique Sagnier, 1896. Photo by Antonio Esplugas, 1890-1899. Barcelona, Arxiu Històric de la Ciutat de Barcelona - Arxiu fotogràfic [ref.bcn000194]

Los quioscos y otros caprichos

FRONTIS Detalle del quiosco de Avilés, en Asturias, de Federico Ureña, 1894

P. 282 Quiosco en el recinto ferial de Albacete, de Daniel Rubio, 1912. Repite un modelo anterior en el que el piso bajo estaba destinado a botillería y el alto a la música. Construido por Butsem & Fradera

P. 285 Quiosco conocido como Árbol de la Música, en la Alameda de Cervantes o Dehesa, en Soria

P. 286 Quiosco de Avilés, en Asturias, de Federico Ureña, 1894, con espectacular solución cupuliforme

P. 287 Quiosco del paseo del Espolón, en Burgos, de Martínez Ruiz, 1897. Actualmente en el jardín de un establecimiento de hostelería de la carretera de Burgos a Madrid

P. 289 Quiosco en el paseo de la Alameda de Santiago de Compostela, A Coruña, de Daniel García Vaamonde, 1896

P. 290 Quiosco de Laguardia, en Álava, que cobija el busto del poeta Félix de Samaniego

P. 293 Detalle del quiosco del Bulevar de San Sebastián, en Guipúzcoa, de Ricardo Magdalena, 1907

P. 295 Detalle del quiosco de Zaragoza, en el parque de Primo de Rivera, de los arquitectos José y Manuel Martínez Ubago, 1908

P. 296 Torre-mirador de la Ciudad Ducal, en las Navas del Marqués, Ávila, 1873

P. 298 Pajarera que se levantó cerca de la Gran Cascada en el nuevo parque de la Ciudadela, en Barcelona, 1888. Fotografía de J. E. Puig, 1880-1889. Barcelona, Arxiu Històric de la Ciutat de Barcelona - Arxiu fotogràfic [ref.bcn003310]

P. 299 Montaña rusa «Saturno park», en Barcelona, montada con motivo de la Exposición Universal de Barcelona de 1888. Fotografía de 1915. Barcelona, Arxiu Històric de la Ciutat de Barcelona - Arxiu fotogràfic [ref.bcn003633]

P. 300 Tranvía aéreo del monte Ulía, en San Sebastián, Leonardo Torres Quevedo, hacia 1907. Madrid, Museo del Ferrocarril [TP-IF-0679]

P. 301 Ferrocarril «aéreo» del Tibidabo, en Barcelona, 1915. Madrid, Museo del Ferrocarril [TP-IF-0717]

Bandstands and other Caprices

FRONTISPIECE Detail of the Avilés bandstand in Asturias, by Federico Ureña, 1894

P. 282 Bandstand at Albacete fairgrounds, by Daniel Rubio, 1912. It repeats an earlier model in which the bottom floor was a liquor store and the upper one, a bandstand. Constructed by Butsem & Fradera

P. 285 Bandstand known as Árbol de la Música (“The Music Tree”), in the Alameda de Cervantes or Dehesa in Soria

P. 286 Bandstand in Avilés, Asturias by Federico Ureña, 1894, with a spectacular domed solution

P. 287 Bandstand on the Paseo del Espolón, Burgos, by Martínez Ruiz, 1897. It is now in the garden of a restaurant on the road from Burgos to Madrid.

P. 289 Bandstand on the Paseo de la Alameda, in Santiago de Compostela, A Coruña, by Daniel García Vaamonde, 1896

P. 290 Laguardia bandstand in Álava, which houses the bust of poet Félix de Samaniego

P. 293 Detail of the Bulevar de San Sebastian bandstand in Guipúzcoa, by Ricardo Magdalena, 1907

P. 295 Detail of the bandstand in the Parque de Primo de Rivera, Saragossa, by the architects, José and Manuel Martínez Ubago, 1908

P. 296 Lookout tower of la Ciudad Ducal, in Navas del Marqués, Ávila, 1873

P. 298 Aviary erected near the Large Waterfall in the new Ciudadela Park in Barcelona, 1888. Photo by J. E. Puig, 1880-1889. Barcelona, Arxiu Històric de la Ciutat de Barcelona - Arxiu fotogràfic [ref.bcn003310]

P. 299 “Saturno Park” rollercoaster in Barcelona, erected for the 1888 Universal Exhibition of Barcelona. Photo from 1915. Barcelona, Arxiu Històric de la Ciutat de Barcelona - Arxiu fotogràfic [ref.bcn003633]

P. 300 Monte Ulía cablecar, in San Sebastian, by Leonardo Torres Quevedo, ca. 1907. Madrid, Museo del Ferrocarril [TP-IF-0679]

P. 301 Tibidabo “Aerocar” in Barcelona, 1915. Madrid, Museo del Ferrocarril [TP-IF-0717]

Bibliografía

La bibliografía sobre los temas abordados en esta obra resulta tan ingente y desigual como dispersa en publicaciones de muy distinto alcance. Las únicas monografías específicas y de visión amplia sobre el hierro en relación con la arquitectura e ingeniería, al margen de estudios monográficos sobre algún nombre propio o ciudad, como los trabajos de Margot y Carol Gayle en relación con Bogardus y Nueva York, son los que componen la colección dirigida por Giulio Roisecco y coordinada por Romano Jodice, *L'architettura del ferro*. Entre 1972 y 2003, esta colección ha dedicado varios volúmenes a distintos países de Europa y América, como Inglaterra, Francia, Italia, Dinamarca, Rusia, Estados Unidos y Argentina.

Aquí se cita tan sólo la bibliografía española consultada o citada en el texto, pues conceptos como arquitectura, ingeniería, obras públicas, ferrocarriles o industria, entre otros, darían lugar a relaciones interminables que, además, no reflejarían las cuestiones tratadas en estas páginas. La información básica sobre nuestra arquitectura e ingeniería del hierro está todavía por explorar y agotar documentalmente. La encontramos en muy distintos archivos: el fondo histórico del Ministerio de Fomento que, bajo sus distintas denominaciones a lo largo del tiempo, se halla en el Archivo General de la Administración (AGA), en Alcalá de Henares, Madrid; el Archivo Histórico de RENFE; los fondos de los Museos del Ferrocarril surgidos en España en los últimos años o los archivos municipales. Por otro lado, la desaparición de las casas constructoras y de sus archivos impide documentar muchas obras, siendo excepción el importante fondo histórico de La Maquinista Terrestre y Marítima, del que hay documentación tanto en el Archivo Nacional de Cataluña, en Sant Cugat, Barcelona, como en el Museo de la Ciencia y de la Técnica de Cataluña. Por estas y otras razones resulta indispensable la consulta de la *Revista de Obras Públicas*, nacida en 1853, así como la de los *Anales de la Arquitectura y Construcción* (1876-1890), que dirigió Eduardo Saavedra. En la bibliografía seleccionada a continuación sólo se recogen los libros y no los artículos, salvo excepciones, con el ánimo de no alargar esta introducción bibliográfica.

Bibliography

The bibliography on the subjects dealt with in this work is enormous and inconsistent. It is also scattered among publications of greater and lesser accessibility. Aside from monographic studies of specific persons or cities, such as the work of Margot and Carol Gayle on Bogardus and New York; the only specific and far-ranging monographs on iron and its relation to architecture and engineering are those that comprise the collection directed by Giulio Roisecco and coordinated by Romano Jodice, *L'architettura del ferro*. Between 1972 and 2003, this collection has dedicated various volumes to different countries in Europe and America, including England, France, Italy, Denmark, Russia, the United States and Argentina.

Here, we have listed only the Spanish bibliography consulted or quoted in the text, as concepts such as architecture, engineering, public works, railroads or industry, among others, would generate interminable lists that, nevertheless, would shed little light on the matters dealt with in these pages. The basic information about our iron architecture and engineering is in documents that have yet to be exhaustively explored. This information is in a broad variety of archives. Under denominations that changed over time, the historical holdings of the Ministry of Development are in the Archivo General de la Administración (General Administrative Archives, AGA) in Alcalá de Henares, Madrid. Then there are: the Historical Archives of RENFE; the holdings of the Railway Museums that have sprung up around Spain in recent years; and municipal archives. Moreover, the disappearance of building firms and their archives impedes the documentation of many works. One exception is the important historical holdings of La Maquinista Terrestre y Marítima, whose documents can be found in both the Archivo Nacional de Cataluña (National Archives of Catalonia) in Sant Cugat, Barcelona, and the Museo de la Ciencia y de la Técnica de Cataluña (Museum of Science and Technology of Catalonia). For this and other reasons, it is indispensable to consult the *Revista de Obras Públicas* ("Review of Public Works") born in 1853, as well as *Anales de la Arquitectura y Construcción* ("Annals of Architecture and Construction" 1876-1890), which was directed by Eduardo Saavedra. With some exceptions, the selected bibliography below lists only books, and not articles, in order not to unnecessarily lengthen this bibliographic introduction.

- AA.VV.: *Cien años del ferrocarril en España* (4 vols.), Madrid, Historia y Geografía Magisterio Español, 1948.
- AA.VV.: *Las estaciones ferroviarias de Madrid*, Madrid, Colegio Oficial de Arquitectos, 1980 (los textos sobre las estaciones españolas y madrileñas son de I. Aguilar y P. Navascués, respectivamente).
- AA.VV.: *El mundo de las estaciones*, Madrid, Ministerio de Cultura, 1980 (los textos sobre las estaciones españolas son de P. Navascués e I. Aguilar).
- AA.VV.: *La polémica ingenieros-arquitectos en España. Siglo XIX*, Madrid, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 1985.
- AA.VV.: *Exposición Universal de Barcelona. Libro del Centenario 1888-1988*, Barcelona, L'Avenç, 1988.
- AA.VV.: *Estación de Francia. Escenario monumental para el tren*, Barcelona, Lunweg, 1992.
- AA.VV.: *El Puente de Vizcaya 1893-1993*, Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Bizkaia, 1993.
- AA.VV.: *Los puentes sobre el Guadalquivir en Sevilla*, Sevilla, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 1999.
- AA.VV.: *Faros de España. Lighthouses of Spain*, Madrid, Ente público Puertos del Estado, 2003.
- Abad, T. y Chías, P.: *La estación del Norte en Valencia*, Barcelona, Lunweg, 1993.
- Aguilar, I.: *Historia de las estaciones: arquitectura ferroviaria en Valencia*, Valencia, Diputación Provincial, 1984.
- La estación de ferrocarril, puerta de la ciudad* (2 vols.), Valencia, Generalitat Valenciana, 1988.
- Estaciones y ferrocarriles valencianos*, Valencia, Consejo Valenciano de Cultura, 1995.
- 100 elementos del Paisaje valenciano. Las Obras Públicas*, Valencia, Consejería de Infraestructuras y Transporte, 2005 (con varios colaboradores).
- Caminos de hierro, estaciones, puentes, viaductos y locomotoras*, Valencia, Colegio de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, Comunidad Valenciana, 2005.
- Aguilar, I. y Vidal, J.: *150 años de ferrocarril en la Comunidad Valenciana: 1852-2002*, Valencia, Consejería de Obras Públicas, 2002.
- Aguiló, M.: *Túneles y viaductos para los caminos españoles*, Madrid, ACS, 2005.
- Alemaný Llovera, J.: *Los puertos españoles en el siglo XIX*, Madrid, MOPT (Ministerio de Obras Públicas y Transportes), 1991.
- Alzola y Minondo, P.: *Historia de las Obras Públicas en España*, 1899, Madrid, Edición del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 1979.
- Arrúe, B.: «Aportación de la historia del arte a la metodología de estudio y catalogación de puentes», *Artigrama. Revista del Departamento de Historia de la Universidad de Zaragoza*, núm. 15, págs. 15-42, 2000.
- Bahamonde Magro, A. y Toro Mérida, J.: *Burguesía, especulación y cuestión social en el Madrid del siglo XIX*, Madrid, Siglo Veintiuno de España, 1978.
- Basurto, N., Rodríguez-Escudero, P. y Velilla, J.: *El Bilbao que pudo ser. Proyectos para una ciudad (1800-1940)*, Bilbao, Diputación Foral de Bizkaia, 1999.
- Benito Goerlich, D.: *La arquitectura del eclecticismo en Valencia: vertientes de la arquitectura valenciana entre 1875 y 1925*, Valencia, Delegación Municipal de Cultura, 1983.
- Bérchez, Joaquín.: *Moneo hijo y Cía. La modernización de la imagen urbana de Salamanca a finales del siglo XIX*, Ayuntamiento de Salamanca, 2005.
- Biel Ibáñez, P.: *Zaragoza y la industrialización: la arquitectura industrial en la capital aragonesa entre 1875 y 1936*, Zaragoza, Institución Fernando el Católico, 2004.
- Castañar Muñoz, C.: *La arquitectura del hierro en España. Los mercados del siglo XIX*, Madrid, Monografías de la Real Academia de Ingeniería, 2006.
- Castillo, A. del: *La Maquinista Terrestre y Marítima, personaje histórico (1855-1955)*, Barcelona, Seix y Barral, 1955.
- Casuso Quesada, R.: *Arquitectura del siglo XIX en Jaén*, Jaén, Diputación Provincial de Jaén, 1998.
- «La línea de ferrocarril Linares-Almería y sus hitos patrimoniales en la arquitectura e ingeniería civiles del siglo XIX», *Sumuntán: anuario de estudios sobre Sierra Mágina*, n.º 21, 2004.
- Compañía de los Caminos de Hierro del Norte de España: 1858-1939* (2 vols.), Madrid, Espasa Calpe, 1940.
- Compañía de los Ferrocarriles de Madrid a Zaragoza y a Alicante. Reseña histórica de su constitución y desarrollo...*, Madrid, Sucesores de Rivadeneyra, 1933.
- Cornet y Mas, M.: «Proyecto de puente fijo titulado del Palacio, sobre el gran Neva en San Petersburgo», *Revista Tecnológico-Industrial* (Barcelona), marzo-agosto, 1904.
- Cornet Planells, M.: *El pont de Sant Petersburg. Carta a l'avi*, Ed. Marrè, 2003.
- Chías Navarro, P. y Abad Balboa, T.: *Puentes de España*, Madrid, FCC, 1994.
- Fernández Molina, J.R. y González Moriyón, J.: *La arquitectura del hierro en Asturias: 13 mercados y otros edificios urbanos*, Oviedo, Colegio Oficial de Arquitectos de Asturias, 1994.
- Fernández Troyano, L.: *Tierra sobre el agua: visión histórica universal de los puentes* (2 vols.), Madrid, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 1999.
- Fullaondo, D.: *La arquitectura y los arquitectos de la región y el entorno de Bilbao (2)*, Madrid-Barcelona, Alfaguara, 1971.
- García Mateo, J. L., Jiménez Vega, M. y Cuéllar Villar, D.: *Inventario de los puentes ferroviarios de España*, Madrid, Fundación de los Ferrocarriles Españoles, 2004.
- González de Durana, J.: *Puente de hierro para la Ría de Bilbao de D. Pablo de Alzola*, Bilbao, Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Vizcaya, 1986.
- García García, I. M. y González Tascón, I.: *Guía bibliográfica de la historia de la ingeniería civil*, Madrid, Ediciones del Umbral, 2004.
- González Tascón, I.: *Historia del transporte en España*, [s.l.], INECO-TIFSA, 2005.
- González Vilchez, M.: *Historia de la arquitectura inglesa en Huelva*, Sevilla, Universidad de Sevilla / Diputación de Huelva, 1981.
- Iglesias, L. S.: *Burgos en el siglo XIX. Arquitectura y urbanismo (1813-1900)*, Universidad de Valladolid, 1979.
- Ingeniería en la época romántica: Las obras públicas en España alrededor de 1860*, Madrid, Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, 1983.
- Isac, A.: *Eclecticismo y pensamiento arquitectónico en España: Discursos, Revistas congresos (1846-1919)*, Granada, Diputación Provincial, 1987.
- J. Eugenio Ribera. *Ingeniero de Caminos. 1864-1936*, catálogo de exposición, Madrid, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 1982.
- López García, M.: *MZA Historia de sus estaciones*, Madrid, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 1986 (2ª ed., 2005).
- López García, M.: *Puerta de Atocha*, Barcelona, Lunweg, 1992.
- López Mondéjar, P. y Maristany, M.: *Viajeros al tren. 150 años de fotografía y ferrocarril en España*, Barcelona, Lunweg, 1998.

- Mañas Martínez, J.: *Eduardo Saavedra, ingeniero y humanista*, Madrid, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 1983.
- Molina Cobos, A.: *Descripción de seis puentes de Málaga*, Madrid, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 1987.
- Navarro de Oña, C.: *El Ferrocarril Linares-Almería, 1870-1934*, Almería, Editorial Cajal, 1984.
- Navarro Vera, J. R.: *El puente moderno en España, 1850-1950* (2 vols.), Madrid, Fundación Juanelo Turriano, 2001.
- Navascués Palacio, P.: *Arquitectura y arquitectos madrileños del siglo XIX*, Madrid, Instituto de Estudios Madrileños, 1973.
- «La arquitectura del hierro en España», *Construcción, Arquitectura, Urbanismo* (Barcelona), núm. 65, 1980.
- «L'architecture espagnole du XIX^e siècle», *Revue de l'Art*, (París) C.N.R.S., núm. 70, 1985.
- Bajo el signo del romanticismo. Arquitectura*, Madrid, Ed. Sílex, 1992.
- Arquitectura española 1808-1914*, vol. XXXV de la colección Summa Artis, Madrid, Espasa Calpe, 1993.
- Palaia Pérez, L. y Esteban Chapapría, J.: *El Mercado Central de Valencia*, Madrid, Banco de Santander, 1983.
- Paliza Monduate, M. y Nieto González, J.R.: «La contribución de las fundiciones a la arquitectura del hierro: las obras de la fábrica salmantina de Moneo», *Boletín del Museo e Instituto «Camón Aznar»*, (Zaragoza), núm. XCVIII, 2006.
- Pano García, J. L. y Marco Foz, J.C.: *El kiosco de la música de Zaragoza (1908-1999)*, Zaragoza, Institución Fernando el Católico, 2002.
- Pérez de la Peña Oleaga, G.: *Portugalete (1852-1960), historia de su arquitectura y expansión urbana*, Bilbao, Diputación Foral de Vizcaya, 1993.
- Revista del Ministerio de Fomento*, «33 puentes singulares de España», estudio monográfico, núm. 531, 2004.
- Rodríguez Lázaro, F. J. y Coronado Tordesillas J. M. (ed.), *Obras públicas de España: fotografías de J. Laurent, 1858-1870*, Ciudad Real, Universidad de Castilla-La Mancha, 2003.
- Sáenz Ridruejo, F.: *Ingenieros de Caminos del siglo XIX*, Madrid, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 1990.
- Sánchez Terry, M. A.: *Los faros españoles: historia y evolución*, Madrid, Servicio de Publicaciones del MOPU (Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo), 1986.
- Sánchez Terry, M. A.: *Faros españoles del Mediterráneo*, Madrid, Centro de Publicaciones del MOPT (Ministerio de Obras Públicas y Transportes), 1987.
- Sánchez Terry, M. A.: *Bibliografía sobre faros*, Madrid, Ministerio de Fomento, 2003 (formato digital).
- Serna García-Conde, José: *Los puentes del tren*, Madrid, Fundación Esteyco, 2006.
- Soler Gayá, R.: *Siglo y medio de la Comisión de Faros*, Madrid, Ministerio de Fomento, 2006.
- Vázquez de la Cueva, A.: *La Ingeniería civil en la pintura*, Madrid, Ministerio de Fomento, 2004.
- Wais, F.: *Historia de los ferrocarriles españoles*, Madrid, Editora Nacional, 1974.

Índice onomástico / Index of Names

Las referencias en negrita remiten a las ilustraciones / **Bolface references refer to illustrations**
Las referencias en cursiva remiten a la versión en inglés / *Italic references refer to English version*

- Achúcarro y Mocoora, Severino de (arquitecto / *architect*), 158, 171, 221 / 157, 169, 217, 221
Estación de la Concordia o de Santander / *Concordia or Santander Station* (Bilbao), 200, **221** / 201, 217, **221**
- Acobril (firma / *firm*), 288 / 287
- Adaro Magro, Eduardo de (arquitecto / *architect*), 12-13, 18-19 / 12-13, 18-19
Banco Hispano Americano / *Hispanic American Bank* (Madrid), 12-13 / 12-13
Banco de España / *Bank of Spain* (Madrid), 18-19, 248, 265, 272-273 / 18-19, 249, 265, 272-273
- Agapito y Revilla, Juan (arquitecto / *architect*), 246 / 246
Mercado de Palencia / *Palencia Market*, **246** / **246**
- Aguirre Zubillaga (ingeniero / *engineer*), 53 / 54
- Aguirre, Javier (arquitecto / *architect*), 248-249 / 248-249
Mercado del 19 de Octubre / *19 October Market* (Oviedo), 248-249 / 248-249
- Alau, Enrique (ingeniero / *engineer*), 64 / 65
Puente colgante de Toro / *Toro Suspension Bridge* (Zamora), 64 / 65
- Albert, Francisco Javier de, 87 / 87
- Aldaz Muguiro, Luis (ingeniero / *engineer*), 107 / 107
Viaducto de la calle Bailén / *Bailén Street Viaduct* (Madrid), 107 / 107
- Alexandre, Charles (ingeniero / *engineer*), 138, 140-141 / 138, 140-141
Viaducto del río Guadajoz / *Viaduct over the Guadajoz River*, 138, 140-141 / 138, 140-141
- Alfonso XII (Rey / *King*), 234, 237 / 236, 237
- Alfonso XIII (Rey / *King*), 75, 223, 252 / 74, 223, 252
- Allende, Juan (ingeniero / *engineer*), 184 / 185
Muelle cargadero de Salta Caballo / *Loading pier at Salta Caballo* (Cantabria), 182, 184-185 / 184-185
- Alonso, 164 / 163
- Altos Hornos (firm / *firm*), 169 / 168
- Alzola y Minondo, Pablo de (ingeniero / *engineer*), 47, 106, 116, 148-150, 153-154, 158-160, 171, 184 / 48, 105, 116, 149-150, 152-153, 156-159, 169, 185
Muelle cargadero de Santoña / *Loading pier at Santoña* (Cantabria), 184 / 185
Puente de Las Mellizas / *Las Mellizas Bridge* (Álora, Málaga), 114-115-116 / 114-115-118
- Puente de San Francisco / *San Francisco Bridge* (Bilbao), 149, 153-154, 158-159-160 / 149, 152-153, 156-159
Viaducto de Burceña / *Burceña Viaduct* (Baracaldo, Vizcaya), 158 / 156
- Amargós Samaranch, José (arquitecto / *architect*), 266-269 / 266-269
Invernáculo del Parque de la Ciudadela / *Greenhouse at Ciudadela Park* (Barcelona), 265-266-268-269 / 266, 268-269
Umbráculo del Parque de la Ciudadela / *Shade House at Ciudadela Park* (Barcelona), 265-266-267 / 266-267-268
- Anciola, Antonio Luis de (ingeniero / *engineer*), 188 / 189
- Andechaga, Cástor de, 148 / 148
- Andrés y Puigdollers, Pedro de (ingeniero / *engineer*), 69 / 72
Puente colgante de Monzón / *Mozón Suspension Bridge* (Huesca), 69 / 72
- Andreu y Grau, Salvador, 297 / 297
- Angán, Federico (arquitecto / *architect*), 59 / 60
- Antonio Millán y Cía., 264 / 265
- Aracil Segura, José de Juan (ingeniero / *engineer*), 107, 168 / 107, 168
Viaducto de la calle Bailén / *Bailén Street Viaduct* (Madrid), 107 / 107
- Aranguren, Tomás (arquitecto / *architect*), 241 / 241
Cárcel Modelo / *Model Prison* (Madrid), **241** / **241**
- Arenal, Concepción, 146 / 146
- Armstrong, William (ingeniero / *engineer*), 175 / 175
- Arnodin (sistema / *system*), 57 / 58
- Arnodin (firma / *firm*), 51, 56, 164 / 51, 57, 163
- Arnodin, Ferdinand (ingeniero / *engineer*), 51, 56-57, 75, 162, 164-165, 168 / 51, 57-58, 75, 161-165
Puente transbordador de Marsella / *Marseille Ferry Bridge* (Francia / *France*), 162-163-164, 168 / 161, **163**, 165, 168
Puente transbordador de Rouen / *Rouen Ferry Bridge* (Francia / *France*), 162, 164-165, 168 / 161, 163-165, 168
- Arozamena, Jesús María, 275 / 276
- Arrúe, Begoña, 98 / 99
- Asíns (firma / *firm*), 120, 264 / 122, 265
- Asíns, Bernardo, 264-265 / 265
- Bahamonde, Ángel, 234 / 234
- Baltard, Víctor (arquitecto / *architect*), 229-231, 234 / 229-231, 234
- Les Halles Centrales (París), 86, 229-231, 234, 238-239, 251 / 86, 229-231, 234, 238-239, 251
- Barberot, Émile (arquitecto / *architect*), 238, 284 / 238, 284
- Barlow, William Henry (ingeniero / *engineer*), 215 / 211
Estación de Saint Pancras / *Saint Pancras Station* (Londres / *London*), 215 / 211
- Barroeta, Juan, 154 / 153
- Barrón Avignon, Eugenio (ingeniero / *engineer*), 53-56, 104-107, 158 / 54-56, 104-107, 158
Puente colgante de Arganda o Vaciamadrid / *Arganda or Vaciamadrid Suspension Bridge* (Madrid), 53-56, 104 / 53-56, 104
Viaducto de Hierro / *Iron Viaduct* (Madrid), 104-105-107, 109, 158 / 104-105-107, 110, 158
- Barrón, Luis (arquitecto / *architect*), 291 / 291
Quiosco del Paseo del Espolón / *Bandstand at the Paseo del Espolón* (Logroño), 291 / 291
- Basinski (ingeniero / *engineer*), 135 / 136
- Bassegoda y Amigó, Joaquín (arquitecto / *architect*), 21 / 22
- Batanero, Juan (ingeniero / *engineer*), 82 / 81
- Baudot, Anatole de (arquitecto / *architect*), 230 / 231
- Beau, Léon (ingeniero / *engineer*), 217 / 212
- Becerra Fernández, Manuel (ingeniero / *engineer*), 180 / 179
- Belaunzarán, Juan Bautista (arquitecto / *architect*), 146-148 / 147-148
Cementerio de Mallona / *Mallona Cemetery* (Bilbao), 147 / 147
Puente de la Naja / *Naja Bridge* (Bilbao), 146-147-148 / 147-148
- Bellido González, Luis (arquitecto / *architect*), 75 / 74
Puente de Cortegada / *Cortegada Bridge* (Pontevedra), 75 / 74
- Beltrí Roquetas, Víctor (arquitecto / *architect*), 250-251 / 250
Mercado de La Unión / *La Unión Market* (Murcia), 250-251 / **250**
- Bergue, Miguel de (ingeniero / *engineer*), 201, 244 / 201, 246
Estación del Norte / *North Station* (Barcelona), 200-201 / **201**
Mercado de la Boquería o de San José / *La Boquería or San José Market* (Barcelona), 244 / 246
Mercado de Portugalete (proyecto) / *Portugalete Market (project)* (Valladolid), 244 / 246
- Bernardet, Ferdinand (ingeniero / *engineer*), 65, 76-77, 82, 85-87, 89 / 66, 76-77, 81, 82, 85-87, 89
Puente de San Pedro / *San Pedro Bridge* (Puerto de Santa María, Cádiz), 65-66 / 66-67

- Puente de Triana o de Isabel II / *Triana or Isabel II Bridge* (Sevilla / *Seville*), 65, **76-77**, 82, **85-87**, 89-90 / *66, 76-77, 81, 82, 85-87, 89, 91*
- Biarez (ingeniero / *engineer*), 208-210 / *207-209*
Estación del Norte o de Príncipe Pío / *Norte or Príncipe Pío Station* (Madrid), 200, 203, 208-**209**-210 / *201-202, 207-209*
- Biel, Pilar, 56 / *57*
- Bonaplata (familia / *family*), 87 / *87*
- Bonaplata (firma / *firm*), 87, 89, 120 / *89, 122*
- Bonaplata, José, 87, 89 / *87, 89*
- Bonaplata, Narciso, 66, 87, 89 / *69, 87, 89*
- Bonaplata, Ramón, 89 / *89*
- Bores, José, 99 / *99*
- Borges, Jorge Luis, 281 / *281*
- Borregón, Antonio (ingeniero / *engineer*), 60, 64, 66 / *60, 64, 68*
Puente de Prado / *Prado Bridge* (Valladolid), **44**, 60-**61**-64 / **44, 60-61-65**
- Bosch Gimpera, Pedro, 42 / *42*
- Boullée, Etienne-Louis (arquitecto / *architect*), 23 / *23*
- Boutilleau (ingeniero / *engineer*), 138 / *138*
- Bowstring (sistema / *system*), 63, 99, 101 / *63-64, 101, 104*
- Brahon, Héctor (ingeniero / *engineer*), 169 / *168*
- Bretón Hernández, Tomás, 273 / *274*
- Brioso Mapelli, Tomás (arquitecto / *architect*), 228-229, 248 / *228-229, 248*
Mercado de Badajoz / *Badajoz Market*, **228**-229, 248 / **228-229, 248**
- Brown, Samuel (capitán / *captain*), 46-47 / *46-48*
Union Bridge (Berwick, Inglaterra / *England*), 46-47 / *47-48*
- Bruce, George Barclay (ingeniero / *engineer*), 188-189 / *189*
Muelle de Riotinto / *Riotinto Pier* (Huelva), 179-**180-181**-182, 188-190 / *179-180-181, 184, 188-190*
- Brunel, Isambard K. (ingeniero / *engineer*), 60, 63-64 / *64*
Puente de Windsor / *Windsor Bridge* (Berkshire, Inglaterra / *England*), **60**, 63-64 / **60, 64**
- Bücher, Lothar, 261 / *261*
- Burnay, Henry, 129 / *130*
- Cachelivière, Émile (ingeniero / *engineer*), 203-208 / *204-207*
Estación de Delicias / *Delicias Station* (Madrid), 200, 203-**204-205-206**-208 / *201-202, 204-205-206-207*
- Cadalso García-Jalón, Agustín (arquitecto / *architect*), 276 / *277*
Frontón Beti-Jai / *Beti-Jai Pelota Court* (Logroño), 276 / *277*
- Cail (firma / *firm*), 105, 116 / *105, 116*
Viaducto de Double / *Double Viaduct* (Francia / *France*), 38, 116 / *38, 116*
- Callet, Félix (arquitecto / *architect*), 229-231 / *229-231*
Les Halles Centrales (París), 86, 229-**231**, 234, 238-239, 251 / *86, 229-231, 234, 238-239, 251*
- Calvo y Pereyra, Mariano (arquitecto / *architect*), 234-237 / *234-237*
Mercado de la Cebada / *Cebada Market* (Madrid), 230, 234, 236-**237, 244** / *230, 234, 236-237, 244*
Mercado de los Mostenses / *Mostenses Market* (Madrid), 230, 234-**235-237** / *230, 234-235-237*
- Cambroner, Carlos, 234 / *234*
- Camne et Compagnie, 234 / *234*
- Camón, Ángel (ingeniero / *engineer*), 28, 51 / *30, 52*
- Campuzano, Carlos (ingeniero / *engineer*), 60, 64 / *60, 64*
Puente de Prado / *Prado Bridge* (Valladolid), **44**, 60-**61**-64 / **44, 60-61-65**
- Cárcamo, Joaquín, 157 / *156*
- Cardellach y Alivés, Félix (arquitecto e ingeniero / *architect and engineer*), 56 / *56*
- Castelar, Emilio, 193 / *193*
- Cazaux, Auguste (ingeniero / *engineer*), 131 / *131*
- Cerdá Sunyer, Ildefonso (ingeniero / *engineer*), 239 / *239*
- Cerda, Rafael de la (ingeniero / *engineer*), 37-38 / *37-38*
Faro de San Sebastián / *San Sebastian Lighthouse* (Cádiz), 37-**39** / *37-39*
- Cerdán Martínez, Pedro (arquitecto / *architect*), 250-251 / *250*
Mercado de La Unión / *La Unión Market* (Murcia), **250**-251 / **250**
- Chaillot (firma / *firm*), 89 / *89*
- Chaley, Joseph, 43 / *44*
Grand Pont de Friburgo / *Grand Pont of Friburgo* (Puente colgante / *Suspensión Bridge*) (Suiza / *Switzerland*), 43 / *44*
Puente colgante de Basse-Chaîne / *Basse-Chaîne Suspension Bridge* (Angers, Francia / *France*), 43 / *44*
- Chance Brothers (firma / *firm*), 37 / *37*
- Churruga y Brunet, Evaristo de (ingeniero / *engineer*), 175-177, 186-188 / *176-177, 186-188*
Muelle de hierro de Portugaleta o Muelle Churruga / *Portugaleta or Churruga Iron Pier* (Bilbao), 176, 186-**187**-188 / *176, 186-187-188*
- Churruga, Cosme Damián, 186 / *186*
- Ciórraga y Fernández de la Bastida, Juan de (arquitecto / *architect*), 288, 291 / *288*
- Clark (ingeniero / *engineer*), 191 / *191*
Dique flotante del puerto de Barcelona / *Floating dock at Barcelona port*, **191** / **191**
- Clark, Punchard & Company, 189 / *189*
- Clifford, Charles, 116 / *118*
- Cochroane y Compañía (Cochroane and Company), 37 / *37*
- Cockerill (firma / *firm*), 98, 190, 216 / *99, 190-191, 212*
- Cockerill, John, 98-99 / *99*
- Coignet, 157 / *156*
- Compañía Asturiana de Minas, 248 / *248*
- Compañía de Ferrocarril de Santander a Bilbao, 221 / *221*
- Compañía de Ferrocarriles Andaluces, 127, 138 / *128, 138*
- Compañía de Ferrocarriles de Alicante a la Marina S. A., 142 / *142*
- Compañía de los Caminos de Hierro del Norte, 118, 127, 122, 140, 199-201, 208-209, 217-218 / *120, 123, 128, 141, 200-201, 207, 209, 215, 217*
- Compañía de los Caminos del Hierro del Sur, 134, 220 / *135, 220*
- Compañía del Ferrocarril de Ulía, 299 / *298*
- Compañía Francesa de Puentes Vergniais, 62 / *62*
- Compañía Madrid-Zaragoza-Alicante (MZA), 123-124, 127-128, 140, 199, 202, 210, 216, 218, 221 / *125-126, 128, 141, 200, 202, 210, 211, 215, 216, 220*
- Compañía Minera de Setares, 182 / *184*
- Compañía Transatlántica, 38 / *38*
- Conailhac, Victor (ingeniero / *engineer*), 62 / *63*
- Contamin, Victor (ingeniero / *engineer*), 193, 212, 215 / *193, 210, 212*
Galería de Máquinas / *Gallery of Machines* (1889, París), 193, **212, 215** / *193, 195, 210, 212*
- Cooperativa Gaditana (firma / *firm*), 37 / *37*
- Cornet y Mas, José María (ingeniero / *engineer*), 241-245 / *241-245*
Mercado del Borne / *El Borne Market* (Barcelona), 241-**242-243-245** / **242-243-245**
Mercado de San Antonio / *San Antonio Market* (Barcelona), **226, 227, 239-240-241** / **226, 227, 239-240-241**
- Cornet y Masriera, Magín (ingeniero / *engineer*), 95-97, 99 / *96-98, 101*
Puente de Palacio / *Palace Bridge* (San Petersburgo/ Saint Petersburg, Rusia / *Russia*), 95-**96-97** / **96-98**
- Coronado, Antonio, 33, 34 / *33, 35*
- Corroza, Canuto (ingeniero / *engineer*), 87 / *87*
- Cortázar Larrubia, Daniel de (ingeniero / *engineer*), 16 / *15*
- Cossío y Cos, Eloy de (ingeniero / *engineer*), 188 / *189*
- Cruz, Juana Inés de la (Sor / *Sister*), 25 / *25*
- Cuartara, Trinidad (arquitecto / *architect*), 247 / *247*
Mercado de Almería / *Almería Market*, 247 / *247*
- D'Alembert, Jean le Rond, 283 / *283*
- Da Vinci, Leonardo, 298 / *298*
- Daly, César, 196, 223 / *197, 220*
- Dantforth (sistema / *system*), 87 / *87*
- Darby III, Abraham, 80 / *79*
Iron Bridge (Coalbrookdale, Inglaterra / *England*), **79**-81 / **79-80**
- Darío, Rubén, 109 / *109*
- Daydé & Pillé (firma / *firm*), 138, 140, 216 / *138, 140, 212*
Estación Mapocho / *Mapocho Station* (Santiago de Chile), 140 / *140*
Grand Palais (París), 140, 196 / *140, 196-197*
Puente de Mirabeau / *Mirabeau Bridge* (París), 138 / *140*
Puente de Saint-Michel / *Saint-Michel Bridge* (Toulouse, Francia / *France*), 138 / *140*
Puente-viaducto de Bir-Hakeim / *Bir-Hakeim Bridge-Viaduct* (París), 140 / *140*

- Viaducto del río Guadajoz / *Viaduct over the Guadajoz River*, 138, 140-141 / 138, 140-141
- Daydé (firma / *firm*), 138 / 140
- Daydé, Henri, 138 / 140
- Delapierre (ingeniero / *engineer*), 138, 140-141 / 138, 140-141
Viaducto del río Guadajoz / *Viaduct over the Guadajoz River*, 138, 140-141 / 138, 140-141
- Demagnet (ingeniero / *engineer*), 86 / 82
- Denfer, Jules (arquitecto / *architect*), 238 / 238
- Desfonges et Buisson (firma / *firm*), 269 / 270
- Detaille, Édouard, 196 / 196
- Díaz y Pérez, Nicolás, 11 / 11
- Dícido Iron Ore Limited (firma / *firm*), 185 / 185
- Diderot, Denis, 283 / 283
- Dion, Henri de (ingeniero / *engineer*), 203, 207, 208, 212, 238 / 203, 207, 210, 238
Galería de Máquinas / *Gallery of Machines* (1878, París), 207-208 / 207
- Dixon, John, 189 / 190
- Doménech y Estapá, Josep (arquitecto / *architect*), 21 / 22
- Dorregaray, Antonio, 118 / 120
- Dostoiévski, Fiódor Mijáilovich, 259, 266 / 259, 269
- Dredge (sistema / *system*), 48 / 49
- Dubé Díez, Alfonso (arquitecto / *architect*), 251 / 250-251
Mercado de San Miguel / *San Miguel Market* (Madrid), 230, 251 / 230, 250-251
- Duro Benito, Pedro, 91 / 91
- Duro-Felguera (vid. Sociedad Metalúrgica Duro-Felguea)
- Dutert, Charles Louis Ferdinand (arquitecto / *architect*), 193, 212, 215 / 193, 210, 212
Galería de Máquinas / *Gallery of Machines* (1889, París), 193, 212, 215 / 193, 195, 210, 212
- Duval (ingeniero / *engineer*), 138 / 138
- Echegaray, José (ingeniero / *engineer*), 208 / 204
- Echevarría, José de (ingeniero / *engineer*), 81-83, 98-99 / 81-83, 99, 101
Puente de Calahorra / *Calahorra Bridge* (La Rioja), 97-99 / 99, 101
Puente de El Grado / *El Grado Bridge* (Huesca), 81-83 / 81-83
- Eiffel (firma / *firm*), 116, 131, 137, 216 / 115-116, 131, 137, 212
Viaducto de Busseau-sur-Creuse / *Busseau-sur-Creuse Viaduct* (Francia / *France*), 116 / 115
Viaducto de Evaux-les-Bains / *Evaux-les-Bains Viaduct* (Francia / *France*), 137 / 137
Viaducto del río Souleuvre / *Viaduct over the Souleuvre River* (Francia / *France*), 137 / 137
- Eiffel, Gustave (ingeniero / *engineer*), 94-95, 109, 111, 162, 164, 193-195, 204, 207, 294 / 95-96, 109, 111, 161, 163, 193-195, 204, 296
Puente de Garabit / *Garabit Bridge* (Francia / *France*), 94, 109 / 96, 109
- Torre Eiffel / *Eiffel Tower* (París), 162, 164, 193-194-195, 239 / 161, 163, 193-194-195, 239
- Viaducto ferroviario de María Pía / *María Pía Railway Viaduct* (Oporto / *Porto*, Portugal), 94-95, 109 / 94-95-96, 109
- El Pedroso (firma / *firm*), 16, 87 / 15, 87
- Ellington (ingeniero / *engineer*), 175 / 175
- Epalza, Enrique (arquitecto / *architect*), 171, 221-223 / 169, 217, 222-223
Estación de Abando / *Abando Station* (Bilbao), 221-222-223 / 217, 222-223
- Esparó, Valentín, 122 / 122
- Espina, Concha, 173, 182, 188, 241 / 173, 184, 188, 241
- Espinal (ingeniero / *engineer*), 208 / 204
- Espinosa, Pedro Celestino (ingeniero / *engineer*), 156 / 153
Puente del Arenal o de Isabel II / *Arenal or Isabel II Bridge* (Bilbao), 142, 150-151-152-153-154-155-156-157, 160 / 142, 149-150-151-152-153-154-155-156-157, 159
- Estevan Santos, Enrique, 89 / 90
- Fábrica de Mieres (vid. Sociedad Anónima Fábrica de Mieres)
- Fairbairn, William (ingeniero / *engineer*), 43 / 43-44
- Falcó y Compañía, 53 / 54
- Fargue, L., 220 / 220
Estación de Almería / *Almería Station*, 220-221 / 217, 220
- Fernández de los Ríos, Ángel, 234 / 234
- Fernández Navarrete, Antonio (ingeniero / *engineer*), 56, 99, 164 / 57, 101, 163
Puente colgante de Santa Isabel o de Isabel II / *Santa Isabel or Isabel II Suspension Bridge* (Zaragoza / *Saragossa*), 49, 56-57, 59, 151, 164, / 50, 56-57, 60, 151, 163
- Fernández Troyano, Leonardo, 112 / 112
- Fernández, Xosé, 288 / 288
- Fernández-Puente, Julio, 26 / 26
- Fernando VII (rey / *king*), 15, 87, 146, 150 / 14, 87, 147, 150
- Ferrer Gómez, Antonio (arquitecto / *architect*), 278 / 278
Frontón Jai-Alai / *Jai-Alai Pelota Court* (Valencia), 278-279 / 278-279
- Ferrero Llusía, Francisco Javier (arquitecto / *architect*), 107 / 107
Viaducto de la calle Bailén / *Bailén Street Viaduct* (Madrid), 107 / 107
- Finley, James, 46 / 47
Jacob's Creek Bridge (Pennsylvania, Estados Unidos / *United States*), 46 / 46-47
- Finley, M., 46 / 46
- Fives-Lille (firma / *firm*), 105, 116, 122, 135, 137-138, 204, 208, 216 / 105, 115-116, 123, 136-138, 204, 212
Estación de Orsay / *Orsay Station* (París), 196, 204 / 196-197, 204
Hipódromo cubierto / *Covered Hippodrome* (París), 204 / 204
Puente de Andarax / *Andarax Bridge* (Almería), 138 / 137
Puente de Escúllar / *Escúllar Bridge* (Almería), 138 / 137
Puente de Gérgal / *Gérgal Bridge* (Almería), 138 / 137
Puente de Guadalimar / *Guadalimar Bridge* (Jaén), 137 / 137
- Puente de Huéchar / *Huéchar Bridge* (Almería), 138, 137
Puente de Jandulilla / *Jandulilla Bridge* (Jaén), 138 / 137
Puente del Anchurón / *Anchurón Bridge* (Granada), 138 / 137
Viaducto de Bellon / *Bellon Viaduct* (Francia / *France*), 116 / 115-116
Viaducto de El Hacho / *El Hacho Viaduct*, 108-109, 138-139 / 108-109, 137-139
Viaducto del Salado / *Salado Viaduct* (Larva, Jaén), 128, 134-135-138 / 129, 134-135-138
Viaducto Madrid / *Madrid Viaduct* (Pontevedra), 122 / 123
- Florent, 229 / 230
- Fontseré y Mestres, José, 241-245, 265 / 242-245, 266
Mercado del Borne / *El Borne Market* (Barcelona), 241-242-243-245 / 242-243-245
- Fourchambault (firma / *firm*), 89 / 89
- François, George (ingeniero / *engineer*), 98 / 99
- Fullaondo Errazu, Juan Daniel (arquitecto / *architect*), 163 / 162
- Galvis, Plácido (ingeniero/*engineer*), 56 / 57
- Gandillot, Jaubert et Guilleminot (firma / *firm*), 269 / 270
- Ganivet, Ángel, 195-196, 203, 218 / 195-196, 203, 215
- García Ortega, Pedro, 49 / 50
- García Vaamonde, Daniel (arquitecto / *architect*), 288-289 / 287-289
Quiosco de la Alameda / *Bandstand at La Alameda* (Santiago de Compostela, La Coruña), 288-289 / 287-289
- García, 160 / 160
- Garnier, Charles (arquitecto / *architect*), 233 / 232
- Gateuil, N. (arquitecto / *architect*), 238 / 238
- Gaudí Cornet, Antonio (arquitecto / *architect*), 294 / 296
Quiosco para «retrete y urinario con puestos de flores» (proyecto) / *Kiosk for «toilet and urinal with flower stalls»* (project), 294 / 296
- Gautier, Théophile, 196 / 197
- George Rennié e Hijos (firma / *firm*), 37 / 36
- Gibson, Thomas (ingeniero / *engineer*), 189 / 189-190
Viaducto de cinco tramos / *Five-sections Viaduct* (Sevilla-Huelva), 189 / 190
- Gil y Montaña, José, 117 / 119
- Gimeno, Juan (arquitecto / *architect*), 60 / 60
- Girault, Charles Louis (arquitecto / *architect*), 196 / 196-197
Grand Palais (París), 140, 196 / 140, 196-197
Glaspalast (Múnich), 261 / 261
- Gmard, Alfonso, 160 / 160
- Goicoa, José (arquitecto / *architect*), 275 / 276
Frontón Beti-Jai / *Beti-Jai Pelota Court* (San Sebastián), 275-276 / 276
- Goicoechea, Antonio de (arquitecto / *architect*), 47, 49, 60, 148-154, 160 / 48-49, 60, 148-153, 159
Puente colgante de Burceña / *Burceña Suspension Bridge* (Barracaldo, Vizcaya), 47, 148-149-150, 157-158 / 48, 148-149-150, 156

- Puente colgante de San Francisco / *San Francisco Suspension Bridge* (Bilbao), 47, **49**, 59, 106, 148-**150-151-154** / **48-49, 60, 105, 148-150-151-154**
- Puente del Arenal o de Isabel II (proyecto) / *Arenal or Isabel II Bridge* (project) (Bilbao), **152**, 154 / **152, 153**
- Goicoechea, Sabino de (arquitecto / *architect*), 154, 160-162 / **152, 159-161**
- Puente de los Fueros / *Fueros Bridge* (Bilbao), 154, 160-**161-162** / **152, 159-161**
- Gómez de la Serna, Ramón, 236 / **237**
- Gómez Román, Benito (arquitecto / *architect*), 251 / **250**
- Mercado de Laje / *Laje Market* (Vigo), 251 / **250**
- Mercado del Progreso / *Progreso Market* (Vigo), 251 / **250**
- González Domingo, Cecilio (arquitecto e ingeniero / *architect and engineer*), 273-274 / **273-274**
- Plaza de toros La Glorieta / *La Glorieta Bullring* (Salamanca), 273-**274** / **273-274**
- González Vilchez, Miguel, 188 / **189**
- González, Vicente, 46-47 / **46-47**
- Puente colgante de Puebla de Arenoso / *Puebla de Arenoso Suspension Bridge* (Castellón), **46-47** / **46-47**
- Goibeña, Valentín (ingeniero / *engineer*), 171 / **169**
- Gordon (ingeniero / *engineer*), 114 / **115**
- Gouin, Ernest, 123 / **123**
- Grasset Echevarría, Enrique (ingeniero / *engineer*), 218 / **215**
- Grasset y Cía (firma / *firm*), 126, 210, 218 / **126, 208, 215**
- Grasset y Echevarría, Eugenio (ingeniero / *engineer*), 208-210 / **207-209**
- Estación del Norte o de Príncipe Pío / *Norte or Príncipe Pío Station* (Madrid), 200, 203, 208-**209-210** / **201-202, 207-209**
- Estación de Valladolid / *Valladolid Station*, 210 / **208**
- Groupe Polonceau-Seguín (firma / *firm*), 86 / **86**
- Gruzon-Werk (firma / *firm*), 180 / **182**
- Guadalajara, Prudencio de (ingeniero / *engineer*), 104 / **104**
- Puente de Hierro / *Iron Bridge* (Zamora), 104 / **104**
- Guarda, Eusebio da, 251 / **250**
- Guardia Vial, Francisco (arquitecto / *architect*), 251-255 / **251-255**
- Mercado Central / *Central Market* (Valencia), 251-252-**253-254-255** / **251-252-253-254-255**
- Guardia, Juan Miguel de la (arquitecto / *architect*), 249-250, 285 / **250, 285**
- Mercado de Mieres / *Mieres Market* (Asturias), 249 / **250**
- Mercado de Villaviciosa / *Villaviciosa Market* (Asturias), 250 / **250**
- Quiosco de Oviedo / *Bandstand in Oviedo* (Asturias), 285 / **285**
- Guerin (ingeniero / *engineer*), 135 / **136**
- Guimard, Héctor (arquitecto / *architect*), 72 / **73**
- École du Sacré Coeur (París), 72 / **73**
- Gusstaht Fabrik (firma / *firm*), 160 / **158**
- Gustá y Bondía, Jaime (arquitecto / *architect*), 266 / **266**
- Gutiérrez Calleja (ingeniero / *engineer*), 208 / **204**
- Händel, George Frideric, 261 / **261**
- Hausmann, Barón de / *Baron*, 229 / **230**
- Henderson & Co (firma / *firm*), 261 / **261**
- Henderson Porter, John (firma / *firm*), 37, 55, 64 / **36, 56, 64**
- Herencia, Antonio, 87 / **87**
- Hernández, Ascensión, 292 / **292**
- Herrería de Nuestra Señora del Remedio, 241 / **242**
- Hdraulic Engineering Company, 175 / **175**
- Hijos de Heredia (firma / *firm*), 16 / **15**
- Hoffmeyer, Ernesto (ingeniero / *engineer*), 158 / **157**
- Horeau, Hector (arquitecto / *architect*), 230-233, 261 / **230-233, 260**
- Mercado de la Cebada (proyecto) / *Cebada Market (project)* (Madrid), 230-**232-233** / **231-232-233**
- Howe (viga / *truss*), 150, 238 / **149, 238**
- Howe, William (arquitecto / *architect*), 112 / **112**
- Ibáñez, Rodolfo (arquitecto / *architect*), 285 / **285**
- Quiosco de Gijón / *Bandstand in Gijón* (Asturias), 285 / **285**
- Ibarra y Compañía, 16 / **15**
- Ibarreta Ferrer, Adolfo (ingeniero / *engineer*), 157-158 / **154, 156**
- Puente de Luchana / *Luchana Bridge* (Bilbao), 157 / **154, 156**
- Puente de Udondo / *Udondo Bridge* (Bilbao), **157** / **154, 156, 157**
- Isabel II (Reina / *Queen*), 28, 37, 62, 56, 65, 82, 131, 161, 200, 229, 237, 262 / **28, 37, 62, 56, 65, 81, 130, 160, 201, 229, 234, 237, 262**
- Jareño y Compañía, 120, 218 / **122, 215**
- Johnson, Frederick (firma / *firm*), 37 / **36**
- José I (rey / *king*), 107 / **106**
- Juanelo Turriano, Fundación / *Foundation*, 14 / **14**
- Jubera, Agustín (ingeniero / *engineer*), 221 / **217**
- Estación de Cádiz / *Cádiz Station*, 200, 221 / **201-217**
- Estación de San Bernardo o de Cádiz / *San Bernardo or Cádiz Station* (Sevilla), 200, 221 / **201, 217**
- Keint (sistema / *system*), 87 / **87**
- Kennard, M. T. W. (ingeniero / *engineer*), 114 / **115**
- Viaducto Crumlin / *Crumlin Viaduct* (Gales, / *Wales*), 112, 114 / **114-115**
- Keystone Bridge Company, 124 / **126**
- Konnann (firma / *firm*), 265 / **266**
- La Barcelonesa (firma / *firm*), 122 / **122**
- La Constructora Gijonesa (firma / *firm*), 38 / **38**
- La Cordobesa (firma / *firm*), 38 / **38**
- La Coruñesa (firma / *firm*), 270 / **270**
- La Industriosa (firma / *firm*), 291 / **291**
- La Maquinista Terrestre y Marítima (firma / *firm*), 72, 95, 98-104, **120-121-130, 175, 187, 191, 223-225, 241** / **73, 96-104, 120-121-130, 175, 188, 191, 223-225, 241**
- Dique flotante del puerto de Barcelona / *Floating dock at Barcelona port*, **191** / **191**
- Estación de Francia o Barcelona-Término / *France or Barcelona-Término Station* (Barcelona), **120, 192-193, 202, 221, 223-224-225** / **120, 192-193, 201, 217, 220, 223-224-225**
- Mercado de Hostafrancs / *Hostafrancs Market* (Barcelona), 241, 244 / **241, 244**
- Mercado de la Barceloneta / *Barceloneta Market* (Barcelona), 241 / **241**
- Mercado de la Concepción / *Concepción Market* (Barcelona), 241 / **241**
- Mercado de San Antonio / *San Antonio Market* (Barcelona), **226, 227, 239-240-241** / **226, 227, 239-240-241**
- Mercado del Borne / *El Borne Market* (Barcelona), 241-**242-243-245** / **242-243-245**
- Pont de Ferro (Fraga, Huesca), 69 / **72**
- Puente de Aranda de Duero / *Aranda de Duero Bridge* (Burgos), 99 / **101**
- Puente de Mérida / *Mérida Bridge* (Badajoz), 125, 127-**129** / **127-129**
- Puente de Monzón / *Monzón Bridge* (Huesca), 69, 99, **104** / **72, 101, 104**
- Puente de Nuestra Señora del Pilar o Puente de Hierro / *Nuestra Señora del Pilar Bridge or Puente de Hierro / Iron Bridge* (Zaragoza / *Saragossa*), 99, **102-103** / **101-102-103**
- Puente de Ontiñena / *Ontiñena Bridge* (Huesca), 99, 101 / **101, 104**
- Puente de Sagasta / *Sagasta Bridge* (Logroño), 99-**100-101** / **100-101**
- Puente de San Pablo / *San Pablo Bridge* (Burgos), 99 / **101**
- Puente de Sariñena / *Sariñena Bridge* (Huesca), 99, 118-**119** / **101, 119-120**
- Puente del río Segre / *Segre River Bridge* (Lérida), **98-99** / **98-99, 101**
- Puente Guadalquivir II, / *Guadalquivir II Bridge* (Lora del Río, Córdoba), 124-125-**126** / **126-127**
- Viaducto de Vadollano / *Vadollano Viaduct* (Jaén), 123-124, **127** / **126-127**
- Viaducto del Francolí / *Viaducto over the Francolí* (Tarragona), 122 / **123**
- Viaducto Matarraña III / *Matarraña III Viaduct* (Zaragoza-Tarragona), 127-128, **130** / **128-129-130**
- Viaducto Pontevedra / *Pontevedra Viaduct* (Redondela, Pontevedra), 122 / **123**
- Viaductos del ferrocarril de San Juan de las Abadesas / *San Juan de las Abadesas Railway Viaducts* (Gerona), 122-123 / **122-124**
- Viaductos del río Matarraña / *Matarraña River Viaducts* (Zaragoza-Tarragona), 127-128, **130** / **128-129-130**
- La Maquinista Valenciana, 297 / **296-297**
- Los Urales (Atracción de la Exposición Regional / *Attraction at the Regional Exhibition*) (Valencia), 297 / **296-297**
- La Resinera, 294 / **296**
- Laborda (ingeniero / *engineer*), 99, 102-103 / **101-103**
- Puente de Nuestra Señora del Pilar o Puente de Hierro / *Nuestra Señora del Pilar Bridge or Puente de Hierro (Iron Bridge)* (Zaragoza / *Saragossa*), 99, **102-103** / **101-102-103**
- Lafarga, Próspero (ingeniero / *engineer*), 106-107 / **106-107**
- Viaducto de José Canalejas / *José Canalejas Viaduct* (Alcoy, Alicante), 104, **106-107, 109** / **104, 106-107, 110**
- Lafora, Juan Bautista, 142 / **142**
- Laloux, Victor (arquitecto / *architect*), 196 / **196-197**
- Estación de Orsay / *Orsay Station* (París), 196, 204 / **196-197, 204**

- Lamartinière, Louis de (ingeniero / *engineer*), 56-57, 60, 62, 151, 153 / 57, 60, 63, 150-151, 152
- Landa Setién, Pascual (ingeniero / *engineer*), 157 / 156
Puente de Udondo / *Udondo Bridge* (Bilbao), 157 / 154, 156, 157
- Laporta, 160 / 160
- Laredo Carranza, Eladio (arquitecto / *architect*), 292 / 292
Quiosco de la Plaza de La Barrera / *Bandstand at the Plaza de La Barreda* (Castro Urdiales, Cantabria), 292 / 292
- Lasnier (firma / *firma*), 116 / 118
- Laurent y Minier, Jean, 34, 66, 111, 117 / 35, 69, 111, 118, 119
- Lavalley, Alexander (ingeniero / *engineer*), 123 / 123
- Lázaro, Amado de, 154, 156 / 153-154
- Le Blanc (firma / *firm*), 179 / 179
- Le Hardy, 153 / 152
- Le Moyne, Nicolas-René-Désiré (ingeniero / *engineer*), 58 / 59
- Lebon y Compañía, 37 / 37
- Lecoq, Auguste, 184-185 / 185-186
Muelle cargadero de Salta Caballo / *Loading pier at Salta Caballo* (Cantabria), 182, 184-185 / 184-185
Muelle de Dícido / *Dícido Pier* (Castro Urdiales, Cantabria), 185-186 / 185-186
- Lefler, Joaquín, 87 / 87
- Lerma, José María de, 68 / 69
Puente colgante de Fraga o Puente de San Isidro / *Fraga or San Isidro Suspension Bridge* (Huesca), 52, 67-68-69 / 53-54, 68-69, 72
- Lewis, Isaiah William Penn (ingeniero / *engineer*), 30-31, 34 / 30, 34, 35
Faro American Shoal / *American Shoal Lighthouse* (Florida, Estados Unidos / *United States*), 31 / 34
Faro de Carysfort Reef / *Lighthouse at Carysfort Reef* (Florida, Estados Unidos / *United States*), 31 / 34
Faro de Key West / *Lighthouse at Key West* (Florida, Estados Unidos / *United States*), 31 / 34
Faro de Sand Key / *Lighthouse at Sand Key* (Florida, Estados Unidos / *United States*), 30-31, 34 / 30-31, 34, 35
- Lichtenfelder, Guillaume, 246 / 246
- Lidell (ingeniero / *engineer*), 114 / 115
- Linville (viga / *truss*), 112, 124-125, 138 / 112, 126, 138
- Linville, Jacob H. (ingeniero / *engineer*), 124 / 126
- Lope de Vega y Carpio, Félix, 25, 82, 294 / 25, 81, 296
- López de Letona, Anselmo, 169 / 168
- Ludwig Stuchenholz (firma / *firm*), 188 / 188
- Machado Ruiz, Antonio, 77 / 77
- Machimbarrena, Vicente (ingeniero / *engineer*), 171 / 171
Puente *Laurac-bat* (proyecto) / *Laurac-bat Bridge* (proyecto) (Bilbao), 169, 171 / 169, 171
- Madoz Ibáñez, Pascual, 49, 51-52, 65, 87, 188 / 50, 52-53, 66, 89, 189
- Madrid Makets Company Limited, 234 / 234
- Magdalena Tabuenca, Ricardo (arquitecto / *architect*), 292-293 / 292-293
Quiosco del Bulevar / *Boulevard Bandstand* (San Sebastián), 292-293 / 292-293
- Mancebo, Pelayo (ingeniero / *engineer*), 131 / 130-131
Puente internacional de Tuy / *International Bridge at Tuy* (Pontevedra), 128, 131-132-133-134, 263 / 129-130-132-133-134, 263
- Manso de Zúñiga, Fermín (ingeniero / *engineer*), 99 / 101
Puente de Sagasta / *Sagasta Bridge* (Logroño), 99-100-101 / 100-101
- Manterola, Javier, 146 / 146
Puente Euskalduna / *Euskalduna Bridge* (Bilbao), 146 / 146
- Mañás Martínez, José, 42 / 43
- Mariño Ortega, Pedro (arquitecto / *architect*), 250-251 / 250
Mercado de la Plaza de Lugo / *Plaza de Lugo Market* (La Coruña), 250-251 / 250
- Martí, Víctor (ingeniero / *engineer*), 63 / 63
- Martínez de Ubago Lizárraga, José y Manuel (arquitectos / *architects*), 293-295 / 293-295
Quiosco de la Exposición Hispano-Francesa / *Bandstand of the Spanish-French Exhibition* (Zaragoza / *Saragossa*), 293-295 / 293-295
- Martínez Ruiz, Saturnino (arquitecto / *architect*), 287 / 285, 287
Quiosco del Paseo del Espolón / *Bandstand at the Paseo del Espolón* (Burgos), 287 / 285, 287
- Martínez Sánchez, José, 117 / 118
- Mas y Vila, José, 244 / 246
- Maumejean (firma / *firm*), 256, 292 / 254, 292
- Mayo, Ángel (ingeniero / *engineer*), 34, 63 / 35, 63
- Maz (firma / *firm*), 142 / 142
- Medarde, Mariano (arquitecto / *architect*), 249 / 249
Mercado del Sur / *Sur Market* (Gijón), 249 / 249
- Medinaceli, 294 / 296
- Mélida Alinari, Arturo (arquitecto / *architect*), 270-271 / 270-271, 273
Escuela de Artes Industriales / *School of Industrial Arts* (Toledo), 270 / 270
Umbráculo del Jardín Botánico / *Shade House at Botanical Garden* (Valencia), 270-271 / 270-271, 273
- Mélida, José Ramón, 42 / 42
- Mendizábal, Andrés de (ingeniero / *engineer*), 62-63, 66 / 62-63, 67-68
Puente colgante de Dueñas / *Dueñas Suspension Bridge* (Palencia), 66 / 67-68
Puente colgante de Valladolid, / *Valladolid Suspension Bridge*, 61-63 / 61-62
- Mercier (ingeniero / *engineer*), 208-210 / 207-209
Estación del Norte o de Príncipe Pío / *Norte or Príncipe Pío Station* (Madrid), 200, 203, 208-209-210 / 201-202, 207-209
- Mérimée, Prosper, 233 / 232
- Mesa, Antonio de (arquitecto / *architect*), 250 / 250
- Mercado de San Agustín (proyecto) / *San Agustín Market* (proyecto) (La Coruña), 250 / 250
- Miranda, Pedro (ingeniero / *engineer*), 44 / 45
- Mitchell (sistema / *system*), 34 / 36
- Mitchell, Alexander (ingeniero / *engineer*), 29 / 31
- Molinos, L. (ingeniero / *engineer*), 233 / 233
- Monares, Rafael (ingeniero / *engineer*), 52 / 52
- Moneo (firma / *firm*), 120 / 122
- Mongrell, José, 220 / 217
- Monleón Estellés, Sebastián (arquitecto / *architect*), 269 / 269
Estufa del Jardín Botánico / *Greenhouse at Botanical Garden* (Valencia), 269 / 269
Plaza de toros de Valencia / *Valencia Bullring*, 269 / 269
- Montaner y Serra, Andrés (ingeniero / *engineer*), 223-225 / 223-225
Estación de Francia o Barcelona-Término / *France or Barcelona-Término Station* (Barcelona), 120, 192-193, 202, 221, 223-224-225 / 120, 192-193, 201, 217, 220, 223-224-225
- Montgolfier, Pierre François de, 50 / 51
- Montgolfier, Teresa Agustina de, 50 / 51
- Monzoni, Willboughby (ingeniero / *engineer*), 112 / 112
- Mora Berenguer, Francisco (arquitecto / *architect*), 251, 254, 256-257 / 251, 254, 256-257
Mercado de Colón / *Colón Market* (Valencia), 251, 254, 256-257 / 251, 254, 256-257
- Morales de los Ríos, Adolfo (arquitecto / *architect*), 251 / 251
- Moreno, Custodio Teodoro (arquitecto / *architect*), 149 / 149
- Moya Idígoras, Juan (arquitecto / *architect*), 251 / 251
Mercado de La Esperanza / *La Esperanza Market* (Santander), 251 / 251
- Muguruza Otaño, Pedro (arquitecto / *architect*), 192-193, 202, 221, 223-225 / 192-193, 201, 220, 223-225
Estación de Francia o Barcelona-Término / *France or Barcelona-Término Station* (Barcelona), 120, 192-193, 202, 221, 223-224-225 / 120, 192-193, 201, 217, 220, 223-224-225
- Muriel, Auguste, 15 / 15
- Nadal Oller, Jordi, 16 / 15
- Napoleón III (emperador / *emperor*), 229, 231 / 230, 232
- Navarro Pérez, Félix (arquitecto / *architect*), 251, 273, 279 / 251, 274, 279
Mercado Nuevo / *New Market* (Zaragoza / *Saragossa*), 251 / 251
Teatro Pignatelli / *Pignatelli Theater* (Zaragoza / *Saragossa*), 273 / 274
- Navier, Claude Louis Marie Henri (ingeniero / *engineer*), 58 / 59
- Nicholas II (vid. Nicolás II)
- Nicolás II (Zar / *Tsars*), 96 / 97
- Nördling, Wilhelm (ingeniero / *engineer*), 38 / 38
Viaducto de Bouble / *Bouble Viaduct* (Francia / *France*), 38, 116 / 38, 116
Viaducto de Neuvial / *Neuvial Viaduct* (Francia / *France*), 38 / 38
Viaducto de Rouzat / *Rouzat Viaduct* (Francia / *France*), 38 / 38
- Nuevo Vulcano (firma / *firm*), 175 / 175
- O'Donnell, Leopoldo, 262 / 262

- Odriozola y Grimaud, Joaquín (arquitecto / *architect*), 287 / 287
Quiosco de la Plaza Mayor / *Bandstand in Plaza Mayor* (Segovia), 287 / 287
- Olano, Alejandro (ingeniero / *engineer*), 177-180 / 177-179
- Olano, José (ingeniero / *engineer*), 134 / 135
Viaducto del Salado / *Salado Viaduct* (Larva, Jaén), 128, 134-135-138 / 129, 134-135-138
- Ordish, Roland Mason (ingeniero / *engineer*), 215 / 211
Estación de Saint Pancras / *Saint Pancras Station* (Londres / *London*), 215 / 211
- Ortíz de Villajos, Agustín (arquitecto / *architect*), 273 / 274
Teatro-Circo Price / *Price Circus-Theatre* (Madrid), 273 / 274
- Osuna, Duquesa de / *Duchess of*, 81 / 79
- Otamendi Machimbarrena, Joaquín (arquitecto / *architect*), 171 / 171
Puente *Laurac-bat* (proyecto) / *Laurac-bat Bridge* (project) (Bilbao), 169, 171 / 169, 171
- Otamendi, Miguel (ingeniero / *engineer*), 171 / 171
Puente *Laurac-bat* (proyecto) / *Laurac-bat Bridge* (project) (Bilbao), 169, 171 / 169, 171
- Otero, Blas de, 104 / 104
- Ouliac (arquitecto / *architect*), 208-210 / 207-209
Estación del Norte o de Príncipe Pío / *Norte or Príncipe Pío Station* (Madrid), 200, 203, 208-209-210 / 201-202, 207-209
- Page Albareda, Eusebio (ingeniero / *engineer*), 26, 131 / 27, 130
- Paine, Thomas, 148, 156 / 147, 154
- Palacio y Elissague, Martín Alberto de (arquitecto / *architect*), 10-11, 16, 22-23, 161-169, 180, 210-217 / 10-11, 15, 22-23, 160-168, 182, 208, 210-214
Estación de Atocha / *Atocha Station* (Madrid), 198, 200, 203, 210-211-213-214-217 / 199, 201-202, 208, 210-211-213-214
Monumento a Colón (proyecto) / *Monument to Columbus* (project), 22-23 / 22-23
Monumento a los Fueros Vascongados (proyecto) / *Monument to Fueros Vascongados* (project) (Bilbao), 10-11 / 10-11
Puente transbordador de Vizcaya / *Ferry Bridge of Vizcaya* (Portugalete-Las Arenas, Bilbao), 16, 144-145-146, 161-166-167-169, 180, 211 / 15, 144-145-146, 160-166-167-168, 182, 208
- Palacios Ramilo, Antonio (arquitecto / *architect*), 171 / 171
Puente *Laurac-bat* (proyecto) / *Laurac-bat Bridge* (project) (Bilbao), 169, 171 / 169, 171
- Palencia, Benjamín, 208 / 207
- Palladio, Andrea (arquitecto / *architect*), 112 / 112
- Pano y Ruata, Joaquín (ingeniero / *engineer*), 69, 72, 101, 104, 119 / 72, 73, 104, 122
Pont de Ferro (Fraga, Huesca), 69, 101 / 72, 104
Puente de Monzón / *Monzón Bridge* (Huesca), 69, 99, 104 / 72, 101, 104
Puente de Ontiñena / *Ontiñena Bridge* (Huesca), 99, 101 / 101, 104
- Parent, Basile, 105 / 105
- Parent, Schaken, Cail y Compañía, 105, 122-123 / 105, 122, 126
Viaducto de Vadollano / *Vadollano Viaduct* (Jaén), 123-124, 127 / 126-127
- Pascal, 90 / 91
- Pascual González-Construcciones en hierro y acero (firma / *firm*), 292 / 292
- Paxton, Joseph, 260-263 / 260-263
Crystal Palace (Londres / *London*), 259-260-262, 266 / 259-260-262, 269
Invernaderos de Chatsworth / *Chatsworth Greenhouses* (Inglaterra / *England*), 261 / 261
- Pek (arquitecto / *architect*), 262 / 262
- Palacio de Exposiciones / *Exhibitions Palace* (project) (Madrid), 262 / 262
- Peñasco de la Puente, Hilario, 234 / 234
- Perchot (firma / *firm*), 142 / 142
- Pérez Galdós, Benito, 227 / 227
- Pérez Hermanos (firma / *firm*), 248 / 248
- Pérez Moneo y Compañía, 246 / 246
- Pérez Moneo, Anselmo, 246 / 246
- Pérez, Silvestre (arquitecto / *architect*), 107, 149 / 106, 149
- Pérez-Villaamil, Jenaro, 67-68 / 69
- Perioncely, Ramón, 202 / 202
Estación de Cartagena / *Cartagena Station* (Murcia), 202 / 201-202
- Pielago, Celestino del (ingeniero / *engineer*), 58 / 59
- Pintor Ocete, Antonio (arquitecto / *architect*), 251 / 251
Mercado de Santa Cruz de Tenerife / *Santa Cruz de Tenerife Market*, 251 / 251
- Pizcueta, José, 269 / 269-270
- Polonceau (sistema / *system*), 203, 208, 210, 238, 240 / 203, 207, 208, 238-239
- Polonceau, Antoine-Rémy (ingeniero / *engineer*), 82, 84, 86, 203 / 82, 84, 86, 203
Puente del Carrousel / *Carrousel Bridge* (París), 82, 84, 86, 89 / 82, 84, 86, 90
- Pratt (viga / *truss*), 112, 142, 238 / 112, 142, 238
- Pritchard, Thomas F. (arquitecto / *architect*), 80 / 79
Iron Bridge (Coalbrookdale, Inglaterra / *England*), 79-81 / 79-80
- Probst, Moritz, 94 / 95
- Pronnier, C. (ingeniero / *engineer*), 233 / 233
- Puig i Cadafalch, Josep (arquitecto / *architect*), 69 / 73
- Ramírez, Diego, 60 / 61
Puente de la Aurora (proyecto) / *Aurora Bridge* (project) (Málaga), 60-61 / 61
- Ramsay, familia, 27 / 27
- Regoyos, Darío, 123 / 124
- RENFE, 200, 207 / 200, 204
- Repullés y Vargas, Enrique María (arquitecto / *architect*), 250 / 250
Mercado de Ávila / *Ávila Market*, 250 / 250
- Reynals Toledo, Eduardo (arquitecto / *architect*), 251 / 251
Mercado de La Esperanza / *La Esperanza Market* (Santander), 251 / 251
- Reynaud, Léonce (arquitecto e ingeniero / *architect and engineer*), 91, 197 / 94, 198
Estación del Norte / *North Station / Gare du Nord* (París), 197 / 198
- Ribera Dutaste, José Eugenio (ingeniero / *engineer*), 72-75, 91-94 / 72-75, 92-96
Puente colgante de Amposta / *Amposta Suspension Bridge* (Tarragona), 72-73-75 / 72-73-75
Puente de Cortegada / *Cortegada Bridge* (Pontevedra), 75 / 74
Puente de Pino / *Pino Bridge* (Zamora), 91, 92-93, 94, 248 / 92-93, 94-96, 249
Puente de Ribadesella / *Ribadesella Bridge* (Asturias), 91 / 94
- Ribera (sistema / *system*), 91 / 94
- Ribes Marco, Demetrio (arquitecto / *architect*), 217-221 / 215, 217-220, 215, 217, 220
Estación del Norte / *Norte Station* (Barcelona), 217-218, 221 / 212, 215, 217, 220
Estación del Norte / *Norte Station* (Valencia), 202, 217-218-219-220 / 201, 215, 217-218-219
- Rilke, Rainer Maria, 86 / 86
- Riotinto Company Limited, 179, 188-189 / 179, 188-190
- Rivas, Duque de / *Duke of*, 25 / 25
- Roca, Ramón, 254 / 254
- Rodríguez Leal, Joaquín (ingeniero / *engineer*), 190 / 190
Muelle público de mercancías de Huelva / *Public cargo pier at Huelva*, 188-190 / 188, 190-191
- Rodríguez Sesmero, Domingo (arquitecto / *architect*), 291 / 291
Quiosco de la Alameda / *Bandstand at La Alameda* (Vigo, Pontevedra), 291 / 291
- Roebing (sistema / *system*), 57, 74 / 58, 74
- Roebing, John Augustus (ingeniero / *engineer*), 44-45, 57, 109, 154 / 44, 45, 58, 109, 153
Puente colgante del Niágara / *Niagara Suspension Bridge* (*Great International Railway Suspension Bridge*) (Estados Unidos / *Unites States*), 44-45, 57, 109, 154 / 44-45, 58, 109, 153
- Rogent Amat, Elías (arquitecto / *architect*), 266 / 266
- Rolin, Eugène (ingeniero / *engineer*), 131 / 131
- Romanav (vid. Romanov)
- Romani, Ángel (arquitecto / *architect*), 252 / 252
- Romanov (dinastía / *dinasty*), 96 / 97
- Romea Parra, Julián, 273 / 274
- Rondelet, Jean (arquitecto e ingeniero / *architect and engineer*), 86 / 82
- Rovira y Rabassa, Antonio (arquitecto / *architect*), 238-239 / 239
- Rovira y Trías, Antonio (arquitecto / *architect*), 226-227, 239-241 / 226-227, 239-241
Mercado de Hostafrancs / *Hostafrancs Market* (Barcelona), 241, 244 / 241, 244
Mercado de la Barceloneta / *Barceloneta Market* (Barcelona), 241 / 241

- Mercado de la Concepción / *Concepción Market* (Barcelona), 241 / 241
 Mercado de San Antonio / *San Antonio Market* (Barcelona), 226, 227, 239-240-241 / 226, 227, 239-240-241
- Royo y Urieta, Mariano (ingeniero / *engineer*), 69-72 / 69-73
 Puente colgante de Las Cellas / *Las Cellas Suspension Bridge* (Huesca), 69-70-71-72 / 69-70-71-73
- Rubio Sánchez, Daniel (arquitecto / *architect*), 282 / 282
 Quiosco de Albacete / *Bandstand in Albacete*, 282 / 282
- Rucoba Octavio de Toledo, Joaquín de (arquitecto / *architect*), 246-248, 273-275 / 246-248, 273-275
 Frontón Beti-Jai / *Beti-Jai Pelota Court* (Madrid), 247, 275, 279 / 247, 275, 278
 Mercado de las Atarazanas o de Alfonso XII / *Atarazanas or Alfonso XII Market* (Málaga), 246-247-248 / 246-247-248
 Plaza de toros de La Malagueta / *La Malagueta Bullring* (Málaga), 247, 273-274 / 247, 273-274
 Teatro de la Gran Vía / *Gran Vía Theater* (Bilbao), 273 / 274
- Ruiz Sierra, Joaquín (arquitecto / *architect*), 244, 246 / 246
 Mercado de Portugaleta / *Portugaleta Market* (Valladolid), 244 / 246
 Mercado del Campillo / *Campillo Market* (Valladolid), 244 / 246
 Mercado del Val / *Val Market* (Valladolid), 244, 246 / 246
- Ruskin, John, 197 / 198
- Saavedra y Moragas, Eduardo (arquitecto e ingeniero / *architect and engineer*), 41-46, 48-49, 55, 64, 112, 114, 188 / 41-45, 47, 49-50, 55-56, 65, 114, 115, 189
 Puente colgante del río Bernesga / *Bernesga River Suspension Bridge* (León), 42 / 42
- Sagnier Villavecchia, Enrique (arquitecto / *architect*), 277-278, 297 / 277, 297
 Frontón Barcelonés / *Barcelonés Pelota Court* (Barcelona), 277-278 / 277
- Saint James, Henri (ingeniero / *engineer*), 211 / 210
- Sala, Vicente (ingeniero / *engineer*), 210 / 208
 Estación de Medina del Campo / *Medina del Campo Station*, 210 / 208
- Salamanca, Marqués de / *Marquis of*, 62, 199, 265 / 62, 200, 266
- Samaniego, Félix, 288 / 287
- Schaken, Pierre, 105 / 105
- Schneider y Compañía, 81 / 81
- Schulten, Adolf, 42 / 42
- Scott, George Gilbert (arquitecto / *architect*), 215 / 211
 Estación de Saint Pancras / *Saint Pancras Station* (Londres / *London*), 215 / 211
- Seguin (firma / *firm*), 49-53, 56-59, 62, 148, 151, 164 / 50-54, 56-60, 62-63, 148, 150, 162
 Pont Marc Seguin (Puente colgante Marc Seguin / *Marc Seguin Suspension Bridge*) (Tournon-sur-Rhône-Tain L'Hermitage, Francia / *France*), 49-50 / 50
 Puente colgante de Arganda o Vaciamadrid / *Arganda or Vaciamadrid Suspension Bridge* (Madrid), 48-49, 51-53-56, 59 / 49-50, 52-53-56, 60
- Puente colgante de Carandía / *Carandía Suspension Bridge* (Santander-Cantabria), 49, 57-59 / 50, 58, 60
 Puente colgante de Fuentidueña / *Fuentidueña Suspension Bridge* (Madrid), 49, 51-53, 59 / 50, 52-54, 60
 Puente colgante de Santa Isabel / *Santa Isabel Suspension Bridge* (Zaragoza / *Saragossa*), 49, 56-57, 59, 151, 164, / 50, 56-57, 60, 151, 163
- Seguin, Camille, 50-51 / 50, 52
- Seguin, Charles, 50 / 50
- Seguin, Frères (firma / *firm*), 50-51 / 50-51
- Seguin, Jules (ingeniero / *engineer*), 49-53, 60, 86 / 50-52, 60, 86
 Puente colgante de Arganda o Vaciamadrid / *Arganda or Vaciamadrid Suspension Bridge* (Madrid), 48-49, 51-53-56, 59 / 49-50, 52, 53-56, 60
 Puente colgante de Fuentidueña / *Fuentidueña Suspension Bridge* (Madrid), 49, 51-53, 59 / 50, 52-54, 60
- Seguin, Marc, 49-51, 58, 62, 69 / 50-52, 59, 62, 72
 Pont Marc Seguin (Puente colgante Marc Seguin / *Marc Seguin Suspension Bridge*) (Tournon-sur-Rhône-Tain L'Hermitage, Francia / *France*), 49-50 / 50
 Puente de Bry-sur-Marne / *Bry-sur-Marne Bridge* (Francia / *France*), 69 / 72
- Seguin, Paul, 50-51 / 50, 52
- Serlio, Sebastiano (arquitecto / *architect*), 288 / 287
- Serrallach, Antonio (ingeniero / *engineer*), 175 / 175
- Serrat, José, 171 / 169
- Seytre, Francisco, 269 / 270
- Silva, Santos (ingeniero / *engineer*), 218 / 212
 Estación de Córdoba o de Plaza de Armas / *Córdoba Station or Plaza de Armas* (Sevilla), 200, 216-218 / 201, 212, 215, 216
- Simões de Carvalho, Augusto Luciano (ingeniero / *engineer*), 129, 131 / 130
 Puente internacional de La Fregeneda / *International Bridge at La Fregeneda* (Salamanca), 128-129 / 130
- Soares (ingeniero / *engineer*), 129 / 130
 Puente internacional de La Fregeneda / *International Bridge at La Fregeneda* (Salamanca), 128-129 / 130
- Sociedad Anónima El Tibidabo, 297 / 297
- Sociedad Anónima Fábrica de Mieres, 18-19, 120, 248 / 18-19, 122, 248
 Banco de España / *Bank of Spain* (Madrid), 18-19, 248, 265, / 18-19, 249, 265
- Sociedad de Estudios y Obras, 300 / 299
- Sociedad de Materiales para Ferrocarriles y Construcciones, 223 / 223
- Sociedad de Navegación e Industria, 175, 241 / 175, 242
- Sociedad Española de Construcciones Metálicas, 179 / 179
- Sociedad La Vizcaína, 169 / 168
- Sociedad Metalúrgica Duro-Felguera, 91, 94, 248, 250 / 91, 95, 248, 250
- Sociedad Vasco Belga de Miravalles, 184-185, 190 / 185, 190-191
- Muelle cargadero de Castro Urdiales / *Loading pier at Castro Urdiales* (Cantabria), 184-185 / 185
 Muelle cargadero de Ontón / *Loading pier at Ontón* (Cantabria), 184 / 185
- Société Anonyme de Construction et des Ateliers de Willebroeck, 216 / 212
- Société Anonyme International de Construction et Entreprise de Travaux Publics de Braine-Le-Compte, 129, 131, 263 / 130, 131, 263
 Puente internacional de Tuy / *International Bridge at Tuy* (Pontevedra), 128, 131-132-133-134, 263 / 129-130-132-133-134, 263
- Société Arnodin, 51 / 51
- Société de Construction des Batignolles, 123 / 123
 Viaducto de Ormáiztegui / *Ormáiztegui Viaduct* (Guipúzcoa), 122-123-124-125 / 123-124-125
- Société Générale des Ponts à Peaje (Seguin Frères), 50 / 50-51
- Société Internationale de Travaux Publics, 142 / 142-143
- Société Schwartz et Meunier, 291 / 291
- Soler March, Alejandro (arquitecto / *architect*), 251-255 / 251-255
 Mercado Central / *Central Market* (Valencia), 251-252-253-254-255 / 251-252-253-254-255
- Spreafico, José, 116, 123 / 118, 123
- Stanfield (ingeniero / *engineer*), 191 / 191
 Dique flotante del puerto de Barcelona / *Floating dock at Barcelona port*, 191 / 191
- Steinacher, Gustavo (ingeniero / *engineer*), 65, 76-77, 82, 85-87, 89 / 66, 76-77, 81, 82, 85-87, 89
 Puente de San Pedro / *San Pedro Bridge* (Puerto de Santa María, Cádiz), 65-66 / 66-67
 Puente de Triana o de Isabel II / *Triana or Isabel II Bridge* (Sevilla / *Seville*), 65, 76-77, 82, 85-87, 89-90 / 66, 76-77, 81, 82, 85-87, 89, 91
- Stephenson, Robert (ingeniero / *engineer*), 111 / 111
 Viaducto de Conway / *Conway Viaduct* (Inglaterra / *England*), 111 / 111
- Suárez Albizu, Nicolás (ingeniero / *engineer*), 216, 218 / 216, 215
 Estación de Córdoba o de Plaza de Armas / *Córdoba Station or Plaza de Armas* (Sevilla), 200, 216-218 / 201, 212, 215, 216
- Subercase, José (ingeniero / *engineer*), 54 / 55
- Swan and Hunter (firma / *firm*), 190 / 191
 Dique flotante del puerto de la Habana / *Floating dock at the port of Havana (The Mammoth Spanish Poonton)* (Cuba), 18, 190 / 18, 191
- Swift, capitán, 29 / 31
 Faro de Minot's Ledge / *Minot's Ledge Lighthouse* (Boston, Estados Unidos / *United States*), 29-30 / 31
- Talleres de Zorroza, 169 / 168
- Tárrega, Ricardo, 254-256 / 254
- Telford, Thomas (ingeniero / *engineer*), 43, 81 / 43-44, 80
 Mythe Bridge (Tewkesbury, Inglaterra / *England*), 81 / 80
 Puente colgante del estrecho de Menai / *Menai Strait Suspension Bridge* (Gales, Reino Unido / *Wales, United Kingdom*), 43, 81 / 43-44, 80
 Puente de Buildwas / *Buildwas Bridge* (Inglaterra / *England*), 81 / 80

- Puente en Londres (proyecto) / *London Bridge (project)*, 81 / 80
The Tharsis Sulphur and Cooper Company Limited (Huelva), 188 / 188
- Toro, Julián, 234 / 234
- Torras y Guardiola, Joan (arquitecto / *architect*), 21, 223 / 223
- Torras-Herrería y Construcciones, 223 / 223
- Torres Quevedo, Leonardo (ingeniero / *engineer*), 23, 298-301 / 23, 298-300
Transportador aéreo del Niágara / *Niagara Cable Car or Whirlpool Aero Car* (Estados Unidos-Canadá / *United States-Canada*), 301 / 299-300
Transportador o tranvía aéreo del Monte Ulía / *Aerial Ferry or cable car on Monte Ulía* (San Sebastián), 23, 298-300 / 23, 297-300
- Torriente, Fernando de la (arquitecto / *architect*), 262 / 263
Palacio de Exposiciones (actual Museo de Ciencias Naturales) / *Exhibitions Palace (now Museum of Natural Science)* (Madrid), 262-263 / 263
- Torroja Miret, Eduardo (ingeniero / *engineer*), 279 / 279
Frontón Recoletos / *Recoletos Pelota Court* (Madrid), 279 / 279
- Tous, Ascacibar y Compañía, 122 / 122
- Town, Ithiel (arquitecto / *architect*), 112 / 112
- Trélat, Émile (arquitecto / *architect*), 230-233 / 231-233
Halles Centrales (proyecto / *project*) (Madrid), 230-232-233 / 231-232-233
- Uhagón, Félix de (arquitecto / *architect*), 49 / 49
Puente colgante de San Francisco / *San Francisco Suspension Bridge* (Bilbao), 47, 49, 59, 106, 148-150-151-154 / 48-49, 60, 105, 148-150-151-154
- Ulierte Mansi, Enrique de (ingeniero / *engineer*), 208 / 204
- Unamuno, Miguel de, 145 / 145
- Ureña, Federico (arquitecto / *architect*), 280-281, 285-287 / 280-281, 285-287
Quiosco de Avilés / *Bandstand in Avilés* (Asturias), 280-281, 285-286-287 / 280-281, 285-286-287
- Uriarte, Iñaki, 157 / 156
- Valentín, Léopold (ingeniero / *engineer*), 216 / 212
- Valenzuela, Emilio, 288 / 288
- Valle y Arana, Lucio del (arquitecto e ingeniero / *architect and engineer*), 18, 24, 27-37, 58-59, 63 / 18, 24-25, 28-37, 58-60, 63
Faro de Buda / *Buda Lighthouse* (Tarragona), 24-25, 28, 31, 32-33-34, 66 / 24-25, 28, 30, 32-33, 35-36, 69
Faro de El Fangar / *El Fangar Lighthouse* (Punta del Fango / Fango Point, Tarragona), 28, 31, 34, 36-37 / 30, 35-36
Faro de La Baña / *La Baña Lighthouse* (Tarragona), 28, 31, 34-35, 37 / 30, 35-36
Faros del Ebro / *Ebro River Lighthouses* (Tarragona), 18, 27-38, 55 / 18, 28-38, 56
- Vargas, Joaquín (arquitecto / *architect*), 21, 246 / 21, 246
Casa Lis / *Lis House* (Salamanca), 20-21 / 20-21
Mercado de Salamanca / *Salamanca Market*, 246 / 246
- Vaseille, M. (ingeniero / *engineer*), 208 / 204
- Vaudremer, 241 / 241
Prison de la Santé (París), 241 / 241
- Vázquez Gullías, Daniel (arquitecto / *architect*), 291 / 291
Quiosco de la Alameda / *Bandstand at La Alameda* (Orense), 291 / 291
- Vega, Juan de la (arquitecto / *architect*), 59 / 60
- Velázquez Bosco, Ricardo (arquitecto / *architect*), 258-259, 263-265 / 258-259, 263-266
Palacio de Cristal / *Crystal Palace* (Madrid), 258-259, 262-264-265 / 258-259, 261, 264-266
Palacio de Velázquez / *Velázquez Palace* (Madrid), 263 / 263
- Vergniais (firma / *firm*), 62-63 / 62-63
- Vergniais (sistema / *system*), 62-63 / 62-64
Puentes Hércules / *Hercules Bridges*, 62 / 63
Puente de Prado / *Prado Bridge* (Valladolid), 44, 60-61-64 / 44, 60-61-65
- Vergniais, M. (ingeniero / *engineer*), 62-63 / 62-63
Puente de Lignon, / *Lignon Bridge* (Francia / *France*), 62 / 62
- Verne, Julio, 23, 27, 28, 163 / 23, 28, 162
- Victoria Eugenia (Reina / *Queen*), 252 / 252
- Victoria (Reina / *Queen*), 260 / 260
- ViedmaVidal, Enrique (arquitecto / *architect*), 252 / 252
- Vieira (ingeniero / *engineer*), 129 / 130
Puente internacional de La Fregeneda / *International Bridge at La Fregeneda* (Salamanca), 128-129 / 130
- Vilaplana Juliá, Enrique (ingeniero / *engineer*), 107 / 107
- Villalva, Federico, 262 / 263
- Villanueva, Juan de (arquitecto / *architect*), 283 / 283
Pabellón Chinesco / *Chinese Pavilion* (Aranjuez, Madrid), 283 / 283
- Viollet-le-Duc, Eugène-Emanuel (arquitecto / *architect*), 72, 230-233 / 73, 231-232
- Vitruvio Polión, Marco (arquitecto e ingeniero / *architect and engineer*), 256 / 256
- Vitruvius (vid. Vitruvio)
- Wais, Francisco, 200 / 200
- Walter MacFarlam & Co., 288 / 288
- Walter (ingeniero / *engineer*), 29 / 31
Faro de Maplin Sands / *Maplin Sands Lighthouse* (Inglaterra / *England*), 29 / 29, 31
- Warin, 98-99 / 99
- Warren (viga / *truss*), 112, 129, 148 / 112, 130, 149
- Warren, James (ingeniero / *engineer*), 112, 114 / 112, 115
- Warren-Kennard (viga / *truss*), 114, 137, 168 / 115, 137, 168
- Whipple (viga / *truss*), 112 / 112
- Wiedrischousky, Léon (ingeniero / *engineer*), 56 / 57
- Wilkinson, John, 80 / 79
Iron Bridge (Coalbrookdale, Inglaterra / *England*), 79-81 / 79-80
- Wirtz, Luis (ingeniero / *engineer*), 122 / 123
Viaducto Pontevedra / *Pontevedra Viaduct* (Redondela, Pontevedra), 122 / 123
- Wolf, Virginia, 27 / 27
- Zola, Émile, 86, 229 / 86, 230
- Zorroza (firma / *firm*), 120, 210 / 122, 208
- Zuazo Ugalde, Secundino de (arquitecto / *architect*), 279 / 279
Frontón Recoletos / *Recoletos Pelota Court* (Madrid), 279 / 279
- Zubiaurre Goicoechea, Saturnino (ingeniero / *engineer*), 88-91 / 88-91
Puente de Enrique Estevan o Puente Nuevo / *Enrique Estevan or New Bridge* (Salamanca), 88-91 / 88-91
- Zuloaga Boneta, Daniel, 263 / 265
- Zuloaga Boneta, Germán, 263 / 265

Índice toponímico / Topographical Index

Las referencias en negrita remiten a las ilustraciones / **Bolface references refer to illustrations**
Las referencias en cursiva remiten a la versión en inglés / *Italic references refer to English version*

- África / *Africa*, 262 / 262
- Albacete, 282 / 282
Quiosco / *Bandstand*, 282 / 282
- Alcoy (Alicante), 104, 106-107 / 104, 106-107
Viaducto de José Canalejas / *José Canalejas Viaduct*, 104, 106-107, 109 / 104, 106-107, 110
- Alemania / *Germany*, 16, 62, 111, 173, 175, 180, 215, 261 / 15, 63, 111, 175-176, 179, 182, 210, 261
Catedral de Colonia / *Cologne Cathedral*, 111 / 111
Dirschau Brücke / Puente de Dirschau / *Bridge* 111 / 111
Estación de Berlín / *Berlin Station*, 215 / 210
Glaspalast (Múnich), 261 / 261
Grúa del puerto de Hamburgo / *Hamburg port crane*, 173 / 175
- Alicante, 105, 128, 142-143, 200, 217 / 105, 128, 142-143, 201, 212
Estación de Alicante / *Alicante Station*, 200 / 201
Viaducto de Santa Ana / *Santa Ana Viaduct*, 128, 142-143 / 129, 142-143
- Almería, 182-183, 220-221, 247 / 182-183, 217, 220, 247
Estación de Almería / *Almeria Station*, 220-221 / 217, 220
Mercado de Almería / *Almeria Market*, 247 / 247
Muelle cargadero / *Loading pier*, 182-183 / 182-183
- Álora (Málaga), 114-115-116 / 114-115-118
Puente de Las Mellizas / *Las Mellizas Bridge*, 114-115-116 / 114-115-118
- Amberes / *Antwerp* (Bélgica / *Belgium*), 216 / 212
- América / *America*, 22-23, 41, 45, 74, 275 / 22-23, 42, 45, 73, 275
- Amposta (Tarragona), 72-75 / 72-75
Puente colgante de Amposta / *Amposta Suspension Bridge*, 72-73-75 / 72-73-75
- Andarax (Almería), 138 / 137
Puente de Andarax / *Andarax Bridge*, 138 / 137
- Aragón, 99, 119 / 101, 122
- Aranda de Duero (Burgos), 99 / 101
Puente de Aranda de Duero / *Aranda de Duero Bridge*, 99 / 101
- Aranjuez (Madrid), 59, 61, 198, 283 / 60, 61, 198, 283
Pabellón Chinesco / *Chinese Pavilion*, 283 / 283
Puente colgante de Aranjuez / *Aranjuez Suspension Bridge*, 59, 61 / 60, 61
- Arganda (Madrid), 48-49, 51-56, 59, 104 / 49-50, 52, 53-56, 60, 104
Puente colgante de Arganda o Vaciamadrid / *Arganda or Vaciamadrid Suspension Bridge*, 48-49, 51-53-56, 59, 104 / 49-50, 52, 53-56, 60, 104
- Asia, 45 / 45
- Asturias, 99, 182, 248 / 99, 184, 248
Puente del río Navia / *Navia River Bridge*, 99 / 99
- Austria, 140, 215 / 141, 210
Estación del Emperador Fernando / *Emperor Ferdinand Station* (Viena / *Vienna*), 215 / 210
- Ávila, 250 / 250
Mercado / *Market*, 250 / 250
- Avilés (Asturias), 270, 280-281, 285-287 / 270, 280-281, 285-287
Quiosco / *Bandstand*, 280-281, 285-286-287 / 280-281, 285-286-287
- Badajoz, 11, 228-229, 246 / 11, 228-229, 248
Mercado de Badajoz / *Badajoz Market*, 228-229, 248 / 228-229, 248
- Bailén (Jaén), 66, 276 / 66, 68, 277
- Baracaldo (Vizcaya), 47, 148-149-150, 157-158 / 48, 148-149-150, 156
Puente colgante de Burceña / *Burceña Suspension Bridge*, 47, 148-149-150, 157-158 / 48, 148-149-150, 156
Viaducto de Burceña / *Burceña Viaduct*, 158 / 156
- Barcelona, 21, 67, 72, 87, 89, 99, 118, 120, 123, 128, 137, 174-176, 191-193, 198, 200-202, 217-218, 221, 223-227, 238-245, 265-269, 277-278, 292, 294, 296-299, 301 / 22, 69, 73, 87, 89, 101, 120, 122, 124-125, 128, 129, 137, 174-176, 191-193, 198, 201, 217, 220, 223-227, 239-246, 269-270, 277, 292, 296-299, 301
Dique flotante del puerto / *Floating dock at the port*, 191 / 191
Estación de Francia o Barcelona-Término / *France or Barcelona-Término Station*, 120, 192-193, 198, 202, 221, 223-224-225 / 120, 192-193, 198, 201, 217, 220, 223-224-225
Estación de la línea Barcelona-Mataró / *Barcelona-Mataró line Station*, 200 / 201
Estación de Monrot / *Monrot Station*, 199 / 199
Estación del Norte / *Norte Station*, 200-201-202, 217-218, 221 / 201, 212, 215, 217, 220
Ferrocarril Aéreo / *Aerial Train* (El Tibidabo), 297-298, 301 / 297, 301
Frontón Barcelonés / *Barcelonés Pelota Court*, 277-278 / 277
Frontón Beti-Jai / *Beti-Jai Pelota Court*, 278 / 277
Gran Café del siglo XIX, 294, 297 / 296
Grúas del puerto / *Port cranes*, 174-176 / 174-176
Invernáculo del Parque de la Ciudadela / *Greenhouse at Ciudadela Park*, 265-266-268-269 / 266, 268-269
- Martorell, Museo de Geología / *Museum of Geology* (Barcelona), 265 / 266
Mercado de Hostafrancs / *Hostafrancs Market*, 241, 244 / 241, 244
Mercado de la Boquería o de San José / *La Boquería or San José Market*, 244 / 246
Mercado de la Concepción / *Concepción Market*, 241 / 241
Mercado de San Antonio / *San Antonio Market*, 226, 227, 239-240-241 / 226, 227, 239-240-241
Mercado de la Barceloneta / *Barceloneta Market*, 241 / 241
Mercado del Borne / *El Borne Market*, 241-242-243-245 / 242-243-245
Museo Martorell de Geología / *Martorell Museum of Geology*, 265 / 266
Pajarera del Parque de la Ciudadela / *Aviary at the Ciudadela Park*, 294, 297-298 / 296, 298
Saturno Park, Montaña Rusa / *Roller-Coaster*, 297-299 / 296, 298-299
Templo expiatorio del Sagrado Corazón / *Expiatory Temple of the Sacred Heart*, 297 / 297
Umbráculo del Parque de la Ciudadela / *Shade House at Ciudadela Park*, 265-266-267 / 266-267-268
- Bélgica / *Belgium*, 16, 62, 98, 177, 184, 196, 210, 218, 265, 270 / 15, 63, 99, 177, 184, 196, 208, 215, 265, 270
Grúas del puerto de Amberes / *Antwerp port cranes*, 177 / 177
Invernadero de Laeken / *Laeken Greenhouse*, 265 / 265
- Belgium* (vid. *Bélgica*)
- Biarritz (Francia / *France*), 279, 291-292 / 279, 288, 291-292
Quiosco / *Bandstand*, 291 / 288, 291
- Bilbao (Vizcaya), 10-11, 16, 47, 49, 59-60, 64, 66, 120, 144-171, 175-176, 182, 184, 200, 221-223, 265, 269, 273, 276, 291 / 10-11, 15, 48-49, 60, 64, 68, 122, 144-171, 175-176, 184, 185, 201, 217, 222-223, 265, 270, 274, 276, 291
Cementerio de Mallona / *Mallona Cemetery*, 147 / 147
Estación de la Concordia o de Santander / *Concordia or Santander Station*, 200, 221 / 201, 217, 221
Estación de Abando / *Abando Station*, 221-222-223 / 217, 222-223
Frontón Euskalduna / *Euskalduna Pelota Court*, 276 / 276
Grúas del puerto / *Port cranes*, 175-176 / 176
Mercado de La Ribera / *La Ribera Market*, 158 / 157
Monumento a los Fueros Vascongados (proyecto / *project*) / *Monument to the Fueros Vascongados (project)*, 10-11 / 10-11
Muelle de hierro de Portugalete o Muelle Churruca / *Portugalete or Churruca Iron Pier*, 176, 186-187-188 / 176, 186-187-188

- Pasarela de Udondo / *Udondo Bridge* (Leioa), **157** / 154, 156, **157**
 Puente *Aurrera* / *Aurrera Bridge* (proyecto / project), 169 / 169
 Puente *Bilbao Invicta* / *Bilbao Invicta Bridge* (proyecto / project), 171 / 169
 Puente *Ciencia y Arte* (proyecto / project), 169 / 169
 Puente colgante de San Francisco / *San Francisco Suspension Bridge*, 47, **49**, 59, 106, 148-**150-151-154** / 48-**49**, 60, 105, 148-**150-151-154**
 Puente de la Merced / *Merced Bridge*, 150 / 149
 Puente de la Najá / *Naja Bridge*, 146-**147-148** / **147-148**
 Puente de los Fueros / *Fueros Bridge*, 154, 160-**161-162** / 152, **159-161**
 Puente de Luchana / *Luchana Bridge*, 157 / 154, 156
 Puente de San Antón / *San Antón Bridge*, 146, 150 / 146, 149
 Puente de San Francisco / *San Francisco Bridge*, 149, 153-154, 158-**159-160** / 149, 152-153, 156-**159**
 Puente del Arenal o de Isabel II / *Arenal or Isabel II Bridge*, 142, **150-151-152-153-154-155-156-157**, 160 / 142, 149-**150-151-152-153-154-155-156-157**, 159
 Puente Euskalduna / *Euskalduna Bridge*, 146 / 146
 Puente giratorio del «Perro Chico» / *Perro Chico Swing Bridge*, 169-**170-171** / 168-**170-171**
 Puente Laurac-bat / *Laurac-bat Bridge* (proyecto / project), 169, 171 / 169, 171
 Puente Nervión / *Nervión Bridge* (proyecto / project), 171 / 169
 Puente Novum sub sole / *Novum sub sole Bridge* (proyecto / project), 169, 171 / 169
 Puente Sendejá / *Sendejá Bridge* (proyecto / project), 171 / 169
 Puente Señorial / *Lordly Bridge* (proyectos / projects), 169, 171 / 168, 169, 171
 Puente transbordador de Vizcaya / *Ferry Bridge of Vizcaya* (Portugalete-Las Arenas), 16, **144-145-146**, 161-**166-167-169**, 180, 211 / 15, **144-145-146**, 160-**166-167-168**, 182, 208
 Quiosco de la Plaza Nueva / *Bandstand at the Plaza Nueva*, 291 / 291
 Teatro de la Gran Vía / *Gran Vía Theater*, 273 / 274
- Birmingham (Inglaterra / England), 37, 55, 64 / 36, 56, 64
- Briviesca (Burgos), 284 / 285
 Quiosco / *Bandstand*, 284 / 285
- Broughton (Inglaterra / England), 43 / 44
- Bruselas / *Brussels* (Bélgica / Belgium), 137, 216 / 137, 212
Brussels (Belgium) (vid. Bruselas)
- Burgos, 64, 99, 200, 287 / 65, 101, 201, 285, 287
 Estación de Burgos / *Burgos Station*, 200 / 201
 Puente colgante de Burgos / *Burgos Suspension Bridge*, 64 / 65
 Puente de San Pablo / *San Pablo Bridge*, 99 / 101
 Quiosco del Paseo del Espolón / *Bandstand at the Paseo del Espolón*, 287 / 285, 287
- Cádiz, 37-39, 65-66, 200, 229 / 37-39, 66-67, 201, 229
 Estación de Cádiz / *Cádiz Station*, 200, 221 / 201-217
 Faro de San Sebastián / *San Sebastian Lighthouse*, 37-**39** / 37-**39**
 Puente de fábrica de Suazo / *Suazo masonry Bridge*, 65 / 66
- Calahorra (La Rioja), 97-99 / 99, 101
 Puente de Calahorra / *Calahorra Bridge*, 98-99 / 99, 101
- Canadá / *Canada*, 301 / 299-300
 Transportador aéreo del Niágara / *Niagara Cable Car*, 301 / 299-300
- Canfranc (Huesca), 202 / 201
 Estación de Canfranc / *Canfranc Station*, 202 / 201
- Cantabria, 184 / 185
- Cartagena (Murcia), 202, 270 / 201-202, 270
 Estación de Cartagena / *Cartagena Station*, 202 / 201-202
- Castellón, 46-47 / 46-47
 Puente colgante de Puebla de Arenoso / *Puebla de Arenoso Suspension Bridge*, 46-47 / 46-47
- Castro Alén (Cantabria), 184 / 185
 Muelle cargadero de Castro Alén / *Loading pier at Castro Alén*, 184 / 185
- Castro Urdiales (Cantabria), 184-186 / 185-186
 Muelle cargadero / *Loading pier*, 184-**185** / **185**
 Muelle de Dícido / *Dícido Pier*, 185-186 / 185-186
 Quiosco de la Plaza de La Barrera / *Bandstand at the Plaza de La Barreda*, 292 / 292
- Castronuño (Valladolid), 116-117 / 118
 Puente de Castronuño / *Castronuño Bridge*, 116-117 / 118
- Chester (Inglaterra / England), 175 / 175
- Chile, 140 / 140
 Estación Mapocho / *Mapocho Station* (Santiago de Chile), 140 / 140
- China, 45, 283 / 45, 283
- Colonia / *Cologne* (Alemania / Germany), 111 / 111
Cologne (Germany) (vid. Colonia)
- Córdoba, 116, 138, 140-141, 199 / 118, 138, 140-141, 200
 Viaducto del río Guadajoz / *Viaduct over the Guadajoz River*, 138, 140-**141** / 138, 140-**141**
 Viaductos de la línea Córdoba-Málaga, / *Córdoba-Málaga Line Viaducts*, 116 / 118
- Cortegada (Isla / Island, Pontevedra), 75 / 74
 Puente de Cortegada / *Cortegada Bridge*, 75 / 74
- Cuba, 18, 190 / 18, 191
 Dique flotante del puerto / *Floating dock at the port* (*The Mammoth Spanish Poonton*) (La Habana / Havana), 18, 190 / 18, 191
- Cuenca, 123 / 125
- Darmstadt (Alemania / Germany), 231 / 232
- Dudley (Inglaterra / England), 37 / 36
- Dueñas (Palencia), 66 / 67-68
 Puente colgante de Dueñas / *Dueñas Suspension Bridge*, 66 / 67-68
- Egipto / *Egypt*, 25, 216 / 25, 212
 Canal de Suez / *Suez Canal*, 216 / 212
 Faro de Alejandría / *Lighthouse of Alexandria* 25 / 25
- Egypt* (vid. Egipto)
- El Chorro (Málaga), 116-117 / 116-117
 Viaducto de El Chorro / *El Chorro Viaduct*, 116- 117 / 116-117
- El Ferrol (La Coruña), 176 / 176
 Grúa del Arsenal / *Arsenal Crane*, 176 / 176
- El Grado (Huesca), 81-83 / 81-83
 Puente de El Grado / *El Grado Bridge*, 81-**83** / 81-**83**
- El Hacho (Granada), 108-109, 138-139 / 108-109, 137-139
 Viaducto de El Hacho / *El Hacho Viaduct*, 108-109, 138-**139** / 108-109, 137-**139**
- El Masnou (Barcelona), 273 / 273
- El Pedroso (Sevilla), 16, 87 / 15, 87, 89
England (vid. Inglaterra)
- Escocia / *Scotland* (Reino Unido / United Kingdom), 87 / 87
- Escúllar (Almería), 138 / 137
 Puente de Escúllar / *Escúllar Bridge*, 138 / 137
- Estados Unidos / *United States*, 16, 29-31, 34, 37, 43-46, 261, 301 / 15, 18, 30-31, 34, 35, 37, 44-47, 261, 299-300
 Crystal Palace (Nueva York / New York), 261 / 261
 Faro American Shoal / *American Shoal Lighthouse* (Florida), 31 / 34
 Faro de Carysfort Reef / *Lighthouse of Carysfort Reef* (Florida), 31 / 34
 Faro de Coral Reef / *Lighthouse of Coral Reef* (Florida), 30-31 / 31, 34
 Faro de Key West / *Lighthouse at Key West* (Florida), 31 / 34
 Faro de Minot's Ledge / *Minot's Ledge Lighthouse* (Boston), 29-30 / 31
 Faro de Sand Key / *Lighthouse at Sand Key* (Florida), 30-31, 34 / 30-31, 34, 35
 Jacob's Creek Bridge (Pennsylvania), 46 / 46-47
 Portage Bridge (Letchworth, Nueva York / New York), 78 / 78
 Puente colgante del Niágara / *Niagara Suspension Bridge* (*Great International Railway Suspension Bridge*), 44-**45**, 57, 109, 154 / 44-**45**, 58, 109, 153
 Transportador aéreo del Niágara / *Niagara Cable Car* or *Whirlpool Aero Car*, 301 / 299-300
- Europa, 16, 41, 50, 63, 74, 82, 86, 98, 105, 112, 115, 122, 137, 162, 197, 229-230, 252 / 15, 42, 50, 64, 73, 82, 86, 99, 105, 112, 115, 123, 137, 161, 198, 229-230, 252
- Europe* (vid. Europa)
- Filadelfia / *Philadelphia* (Estados Unidos / United States), 16 / 15
- Fraga (Huesca), 52, 67-69, 101 / 53-54, 68-69, 72, 104
 Puente colgante de Fraga o Puente de San Isidro / *Fraga or San Isidro Suspension Bridge*, 52, 67-**68-69** / 53-54, **68-69**, 72
 Pont de Ferro, 69, 101 / 72, 104
- France* (vid. Francia)
- Francia / *France*, 16, 28-29, 38, 43-44, 48-51, 56, 62, 69, 72, 82, 89, 96, 111, 115-116, 118, 123, 137-138, 140, 168, 193-198, 204, 210, 212, 215, 229-231, 233-234, 238, 241, 269, 275 / 15, 30-31, 38, 44-45, 49-51, 57, 62-63, 72, 73, 81, 89, 97, 111, 115-116, 118, 120, 124, 137-138, 140-141, 165, 193-199, 204, 208, 210, 212, 229-231, 233-234, 238, 241-242, 270, 275
 École du Sacré Coeur (París), 72 / 73
 Estación de Austerlitz / *Austerlitz Station* (*Gare d' Austerlitz*) (París), 198 / 199
 Estación de Orsay / *Orsay Station* (París), 196, 204 / 196-197, 204

Estación del Este / *East Station (Gare de l' Est)* (París), 215, 229 / 210, 230
 Estación del Norte / *North Station (Gare du Nord)* (París), 197, 215 / 198, 210
 Galería de Máquinas / *Gallery of Machines* (1878, París), 207-208 / 207
 Galería de Máquinas / *Gallery of Machines* (1889, París), 193, 212, 215 / 193, 195, 210, 212
 Galería de Máquinas / *Gallery of Machines* (1900, París), 218 / 215
 Grand Palais (París), 140, 196 / 140, 196-197
 Hipódromo cubierto / *Covered Hippodrome* (París), 204 / 204
 La Santé, prisión de / *Prison* (París), 241 / 241
 Les Halles Centrales (París), 86, 229-231, 234, 238-239, 251 / 86, 229-231, 234, 238-239, 251
 Mercado de Saint-Honoré / *Saint-Honoré Market* (París), 238 / 238
 Pont Marc Seguin (Puente colgante Marc Seguin / *Marc Seguin Suspension Bridge*) (Tournon-sur-Rhône-Tain L'Hermitage), 49-50 / 50
 Puente colgante de Basse-Chaîne / *Basse-Chaîne Suspension Bridge* (Angers), 43 / 44
 Puente de Alejandro III / *Alexandre III Bridge* (París), 96 / 97
 Puente de Bry-sur-Marne / *Bry-sur-Marne Bridge*, 69 / 72
 Puente de Garabit / *Garabit Bridge*, 94, 109 / 96, 109
 Puente de Lamothe-sur-l'Allier / *Lamothe-sur-l'Allier Bridge*, 56 / 57
 Puente de Lignon, / *Lignon Bridge*, 62 / 62
 Puente de Mirabeau / *Mirabeau Bridge* (París), 138 / 140
 Puente de Saint-Illpize / *Saint-Illpize Bridge*, 56 / 57
 Puente de Saint-Michel / *Saint-Michel Bridge* (Toulouse), 138 / 140
 Puente de Verdun-sur-Garonne / *Verdun-sur-Garonne Bridge*, 56 / 57
 Puente del Carrousel / *Carrousel Bridge* (París), 82, 84, 86, 89 / 82, 84, 86, 90
 Puente transbordador de Marsella / *Marseille Ferry Bridge*, 162-163-164, 168 / 161, 163, 165
 Puente transbordador de Rouen / *Rouen Ferry Bridge*, 162, 164-165, 168 / 161, 163-165, 168
 Puente-viaducto de Bir-Hakeim / *Bir-Hakeim Bridge-Viaduct* (París), 140 / 140
 Torre Eiffel / *Eiffel Tower* (París), 162, 164, 193-194-194 / 161, 163, 193-194-195
 Viaducto de Bellon / *Bellon Viaduct*, 116 / 115-116
 Viaducto de Bouble / *Bouble Viaduct*, 38, 116 / 38, 116
 Viaducto de Burdeos (pasarela Eiffel) / *Bordeaux Viaduct (Eiffel Walkway)*, 111 / 111
 Viaducto de Busseau-sur-Creuse / *Busseau-sur-Creuse Viaduct*, 116 / 115
 Viaducto de Evaux-les-Bains / *Evaux-les-Bains Viaduct*, 137 / 137
 Viaducto de Neuvial / *Neuvial Viaduct*, 38 / 38
 Viaducto de Rouzat / *Rouzat Viaduct*, 38 / 38
 Viaducto del río Souleuvre / *Viaduct over the Souleuvre River*, 137 / 137
 Fuentidueña (Madrid), 49, 51-53, 59 / 50, 52-54, 60
 Puente colgante de Fuentidueña / *Fuentidueña Suspension Bridge*, 49, 51-53, 59 / 50, 52-54, 60
 Galicia, 288 / 288
 Gérgal (Almería), 138 / 137

Puente de Gérgal / *Gérgal Bridge*, 138 / 137
 Germany (vid. Alemania)
 Gijón (Asturias), 177-180, 182, 249, 285 / 177-179, 182, 249, 285
 Grúa Goliath del puerto de El Musel / *Goliath crane at El Musel port*, 178 / 177
 Grúas Titán del puerto de El Musel / *Titan cranes at El Musel port*, 177-180, 182 / 177-179, 182
 Mercado del Sur / *Sur Market*, 249 / 249
 Quiosco / *Bandstand*, 285 / 285
 Glasgow (Escocia, Reino Unido / *Scotland, United Kingdom*), 288, 291 / 288
 Gobernador (Granada), 138 / 138
 Viaducto de Gobernador / *Gobernador Viaduct*, 138 / 138
 Granada, 138, 203 / 137, 203
 Puente del Anchurón / *Anchurón Bridge*, 138 / 137
 Quiosco del Paseo del Salón / *Bandstand at the Paseo del Salón*, 291 / 291
 Guadalajara, 200 / 201
 Estación de Guadalajara / *Guadalajara Station*, 200 / 201,
 Guadalimar (Jaén), 137 / 137
 Puente de Guadalimar / *Guadalimar Bridge*, 137 / 137
 Guerezo (Vizcaya), 87 / 87
 Guriezo (Cantabria), 241 / 242
 Hamburgo / *Hamburg* (Alemania / *Germany*), 173 / 175
 Hamburg (Germany) (vid. Hamburgo)
 Huéchar (Almería), 138 / 137
 Puente de Huéchar / *Huéchar Bridge*, 138, 137
 Huelva, 172-173, 179-182, 188-190, 199 / 172-173, 179-181, 184, 188-191, 200
 Muelle de Riotinto / *Riotinto Pier*, 179-180-181-182, 188-190 / 179-180-181, 184, 188-190
 Muelle público de mercancías / *Public cargo pier*, 188-190 / 188, 190-191
 Muelle Tharsis / *Tharsis Pier*, 172-173, 188 / 172-173, 188
 Viaducto de cinco tramos / *Five-sections Viaduct* (Sevilla-Huelva), 189 / 190
 Huesca, 81-83, 101 / 81-83, 104
 India, 45 / 45
 Inglaterra / *England*, 16, 18, 28-29, 37, 43-47, 60, 63-64, 79-82, 87, 111 118, 148, 175, 215, 234, 241, 259-263, 265, 269 / 15, 18, 30-31, 36-37, 44-48, 60, 64, 80-81, 87, 111, 120, 147, 175-176, 211, 234, 242, 259-263, 265, 270
 Crystal Palace (Londres / *London*), 259-260-262, 266 / 259-260-262, 269
 Estación de Paddington / *Paddington Station* (Londres / *London*), 215 / 211
 Estación de Saint Pancras / *Saint Pancras Station* (Londres / *London*), 215 / 211
 Faro de Maplin Sands / *Maplin Sands Lighthouse* (Essex), 29 / 29, 31
 Invernadero de Palm House / *Palm House Greenhouse*, 265 / 265

Invernaderos de Chatsworth / *Chatsworth Greenhouses*, 261 / 261
 Iron Bridge (Coalbrookdale, Shropshire), 79-81 / 79-80
 Mythe Bridge (Tewkesbury), 81 / 80
 Puente colgante de Broughton / *Broughton Suspension Bridge* (Manchester), 43 / 44
 Puente colgante del Teesdale / *Teesdale Suspension Bridge* (Durham), 45-46 / 45-47
 Puente de Buildwas / *Buildwas Bridge*, 81 / 80
 Puente de Sunderland / *Sunderland Bridge*, 148 / 147
 Puente de Windsor / *Windsor Bridge* (Berkshire), 60, 63-64 / 60, 64
 Puente en Londres (proyecto) / *London Bridge (project)*, 81 / 80
 Union Bridge (Berwick), 46-47 / 47-48
 Viaducto de Conway / *Conway Viaduct*, 111 / 111
 Wynch Bridge (Durham), 46 / 47
 Irún (Guipúzcoa), 200 / 201
 Estación de Irún / *Irun Station*, 200 / 201
 Italia, 51, 260, 275 / 51, 260, 275
 San Pedro / *Saint Peter* (Roma / *Rome*), 260 / 260
 Iturrigorri (Vizcaya), 161 / 160
 Jaén, 40-41, 54, 66-67, 89, 138, 140-141 / 40-41, 54, 67-69, 89, 138, 140-141
 Puente de Guarrizas / *Guarrizas Bridge*, 54 / 54
 Viaducto del río Guadajoz / *Viaduct over the Guadajoz River*, 138, 140-141 / 138, 140-141
 Viaducto del río Víboras / *Viaduct over Víboras River*, 138 / 138
 Jandulilla (Jaén), 138 / 137
 Puente de Jandulilla / *Jandulilla Bridge*, 138 / 137
 Jérez de la Frontera (Cádiz), 15, 16-17 / 15, 16-17
 Bodega de González Byass / *González Byass Cellar*, 15, 16-17 / 15, 16-17
 La Coruña, 186, 250-251, 288, 291 / 187, 250, 288, 291
 Mercado de la Plaza de Lugo / *Plaza de Lugo Market*, 250-251 / 250
 Mercado de San Agustín (proyecto) / *San Agustín Market (project)*, 250 / 250
 Muelle de hierro / *Iron pier*, 186 / 186
 Quiosco de los Jardines de Méndez Núñez / *Bandstand at the Méndez Núñez Gardens*, 288, 291 / 288, 291
 La Felguera (Asturias), 91 / 91
 La Fregeneda (Salamanca), 128-129, 131 / 130, 134
 Puente internacional / *International Bridge*, 128-129 / 130
 La Unión (Murcia), 250-251 / 250
 Mercado de La Unión / *La Unión Market*, 250-251 / 250
 La Zarza (Huelva), 188 / 188
 Laguardia (Álava), 288, 290-291 / 287, 290-291
 Quiosco / *Bandstand*, 288, 290-291 / 287, 290-291
 Langreo (Asturias), 91, 248 / 91, 248
 Larva (Jaén), 134-135 / 134-135
 Viaducto del Salado / *Salado Viaduct*, 128, 134-135-138 / 129, 134-135-138
 Las Arenas (Guecho, Vizcaya), 16, 144-146, 161-169 / 15, 144-146, 160-168

- Puente transbordador de Vizcaya / *Ferry Bridge of Vizcaya* (Portugalete-Las Arenas), 16, **144-145-146**, 161-**166-167-169** / 15, **144-145-146**, **160-166-167-168**
- Las Cellas (Huesca) 69-72 / 69-73
Puente colgante de Las Cellas / *Las Cellas Suspension Bridge*, 69-**70-71-72** / 69-**70-71-73**
- Le Creusot (Francia / *France*), 81 / 81
- León, 42 / 42
Puente colgante del río Bernesga / *Bernesga River Suspension Bridge*, 42 / 42
- Lequeitio (Vizcaya), 146 / 147
- Lérida, 98-99, 116, 118, 119, 128 / 98-99, 101, 118, 120, 128
Puente de Lérida / *Lérida Bridge*, 116 / 118
Puente del río Segre / *Segre River Bridge*, 98-99 / **98-99**, 101
- Lisboa / *Lisbon* (Portugal), 131, 137 / 131, 137
- Lisbon* (vid. Lisboa)
- Liverpool (Inglaterra / *England*), 64, 105 / 64, 105
- Llançà (Gerona), 136 / 136
Puente de Llançà / *Llançà Bridge*, **136** / **136**
- Logroño (La Rioja), 99-101, 276, 291 / 100-101, 277
Frontón Beti-Jai / *Beti-Jai Pelota Court*, 276 / 277
Frontón Logroñés / *Logroñés Pelota Court*, 276 / 277, 291
Puente de Sagasta / *Sagasta Bridge*, 99-**100-101** / **100-101**
Quiosco del Paseo del Espolón / *Bandstand at the Paseo del Espolón*, 291 / 291
- London* (vid. Londres)
- Londres / *London* (Inglaterra / *England*), 37, 43, 195, 215, 234, 259-263 / 37, 43, 196, 211, 234, 259-263
- Lora del Río (Córdoba), 124-126 / 126-127
Puente Guadalquivir II / *Guadalquivir II Bridge*, 124-125-**126** / **126-127**
- Lugo, 16, 142 / 15, 142
- Lyon (Francia / *France*), 116 / 118
- Madrid, 12-13, 18-19, 21, 42, 48-49, 51-53, 59, 61, 67, 74, 80-81, 89, 99, 104-107, 120, 123, 128, 137, 198, 200, 202-217, 230-237, 241, 244, 247, 250-251, 262-265, 270, 273, 278-279, 292 / 12-13, 18-19, 21, 42, 49-50, 52, 53-54, 61, 69, 73, 79-80, 89, 101, 104-107, 122, 125, 128, 136, 198, 202-214, 230-237, 241, 244, 247, 250-251, 262-266, 273, 278-279, 292
- Banco Hispano Americano / *Hispanic American Bank*, 12-13 / **12-13**
Banco de España / *Bank of Spain*, 18-19, 248, 265, 272-**273** / 18-19, 249, 265, 272-**273**
Cárcel Modelo / *Model Prison*, **241** / **241**
Estación de Atocha / *Atocha Station*, 198, 200, 203, **210-211-213-214-217** / 199, 201-202, 208, **210-211-213-214**
Estación de Delicias / *Delicias Station*, 200, 203-**204-205-206-208** / 201-202, **204-205-206-207**
Estación del Norte o de Príncipe Pío / *Norte or Príncipe Pío Station*, 200, 203, 208-**209-210** / 201-202, 207-**209**
Frontón Beti-Jai / *Beti-Jai Pelota Court*, 247, 275, 279 / 247, 275, 278
Frontón Jai-Alai / *Jai-Alai Pelota Court*, 278 / 278
- Frontón Recoletos / *Recoletos Pelota Court*, 279 / 279
Halles Centrales (proyecto / *project*), 230-**232-233** / 231-**232-233**
Invernadero del marqués de Salamanca / *Marquis of Salamanca Greenhouse*, 265 / 266
Mercado de la Cebada / *Cebada Market*, 230-**232-234**, 236-**237**, 244 / 230-**232-234**, 236-**237**, 244
Mercado de los Mostenses / *Mostenses Market*, 230, 234-**235-237** / 230, 234-**235-237**
Mercado de San Miguel / *San Miguel Market*, 230, 251 / 230, 250-251
Palacio de Cristal / *Crystal Palace*, 258-259, 262-**264-265** / **258-259**, 261, **264-266**
Palacio de Exposiciones (actual Museo de Ciencias Naturales) / *Exhibitions Palace (now Museum of Natural Science)*, 262-263 / 263
Palacio de Exposiciones / *Exhibitions Palace (project)*, 262 / 262
Palacio de Velázquez / *Velázquez Palace*, 263 / 263
Pasarela de la Alameda de Osuna / *Alameda de Osuna Footbridge*, **80-81** / **79-80**
Senado / *Senate*, 16, 265 / 21, 265
Teatro de la Comedia / *Comedia Theater*, 270, 273
Teatro María Guerrero o de La Princesa / *María Guerrero or Princess Theatre*, 270, 273 / 273
Teatro-Circo Price / *Price Circus-Theatre*, 273 / 274
Viaducto de Hierro / *Iron Viaduct*, 104-**105-107**, 109 / 104-**105-107**, 110
Viaducto de la calle Bailén / *Bailén Street Viaduct*, 107 / 107
- Magdeburgo / *Magdeburg* (Alemania / *Germany*), 180 / 182
Magdeburg (Germany) (vid. Magdeburgo)
- Málaga, 16, 60-61, 66, 116, 246-248, 269 / 15, 60, 66, 68, 118, 246-248, 270
Mercado de las Atarazanas o de Alfonso XII / *Atarazanas or Alfonso XII Market*, 246-**247-248** / 246-**247-248**
Plaza de toros de La Malagueta / *La Malagueta Bullring*, 247, 273-**274** / 247, 273-**274**
Puente de la Alameda (proyecto) / *Alameda Bridge (project)*, 60-61 / 61
Puente de la Aurora (proyecto) / *Aurora Bridge (project)*, 60-61 / 61
Viaductos de la línea Córdoba-Málaga / *Córdoba-Málaga Line Viaducts*, 116 / 118
- Manchester (Inglaterra / *England*), 43 / 44
- Marbella (Málaga), 87 / 87
- Mataró (Barcelona), 198 / 198
- Medina del Campo (Valladolid), 123, 210 / 124-125, 208
Estación de Medina del Campo / *Medina del Campo Station*, 210 / 208
- Melilla, 180 / 179
Grúa Titán del puerto / *Titan crane at the port*, 180 / 179
- Mengíbar (Jaén), 40-41, 66-67, 69, 89 / 40-41, 66-67-69, 72, 89
Puente colgante de Mengíbar / *Mengíbar Suspensión Bridge*, **40-41**, 66-**67**, 69, 89 / **40-41**, 66-**67-69**, 72, 89
- Mérida (Badajoz), 125, 127-129 / 127-129
Acueducto de los Milagros / *Los Milagros Aqueduct*, 125 / 127
Puente de Mérida / *Mérida Bridge*, 125, 127-**129** / 127-**129**
- Middleton (Inglaterra / *England*), 45-46 / 46-47
- Mieres (Asturias), 18-19, 120, 249, 285 / 18-19, 122, 250, 285
Mercado / *Market*, 249 / 250
- Miranda de Ebro (Burgos), 200 / 201
Estación de Miranda de Ebro / *Miranda de Ebro Station*, 200 / 201
- Monzón (Huesca), 69, 99, **104** / 72, 101, **104**
Puente colgante de Monzón / *Mozón Suspension Bridge*, 69 / 72
Puente de Monzón / *Monzón Bridge*, 69, 101 / 72, 101
- Motrico (Guipúzcoa), 160 / 160
- Murcia, 26 / 26
Faro de Hormiga Grande / *Hormiga Grande Lighthouse*, 26 / 26
- Navas del Marqués (Ávila), 294-296 / 294-296
Torre-mirador / *Lookout-Tower*, 294-**296** / 294-**296**
- New York (United States)* (vid. Nueva York)
- Nice (France)* (vid. Niza)
- Niza (Francia / *France*), 279 / 279
- Noruega, 18 / 15
Norway (vid. Noruega)
- Nueva York / *New York* (Estados Unidos / *United States*), 43, 78 / 43, 78
- Numancia (Soria), 42 / 42
- Ontiñena (Huesca), 99, 101 / 101, 104
Puente de Ontiñena / *Ontiñena Bridge*, 99, 101 / 101, 104
- Ontón (Cantabria), 184 / 185
Muelle cargadero / *Loading pier*, 184 / 185
- Oporto / *Porto* (Portugal), 94-95, 109, 129, 216 / 94-96, 109, 130, 212
- Orense, 123, 291 / 125, 291
Quiosco de la Alameda / *Bandstand at La Alameda*, 291 / 291
- Ormáiztegui (Guipúzcoa), 122-125 / 122-125
Viaducto de Ormáiztegui / *Ormáiztegui Viaduct* (Guipúzcoa), 122-123-**124-125** / 123-**124-125**
- Oviedo (Asturias), 99, 248-249, 285 / 99, 248-249, 285
Mercado del 19 de Octubre / *19 October Market*, 248-**249** / 248-**249**
Quiosco / *Bandstand*, 285 / 285
- Palencia, 66, 246 / 67-68, 246
Mercado de Palencia / *Palencia Market*, **246** / **246**
- Pamplona (Navarra), 111, 276-277, 291 / 111, 276-277, 291
Frontón Euskal-Jai o Frontón Moderno / *Euskal-Jai or Modern Pelota Court*, 276-**277** / 276-**277**
Quiosco de la Plaza del Castillo / *Bandstand at the Plaza del Castillo* (Pamplona, Navarra), 291 / 291
- Panamá / *Panama*, 216 / 212
Canal de Panamá / *Panama Canal*, 216 / 212
- Parana (Asturias), 110 / 110
Viaducto de Parana / *Parana Viaduct*, **110** / **110**
- París / *Paris* (Francia / *France*), 34, 63, 66, 72, 81-82, 84, 86, 96, 98, 105, 123, 142, 164, 193-196, 200, 203-204, 229-230, 233-234, 238, 265, 269-270, 279, 292 / 36, 64, 69, 73, 81-82, 84, 86, 97, 99, 105, 123, 142, 163, 193-197, 200, 203-204, 229-230, 233-234, 238, 265, 270, 279, 292

- Philadelphia (United States)*(vid. Filadelfia)
- Pino (Zamora), 91-94, 248 / *92-93, 94-96, 249*
 Puente de Pino / *Pino Bridge*, 91, **92-93**, 94, 248 / *92-93, 94-96, 249*
- Pontevedra, 97, 122 / *97-98, 123*
 Puente de la Barca / *Barca Bridge*, **97** / *97-98*
 Viaducto Madrid / *Madrid Viaduct*, 122 / *123*
- Porto (Portugal)*(vid. Oporto)
- Portugal, 91, 94-95, 116, 128, 131, 216, 262 / *94-96, 116, 129, 130, 212, 262*
 Puente internacional de La Fregeneda / *International Bridge at La Fregeneda* (Salamanca), 128-129 / *130*
 Puente internacional de Tuy-Valença / *International Bridge at Tuy-Valença* (Pontevedra), 128, 131-**132-133**-134, 263 / *129-130-132-133-134, 263*
 Viaducto de Don Luis I / *Don Luis I Viaduct* (Oporto / Porto), 216 / *212*
 Viaducto ferroviario de María Pia / *María Pia Railway Viaduct* (Oporto / Porto), 94-**95**, 109 / *94-95-96, 109*
- Portugalete (Vizcaya), 16, 144-146, 161-169, 176, 186-188 / *15, 144-146, 160-168, 176, 186-188*
 Muelle de hierro o Muelle Churruga / *Churruga Iron Pier* (Bilbao), 176, 186-**187**-188 / *176, 186-187-188*
 Puente transbordador de Vizcaya / *Ferry Bridge of Vizcaya* (Portugalete-Las Arenas), 16, **144**-145-146, 161-**166-167**-169 / *15, 144-145-146, 160-166-167-168*
 Puente la Reina (Navarra), 64 / *65*
 Puente colgante de Puente la Reina / *Puente la Reina Suspension Bridge*, 64 / *65*
 Puerto de Santa María (Cádiz), 65-66 / *66-67*
 Puente de San Alejandro / *San Alejandro Bridge*, 65-66 / *66-67*
 Puente de San Pedro / *San Pedro Bridge*, 65-66 / *66-67*
- Redondela (Pontevedra), 122 / *123*
 Viaducto Pontevedra / *Pontevedra Viaduct*, 122 / *123*
- Reino Unido / *United Kingdom*, 43, 64, 81, 112, 114, 288, 291 / *43-44, 64-65, 80, 114-115, 288*
 Puente colgante del estrecho de Menai / *Menai Strait Suspension Bridge* (Gales / Wales), **43**, 81 / *43-44, 80*
 Viaducto Crumlin / *Crumlin Viaduct* (Gales / Wales), 112, 114 / *114-115*
- Ribadesella (Asturias), 91 / *94*
 Puente de Ribadesella / *Ribadesella Bridge*, 91 / *94*
- Riotinto (Huelva), 173, 182 / *173, 184*
- Rochelas / Roixellas (Tarragona), 117-118 / *118*
 Puente de las Rochelas / *Rochelas Bridge*, 117-**118** / *118*
- Rusia / *Russia*, 95-97 / *96-98*
 Puente de Palacio / *Palace Bridge* (San Petersburgo/ *Saint Petersburg*, Rusia / *Russia*), 95-**96**-97 / *96-98*
- Russia* (vid. Rusia)
- Saint Petersburg (Russia)*(vid. San Petersburgo)
- Salamanca, 20-21, 88-91, 120, 129, 246 / *20-21, 88-91, 122, 246*
 Casa Lis / *Lis House*, **20-21** / *20-21*
 Mercado de Salamanca / *Salamanca Market*, 246 / *246*
- Puente de Enrique Estevan o Puente Nuevo / *Enrique Estevan or New Bridge*, **88-91** / *88-91*
 Puente romano / *Roman Bridge*, 89 / *90*
- Salta Caballo (Cantabria), 182, 184-185 / *184-185*
 Muelle cargadero / *Loading pier*, 182, 184 / *184-185*
- San Cruz de Tenerife (Islas Canarias / *Canary Islands*), 180, 182, 251 / *179-182, 251*
 Grúa Titán del puerto / *Titan crane at the port*, 180, 182 / *179-182*
 Mercado de Santa Cruz de Tenerife / *Santa Cruz de Tenerife Market*, 251 / *251*
- San Juan de las Abadesas (Gerona), 122-123 / *122-124*
 Viaductos del ferrocarril / *Railway Viaducts*, 122-123 / *122-124*
- San Petersburgo / *Saint Petersburg* (Rusia / *Russia*), 95-97 / *96-98*
- San Sebastián (Guipúzcoa), 23, 200, 203, 275-276, 292-293, 298-300 / *23, 201, 203, 276, 292-293, 297-300*
 Estación de San Sebastián / *San Sebastián Station*, 200 / *201*
 Frontón Beti-Jai / *Beti-Jai Pelota Court*, 275-276 / *276*
 Frontón Jai-Alai Moderno / *Jai-Alai Moderno Pelota Court*, 276 / *276*
 Quiosco del Bulevar / *Boulevard Bandstand*, 292-**293** / *292-293*
 Transportador o tranvía aéreo del Monte Ulía / *Aerial ferry or cable car on Monte Ulía*, 23, 298-**300** / *23, 297-300*
- Santander (Cantabria), 49, 57-58, 182, 185, 251 / *50, 58, 184, 185, 251*
 Mercado de La Esperanza / *La Esperanza Market*, 251 / *251*
 Puente colgante de Carandía / *Carandía Suspension Bridge*, 49, 57-59 / *50, 58, 60*
- Santiago de Compostela (La Coruña), 288-289 / *287-289*
 Quiosco de la Alameda / *Bandstand at La Alameda*, 288-**289** / *287-289*
- Santoña (Cantabria), 184 / *185*
 Muelle cargadero / *Loading pier*, 184 / *185*
- Saragossa* (vid. Zaragoza)
- Sariñena (Huesca), 99, 118-119 / *101, 119-120*
 Puente de Sariñena / *Sariñena Bridge*, 99, 118-**119** / *101, 119-120*
- Scotland* (vid. Escocia)
- Segovia, 122, 287 / *123, 287*
 Acueducto de Segovia / *Segovia Aqueduct*, 122 / *123*
 Quiosco de la Plaza Mayor / *Bandstand at Plaza Mayor*, 287 / *287*
- Sevilla / *Seville*, 59-60, 65, 76-77, 82, 85-87, 89-90, 120, 199-200, 216-217 / *59, 61, 66, 76-77, 81, 85-87, 89, 91, 122, 200-201, 212, 216*
 Estación de Córdoba o de Plaza de Armas / *Córdoba or Plaza de Armas Station*, 200, **216**-218 / *201, 212, 215, 216*
 Estación de San Bernardo o de Cádiz/ *San Bernardo or Cádiz Station*, 200, 221 / *201, 217*
 Puente de barcas / *Boats Bridge*, 59-60 / **59, 60**
 Puente de Triana o de Isabel II / *Triana or Isabel II Bridge*, 65, **76-77**, 82, **85-87**, 89-90 / *66, 76-77, 81, 82, 85-87, 89, 91*
 Viaducto de cinco tramos / *Five-sections Viaduct* (Sevilla-Huelva), 189 / *190*
- Seville* (vid. Sevilla)
- Sober Patón (Lugo), 142 / *142*
 Puente de Sober Patón / *Sober Patón Bridge*, **142** / *142*
- Somorrostro (Asturias), 182 / *184*
- Soria, 285 / *285*
 Quiosco «Árbol de la Música» / *«Music Tree» Bandstand*, **285** / *285*
- Suecia / *Sweden*, 16 / *15*
- Suiza / *Switzerland*, 43, 115 / *44, 115*
 Grand Pont de Friburgo / *Grand Pont of Friburg* (Puente colgante / *Suspensión Bridge*), 43 / *44*
 Viaducto de Grandfey / *Grandfey Viaduct*, 115 / *115*
- Sweden* (vid. Suecia)
- Switzerland* (vid. Suiza)
- Tarragona, 18, 24-25, 28, 31-34 27-37, 122-123, 127-130, 179-180, 200 / *18, 24-25, 28-37, 32-33, 123-124, 128-130, 179, 201*
 Estación de Tarragona / *Tarragona Station*, 200 / *201*
 Faro de Buda / *Buda Lighthouse* (Isla de Buda / *Buda Island*), **24-25**, 28, 31, **32-33**, 34 / *24-25, 28, 32-33, 30, 35-36*
 Faro de El Fangar / *El Fangar Lighthouse* (Punta del Fango / *Fango Point*), 28, 31, 34, **36-37** / *30, 35-36*
 Faro de La Baña / *La Baña Lighthouse* (Punta de La Baña / *La Baña Point*), 28, 31, 34-**35**, 37 / *30, 35-36*
 Faro de Tortosa / *Tortosa Lighthouse*, 28 / *30*
 Faros del Ebro / *Ebro River Lighthouses*, 18, 27-38 / *18, 28-38*
 Grúa Titán del puerto / *Titan crane at the port*, **179**-180 / *179*
 Viaducto del Francolí / *Viaduct over the Francolí*, 122 / *123*
 Viaducto Matarraña III / *Matarraña III Viaduct* (Zaragoza-Tarragona), 127-128, **130** / *128-129-130*
 Viaductos del río Matarraña / *Matarraña River Viaducts*, 127-128, **130** / *128-129-130*
- Teruel, 16, 123 / *15, 125*
- Tharsis (Huelva), 188 / *188*
- Toledo, 52, 78, 200, 270 / *53, 78, 201, 270*
 Escuela de Artes Industriales / *School of Industrial Arts*, 270 / *270*
 Estación de Toledo / *Toledo Station*, 200 / *201*
- Toro (Zamora), 64 / *65*
 Puente colgante de Toro / *Toro Suspension Bridge*, 64 / *65*
- Tuy (Pontevedra), 128, 131-134 / *129-134*
 Puente internacional / *International Bridge*, 128, 131-**132-133**-134 / *129-130-132-133-134*
- United Kingdom* (vid. Reino Unido)
- United States* (vid. Estados Unidos)
- Vadollano (Jaén), 123-124, 127-128 / *126-127, 129*
 Viaducto de Vadollano / *Vadollano Viaduct*, 123-124, **127** / *126-127*
- Valença (Portugal), 131, 134 / *130, 134*
- Valençay (Francia / *France*), 146 / *147*
- Valencia, 123, 200, 202, 217-220, 251-257, 269-271, 278-279, 297 / *125, 200-201, 215, 217-219, 251-257, 269-271, 273, 278-279, 296*
 Estación de Valencia / *Valencia Station*, 200-**201** / *201*
 Estación del Norte / *Norte Station*, 202, 217-**218-219**-220 / *201, 215, 217-218-219*
 Estación Marítima / *Marítima Station*, 202 / *201*
 Estufa del Jardín Botánico / *Greenhouse at Botanical Garden*, 269 / *269*

- Frontón Jai-Alai / *Jai-Alai Pelota Court*, 278-279 / 278-279
 Le Glissoire Roulant, Tobogán / *Slide*, 297 / 297
 Los Urales (Atracción de la Exposición Regional / *Attraction at the Regional Exhibition*), 297 / 296
 Mercado Central / *Central Market*, 251-252-**253-254-255** / 251-252-**253-254-255**
 Mercado de Colón / *Colón Market*, 251, 254, 256-**257** / 251, 254, 256-**257**
 Plaza de toros / *Bullring*, 269 / 269
 Umbráculo del Jardín Botánico / *Shade House at Botanical Garden*, 270-**271** / 270-**271**, 273
- Valladolid, 44, 60-64, 66, 200, 210, 244, 246 / 44, 60-65, 68, 201, 208, 246
 Estación de Valladolid / *Valladolid Station*, 200, 210 / 201, 208
 Mercado de Portugalete / *Portugalete Market*, 244 / 246
 Mercado del Campillo / *Campillo Market*, 244 / 246
 Mercado del Val / *Val Market*, 244, 246 / 246
 Puente colgante, / *Suspension Bridge*, 61-63 / 62-63
 Puente de Prado / *Prado Bridge*, **44**, 60-61-64 / **44**, 60-61-65
- Viena / *Vienna* (Austria), 34, 215 / 36, 210
Vienna (vid. Viena)
- Vigo (Pontevedra), 123, 137, 251, 291 / 125, 137, 250, 291
 Mercado de Laje / *Laje Market*, 251 / 250
- Mercado del Progreso / *Progreso Market*, 251 / 250
 Quiosco de la Alameda / *Bandstand at La Alameda*, 291 / 291
- Vilagarcía de Arosa (Pontevedra), 186 / 186
 Muelle de hierro / *Iron pier*, 186 / 186
- Villares de Yeltes (Salamanca), 131 / 131
 Puente de Villares del Yeltes / *Villares del Yeltes Bridge*, **131** / **131**
- Villaviciosa (Asturias), 250 / 250
 Mercado de Villaviciosa / *Villaviciosa Market*, 250 / 250
- Vilnius (Lituania / *Lithuania*), 169 / 168
- Vitoria (Álava), 291 / 291
 Quiosco del Paseo de la Florida / *Bandstand at the Paseo de la Florida*, 291 / 291
- Vizcaya, 184, 186, 269 / 185, 186, 270
- Woodside (Inglaterra / *England*), 37 / 36
- Zamora, 64, 91-94, 104, 123, 248 / 65, 92-95, 104, 125, 248
 Puente de Hierro / *Iron Bridge*, 101, 104 / 104
- Zaragoza / *Saragossa*, 49, 56-57, 59-60, 75, 99, 102-103, 111, 118, 123, 127-130, 151-152, 200, 217, 251, 273, 292-295 / 50, 56-57, 60, 75, 101-103, 111, 120, 125, 128-130, 150-152, 201, 212, 251, 274, 292-295
 Estación de Zaragoza / *Zaragoza Station*, 200 / 201
- Mercado Nuevo / *New Market*, 251 / 251
 Puente colgante de Santa Isabel o de Isabel II / *Santa Isabel or Isabel II Suspension Bridge*, 49, 56-**57**, 59, 151, 164 / 50, 56-**57**, 60, 151, 163
 Puente de Nuestra Señora del Pilar o Puente de Hierro / *Nuestra Señora del Pilar Bridge or Puente de Hierro (Iron Bridge)*, 99, **102-103** / 101-**102-103**
 Puentes colgantes (proyectos) / *Suspension Bridges (projects)*, 59-60 / 60
 Puentes colgantes sobre el río Huerva / *Suspension Bridge over Huerva River*, 151 / 151
 Quiosco de la Exposición Hispano-Francesa / *Bandstand of the Spanish-French Exhibition*, 293-**295** / 293-**295**
 Teatro Pignatelli / *Pignatelli Theater*, 273 / 274
 Viaducto Matarraña III / *Matarraña III Viaduct*, 127-128, **130** / 128-129-**130**
 Viaductos del río Matarraña / *Matarraña River Viaducts*, 127-128, **130** / 128-129-**130**
- Zuera (Zaragoza / *Saragossa*), 111-113 / 111-113
 Puente de Zuera / *Zuera Bridge*, 111-**113** / 111-**113**
- Zuheros (Córdoba), 138 / 138
 Viaducto de Zuheros / *Zuheros Viaduct*, 138 / 138

Índice de obras / Index of Works

Las referencias en negrita remiten a las ilustraciones / **Bolface references refer to illustrations**
Las referencias en cursiva remiten a la versión en inglés / *Italic references refer to English version*

- 19 de Octubre, Mercado / *Market* (Oviedo), 248-249 / 248-249
Abando, Estación de / *Station* (Bilbao), 221-222-223 / 217, 222-223
Aerial Train (El Tibidabo, Barcelona) (vid. Ferrocarril Aéreo)
Alameda de Osuna, Pasarela / *Footbridge* (Madrid), 80-81 / 79-80
Alameda, Puente de la (proyecto) / *Bridge (project)* (Málaga), 60-61 / 61
Alameda, Quiosco de la / *Bandstand* (Orense), 291 / 291
Alameda, Quiosco de la / *Bandstand* (Santiago de Compostela, La Coruña), 288-289 / 287-289
Alameda, Quiosco de la / *Bandstand* (Vigo, Pontevedra), 291 / 291
Albacete, Quiosco de / *Bandstand*, 282 / 282
Alcoy, Viaducto de / *Viaduct* (vid. José Canalejas, Viaducto de / *Viaduct*)
Alejandría, Faro de / *Lighthouse of* (Egipto / *Egypt*), 25 / 25
Alejandro III, Puente de / *Bridge* (Paris), 96 / 97
Alexandre III, Bridge (Paris) (vid. Alejandro III, Puente de)
Alexandria, Lighthouse of (vid. Alejandría, Faro de)
Alfonso XII, Mercado de / *Market* (Málaga) (vid. Atarazanas, Mercado de las)
Alicante, Estación de / *Station*, 200 / 201
Almería, Estación de / *Station*, 220-221 / 217, 220
Almería, Mercado de / *Market*, 247 / 247
Almería, Muelle cargadero de / *Loading pier*, 182-183 / 182-183
Amberes, Grúas del puerto de / *Port cranes* (Bélgica / *Belgium*), 177 / 177
American Shoal, Faro de / *Lighthouse* (Florida, Estados Unidos / *United States*), 31 / 34
Amposta, Puente colgante de / *Suspension Bridge* (Tarragona), 72-73-75 / 72-73-75
Anchurón, Puente del / *Bridge* (Granada), 138 / 137
Andarax, Puente de / *Bridge* (Almería), 138 / 137
Antwerp, *Port cranes* (Bélgica / *Belgium*) (vid. Amberes, Grúas del puerto de)
Aranda de Duero, Puente de / *Bridge* (Burgos), 99 / 101
Aranjuez, Puente colgante de / *Suspension Bridge* (Madrid), 59, 61 / 60, 61
Árbol de la Música, Quiosco / *Bandstand* (Soria), 285 / 285
Arenal, Puente del / *Bridge* (Bilbao), 142, 150-151-152-153-154-155-156-157, 160 / 142, 149-150-151-152-153-154-155-156-157, 159
Arganda o Vaciamadrid, Puente colgante de / *Suspension Bridge* (Madrid), 48-49, 51-53, 104 / 49-50, 52, 53-54, 104
Arsenal, Grúa del / *Crane* (El Ferrol, La Coruña), 176 / 176
Artes Industriales, Escuela de / *School* (Toledo), 270 / 270
Atarazanas, Mercado de las / *Market* (Málaga), 246-247-248 / 246-247-248
Atocha, Estación de / *Station* (Madrid), 198, 200, 203, 210-211-213-214-217 / 199, 201-202, 208, 210-211-213-214
Aurora, Puente de la (proyecto) / *Bridge (project)* (Málaga), 60-61 / 61
Aurrera, Puente (proyecto) / *Bridge (project)* (Bilbao), 169, / 169
Austerlitz, Estación de / *Station* (Paris), 198 / 199
Ávila, Mercado de / *Market*, 250 / 250
Avilés, Quiosco de / *Bandstand* (Asturias), 280-281, 285-286-287 / 280-281, 285-286-287
Badajoz, Mercado de / *Market*, 228-229, 248 / 228-229, 248
Bailén, Viaducto de la calle / *Viaduct* (Madrid), 107 / 107
Barca, Puente de la / *Bridge* (Pontevedra), 97 / 97-98
Barcas, Puente de / *Boats Bridge* (Sevilla), 59-60 / 59, 60
Barcelona, Dique flotante del puerto de / *Floating dock at the port*, 191 / 191
Barcelona, Grúas del puerto de / *Port cranes*, 174-176 / 174-176
Barcelona-Mataró (línea / *line*), Estación de / *Station* (Barcelona), 200 / 201
Barcelona-Término, Estación / *Station* (Barcelona) (vid. Francia, Estación de / *Station*),
Barcelonés, Frontón / *Pelota Court* (Barcelona), 277-278 / 277
Barceloneta, Mercado de la / *Market* (Barcelona), 241 / 241
Basse-Chaîne, Puente colgante de / *Suspension Bridge* (Angers, Francia / *France*), 43 / 44
Bellon, Viaducto de / *Viaduct* (Francia / *France*), 116 / 115-116
Berlín, Estación de / *Station* (Alemania / *Germany*), 215 / 210
Bernesga (Río / *River*), Puente colgante del / *Suspension Bridge* (León), 42 / 42
Beti-Jai, Frontón / *Pelota Court* (Barcelona), 278 / 277
Beti-Jai, Frontón / *Pelota Court* (Logroño), 276 / 277
Beti-Jai, Frontón / *Pelota Court* (Madrid), 247, 275, 279 / 247, 275, 278
Beti-Jai, Frontón / *Pelota Court* (San Sebastián), 275-276 / 276
Biarritz, Quiosco de / *Bandstand* (Francia / *France*), 291 / 288, 291
Biblioteca Nacional / *National Library* (Madrid), 19 / 21
Bilbao Invicta, Puente (proyecto) / *Bridge (project)* (Bilbao), 171 / 169
Bilbao, Grúas del puerto de / *Port cranes*, 175-176 / 176
Bilbao, Puente (proyecto) / *Bridge (project)* (Bilbao), 171 / 169
Bir-Hakeim, Puente-viaducto de / *Bridge-Viaduct* (Paris), 140 / 140
Boats Brige (Seville) (vid. Barcas, Puente de)
Boquería, Mercado de la / *Market* (Barcelona), 244 / 246
Bordeaux Viaduct (Francia / *France*) (vid. Burdeos, Viaducto de / *Viaduct*)
Borne, Mercado del / *Market* (Barcelona), 241-242-243-245 / 242-243-245
Botanical Garden, Greenhouse (Valencia) (vid. Jardín Botánico, Estufa del)
Botanical Garden, Umbráculo (Shade House) (Valencia) (vid. Jardín Botánico, Umbráculo de)
Bouble, Viaducto de / *Viaduct* (Francia / *France*), 38, 116 / 38, 116
Boulevard, Bandstand (San Sebastián) (vid. Bulevar, Quiosco / *Bandstand*)
Briviesca, Quiosco de / *Bandstand* (Burgos), 284 / 285
Broughgton, Puente colgante de / *Suspension Bridge* (Manchester, Inglaterra / *England*), 43 / 44
Bry-sur-Marne, Puente de / *Bridge* (Francia / *France*), 69 / 72
Buda, Faro de / *Lighthouse* (Tarragona), 24-25, 28, 31, 32-33, 34 / 24-25, 28, 30, 32-33, 35-36
Buildwas, Puente de / *Bridge* (Inglaterra / *England*), 81 / 80
Bulevar, Quiosco del / *Bandstand* (San Sebastián), 292-293 / 292-293
Burceña, Puente colgante de / *Suspension Bridge* (Baracaldo, Vizcaya), 47, 148-149-150, 157-158 / 48, 148-149-150, 156
Burceña, Viaducto de / *Viaduct* (Baracaldo, Vizcaya), 158 / 156
Burdeos, Viaducto de (pasarela Eiffel) / *Viaduct (Eiffel Walkway)* (Francia / *France*), 111 / 111
Burgos, Estación de / *Station*, 200 / 201
Burgos, Puente colgante de / *Suspension Bridge*, 64 / 65
Busseau-sur-Creuse, Viaducto, de / *Viaduct* (Francia / *France*), 116 / 115
Cádiz, Estación de (Sevilla) (vid. San Bernardo, Estación)
Cádiz, Estación de / *Station*, 200, 221 / 201-217
Cádiz, Faro de / *Lighthouse* (vid. San Sebastián, Faro de / *Lighthouse*)
Calahorra, Puente de / *Bridge* (La Rioja), 97-99 / 99, 101
Campillo, Mercado del / *Market* (Valladolid), 244 / 246
Canfranc, Estación de / *Station* (Huesca), 202 / 201
Carandía, Puente colgante de / *Suspension Bridge* (Santander-Cantabria), 49 / 50
Carrousel, Puente del / *Bridge* (Paris), 82, 84, 86, 89 / 82, 84, 86, 90
Cartagena, Estación de / *Station* (Murcia), 202 / 201-202
Carysfort Reef, Faro de / *Lighthouse* (Florida, Estados Unidos / *United States*), 31 / 34
Castro Alén, Muelle cargadero de / *Loading pier* (Cantabria), 184 / 185
Castro Urdiales, Muelle cargadero de / *Loading pier* (Cantabria), 184-185 / 185
Castronuño, Puente de / *Bridge* (Valladolid), 116-117 / 118
Cebada, Mercado de la / *Market* (Madrid), 230-232-234, 236-237, 244 / 230-232-234, 236-237, 244
Central, Mercado / *Market* (Valencia), 251-252-253-254-255 / 251-252-253-254-255
Ciencia y Arte, Puente (proyecto) / *Bridge (project)* (Bilbao), 169, 171 / 169, 171
Cinco tramos, Viaducto de / *Viaduct* (Sevilla-Huelva), 189 / 190
Ciudadela Park, Aviary (Barcelona) (vid. Parque de la Ciudadela, Pajarera)
Ciudadela Park, Greenhouse (Barcelona) (vid. Parque de la Ciudadela, Invernáculo)

- Ciudadela Park, *Shade House* (Barcelona) (vid. Parque de la Ciudadela, Umbráculo)
- Coalbrookdale, puente de / *Bridge* (Shropshire, Inglaterra / *England*) (vid. Iron Bridge)
- Cologne, *Cathedral* (Alemania / *Germany*) (vid. Colonia, Catedral de)
- Colón, Mercado de la / *Market* (Valencia), 251, 254, 256-257 / 251, 254, 256-257
- Colón, Monumento a (proyecto) / *Monument to (project)*, 22-23 / 22-23
- Colonia, Catedral de / *Cathedral* (Alemania / *Germany*), 111 / 111
- Columbus, *Monument to (project)* (vid. Colón, Monumento a)
- Comedia, Teatro / *Theater* (Madrid), 270 / 273
- Concepción, Mercado de la / *Market* (Barcelona), 241 / 241
- Concordia, Estación de la / *Station* (Bilbao), 200, 221 / 201, 217, 221
- Conway, Viaducto de / *Viaduct* (Inglaterra / *England*), 111 / 111
- Coral Reef, Faro de / *Lighthouse* (Florida, Estados Unidos / *United States*), 30-31 / 34
- Córdoba, Estación de / *Station* (Sevilla) (vid. Plaza de Armas, Estación de)
- Córdoba-Málaga, Viaductos de la línea / *Córdoba-Málaga Line Viaducts*, 116 / 118
- Cortegada, Puente de / *Bridge* (Pontevedra), 75 / 74
- Crumlin, Puente / *Bridge* (Gales, Reino Unido / *Wales, United Kingdom*) (vid. Crumlin, Viaducto / *Viaduct*)
- Crumlin, Viaducto / *Viaduct* (Gales, Reino Unido / *Wales, United Kingdom*), 112, 114 / 114-115
- Crystal Palace (Londres / *London*), 259-260-262, 266 / 259-260-262, 269
- Crystal Palace (Madrid) (vid. Palacio de Cristal)
- Crystal Palace (Nueva York / *New York*), 261 / 261
- Chatsworth, Invernaderos de / *Greenhouses* (Inglaterra / *England*), 261 / 261
- Chinese Pavilion (Aranjuez, Madrid) (vid. Pabellón Chinesco), 283 / 283
- Churruca, Muelle / *Pier* (vid. Portugalete, Muelle de hierro de / *Pier*)
- Delicias, Estación de / *Station* (Madrid), 200, 203-204-205-206-208 / 201-202, 204-205-206-207
- Dícido, Muelle de / *Pier* (Castro Urdiales, Cantabria), 185-186 / 185-186
- Dirschau Brücke / Puente de Dirschau / *Bridge* (Alemania / *Germany*), 111 / 111
- Don Luis I, Viaducto de / *Viaduct* (Oporto / Porto, Portugal), 216 / 212
- Dueñas, Puente colgante de / *Suspension Bridge* (Palencia), 66 / 67-68
- Ebro, Faros del / *Lighthouses* (Tarragona), 18, 27-38, 55 / 18, 28-38, 56
- Eiffel, Pasarela / *Walkway* (Burdeos, Francia / *Bordeaux, France*) (vid. Burdeos, Viaducto de / *Viaduct*)
- Eiffel, Torre / *Tower* (París), 162, 164, 193-194-195, 239 / 161, 163, 193-194-195, 239
- El Chorro, Viaducto de / *Viaduct* (Málaga), 116-117 / 116-117
- El Fangar, Faro de / *Lighthouse* (Punta del Fango / Fango Point, Tarragona), 28, 31, 34, 36-37 / 30, 35-36
- El Grado, Puente de / *Bridge* (Huesca), 81-83 / 81-83
- El Hacho, Viaducto de / *Viaduct*, 108-109, 138-139 / 108-109, 137-139
- El Musel, Grúa Goliath del puerto de / *Goliath crane at the port* (Gijón, Asturias), 178 / 177
- El Musel, Grúas Titán del puerto de / *Titan cranes at the port* (Gijón, Asturias), 177-180, 182 / 177-179, 182
- Emperador Fernando, Estación del / *Station* (Viena, Austria), 215 / 210
- Emperor Ferdinand Station (Vienna, Austria) (vid. Emperador Fernando, Estación del)
- Enrique Estevan, Puente de / *Bridge* (Salamanca), 88-91 / 88-91
- Escúllar, Puente de / *Bridge* (Almería), 138 / 137
- España, Banco de / *Bank* (Madrid), 18-19, 248, 265, 272-273 / 18-19, 249, 265, 272-273
- Esperanza, Mercado de La / *Market* (Santander), 251 / 251
- Este, Estación del / *Station (Gare de l' Est)* (París), 215, 229 / 210, 230
- Euskalduna, Frontón / *Pelota Court* (Bilbao), 276 / 276
- Euskalduna, Puente / *Bridge* (Bilbao), 146 / 146
- Euskal-Jai, Frontón / *Pelota Court* (Pamplona), 276-277 / 276-277
- Evaux-les-Bains, Viaducto de / *Viaduct* (Francia / *France*), 137 / 137
- Exhibitions, *Palace* (Madrid) (vid. Exposiciones, Palacio de (actual Museo de Ciencias Naturales) / *Palace (now Museum of Natural Science) Exhibitions, Palace (project)* (Madrid) (vid. Exposiciones, Palacio de)
- Exposición Hispano-Francesa, Quiosco de la / *Bandstand* (Zaragoza / *Saragossa*), 293-295 / 293-295
- Exposiciones, Palacio de (proyecto) / *Palace (project)* (Madrid), 262 / 262
- Exposiciones, Palacio de (actual Museo de Ciencias Naturales) / *Palace (now Museum of Natural Science)*, 262-263 / 263
- Ferrocarril Aéreo / *Aerial Train* (El Tibidabo, Barcelona), 297-298, 301 / 297, 301
- Five-sections, *Viaduct* (Sevilla-Huelva) (vid. Cinco tramos, Viaducto de)
- Fracolí, *Viaducto del / Viaducto* (Tarragona), 122 / 122
- Fraga, Puente colgante de / *Suspension Bridge* (Huesca), 52, 67-68-69 / 53-54, 68-69, 72
- Francia, Estación de / *Station* (Barcelona), 120, 192-193, 198, 202, 221, 223-224-225 / 120, 192-193, 198, 201, 217, 220, 223-224-225
- Friburgo, Grand Pont de (Puente colgante / *Suspension Bridge*) (Suiza / *Switzerland*), 43 / 44
- Fuentidueña, Puente colgante de / *Suspension Bridge* (Madrid), 49, 51-53, 59 / 50, 52-54, 60
- Fueros Vascongados, Monumento a los (proyecto) / *Monument to (project)* (Bilbao), 10-11 / 10-11
- Fueros, Puente de los / *Bridge* (Bilbao), 154, 160-161-162 / 152, 159-161
- Galería de Máquinas / *Gallery of Machines* (1878, París), 207-208 / 207
- Galería de Máquinas / *Gallery of Machines* (1889, París), 193, 212, 215 / 193, 195, 210, 212
- Galería de Máquinas / *Gallery of Machines* (1900, París), 218 / 215
- Gandulilla, Puente de / *Bridge* (Jaén), 138 / 137
- Garabit, Puente de / *Bridge* (Francia / *France*), 94, 109 / 96, 109
- Gérgal, Puente de / *Bridge* (Almería), 138 / 137
- Gijón, Quiosco de / *Bandstand* (Asturias), 285 / 285
- Gobernador, Viaducto de / *Viaduct* (Granada), 138 / 138
- Goliath / *Goliath* (Grúa / *Crane*), 173, 175 / 173, 176
- González Byass, Bodega de / *Cellar* (Jérez de la Frontera, Cádiz), 15, 16-17 / 15, 16-17
- Gran Café del siglo XIX (Barcelona), 294, 297 / 296
- Gran Vía, Teatro, de la / *Theater* (Bilbao), 273 / 274
- Grand Palais (París), 140, 196 / 140, 196-197
- Granfey, Viaducto de / *Viaduct* (Suiza / *Switzerland*), 115 / 115
- Great International Railway *Suspension Bridge* (vid. Niágara, Puente colgante del / *Suspension Bridge*)
- Great Western Railway, Puente del / *Bridge* (Windsor, Inglaterra / *England*) (vid. Windsor, Puente de / *Bridge*)
- Guadajoz, Viaducto del / *Viaduct* (Jaén-Córdoba), 138, 140-141 / 138, 140-141
- Guadalajara, Estación de / *Station*, 200 / 201,
- Guadalimar, Puente de / *Bridge* (Jaén), 137 / 137
- Guadalquivir II, Puente / *Bridge* (Lora del Río, Córdoba), 124-125-126 / 126-127
- Guadalquivir, Viaducto del / *Viaduct* (Lora del Río, Córdoba) (vid. Guadalquivir II, Puente / *Bridge*)
- Guarrizas, Puente de / *Bridge* (Jaén), 54 / 54
- Halles Centrales (proyecto / *project*) (Madrid), 230-232-233 / 231-232-233
- Hamburg, *Port crane* (Alemania / *Germany*) (vid. Hamburgo, Grúa del puerto de / *Port crane*)
- Hamburgo, Grúa del puerto de / *Port crane* (Alemania / *Germany*), 173 / 175
- Havana, *Floating dock at the port* (Cuba) (vid. La Habana, Dique flotante del puerto)
- Hércules, Puentes / *Bridges*, 62 / 63
- Hierro, Puente de / *Bridge* (Zamora), 101, 104 / 104
- Hierro, Puente de / *Bridge* (Zaragoza / *Saragossa*) (vid. Nuestra Señora del Pilar, Puente de / *Bridge*)
- Hierro, Viaducto de / *Viaduct* (Madrid), 104-105-107, 109, 158 / 104-105-107, 110, 158
- Hipódromo cubierto / *Covered Hippodrome* (París), 204 / 204
- Hispano Americano, Banco / *Bank* (Madrid), 12-13 / 12-13
- Hormiga Grande, Faro de / *Lighthouse* (Murcia), 26 / 26
- Hostafrancs, Mercado de / *Market* (Barcelona), 241, 244 / 241, 244
- Huéchar, Puente de / *Bridge* (Almería), 138 / 137
- Huelva, Muelle público de mercancías / *Public cargo pier*, 188-190 / 188, 190-191
- Huerva, Puentes colgantes del / *Suspension Bridges* (Zaragoza / *Saragossa*), 151 / 151
- Industrial Arts, *School* (Toledo) (vid. Artes Industriales, Escuela de / *School*)
- Iron Bridge (Coalbrookdale, Shropshire, Inglaterra / *England*), 79-81 / 79-80
- Iron Bridge (Zamora) (vid. Hierro, Puente de)
- Iron Bridge (Zaragoza / *Saragossa*) (vid. Nuestra Señora del Pilar, Puente de / *Bridge*)
- Iron *Viaduct* (Madrid) (vid. Hierro, Viaducto de)
- Irún, Estación de / *Station* (Guipúzcoa), 200 / 201
- Isabel II, Puente de / *Bridge* (Bilbao) (vid. Arenal, Puente del / *Bridge*)
- Isabel II, Puente de / *Bridge* (Sevilla / *Seville*) (vid. Triana, Puente de / *Bridge*)
- Isabel II, Puente de / *Bridge* (Zaragoza / *Saragossa*) (vid. Santa Isabel, Puente colgante de / *Suspension Bridge*)
- Jacob's Creek Bridge (Pennsylvania, Estados Unidos / *United States*), 46 / 46-47
- Jai-Alai Moderno, Frontón / *Pelota Court* (San Sebastián), 276 / 276
- Jai-Alai, Frontón / *Pelota Court* (Madrid), 278 / 278
- Jai-Alai, Frontón / *Pelota Court* (Valencia), 278-279 / 278-279
- Jardín Botánico, Estufa del / *Greenhouse* (Valencia), 269 / 269
- Jardín Botánico, Umbráculo del / *Shade House* (Valencia), 270-271 / 270-271, 273
- Jardines de Méndez Núñez, Quiosco de los / *Bandstand* (La Coruña), 288, 291 / 288, 291

José Canalejas, Viaducto de / *Viaduct* (Alcoy, Alicante), 104, **106-107**, 109 / 104, **106-107**, 110

Key West, Faro de / *Lighthouse* (Florida, Estados Unidos / *United States*), 31 / 34

La Baña, Faro de / *Lighthouse* (Punta de La Baña / *La Baña Point*, Tarragona), 28, 31, 34-35, 37 / 30, 35-36

La Coruña, Muelle de hierro / *Iron Pier*, 186 / 186

La Fregeneda, Puente internacional de / *International Bridge* (Salamanca), 128-129, 131 / 130, 134

La Glorieta, Plaza de toros / *Bullring* (Salamanca), 273-274 / 273-274

La Habana, Dique flotante del puerto de / *Floating dock at the port* (Cuba), 18, 190 / 18, 191

La Malagueta, Plaza de toros de / *Bullring* (Málaga), 247, 273-274 / 247, 273-274

La Ribera, Mercado de / *Market* (Bilbao), 158 / 157

La Unión, Mercado de / *Market* (Murcia), 250-251 / 250

Laeken, Invernadero de / *Greenhouse* (Bélgica / *Belgium*), 265 / 265

Lage, Mercado de / *Market* (Vigo), 251 / 250

Laguardia, Quiosco de / *Bandstand* (Álava), 288, 290-291 / 287, 290-291

Lamothe-sur-l'Allier, Puente de / *Bridge* (Francia / *France*), 56 / 57

Las Cellas, Puente colgante de / *Suspension Bridge* (Huesca), 69-70-71-72 / 69-70-71-73

Las Mellizas, Puente de / *Bridge* (Álora, Málaga), 114-115-116 / 114-115-118

Laurac-bat, Puente (proyecto) / *Laurac-bat Bridge* (project) (Bilbao), 169, 171 / 169, 171

Le Glissoire Roulant, Tobogán / *Slide* (Valencia), 297 / 297

Lérida, Puente de / *Bridge*, 116 / 118

Les Halles Centrales (París), 86, 229-231, 234, 238-238, 251 / 86, 229-231, 234, 238-239, 251

Lignon, Puente de / *Bridge* (Francia / *France*), 62 / 62

Lis, Casa / *House* (Salamanca), 20-21 / 20-21

Logroñés, Frontón / *Pelota Court* (Logroño), 276 / 277

London, *Bridge* (vid. Londres, Puente en)

Londres, Puente en (proyecto) / *Bridge* (project), 81 / 80

Los Urales (Atracción de la Exposición Regional / *Attraction at the Regional Exhibition*) (Valencia), 297 / 296-297

Luchana, Puente de / *Bridge* (Bilbao), 157 / 154, 156

Llançà, Puente de / *Bridge* (Gerona), 136 / 136

Madrid, Viaducto / *Viaduct* (Pontevedra), 122 / 123

Mallona, cementerio de / *Cemetery* (Bilbao), 147 / 147

Mammoth Spanish Poonton (Cuba) (vid. La Habana, Dique flotante del puerto de)

Maplin Sands, Faro de / *Lighthouse* (Inglaterra / *England*), 29 / 29, 31

Mapocho, Estación / *Station* (Santiago de Chile), 140 / 140

Marc Seguin, Pont (Puente colgante / *Suspension Bridge*) (Tourmon-sur-Rhône-Tain L'Hermitage, Francia / *France*), 49-50 / 50

María Guerrero, Teatro / *Theater* (Madrid), 270, 273 / 273

María Pía, Puente de / *Bridge* (Oporto / *Porto*, Portugal) (vid. María Pía, viaducto ferroviario de / *Railway Viaduct*)

María Pía, viaducto ferroviario de / *Railway Viaduct* (Oporto / *Porto*, Portugal), 94-95, 109 / 94-95-96, 109

Marítima, Estación / *Station* (Valencia), 202 / 201

Marqués de Salamanca, Invernadero del / *Greenhouse* (Madrid), 265 / 266

Marquis of Salamanca, Greenhouse (Madrid) (vid. Marqués de Salamanca, Invernadero del / *Greenhouse*)

Marseille, Ferry Bridge (vid. Marsella, Puente transbordador de) (Francia / *France*),

Marsella, Puente transbordador de / *Ferry Bridge* (Francia / *France*), 162-163-164, 168 / 161, 163, 165

Martorell, Museo de Geología / *Museum of Geology* (Barcelona), 265 / 266

Matarraña III, Viaducto / *Viaduct* (Zaragoza-Tarragona), 127-128, 130 / 128-129-130

Matarraña, Viaductos del río / *Viaducts* (Zaragoza-Tarragona), 127-128, 130 / 128-129-130

Medina del Campo, Estación de / *Station* (Valladolid), 210 / 208

Melilla, Grúa Titán del puerto de / *Titan crane at the port*, 180 / 179

Menai, Puente colgante de / *Menai Suspension Bridge* (Gales, Reino Unido / *Wales, United Kingdom*), 43, 81 / 43-44, 80

Mengíbar, Puente colgante de / *Suspension Bridge* (Jaén), 40-41, 66-67, 69, 89 / 40-41, 66-67-69, 72, 89

Mercado de La Ribera / *La Ribera Market* (Bilbao), 158 / 157

Merced, Puente de la / *Bridge* (Bilbao), 150 / 149

Mérida, Puente de / *Bridge* (Badajoz), 125, 127-129 / 127-129

Mieres, Mercado de / *Market* (Asturias), 249 / 250

Milagros, Acueducto de los / *Aqueduct* (Mérida, Babajoz), 125 / 127

Minot's Ledge, Faro de / *Lighthouse* (Boston, Estados Unidos / *United States*), 29-30 / 31

Mirabeau, Puente de / *Bridge* (París), 138 / 140

Miranda de Ebro, Estación de / *Station* (Burgos), 200 / 201

Model, Prison (Madrid) (vid. Modelo, Cárcel / *Prison*)

Modelo, Cárcel / *Prison* (Madrid), 241 / 241

Moderno, Frontón / *Pelota Court* (Pamplona) (vid. Euskal-Jai, Frontón / *Pelota Court*)

Monrot, Estación de / *Station* (Barcelona), 199 / 199

Monte Ulía, Transportador o tranvía aéreo del / *Aerial Ferry or cable car* (San Sebastián), 23, 298-300 / 23, 297-300

Monzón, puente colgante de / *Suspension Bridge* (Huesca), 69 / 72

Monzón, Puente de / *Bridge* (Huesca), 69, 99, 104 / 72, 101, 104

Mostenses, Mercado de los / *Market* (Madrid), 230, 234-235-237 / 230, 234-235-237

Music Tree, Bandstand (Soria) (vid. Árbol de la Música, Quiosco)

Mythe Bridge (Tewkesbury, Inglaterra / *England*), 81 / 80

Nacional Library (Madrid) (vid. Biblioteca Nacional)

Naja, Puente de la / *Bridge* (Bilbao), 146-147-148 / 147-148

Navas del Marqués, Torre-mirador de / *Lookout-Tower* (Ávila), 294-296 / 294-296

Navia, Puente del / *Bridge* (Asturias), 99 / 99

Nervión, Puente / Bridge (proyecto / *project*) (Bilbao), 171 / 169

Neuvial, Viaducto de / *Viaduct* (Francia / *France*), 38 / 38

New Bridge (Salamanca) (vid. Enrique Estevan, Puente de / *Bridge*)

New, Market (Saragossa) (vid. Nuevo, Mercado / *Market*)

Niágara, Puente colgante del / *Suspension Bridge* (*Great International Railway Suspension Bridge*) (Estados Unidos / *Unites States*), 44-45, 57, 109 / 44-45, 58, 109

Niágara, Transportador aéreo del / *Cable Car* (Estados Unidos-Canadá / *United States-Canada*), 301 / 299-300

Norte, Estación del / *Station* (Barcelona), 200-201-202, 217-218, 221 / 201, 212, 215, 217, 220

Norte, Estación del / *Station* (*Gare du Nord*) (París), 197, 215 / 198, 210

Norte, Estación del / *Station* (Madrid), 200, 203, 208-209-210 / 201-202, 207-209

Norte, Estación del / *Station* (Valencia), 202, 217- 218-219-220 / 201, 215, 217-218-219

North, *Station* (París) (vid. Norte, Estación del)

Novum sub sole, Puente (proyecto) / *Bridge* (project) (Bilbao), 169, 171 / 169

Nuestra Señora del Pilar, Puente de / *Bridge* (Zaragoza / *Saragossa*), 99, 102-103 / 101-102-103

Nuevo, Mercado / *Market* (Zaragoza / *Saragossa*), 251 / 251

Nuevo, Puente / *Bridge* (Salamanca) (vid. Enrique Estevan, Puente de / *Bridge*)

Ontiñena, Puente de / *Bridge* (Huesca), 101 / 104

Ontón, Muelle cargadero de / *Loading pier* (Cantabria), 184 / 185

Ormáiztegui, Viaducto de / *Viaduct* (Guipúzcoa), 122-123-124-125 / 123-124-125

Orsay, Estación de / *Station* (París), 196 / 196-197

Oviedo, Quiosco de / *Bandstand* (Asturias), 285 / 285

Pabellón Chinesco / *Chinese Pavilion* (Aranjuez, Madrid), 283 / 283

Paddington, Estación de / *Station* (Londres / *London*), 215 / 211

Palace, *Bridge* (San Petersburgo / Saint Petersburg, Rusia / *Russia*) (vid. Palacio, Puente de / *Bridge*)

Palacio / Puente de / *Bridge* (San Petersburgo / Saint Petersburg, Rusia / *Russia*), 95-96-97 / 96-98

Palacio de Cristal / *Crystal Palace* (Madrid), 258-259, 262-264-265 / 258-259, 261, 264-266

Palais des Beaux-Arts (París) (vid. Grand Palais)

Palencia, Mercado de / *Market*, 246 / 246

Palm House, Invernadero de / *Greenhouse* (Inglaterra / *England*), 265 / 265

Panamá, Canal, 216 / 212

Parana, Viaducto de / *Viaduct* (Asturias), 110 / 110

Parque de la Ciudadela, Invernáculo del / *Greenhouse* (Barcelona), 265-266-268-268 / 266, 268-269

Parque de la Ciudadela, Pajarera del / *Aviary* (Barcelona), 294, 297-298 / 296, 298

Parque de la Ciudadela, Umbráculo del / *Shade House* (Barcelona), 265-266-267 / 266-267-268

Paseo de la Florida, Quiosco del / *Bandstand* (Vitoria, Álava), 291 / 291

Paseo del Espolón, Quiosco del / *Bandstand* (Burgos), 287 / 285, 287

Paseo del Espolón, Quiosco del / *Bandstand* (Logroño), 291 / 291

Paseo del Salón, Quiosco del / *Bandstand* (Granada), 291 / 291

Perro Chico, Puente giratorio del / *Swing Bridge* (Bilbao), 169-170-171 / 168-170-171

Pignatelli, Teatro / *Theater* (Zaragoza / *Saragossa*), 273 / 274

Pino, Puente de / *Bridge* (Zamora), 91, 92-93, 94, 248 / 92-93, 94-96, 249

Plaza de Armas, Estación de / *Station* (Sevilla), 200, 216-218 / 201, 212, 215, 216

Plaza de La Barrera, Quiosco de la / *Bandstand* (Castro Urdiales, Cantabria), 292 / 292

Plaza de Lugo, Mercado de la / *Market* (La Coruña), 250-251 / 250

Plaza del Castillo, Quiosco de la / *Bandstand* (Pamplona, Navarra), 291 / 291

- Plaza Mayor, Quiosco de la / *Bandstand* (Segovia), 287 / 287
- Plaza Nueva, Quiosco de la / *Bandstand* (Bilbao), 291 / 291
- Pont de Ferro (Fraga, Huesca), 69 / 72
- Pontevedra, Viaducto / *Viaduct* (Redondela, Pontevedra), 122 / 123
- Portage Bridge (Letchworth, Nueva York / New York), 78 / 78
- Portugalete, Mercado de / *Market* (Valladolid), 244 / 246
- Portugalete, Muelle de hierro de / *Iron pier* (Bilbao), 176, 186-187-188 / 176, 186-187-188
- Prado, Puente de / *Bridge* (Valladolid), 44, 60-61-64 / 44, 60-61-65
- Price, Teatro-Circo / *Circus-Theatre* (Madrid), 273 / 274
- Princesa, Teatro de la (Madrid) (vid. María Guerrero, Teatro)
- Príncipe Pío, Estación de / *Station* (Madrid) (vid. Norte, Estación del)
- La Santé, prision de / *Prison* (París), 241 / 241
- Progreso, Mercado del / *Market* (Vigo), 251 / 250
- Puebla de Arenoso, Puente colgante de / *Suspension Bridge* (Castellón), 46-47 / 46-47
- Puente la Reina, Puente colgante de / *Suspension Bridge* (Navarra), 64 / 65
- Puente Señorial / *Lordly Bridge* (proyectos / *projects*) (Bilbao), 169, 171 / 168, 170-171
- Quiosco para «retrete y urinario con puestos de flores» (proyecto) / *Kiosk for «toilet and urinal with flower stalls»* (project), 294 / 296
- Recoletos, Frontón / *Pelota Court* (Madrid), 279 / 279
- Ribadesella, Puente de / *Bridge* (Asturias), 91 / 94
- Ribera, Puente de la / *Bridge* (Bilbao) (vid. San Francisco, Puente de / *Bridge*)
- Riotinto, Muelle de / *Pier* (Huelva), 179-180-181-182, 188-190 / 179-180-181, 184, 188-190
- Rochelas, Puente de las / *Bridge* (Tarragona), 117-118 / 118
- Roixellas, Puente de (Tarragona) (vid. Rochelas, Puente de)
- Roman, *Bridge* (Salamanca) (vid. Romano, Puente / *Bridge*)
- Romano, Puente / *Bridge* (Salamanca), 89 / 90
- Rouen, Puente transbordador de / *Ferry Bridge* (Francia / *France*), 162, 164-165, 168 / 161, 163-165, 168
- Rouzat, Viaducto de / *Viaduct* (Francia / *France*), 38 / 38
- Royal carriage* (vid. *Vagón real*)
- Sagasta, Puente de / *Bridge* (Logroño), 99-100-101 / 100-101
- Saint Pancras, Estación de / *Station* (Londres / *London*), 215 / 211
- Saint Peter (Rome)* (vid. San Pedro)
- Saint-Honoré, Mercado de / *Market* (París), 238 / 238
- Saint-Ilpize, Puente de / *Bridge* (Francia / *France*), 56 / 57
- Saint-Michel, Puente de / *Bridge* (Toulouse, Francia / *France*), 138 / 140
- Saints-Pères, Puente de / *Bridge* (París) (vid. Carrousel, Puente del)
- Salado, Viaducto del / *Viaduct* (Larva, Jaén), 128, 134-135-138 / 129, 134-135-138
- Salamanca, Mercado de / *Market*, 250 / 250
- Salta Caballo, Muelle cargadero / *Loading pier* (Cantabria), 182, 184-185 / 184-185
- San Agustín, Mercado de (proyecto) / *Market* (project) (La Coruña), 250 / 250
- San Alejandro, Puente de / *Bridge* (Puerto de Santa María, Cádiz), 65-66 / 66-67
- San Antón, Puente de / *Bridge* (Bilbao), 146, 150 / 146, 149
- San Antonio, Mercado de / *Market* (Barcelona), 226, 227, 239-240-241 / 226, 227, 239-240-241
- San Bernardo, Estación de / *Station* (Sevilla), 200, 221 / 201, 217
- San Francisco, Puente colgante de / *Suspension Bridge* (Bilbao), 47, 49, 59, 106, 148-150-151-154 / 48-49, 60, 105, 148-150-151-154
- San Francisco, Puente de / *Bridge* (Bilbao), 149, 153-154, 158-159-160 / 149, 152-153, 156-159
- San Isidro, Puente de / *Suspension Bridge* (Fraga, Huesca) (vid. Fraga, Puente colgante de / *Suspension Bridge*)
- San José, Mercado de / *Market* (Barcelona) (vid. Boquería, Mercado de / *Market*)
- San Juan de las Abadesas, Viaductos del Ferrocarril / *Railway Viaducts* (Gerona), 122-123 / 122-124
- San Miguel, Mercado de / *Market* (Madrid), 230, 251 / 230, 250-251
- San Pablo, Puente de / *Bridge* (Burgos), 99 / 101
- San Pedro / *Saint Peter* (Roma / *Rome*), 260 / 260
- San Pedro, Puente de / *Bridge* (Puerto de Santa María, Cádiz), 65-66 / 66-67
- San Sebastián, Estación de / *Station*, 200 / 201
- San Sebastián, Faro de / *Lighthouse* (Cádiz), 37-39 / 37-39
- Sand Key, Faro de / *Lighthouse* (Florida, Estados Unidos / *United States*), 30-31, 34 / 30, 34, 35
- Santa Ana, Puente de / *Bridge* (vid. Santa Ana, Viaducto de / *Viaduct*)
- Santa Ana, Viaducto de / *Viaduct* (Alicante), 128, 142-143 / 129, 142-143
- Santa Cruz de Tenerife, Grúa Titán del puerto de / *Titan crane at the port*, 180, 182 / 179-182
- Santa Cruz de Tenerife, Mercado de / *Market*, 251 / 251
- Santa Isabel, Puente colgante de / *Suspension Bridge* (Zaragoza / *Saragossa*), 49, 56-57, 59, 151, 164, / 50, 56-57, 60, 151, 163
- Santander, Estación de / *Station* (Bilbao) (vid. Concordia, Estación de la / *Station*)
- Santoña, Muelle cargadero de / *Loading pier* (Cantabria), 184 / 185
- Sariñena, Puente de / *Bridge* (Huesca), 99, 118-119 / 101, 119-120
- Saturno Park, Montaña Rusa / *Roller-Coaster* (Barcelona), 297-299 / 296, 298-299
- Segovia, Acueducto de / *Aqueduct*, 122 / 123
- Segre, Puente del / *Bridge* (Lérida), 98-99 / 98-99, 101
- Senado / *Senate* (Madrid), 16, 265 / 21, 265
- Senate (Madrid)* (vid. Senado)
- Sendeja*, Puente / *Bridge* (proyecto / *project*) (Bilbao), 171 / 169
- Sober Patón, Puente de / *Bridge* (Lugo), 142 / 142
- Souleuvre, Viaducto del / *Viaduct* (Francia / *France*), 137 / 137
- Spain, Bank of (Madrid)* (vid. España, Banco de)
- Spanish-French Exhibition, Bandstand* (Zaragoza / *Saragossa*) (vid. Exposición Hispano-Francesa, Quiosco de la)
- Suazo, Puente de fábrica de / *Masonry Bridge* (Cádiz), 65 / 66
- Suez, Canal (Egipto / *Egypt*), 216 / 212
- Sunderland, Puente de / *Bridge* (Inglaterra / *England*), 148 / 147
- Sur, Mercado del / *Market* (Gijón), 249 / 249
- Tarragona, Estación de / *Station*, 200 / 201
- Tarragona, Grúa Titán del puerto de / *Titan crane at the port*, 179-180 / 179
- Teesdale, Puente colgante del / *Suspension Bridge* (Durham, Inglaterra / *England*), 45-46, / 45-47,
- Templo expiatorio del Sagrado Corazón / *Expiatory Temple of the Sacred Heart* (Barcelona), 297 / 297
- Tharsis, Muelle / *Pier* (Huelva), 172-173, 188 / 172-173, 188
- Titán / *Titan* (Grúa / *Crane*), 173, 175 / 173, 176
- Toledo, Estación de / *Station*, 200 / 201
- Toro, Puente colgante de / *Suspension Bridge* (Zamora), 64 / 65
- Tortosa, Faro de / *Lighthouse* (Tarragona), 28 / 30
- Triana, Puente de / *Bridge* (Sevilla / *Seville*), 65, 76-77, 82, 85-87, 89-90 / 66, 76-77, 81, 82, 85-87, 89, 91
- Tuy, Puente internacional de / *International Bridge* (Pontevedra), 128, 131-132-133-134, 263 / 129-130-132-133-134, 263
- Tuy, Viaducto internacional de / *International Viaduct* (Pontevedra) (vid. Tuy, Puente internacional de / *International Bridge*)
- Udondo, Puente de / *Bridge* (Bilbao), 157 / 154, 156, 157
- Union Bridge (Berwick, Inglaterra / *England*), 46-47 / 47-48
- Vadollano, Viaducto de / *Viaduct* (Jaén), 123-124, 127 / 126-127
- Vagón real / *Royal carriage*, 15 / 15
- Val, Mercado del / *Market* (Valladolid), 244, 246 / 246
- Valencia, Estación de / *Station*, 200-201 / 201
- Valencia, Plaza de toros / *Bullring*, 269 / 269
- Valladolid, Estación de / *Station*, 200, 210 / 201, 208
- Valladolid, Puente colgante de / *Suspension Bridge*, 61-62 / 61
- Velázquez, Palacio de / *Palace* (Madrid), 263 / 263
- Verdun-sur-Garonne, Puente de / *Bridge* (Francia / *France*), 56 / 57
- Víboras, Viaducto del / *Viaduct* (Jaén), 138 / 138
- Villagarcía de Arosa, Muelle de hierro / *Iron pier* (Pontevedra), 186 / 187
- Villares de Yeltes, Puente de / *Bridge* (Salamanca), 131 / 131
- Villaviciosa, Mercado de / *Market* (Asturias), 250 / 250
- Vizcaya, Puente de / *Bridge* (Portugalete-Las Arenas, Bilbao) (vid. Vizcaya, Puente transbordador de / *Ferry Bridge*)
- Vizcaya, Puente transbordador de / *Ferry Bridge* (Portugalete-Las Arenas, Bilbao), 16, 144-145-146, 161-166-167-169 / 15, 144-145-146, 160-166-167-168
- Windsor, Puente de / *Bridge* (Berkshire, Inglaterra / *England*), 60, 63-64 / 60, 64
- Whirlpool Aerocar or Aero Car* (vid. Niágara, Transportador aéreo del / *Cable Car*)
- Wynch Bridge (Durham, Inglaterra / *England*), 46 / 47
- Zaragoza, Estación de / *Station*, 200 / 201
- Zaragoza, Puentes colgantes de (proyectos) / *Suspension Bridges* (proyectos), 59-60 / 60
- Zuera, Puente de / *Bridge* (Zaragoza / *Saragossa*), 111-113 / 111-113
- Zuheros, Viaducto de / *Viaduct* (Córdoba), 138 / 138

Edición **Fundación Iberdrola**

Producción **Ediciones el Viso. Santiago Saavedra, Mariola G. Laínez**

Diseño **Subiela**

Traducción **Wade Matthews**

Índices **Óscar da Rocha**

Fotocomposición y fotomecánica **Lucam**

Impresión **Brizzolis**

Encuadernación **Encuadernación Ramos**

Cubierta **Puente transbordador de Vizcaya (Bilbao)**

Páginas 6-7 **Puente internacional de Tuy (Pontevedra)**

Página 10 **Estación de Córdoba o Plaza de Armas (Sevilla)**

© de la edición: Fundación Iberdrola © de los textos: el autor © de las fotografías: sus autores
Depósito Legal: M-49345-2007

Astorga, Imagen Más, págs. 20, 88, 92-93, 131, 132-133, 144, 157, 221, 222, 246, 249, 280, 286, 287, 289, 290, 293, 296 · Baiersbronn (Alemania), Karl Gotsch, pág. 50 · Barcelona, Ajuntament de Barcelona, pág. 245 · Barcelona, Biblioteca de Catalunya, pág. 201 [arriba] · Barcelona, Jaume Blassi, págs. 39, 100, 101, 102, 103, 108, 135, 139, 141, 183, 192, 202, 216, 218-129, 220, 224-225, 226, 228, 240, 243, 247, 250, 253, 257, 267, 268, 271, 295 · Barcelona, cortesía de Montserrat Cornet, pág. 96 · Bilbao, Iker Basurko [cubierta] · Bilbao, Archivo Foral de Bizkaia [BFA / AFB, Municipal], págs. 147, 152 · Bilbao, Museo Vasco, págs. 49, 150-151, 153, 155, 156, 159, 161, 170 · El Toboso (Toledo), cortesía de Raúl Grande Revilla, pág. 73 · Jerez de la Frontera, Cádiz, Bodega de González Byass, págs. 16-17 · Madrid, Archivo de Villa /Pablo Linés, pág. 232 [arriba] · Madrid, Archivo Histórico Ferroviario, Fundación de los Ferrocarriles Españoles, pág. 210 [abajo] · Madrid, Archivo Ruiz Vernacci, Fototeca del IPHE, págs. 61, 119, 180-181 · Madrid, Biblioteca Nacional, págs. 15, 35, 36, 40, 67, 70-71, 76, 80, 83, 85, 110, 112, 118, 124-125 · Madrid, Casa Postal, págs. 44, 57, 97, 176, 177, 179, 217, 274 [abajo], 277 [arriba], 282, 285 · Madrid, Corbis /Adam Woolfitt, pág. 43; /Carlos Domínguez, pág. 213; /Manuel Bellver, pág. 254 · Madrid, Cover, pág. 79 · Madrid, cortesía del Banco de España, págs. 19, 272 · Madrid, Cuauthtli Gutiérrez, págs. 205, 206 · Madrid, Digital Bank, pág. 277 [abajo], 298, 299 · Madrid, Ente Público Puertos del Estado, pág. 33 · Madrid, Iberimage, pág. 211 · Madrid, Museo del Ferrocarril, págs. 54, 126, 127, 129, 130, 136, 142, 143, 199, 209, 214, 215, 300, 301 · Madrid, Museo de Historia de la Ciudad, págs. 105, 235, 237 · Madrid, Museo Romántico, pág. 68 · Madrid, Oronoz, págs.10, 12, 166-167, 274 [arriba], 255 · Madrid, Paisajes Españoles, págs. 72, 106, 264 · Madrid, Patrimonio Nacional, págs. 117, 198, 266 · Madrid, Real Academia de Bellas Artes de San Fernando, pág. 22 · Ormaiztegui (Guipúzcoa), Koldo Mitxelena Kulturunea. Diputación Foral de Gipuzkoa, pág. 149 · París, Archivo Roger-Viollet, pág. 207 · París, Archivo fotográfico de la Réunion des Musées Nationaux, pág. 194 · París, Archivos fotográficos Médiathèque de l'architecture, pág. 163 · Puebla del Arenoso (Castellón), Isabel Albalate, pág. 46 · Sant Cugat (Barcelona), Arxiu Nacional de Catalunya, fondo La Maquinista Terrestre y Marítima, págs. 98, 104, 120, 121, 172, 174, 185, 187, 191, 224, 239, 242 · Washington D.C., Library of Congress, págs. 29, 30, 45, 212, 231 · Washington, Smithsonian Institution Libraries, pág. 260

Este libro

ARQUITECTURA E INGENIERÍA DEL HIERRO EN ESPAÑA (1814-1936)

que ha sido realizado para la FUNDACIÓN IBERDROLA por Ediciones el Viso,

se terminó de imprimir en noviembre de 2007,

ciento cuarenta años después de la Exposición Universal de París de 1867

donde por vez primera se mostraron al mundo, a través de modelos y fotografías,

las obras públicas que en hierro se habían hecho en España,

desde los faros en la desembocadura del Ebro

hasta los cuarenta y seis puentes y viaductos ferroviarios

construidos en aquella fecha.