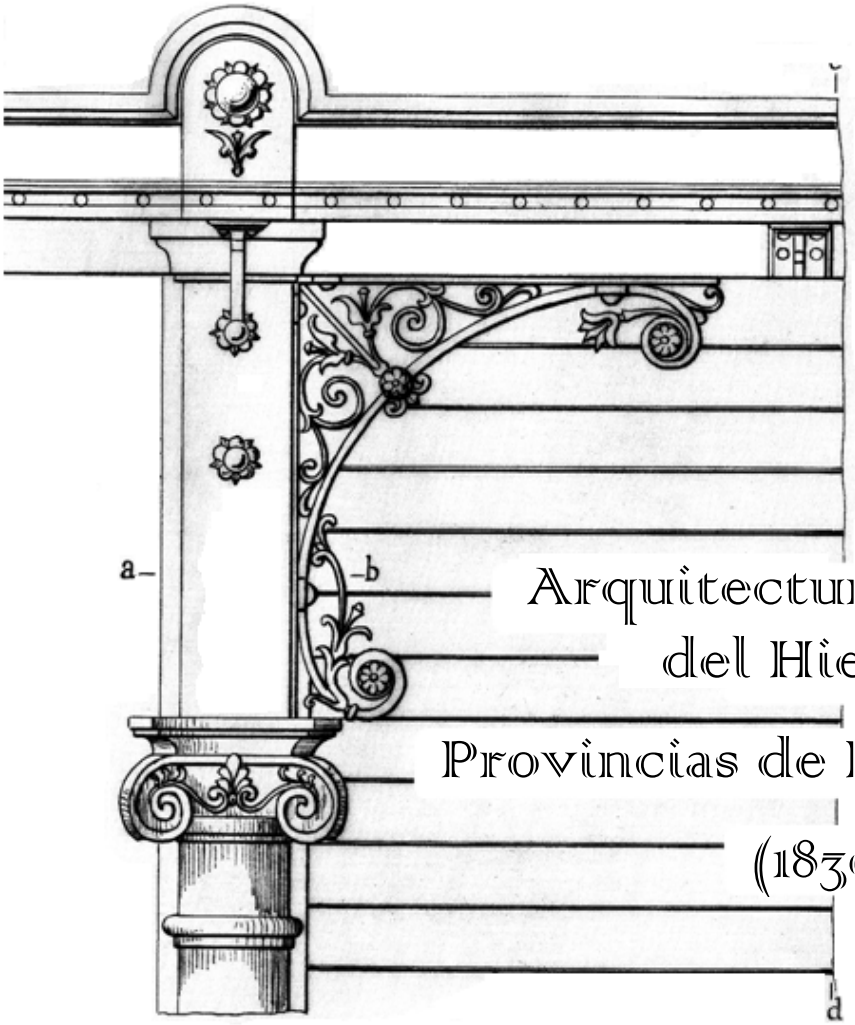
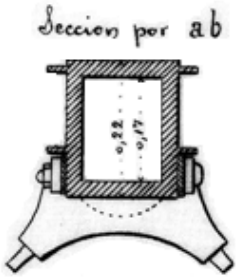
TESIS DOCTORAL



Arquitectura e Ingeniería del Hierro en las Provincias de Burgos y Palencia (1830-1940)



ROBERTO SERRANO LÓPEZ

NOVIEMBRE DE 2011

<u>DIRECTORES</u>:

D. JUAN MANUEL MANSO VILLALAÍN

Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

RENÉ JESÚS PAYO HERNANZ

Doctor en Historia del Arte

UNIVERSIDAD DE BURGOS

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE BURGOS

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS DOCTORAL

ARQUITECTURA E INGENIERÍA DEL HIERRO EN LAS PROVINCIAS DE BURGOS Y PALENCIA (1830-1940)

NOVIEMBRE DE 2011

AUTOR:

ROBERTO SERRANO LÓPEZ

DIRECTORES:

D. JUAN MANUEL MANSO VILLALAÍN

Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

RENÉ JESÚS PAYO HERNANZ

Doctor en Historia del Arte

UNIVERSIDAD DE BURGOS

Agradecimientos

Nunca dejaré de agradecer a mis dos queridos Co-Directores de Tesis, **D. Juan Manuel Manso Villalaín** y **D. René Jesús Payo Hernanz,** su acogimiento desde el primer momento en que planteé mis intenciones, sus ideas iniciales, su tiempo y apoyo durante la fase de investigación y su acertada crítica constructiva durante los últimos meses.

Igualmente debo de agradecer las desinteresadas colaboraciones de otros investigadores que enumero al final del documento, que han aportado numerosas ideas, así como valioso material gráfico y bibliográfico durante las diferentes etapas del estudio.

Una parte del contenido de esta Tesis Doctoral se enmarca dentro de los trabajos de investigación en Arquitectura en Ingeniería del Hierro en las provincias de Burgos y Palencia, financiados por la Fundación Villalar - Cortes de Castilla y León durante los años 2009 y 2010. Se agradece también a esta entidad la confianza depositada en el proyecto.

INDICE

1.- Introducción 1

2.- Antecedentes y estudios previos 4

2.1.- Encuadre general 4

2.2.- España y Castilla y León 6

2.3.- Fuentes y documentación. Criterios básicos de estudio 9

3.- Planificación de los trabajos: metodología específica aplicada 14

4.- Dificultades encontradas y posibilidades de investigación futuras 17

5.- El contexto histórico 20

5.1- Bases y consecuencias de la revolución industrial en la economía mundial 20

5.2.- España a comienzos del siglo XIX 22

5.3.- La industria española del siglo XIX, sector textil y siderúrgico. Influencia del ferrocarril en el desarrollo industrial español 16

5.4.- La situación de Castilla y León. Las líneas de ferrocarril de Palencia y Burgos 32

6.- Estado de la técnica y evolución del cálculo de estructuras 40

6.1.- La evolución teórica y tecnológica 43

7.- La construcción metálica en España durante la segunda mitad del siglo XIX desde la literatura técnica 68

7.1- Apoyos 70

7.2.- Vigas 71

7.3.- Cubiertas 79

7.4.- Combinación de elementos 86

8.- Las tipologías constructivas del hierro 88

8.1.- El material y los tipos: la clasificación básica 88

8.2.- Contexto y panorama constructivo: el hierro como material en España y Castilla y León, y la influencia de las corrientes estilísticas. 101

8.2.1.- Los puentes y viaductos 101

8.2.2.- Las estaciones de ferrocarril 105

8.2.3.- Los mercados de abastos 108

8.2.4.- Los kioscos de música 115

8.2.5.- La edificación civil, industrial y residencial 118

8.3.- La polémica arquitectos-ingenieros; el debate entre la tradición y la modernidad tecnológica 123

8.4.- Estudio de las tipologías en las provincias de Burgos y Palencia..... 130

8.4.1.- Introducción y análisis de las realizaciones en Burgos y Palencia..... 130

8.4.2.- Un estudio particular: los puentes 137

9.- Cualidades intrínsecas de las construcciones metálicas de este período y elementos para su valoración estética 161

9.1.- El concepto estético y artístico en la construcción 161

9.2.- La idea de "arte estructural"..... 163

9.3.- *Sentidos estéticos* de la obra construida 166

9.4.- Cualidades intrínsecas de las construcciones metálicas. Elementos para su valoración estética y patrimonial..... 168

10.- Reseñas Biográficas: los protagonistas del mundo del hierro..... 176

Eduardo Saavedra Moragás 178

Alfred Stanistrett Jee 181

Alphose Oudry..... 182

Gustave François Théophile Seyrig 184

Ramón Aguinaga Arrechea 187

José Aguinaga y Keller 189

Charles Blacker Vignoles 190

Juan Agapito y Revilla 192

Saturnino Martínez Ruiz 194

Jerónimo Arroyo López 196

11.- Conclusiones 199

ANEXO: Catálogo de las Provincias de Burgos y Palencia 209

Mapa de las Provincias de Burgos y Palencia 211

Índice 213

Provincia de Burgos 219

Provincia de Palencia 465

Bibliografía y fuentes 593

1.- Introducción, justificación y objetivos.

Actualmente se están comenzando a nivel autonómico los primeros catálogos de Patrimonio Industrial, dentro de los cuales puede quedar enmarcado el presente trabajo. Los resultados de estos inventarios comienzan a ser públicos para algunas de las provincias de la comunidad, pero no pasan de ser una mera enumeración y descripción de la ubicación, estado actual y tipología de cada elemento. El desarrollo del conjunto de trabajos e investigaciones integrantes de la presente Tesis Doctoral, se ha organizado partiendo de una revisión inicial de la documentación bibliográfica existente y publicada sobre las estas tipologías constructivas, incluyendo tratados técnicos, catálogos de patrimonio y arquitectura, inventarios patrimoniales, artículos especializados y monografías específicas.

En el caso particular de las construcciones de hierro y acero no ha sido aún profundizado totalmente en la historiografía. Exceptuando los trabajos de Pedro Navascués a nivel nacional, junto a las primeras aportaciones a nivel local en Asturias, Bilbao, Miranda de Ebro y Tenerife [1] en el resto de casos se trata de capítulos dentro de estudios más amplios sobre el Arte en el siglo XIX, o del propio Patrimonio Industrial. A esto deben añadirse otras publicaciones que analizan el contexto nacional de ciertas tipologías constructivas, como es el caso de las estaciones de ferrocarril o de los mercados de hierro[2]. Existe por lo tanto un hueco por cubrir en el análisis de las ejecuciones de este tipo, durante una etapa histórica de gran importancia en el desarrollo de la ingeniería como profesión, tal como se conoce hoy en día, y de las obras públicas en particular.

Las provincias de Burgos y Palencia poseen, por otro lado, una cierta afinidad en su morfología global: una zona montañosa al norte de ambas, que evoluciona hacia zonas de

[1] En el caso de Asturias: Fernández, J. R., González, J. (1980). *La arquitectura del hierro en Asturias*. Oviedo: Colegio Oficial de Arquitectos de León y Asturias. Delegación de Asturias. Sobre Bilbao: Apraiz, A., Martínez, A. (2002). La arquitectura del hierro en Bilbao y su relación con la pervivencia clásica. *Sancho el Sabio: Revista de cultura e investigación vasca*, pp. 31-54. En Miranda destacan los diversos trabajos de Carlos Díez de Javiz, José Javier Vélez Chaurri y Ramón Ojeda San Miguel, todos ellos reseñados en el apartado de Bibliografía. En Tenerife: Hernández, C. (1984). Arquitectura del hierro en Tenerife. *Basa*, Nº. 2, 1984, pp. 69-75.

[2] Me refiero a las publicaciones: Navascués, P.; Aguilar, I. (1980). *El mundo de las estaciones*. Madrid: Ministerio de Cultura. López, M. (2005). *MZA. Historia de sus estaciones*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Fundación de los Ferrocarriles Españoles. Castañer, E. (2006). *La Arquitectura del Hierro en España. Los mercados del siglo XIX*. Monografías de la Real Academia de Ingeniería.

páramo hacia el sur, con amplias llanuras de vocación cerealística conectadas a través de las cuencas del Arlanza y Arlanzón. De hecho, comparten varios ejes de comunicación terrestre de gran importancia que en el caso del Corredor del Pisuerga casi delimitan sus límites administrativos:

- El Camino de Santiago

- El eje Francia-Portugal

- Los ferrocarriles Madrid-Irún y Bilbao-La Robla

- El Canal de Castilla junto a la línea férrea Palencia-Santander

Ambas provincias, además, han desarrollado áreas de cuencas mineras (carbón, cobre, fosfatos, manganesos) con mayor o menor grado de implantación, duración e importancia. El ámbito territorial del trabajo queda delimitado finalmente, por el Corredor del Duero hacia el sur, y por el desarrollo de las primeras estribaciones en el desarrollo de la Cordillera Ibérica, la Sierra de la Demanda hacia el este (Soria y La Rioja).

En cuanto a la acotación temporal, ésta abarca (en principio) desde la introducción del hierro como material de construcción en nuestro país y la redacción de los primeros estudios de concesión de líneas de ferrocarril (entre los que se incluye la línea Bilbao-Burgos en 1831, promovida por la Diputación de Vizcaya)[3]. Habitualmente suele admitirse como punto final para este tipo de trabajos, el inicio de la Guerra Civil Española, etapa en la que se destruyeron numerosos tramos de puentes metálicos por cuestiones estratégico-militares, y tras cuyo final fue implantándose, cada vez más, el uso de la soldadura como medio de unión[4].

En este caso he querido ampliar unos cuantos años más el rango del trabajo de investigación para poder incluir una serie de realizaciones que fueron concebidas o construidas precisamente a lo largo de la señalada contienda bélica, y que por su

[3] Alcaide, R. (1999). "El ferrocarril en España (1829-1844): las primeras concesiones, el marco legal y la presencia de la geografía en las memorias de los anteproyectos de construcción de las líneas férreas". *Biblio 3W. Revista bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, vol. IV, nº 190. Universidad de Barcelona. En línea: http://www.ub.es/geocrit/b3w-190.htm [última consulta: 13.09.2011]

[4] La generalización del uso de la soldadura en las construcciones metálicas españolas es anunciada por Domingo Mendizábal en el artículo: Mendizábal, D. (1941). "Ensayos en probetas soldadas". *Revista de Obras Públicas*, Tomo I, Nº 2711-02, p. 91.

significatividad no podía obviar en el catálogo de ejecuciones (caso de la Yutera Palentina, La Fábrica de Armas, el pozo Peragido, el Cine Ortega, la Iglesia de San Nicolás en Miranda o la Estación de Autobuses en Burgos).

Dentro de los objetivos generales del trabajo, con los primeros pasos de la investigación, se pretendía además obtener una idea pormenorizada de los hitos más importantes en el campo teórico correspondientes al conocimiento de la Resistencia de Materiales y la Elasticidad. Estas novedades se fueron incrementando a lo largo del s. XIX de la mano de una nueva profesión emergente, el ingeniero, que aunaba el dominio de la parte más práctica de las ciencias y lo aprovechaba para sus diseños. En particular, en paralelo a los mencionados trabajos y dentro de los objetivos propios del estudio, se ha procurado introducir el hilo histórico de tipologías constructivas, tanto en lo referente a estilística y estética, como a la adaptación a los distintos conocimientos teóricos y patentes que fueron surgiendo durante los siglos XIX y XX en el campo de las estructuras metálicas, y el contexto socio-económico en el momento de su implantación.

Posteriormente se ha procurado centrar la búsqueda en los ejemplos identificados dentro de los límites de las provincias de Burgos y Palencia, mediante la consulta de los datos particulares disponibles en publicaciones de la época de su construcción y los documentos disponibles en diferentes archivos públicos o fundacionales.

Si bien el grueso de la Tesis lo constituye el propio catálogo de referencias, ejecuciones y proyectos, se ha pretendido no centrarse únicamente en los aspectos puramente constructivos o técnicos, sino que ha incluido un análisis previo de la situación histórica en que se desenvolvieron todos estos desarrollos tecnológicos y su influencia particular en el marco geográfico correspondiente.

Finalmente, se realiza una reflexión sobre las cualidades propias de este tipo de ejemplos con objeto de introducir criterios básicos para proceder a su valoración, tanto estética como histórica, dentro de nuestro legado patrimonial. Así mismo se concluye con una síntesis de la realidad constructiva para el período considerado (incluyendo las reseñas biográficas de los proyectistas más importantes en el ámbito de estudio), procurando realizar una división en etapas y extrayendo diversas consideraciones a la globalidad estudiada durante las distintas fases de trabajo.

2.- Antecedentes y estudios previos

2.1.- Encuadre general

La Historia de la Arquitectura ya ha reservado un lugar en su desarrollo para la introducción de los edificios integrantes de estas tipologías constructivas, enmarcándolos en lo que la tradición académica ha venido denominando Arquitectura del Hierro, y entre los que se incluyen de forma general aquellas edificaciones cuyo componente característico y dotante de personalidad lo constituye el hierro o el acero. Esta característica, unida a las especiales condiciones resistentes del acero y su adaptabilidad al moldeado, hicieron que se utilizaran de forma integral en muchas construcciones en las que esqueleto resistente y diseño arquitectónico iban íntimamente ligadas, como había venido durante siglos con un material tradicional como la piedra[5]. La evolución técnica y la experiencia acumulada lo hicieron cada vez más asequible, y los nuevos procesos de laminado proporcionaban resistencias más elevadas. También se ampliaban de forma paralela los conocimientos en el comportamiento real de las estructuras, y las soluciones ensayadas en la obra civil se intentaban también en las edificaciones para salvar mayores luces. El cristal, como material transparente, permitió conseguir ejecuciones imposibles hasta ese momento, muy ligeras y casi invisibles, en los que el acceso de la luz al interior era protagonista indiscutible. Artísticamente, suele describirse esta etapa con características de eclecticismo, esto es, el aprovechamiento de elementos de diferentes estilos para adoptarlos en un sentido diferente y en cierto modo original.

Por otro lado, el reconocimiento del valor histórico de las construcciones correspondientes a la etapa preindustrial e industrial ha sido relativamente reciente, y en muchos casos todavía no se ha realizado. Los primeros trabajos de esta índole se iniciaron en la década de los 50[6] y corresponden a publicaciones de historiadores ingleses, que veían la necesidad de asegurar el mantenimiento de algunos de los restos más importantes de la

[5] Sobre la integración del hierro como nuevo material de construcción, véase Molada, Á., "Los materiales de construcción y el cambio estético: sobre la estética del hierro y el cemento", en *1er Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, Madrid, 19-21 de septiembre de 1996. Madrid: Instituto Juan de Herrera, CEHOPU, 1996, pp. 369-374; también véase Manterola, J. (2006), *Puentes: Apuntes para su diseño, cálculo y construcción. TOMO I*. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Colección Escuelas, p. 21.

[6] Biel, Mª.P. (2001). "Arqueología industrial", en *III Jornadas de Estudios sobre Aragón en el umbral del siglo XXI, Caspe, 15-17 de diciembre de 2000*, 1ª ed., Zaragoza: Instituto de Ciencias de la Educación, Universidad de Zaragoza, pp. 211-212.

denominada Revolución Industrial que surgió en aquella nación. Se utilizó el término *arqueología industrial* para hacer referencia a esta disciplina histórica.

Kenneth Hudson, uno de los pioneros en tratados de esta especialidad, describía en 1963 cual debía de ser el propósito de esta rama que nacía bajo el criterio de empezar con "*el descubrimiento, la catalogación y el estudio de los restos físicos del pasado industrial, para conocer a través de ellos aspectos significativos de las condiciones de trabajo, de los procesos técnicos y de los procesos productivos*"[7]. Junto a esta base conceptual definía las pautas generales que entendía críticas para lograr este objetivo, entre las que pueden destacarse dos específicamente relacionadas con los aspectos de índole técnico:

- Buscar las variaciones o innovaciones en los procesos y métodos de trabajo y con qué finalidad.
- Saber de qué forma se realizaba efectivamente este trabajo, qué técnicas se utilizaban y con qué tecnología.

Este autor también destacaba, al margen de estos valores específicamente tecnológicos o científicos, la necesidad de tener en cuenta las **variables económicas y sociales** en los que se desenvolvieron todas estas nuevas manifestaciones, que implicaban a varios sectores productivos, junto al propio marco físico particular y el contexto en el que se introducían, como punto de partida para analizar los cambios de mentalidad que fructificaron a partir de las oportunidades que ofrecían (toma de conciencia del individuo, organización laboral, éxodos rurales...).

Es durante la década de los años sesenta cuando se generaliza el interés por la denominada Arqueología industrial, apareciendo en 1968 una publicación denominada "*Journal of Industrial Archaeology*"[8], comenzándose de forma paralela el primer inventario de monumentos industriales británicos con objeto de conocerlos, y buscando proteger los más importantes. Posteriormente comenzaron los movimientos asociacionistas de carácter local,

[7] Citado por Aguilar, I. (2007). "Arquitectura Industrial, testimonio de la era de la industrialización". *Bienes Culturales: Revista del Instituto de Patrimonio Español* (Madrid), Nº7 (2007), p. 71.

[8] Ojeda, R. (2001). *Estudios de historia y arqueología industrial en Miranda de Ebro*. Miranda de Ebro: Instituto Municipal de Historia, p.3.

cuyos miembros se agrupaban para una mejor salvaguarda de los bienes de sus respectivos ámbitos territoriales. Con los años, estos movimientos se fueron expandiendo hacia el resto de Europa. Bien desde ámbitos académicos, institucionales o desde las propias compañías mercantiles implicadas, se fueron fomentando estos intereses hacia Bélgica, Francia, Austria, Alemania e Italia. El arraigo de la vocación industrial en Alemania provocó que las propias empresas del sector impulsaran definitivamente los estudios específicos de las disciplinas de Historia de la Tecnología y Arqueología Industrial. También Estados Unidos y Japón se unieron rápidamente al desarrollo de estas nuevas inquietudes.

2.2.- España y Castilla y León

En el caso de España debe de esperarse hasta el año 1982, cuando se celebran en Bilbao las "I Jornadas sobre Patrimonio Industrial"[9], en el que los primeros investigadores pudieron debatir sobre sus descubrimientos en este nuevo campo de desarrollo. Durante dos décadas se fueron realizando estudio y tesis que se acercaban al estudio de las obras del s. XIX y comienzos del XX, y que hasta este momento habían sufrido un cierto olvido.

Ya en 1986, adquiere entidad propia el denominado Centro de Estudios Históricos de Obras Públicas y Urbanismo (CEHOPU), de la que surgen varias publicaciones especializadas en la construcción civil, recupera antiguos tratados para su reedición, y organiza de forma periódica un Congreso Nacional de Historia de la Construcción.

Posteriormente, en el año 2000, La Dirección General de Bellas Artes y Bienes Culturales plantea el desarrollo de un Plan de Patrimonio Industrial a través del Instituto de Patrimonio Cultural de España, constituyéndose una comisión delegada para enfocar la viabilidad del Plan. En abril de 2001[10] se presenta un primer documento a partir del cual fueron las Comunidades Autónomas las que realizaron sus primeras propuestas de bienes integrantes de esta primera fase de actuaciones. Con estas iniciativas se comenzaba a dar el valor que merece este tipo de patrimonio, partiendo de su comprensión y catalogación, para comprender una etapa clave de nuestra historia de la cual somos recientes herederos. Dentro de los objetivos marcados merece la pena destacar la búsqueda de nuevos **usos y fines** para todas las edificaciones y construcciones de este período como una forma útil de rescatarlas de

[9] Biel, Mª.P. (2001). "Arqueología industrial"…, pp. 211-213.

[10] Fernández-Posse, D. (2007). "Presentación del Plan de Patrimonio Industrial". *Bienes Culturales: Revista del Instituto de Patrimonio Español* (Madrid), Nº7 (2007), p. 23

un incierto destino y aprovechar sus posibilidades, dándoles todavía más valor y evitando su continuo deterioro.

En el Plan que se propone se prevén varias fases sucesivas de forma ordenada para concretar las actuaciones de forma jerárquica[11]:

1.- Confección de un catálogo selectivo de bienes susceptibles de intervención.

2.-Actuaciones necesarias para la declaración de BIC y determinación de su situación jurídica.

3.-Redacción de los Planes Directores

4.-Intervención concreta en cada uno de los bienes seleccionados

Los criterios de valoración quedan articulados en este Plan en tres grandes bloques, que buscan dotar de una cierta homogeneidad a los posteriores que se desarrollen bajo el marco que define su articulado, sistematizando ampliamente su campo de actuación:

A) Valor testimonial, Singularidad y/o representatividad tipológica, Autenticidad e Integridad;

B) Valor Histórico-Social, Tecnológico, Artístico-Arquitectónico y Territorial;

C) Posibilidad de restauración integral, Estado de conservación, Plan de Viabilidad y Rentabilidad Social, Situación jurídica.

El TICCIH (Comité Internacional de Salvaguarda del Patrimonio Industrial) se pone en marcha en 1978 a raíz de la Tercera Conferencia Internacional sobre la Conservación de Monumentos Industriales celebrada por esas fechas en Suecia. En el año 2004 se crea una sección de este organismo en España[12] en la que participan y colaboran entidades como el Instituto Español de Patrimonio Histórico del Ministerio de Cultura, el CEHOPU (Centro de

[11] Un esbozo conceptual del Plan Nacional puede consultarse en el apartado de legislación del MUSEO DE LA CIENCIA Y DE LA TÉCNICA DE CATALUÑA (http://www.mnactec.cat/leg/PLAN_NACIONAL.pdf)

[12] Areces, M. A. (2007). Conferencia inaugural de las Jornadas de *El Patrimonio Industrial y la Obra Pública. Zaragoza 16, 17 y 18 de abril de 2007*. Gobierno de Aragón: Departamento de Educación, Cultura y Deporte. Colección Actas, 71, p. 24.

Estudios Históricos de la Obra Pública y Urbanismo), o el Museo Nacional de Ciencia y Tecnología.

También otras organizaciones de áreas diferentes incluyen dentro de sus registros obras que pueden incluirse en alguno de los apartados de estas tipologías, como el DOCOMOMO (creado en 1988[13]), que en particular abarca la arquitectura del Movimiento Moderno.

A nivel autonómico, tras la aprobación del PAHIS en 2005, la Consejería de Cultura y Turismo adquirió el compromiso de elaborar un Libro Blanco del Patrimonio Industrial después de completar un inventario de bienes que se encuentra actualmente en desarrollo[14]. En cualquier caso, los primeros catálogos provinciales que se han publicado no han recogido ningún elemento que pudiera integrarse dentro de las construcciones asociadas a los transportes o comunicaciones, es decir, al grupo de las obras públicas. Las primeras propuestas de BIC dentro de estas categorías incluyen únicamente complejos fabriles puramente industriales y sin características que las permitan encuadrar dentro de los objetivos del presente trabajo.

También ha de mencionarse el Plan Regional del Canal de Castilla[15], en cuyo catálogo se recogen la totalidad de construcciones asociadas a este complejo hito de la ingeniería civil, y entre las cuales ya se hicieron adaptaciones a las novedades y ventajas que el hierro ofrecía para determinados usos y funciones específicas.

Hay que tener en cuenta, atendiendo a lo expuesto, que dentro de lo puede entenderse como Patrimonio Industrial solo una pequeña parte pertenece al campo de la construcción con tecnología metálica. Es por eso que para los objetivos del presente trabajo

[13] Noelle, L. (2004). "Documentación y conservación del Movimiento Moderno. Docomomo-México". *Anales del instituto de investigaciones estéticas,* NÚM. 85, 2004, p.139.

[14] El Plan PAHIS 2004-2012 del Patrimonio Histórico de Castilla y León, pp. 37-39, señala como programa P.21: "Elaboración de inventarios y trabajos de documentación sobre el patrimonio industrial, como herramienta básica de protección, definición de uso y planificación de intervenciones"

[15] La versión digital de los dos tomos de "El Canal de Castilla. Un Plan Regional" puede consultarse en http://www.saber.es/web/biblioteca/listado-por-titulo.php?l=e

es necesario solapar varios subdominios patrimoniales, no dejando de lado construcciones urbanas, fabriles, ni infraestructuras de comunicación, ya que son todas ellas en su conjunto las que permitieron el desarrollo de la industria metalúrgica y de sus aplicaciones, fomentándose nuevos usos y posibilidades hasta la llegada del hormigón armado.

Por otro lado, el devenir de las novedades teóricas en los campos técnicos también es un campo que conviene ser explorado con cierto detenimiento, ya que la innumerable secuencia de avances en el conocimientos de las leyes que rigen las deformaciones de los cuerpos y los límites de su resistencia no ha parado de sufrir incrementos desde que, con la implantación definitiva de los nuevos materiales metálicos, se pudo dar una salida práctica y con posibilidades comerciales a estas teorías que en muchos casos fueron desarrolladas por los propios ingenieros que las utilizaban en sus cálculos.

2.3.- Fuentes y documentación. Criterios básicos de estudio.

En cuanto a la documentación, bibliografía y fuentes potenciales deben de señalarse por un lado los trabajos de marco general que se han venido publicando durante los últimos años (que componen una base importante de conocimientos para los investigadores que comenzamos a ahondar en esta materia), junto a artículos especializados, boletines de instituciones locales, catálogos e inventarios específicos. Pueden señalarse además los libros generales de Historia de las Obras Públicas, de la Arquitectura y del Arte (a nivel nacional, regional y local), los Tratados sobre Cálculo de Estructuras, Teoría de Estructuras, Tipologías Estructurales y Tipologías Arquitectónicas, y los libros de actas de Jornadas y Congresos de Historia y Patrimonio.

A todos estos puntos básicos de carácter eminentemente bibliográfico, deben sumarse de manera ineludible las fuentes primarias y las visitas "in situ" a los diferentes elementos identificados para poder contrastar, comprobar y completar las publicaciones ya realizadas. Es necesario también conocer los criterios que vienen utilizándose para trabajos de esta índole, aprovechando experiencias acumuladas y descritas en tratados más generalistas o ambiciosos dese el punto de vista de la extensión geográfica, de los cuales se pueden extraer una serie de tareas casi imprescindibles para el conocimiento particular de esta tipología constructiva. Pueden señalarse, entre éstos, los más específicos en lo referente a catalogación patrimonial:

- Una fase inicial de **documentación**, en la que se intenta componer un inventario lo más extenso posible. Ya desde este momento se debe comenzar a buscar entre los ejemplos, en función de la información disponible, diferentes aspectos que pueden ir detectándose:
    - influencias extranjeras o importación directa,
    - influencias de movimientos culturales generales,
    - evoluciones tipológicas derivadas de experimentaciones sobre proyectos base.

- Establecer una mínima **clasificación**, utilizando elementos característicos o definitorios de cada construcción, función, dimensiones, ubicación... Los tratados publicados sobre esta materia establecen una serie de categorías que son más o menos aceptadas por los distintos autores, separando por un lado los puentes y viaductos (con sus muy diferentes tipos y según su uso), las estaciones de ferrocarril y edificios de carácter ferroviario (o medios de transporte similar), construcciones fabriles o industriales, edificación (residencial, comercial o pública, incluyendo escuelas, mercados...), rehabilitaciones de edificios o monumentos ejecutadas en esa época, y elementos de mobiliario o complemento urbano (kioscos de prensa, templetes, farolas, fuentes...).

  También pueden incluirse otras construcciones de las que no existen ejemplos o carecen de sentido en el marco geográfico propuesto para este estudio en particular (pabellones, faros, muelles...).

- Proceder a la **descripción cualitativa** de cada elemento en base a la información conseguida, para intentar explicar de esta forma elementos comunes que, por extrapolación y similitud, identifiquen o caractericen un determinado ámbito o tipología particular, o definan esta tecnología constructiva de desde la globalidad.

Los puntos clave señalados por González Fraile[16] en el origen de este patrimonio, y que de forma general pueden aprovecharse y extrapolarse como punto de partida para su estudio dentro de la Comunidad de Castilla y León son los siguientes:

- Existe una enorme **influencia cultural extranjera** inicial (Francia e Inglaterra), tanto por las infraestructuras que se ejecutan en otros países como las Exposiciones

[16] González, E.M. (2007). "Arquitectura Preindustrial, Industrial y del Hierro", en *Patrimonio arquitectónico de Castilla y León. Tomo V*. Junta de Castilla y León. Salamanca: Ediciones Témpora, pp. 256-278.

Universales que son una referencia para los técnicos.

- Se observa un palpable **retraso tecnológico** que impide emprender con los medios disponibles algunas tareas que en otros países resultan cotidianas.

- Se produce llegada de **proyectistas y técnicos extranjeros** con las Compañías de ferrocarriles para la implantación de líneas, principalmente franceses.

- El **período de mayor producción** es el comprendido aproximadamente entre **1850 y 1900**, con las salvedades de los intervalos de las guerras carlistas, cuando se ejecutan las construcciones de los caminos de hierro junto a nuevas infraestructuras de carácter público (abastecimientos, saneamientos, mercados,...), y coincidiendo con avances importantes en el sector siderúrgico (perfiles laminados, convertidor Bessemmer...)

- A partir de la **primera década del siglo XX comienza a decaer** el número de realizaciones que usar el hierro como material constituyente de la personalidad de la construcción; no obstante su utilización se prolonga durante algunos años en patios, arquitectura doméstica, vestíbulos, salones o pasajes comerciales, puntos donde la luz puede jugar un papel importante, con la apertura de claraboyas y lucernarios. Aunque es estos años se pierda el fervor inicial que logró durante la fase inicial en la carrera tecnológica de sucesivas novedades y mejoras que sumaban un éxito tras otro, y con la que parecía que iba a desbancar al resto de materiales para erigirse como el único e indiscutible para cualquier tipología, se continúa aprovechando sus excepcionales características. Se entra quizá en el campo comercial de las construcciones más modestas, lejos de los grandes hitos que se presentaban aprovechando el hilo promotor de las grandes infraestructuras públicas.

- Surgimiento de las **polémicas entre arquitectos e ingenieros**, en una lucha continua por asegurar y conseguir competencias, y mezclándose las experiencias para buscar nuevas aplicaciones en sus respectivos ámbitos.

Este mismo autor indica el enfoque global de las etapas evolutivas en el uso del hierro y acero como material[17], junto al enfoque exterior que debe de tenerse en cuenta en su valoración al encontrase en su desarrollo rodeado por una serie de elementos que aparentemente le son ajenos, pero marcaron el tempo de su utilización. Así, para una correcta comprensión de los ejemplos que han llegado hasta nosotros, deben de discriminarse:

[17] González, E.M. (2007), "Arquitectura Preindustrial, Industrial y del Hierro"..., pp. 292-298.

- El uso específico del material del hierro:
    - Como elemento secundario para sujeción de otros principales normalmente de fábrica (grapas, llaves, flejes…)
    - Como elemento auxiliar en la construcción (cimbrado, apuntalado provisional o definitivo…)
    - Como elemento constructivo meramente estructural (columnas, ménsulas, pies derechos…)
    - Como elemento arquitectónico en parte de una ejecución o en su totalidad (estructuras completas de hierro, puentes, fachadas, balcones, cerchas, marquesinas, pórticos, pasajes…)
    - Como elemento autónomo en pequeñas construcciones (depósitos metálicos, torres, farolas, fuentes, kioscos, mobiliario urbano…)

- La existencia de tipologías notables o característicos de la Arquitectura e Ingeniería del Hierro:
    - Marquesinas
    - Mercados
    - Templetes o kioscos
    - Cubiertas (naves, cines, teatros, restauración o rehabilitación, pasajes comerciales…)

- Los agentes implicados en estas construcciones, en cuanto a nuevas figuras y profesiones que aparecen en este momento histórico y que se encuentran íntimamente ligados a su concepción, proyecto, desarrollo y construcción (ingenieros, arquitectos, los talleres de fundición, las compañías ferroviarias, los tratadistas y profesores, los concursos públicos…).

- El ambiente cultural en que se desenvuelven las novedades que se producen en distintos campos artísticos y técnicos, que además ahora tienen una mayor difusión y llegan a gran parte de la ciudadanía (exposiciones universales, revistas y libros, desde los que llegan nuevas ideas y propuestas desde el extranjero).

- La nueva concepción que se desarrolla en torno a la idea de *patrimonio*, con la entrada en valor del mismo y la toma de conciencia sobre la restauración y las operaciones de mantenimiento que éste exige para garantizar su continuidad y universalidad.

- La documentación existente como fuente más importante para su estudio y elaboración del modelo de su evolución (tratados y revistas especializadas de la época, proyectos y expedientes conservados...)[18].

[18] La consulta y búsqueda en los Archivos Históricos resulta ser el componente más importante para conseguir nuevos datos y aportaciones sobre las distintas realizaciones inventariadas, así como de las vicisitudes de su concepción, desarrollo y ejecución, y de las cuales pueden extrapolarse posteriormente otras conclusiones de manera más global. Esta labor de investigación resulta palpable en las fichas del catálogo que forma parte de la presente Tesis Doctoral.

3.- Planificación de los trabajos: metodología específica aplicada y fases desarrolladas

Conocidos los antecedentes de partida junto a las posibilidades potenciales del estudio, y aproximados los objetivos y parámetros a tener en cuenta en su desarrollo, la primera aproximación se realizó mediante una búsqueda en las publicaciones realizadas con anterioridad. En primer lugar es necesaria una visión con cierta perspectiva de la evolución histórica de las tipologías estructurales y arquitectónicas, utilizando para ello tratados generalistas aceptados comúnmente por la comunidad académica.

Posteriormente, se revisó la bibliografía existente de carácter específico para la Arquitectura e Ingeniería del Hierro, para luego ir acotando ésta hacia un alcance nacional y autonómico, y de esta forma tomar contacto con las clasificaciones y ejemplos propuestos en cada caso. Ya desde este primer momento se procuró ir extrayendo un primer inventario básico para el ámbito geográfico de las provincias de Burgos y Palencia. De un análisis somero de la literatura consultada, puede comprobarse que las clasificaciones adoptadas así como las características descritas por cada autor (partiendo de forma genérica de las propuestas de Pevsner[19]) resultan bastante similares entre sí, y que se adaptan de forma más o menos adecuada a los criterios generales anteriormente indicados. Este hecho permite concluir que pueden adoptarse como válidos, particularizándolos al ámbito y realidad de los ejemplos correspondientes a las dos provincias mencionadas.

De forma paralela se realizó un trabajo similar en otros apartados del conocimiento, para avanzar hacia otros de los objetivos previstos inicialmente:

- Por un lado, asimilar la manera de introducirse esta tecnología en el territorio castellano (incluyendo para ello las implicaciones sociales, geográficas y económico-productivas que se vieron envueltas en este proceso).

[19] Pevsner, N. (1976). *Historia de las tipologías arquitectónicas*. Edición en castellano de *A History of building types*, Barcelona: Gustavo Gili, 1979. El esquema de clasificación, concuerda básicamente con los seguidos por otros autores e investigadores de la construcción en el s. XIX y XX para el ámbito de la presente Tesis, como Pedro Navascués, Lena S. Rouco, Eduardo González Fraile, Mª Dolores Antigüedad y Mª Teresa Alario.

- Por otro obtener una visión clara de la evolución de los conocimientos teóricos y científico-tecnológicos, logrados principalmente en el s. XIX, asociados al cálculo de estructuras y la resistencia de materiales en general, y a la construcción metálica en particular, junto a las ejecuciones más importantes que sirvieron de experiencia para su generalización posterior.

Estas tres líneas de avance se han complementado con una búsqueda en bases de datos y registros sobre artículos de revistas, boletines y monografías, así como otras investigaciones y tesis, que pudieran aportar nuevos elementos, puntos de vista adicionales, o reflexiones sobre aspectos locales que debieran ser tenidos en cuenta.

Conociendo que una parte del Patrimonio que se investiga corresponde a las realizaciones asociadas a las infraestructuras ferroviarias, se estudió la cronología de las diferentes líneas que atraviesan los dominios de Palencia y Burgos. De esta forma también se amplió el campo de búsqueda a documentos con referencia a estos ferrocarriles, comprobando la presencia en los mismos de puentes o construcciones de tipo metálico.

El resultado de esta primera etapa permitió obtener un listado inicial de referencias, algunas con cierto volumen de información procedente de investigaciones previas correspondientes a ciertos ejemplos muy particulares aparecidos en publicaciones locales. No obstante de la mayor parte de las realizaciones inventariadas apenas se había publicado su autoría y fecha de ejecución, en caso de que se conociera.

Para ampliar la información era necesario, por lo tanto, recurrir a publicaciones contemporáneas a su ejecución y manuscritos de la época, incluyendo como fuentes primarias:

- Tratados y libros escritos durante esta época (1830-1940) en algunos de los cuales los autores recogen sus experiencias, reseñan obras visitadas o rememoran acontecimientos de los que fueron testigo. En cualquier caso permiten conocer el estado de la técnica en el año de su edición. También los libros de viajeros incluyen algunos sobre realizaciones que, lamentablemente, ya han dejado de existir.
- Expedientes administrativos y Proyectos técnicos recogidos en los archivos de las

diferentes administraciones (local, provincial, o nacional) u organismos.

- Publicaciones periódicas realizadas en esos años que incluían artículos o reportajes sobre estas construcciones o experiencias extranjeras de calado internacional (*Revista de Obras Públicas, Anales de la Construcción y de la Industria, La Ilustración Española y Americana, Gaceta de los Caminos de Hierro*, junto a noticias publicadas en diferentes periódicos u otras revistas de tipo generalista)
- Transcripciones textuales recogidas en otros trabajos de investigación, libros, o Tesis Doctorales sobre documentos originales similares a los indicados en los puntos anteriores.

De igual manera se ha procurado entablar comunicación con profesionales relacionados con el mantenimiento de las redes de infraestructuras, otros investigadores con trabajos ya publicados y con los propios responsables de los archivos y centros de documentación en aras a obtener posibles sinergias y aprovechar búsquedas anteriormente ya realizadas, u obtener conclusiones de forma más directa. De igual manera se han realizado una serie de visitas "in situ" a la mayor parte de los ejemplos catalogados, aprovechando para realizar una identificación más concreta y realizar su correcta descripción. Para este último aspecto se han tenido en cuenta principalmente la vertiente técnica y estructural de cada uno de los mismos, incluyendo por otra parte datos históricos o singularidades que permitan conocer otras particularidades de estas construcciones.

Atendiendo a este esquema se ha completado la recopilación de información relevante y datos disponibles, elaborando un catálogo específico, y sirviendo éstos de partida para la redacción de un documento de síntesis que engloba el conjunto de construcciones identificadas a lo largo de todo el proceso.

4.- Dificultades encontradas y posibilidades de investigación futuras

En todo trabajo planificado surgen durante el desarrollo de las tareas diferentes variables no tenidas en cuenta durante las fases iniciales y que pueden influir en el alcance de todos los objetivos marcados para el mismo. En el caso particular de una investigación, donde existe una marcada ignorancia sobre el volumen de información a disponer, y de la amplitud sobre la que se debe estructurar cada de las referencias y tomas de datos, estas dificultades son aún mayores y obligan a realizar un proceso continuo de redistribución de objetivos parciales, ajustes en la metodología, cambios en la organización de los desplazamientos, o la propia reconsideración sobre la extensión del trabajo.

Durante los meses de investigación, he encontrado varios de estos problemas (los habituales y específicos en estudios de este tipo) que han obligado a reconducir y reajustar las tareas programadas a medida que éstos iban apareciendo:

- La labores de catalogación de algunos archivos todavía no han sido completadas en algunos casos, y en otros no disponen de herramientas ágiles de consulta o los descriptores utilizados no permiten un recorrido sencillo para la llegada hasta el dato necesario.
- En alguna ocasión, a pesar de tener constancia sobre la existencia de ciertos documentos archivados, no fue posible su consulta directa al no encontrarse con la signatura catalogada.
- Durante la búsqueda de una determinada construcción, surgían datos sobre otras realizaciones que implicaban añadir nuevas a la lista de referencias.
- También aparecían datos importantes entre documentos en los que, a priori, no tenían nada que ver con la referencia buscada (datos cruzados en correspondencia entre administraciones o contratistas sobre otros trabajos ya realizados o pendientes)
- Alguno de los proyectos o informes de seguimiento de obras estaban redactados por técnicos extranjeros (por ejemplo en francés, con el caso de las estructuras de la línea Valladolid-Ariza).

- Algunos documentos manuscritos o firmas resultan ilegibles y no he podido contrastar su información con otras fuentes.

- La presencia de ciertos datos en manos privadas o de carácter no accesible impide tener acceso a ellos para las tareas previstas.

- A veces aparecieron algunas posibles referencias (a partir de noticias, conversaciones con otros investigadores o durante las propias visitas "*in situ*") sobre las que, para los objetivos y plazos previstos, no ha sido posible investigar.

- El mayor problema surgido: aparecen muchas dificultades para conocer o comprobar la presencia de entramados metálicos no visibles directamente en las edificaciones de carácter residencial o civil (tiene que ser objeto de trabajos locales).

Al hilo de estos argumentos, se abren simultáneamente nuevas posibilidades para futuras investigaciones que amplíen y cotejen los resultados obtenidos, principalmente en el campo de la edificación industrial propiamente dicha. En varias de los numerosos itinerarios de visitas que he llevado a cabo he encontrado varias instalaciones abandonadas que incluían cubiertas metálicas o silos, cuyas características constructivas apuntan a ser enmarcados dentro de esta etapa. De igual manera todavía quedan varias marquesinas de pequeñas estaciones de ferrocarril sobre las que, durante mi fase de investigación, no he obtenido apenas datos alguna a pesar de conocer su existencia (Pancorbo, Magaz…).

Respecto a las primeras, actualmente existen líneas de investigación abiertas entorno a los procesos históricos y económicos que supusieron en el marco de ámbitos comarcales o regionales la apertura, desarrollo, y en alguna ocasión el ocaso, de muchas de estas iniciativas industriales textiles, harineras o alimentarias. Debe ser este camino, el iniciado por historiadores, geógrafos y economistas el camino más adecuado para aprovechar los esfuerzos que se realizan en estos facetas, buscando favorecer las sinergias con otros campos del conocimiento más cerca de las artes y las ciencias. En efecto, una parte de los datos recopilados en este trabajo han procedido de conversaciones con investigadores (o de la revisión de sus resultados) que realizan o han realizado trabajos anteriores en ámbitos algo diferentes a los pretendidos en el mío, pero me han permitido disponer de forma ágil de rutas y aproximaciones adecuadas para llegar de manera más directa a los datos que necesitaba.

El enfoque interdisciplinar y la colaboración entre investigadores y departamentos debe mostrarse como la herramienta más adecuada para conseguir evitar la duplicidad de búsqueda de datos, ya que en muchas ocasiones éstos no se encuentran en el lugar en el que resulta, a priori, más directo para su acceso.

En cualquier caso, dada la gran dispersión de datos existentes, y las múltiples fuentes a consultar, la fórmula más sencilla y directa de abordar trabajos sucesivos sería acotar los límites de estudio hacia a monografías sobre variantes tipológicas o estilísticas menos conocidas, o bien centrando el ámbito de estudio a entornos más locales, pero ajustándose a unos criterios globales de partida que permitan homogeneizar los resultados obtenidos y permitan la generalización de conclusiones.

5.- El contexto histórico

Las ciencias sociales y humanísticas abarcan todos los ámbitos distinguibles y analizables sobre los que pueden estudiarse las conductas y formas de adaptación a la realidad vigente de una determinada comunidad o sociedad, así como de los distintos condicionantes endógenos o exógenos que permiten deducir o averiguar las razones de determinados comportamientos y situaciones.

Partiendo de los datos disponibles en bibliografía, así como de otros estudios específicos anteriormente realizados, se pretende buscar la integración de las realidades parciales en un modelo social más generalizado, con objeto de conocer el grado de interrelación y jerarquía existente entre las mismas, buscando si fuera posible las analogías y diferencias existentes. Es útil tener, por esta razón, una idea inicial de la situación global del momento histórico en que se enmarca la época que sirve de referencia al resto de trabajos de investigación y su posterior particularización a realidades más locales.

5.1- Bases y consecuencias de la revolución industrial en la economía mundial.

La aparición de la maquinaria y su constante aplicación de los procesos productivos, provocó numerosos cambios en los ámbitos demográficos, económicos y sociales, generándose relaciones comerciales a todas las escalas que redundaban en una reconversión orientada hacia la obtención de nuevos mercados y mayores beneficios. Los excedentes productivos crecieron exponencialmente, hasta lograr como tope la propia capacidad de consumo de de la población.

Las mejores técnicas afectaron rápidamente al sector primario, la base económica de épocas anteriores, volviéndose un sector más científico y mecanizado[20]:

- Rotación de cultivos y supresión del barbecho

[20] Simón, F. (1990). *Manual de Historia Económica Mundial y de España.* 3ª Edición, Centro de Estudios Económicos Ramón Areces, 1992, pp. 256-259.

- Maquinaria agrícola
- Mejoras en el regadío y selección de semillas
- Mejoras en el transporte comercial
- Abonos, fertilizantes, plaguicidas,.... [21]

Simultáneamente la supresión del régimen feudal provocó un cambio en la mentalidad del agricultor, que vio en la racionalización de la producción y en la reinversión de los beneficios generados una puerta abierta para futuros desarrollos[22].

La mecanización permitió una mejora notable de la capacidad adquisitiva del campesino, y su progresiva liberación de la tierra, pudiendo emigrar a la ciudad[23]. Todas estas mejoras revertieron directamente en la adecuada alimentación de la población disminuyendo rápidamente la mortalidad infantil, aumentando la población y disminuyendo de esta forma los costes de producción por el exceso de mano de obra[24]. Se iniciaron procesos migratorios que redujeron las tensiones sociales y permitieron la explotación de tierras y continentes. En consecuencia, este desarrollo demográfico exigió la urgente búsqueda de materias primas que permitieran cubrir las necesidades generales. Se desarrollaron así dos industrias muy características de este momento histórico: la textil y la siderúrgica.

La base del crecimiento industrial estaba marcada por el desarrollo de la demanda del hierro. Era necesario para la propia maquinaria industrial en todos los sectores emergentes (textil, vapor)[25]. La agricultura también demandaba grandes cantidades para la maquinaria

[21] Urbán, G. A. (2005). *Fertilizantes químicos en México (1843-1914)*. Tesis de Maestría en Historia. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional Autónoma de México, p.39.

[22] Las claves sobre las bases necesarias para el desarrollo empresarial son analizadas por: Hernández Sánchez, A. (1986). "El capitalismo industrial y la actividad empresarial: la frustrada modernización en Castilla y León". *Anales de estudios económicos y empresariales*, Nº 1, pp. 44-45

[23] Simón, F. (1990). *Manual de Historia Económica…*, p. 256.

[24] Ibídem, pp. 270-271.

[25] Ibídem, pp. 262-266.

de campo. Se emplea de manera masiva en los medios de transporte terrestre (carruajes, locomotoras, ferrocarriles, vagones) y marítimos (buques) y la exigencia energética de los grandes centros industriales requería grandes infraestructuras con nuevas demandas siderúrgicas.

La ingeniería y la arquitectura se desarrollan muy rápidamente en esta época, en la que existe una carrera por el logro técnico y el conocimiento científico que permita avalar cada una de las novedades que se plantean, y enfocados de forma muy fraternal con el propio desarrollo de la industria siderúrgica[26].

Las ventajas del hierro se experimentan aprovechando el auge de los transportes, promoviéndose obras públicas de gran envergadura, y construyendo edificios civiles de grandes dimensiones para satisfacer las urgentes demandas consecuencia del aumento de la población: puentes, vías férreas, estaciones, mercados, oficinas, hospitales, escuelas,...

Los sistemas de financiación y su reglamentación jurídica también necesitaron de una rápida revisión con objeto de aprovechar el impulso inversor del sector privado, y conseguir así satisfacer las mencionadas demandas en un corto plazo de tiempo.[27]

La difusión internacional de los avances tecnológicos, se realizaba mediante su exhibición en Exposiciones Universales, para las cuales se proyectaban infraestructuras y construcciones singulares que avalaban los conocimientos teóricos logrados hasta el momento mediante su plasmación práctica: pabellones, palacios, monumentos...

Toda la cantidad de mejoras y cambios acumulados a lo largo del tiempo desembocaron en una segunda fase de la revolución industrial con la aparición de nuevas fuentes de energía (petróleo y electricidad), nuevos metales (acero, aluminio, cobre, níquel, cinc,...) y un nuevo sector industrial: la industria química[28].

[26] Ibídem, p. 265.

[27] Ibídem, pp. 267-268.

[28] Puig, N. (2004). "Redes empresariales de oportunidad en la España del siglo XX: el caso de la industria químico-farmacéutica. *Información Comercial Española (ICE): Revista de economía,* Nº 812, 2004, pp. 180-183.

Consecuencia directa fue el desarrollo completo del transporte[29] (tren eléctrico, automóvil), canales que abrían o recortaban las rutas comerciales, y progresos importantísimos en las telecomunicaciones (telégrafo y radio).

5.2.- España a comienzos del siglo XIX

Las peculiaridades de la situación española son notables y claramente diferenciadoras del resto de Europa, lo cual supuso notables y extraordinarios esfuerzos por seguir la estela de crecimiento iniciada en los países más desarrollados en esta época.

En los primeros años del siglo XIX, se acababa de salir de la guerra de la Independencia, que había dejado al país en una clara penuria sin que existieran centros con vocación industrial o mercados enfocados hacia este novedoso sector emergente.

La sociedad era eminentemente agrícola-ganadera, y la ruptura con el sistema señorial no se había producido como en otras naciones. La propiedad de la tierra seguía siendo patrimonio de unos privilegiados, y la estructura social era similar a la de comienzos de la edad Moderna, (predominio de la iglesia, de la nobleza y de los municipios)[30].

No existían mercados exteriores para la producción interior, ya que los métodos y materiales estaban obsoletos en comparación con las nuevas exigencias, y además no existía una inquietud por la propiedad y el enriquecimiento que sí se observaba en otros países[31].

Se produce entonces un importante retraso en la incorporación de España a las nuevas técnicas propias de la revolución industrial, a pesar de los esfuerzos del gobierno, de acuerdo con las ideas ilustradas de finales del siglo XVIII.

[29] Simón, F. (1990). *Manual de Historia Económica…*, pp. 260-262, 281.

[30] Ibídem, p. 414.

Pueden distinguirse numerosas causas atribuidas a este retraso tecnológico[32]:

- Escasez relativa de productos naturales
- Acusada carencia de espíritu empresarial.
- Inexistencia de fondos propios para financiar el proceso de industrialización mediante la importación de las novedades técnicas.

A pesar de las reformas promulgadas, la escasez estructural de capital y los problemas de déficit presupuestario, así como los distintos acontecimientos políticos y de inestabilidad social, impedían estimular lo suficiente a la economía española para conseguir conectarse con rapidez al nuevo estado de la técnica. Será por tanto necesario recurrir al capital extranjero para conseguir polarizar nuevas inversiones hacia ciertos y muy concretos sectores.

España es, en definitiva, un caso de industrialización tardía, en un área con escasa densidad demográfica, defectuoso reparto de suelo agrícola, muy poca capacidad de consumo, bajo nivel técnico y del sentido económico moderno (tanto por parte del pueblo como de las más altas esferas de la administración)[33].

A esto, se suma una intensa regionalización de los grupos industriales, con una clara dependencia de la expansión de tales grupos a las inversiones foráneas durante sus fases iniciales; un fuerte sistema proteccionista de la producción nacional, mediante una política arancelaria; la fuerte dependencia[34] de materias primas, herramienta y tecnología extranjeras y una sumisión de la industria a los ciclos de la actividad agraria, que seguía constituyendo la base de la economía nacional.

[31] Tedde, P. (1985). "La economía política del crecimiento en la España del siglo XIX". *Revista de Historia Económica*, Año III. Nº 2 – 1985, p. 325-328.

[32] Simón, F. (1990). *Manual de Historia Económica…*, p. 414.

[33] Ibídem, p. 415.

[34] Sobre la dependencia exterior y sus orígenes puede consultarse Sáinz, J.P. (2002). "Los Orígenes de la dependencia española. Evidencias en el sistema de patentes. 1759-1900." *Economía industrial*, nº 343, 2002/1, pp. 83-95.

El complejo panorama de postguerra, unido a la constante inestabilidad y tensión presentes, hacen que en España no sea visible una salida del estancamiento industrial hasta la década de 1830[35]. A partir de esta fecha pueden distinguirse cuatro fases generales dentro del desarrollo industrial del país:

- Un primer periodo de arranque (1.830-1.861) con un crecimiento considerable.
- Fase de decadencia (1.861-1.870), relacionada con la frustración de las expectativas levantadas por un fuerte periodo inversor previo, principalmente ferroviario.
- Etapa de fuerte crecimiento (1.871-1.875)
- Crecimiento lento (1.876-1.900)

TASAS DE CRECIMIENTO-PROMEDIOS QUINQUENALES-DE LA PRODUCCIÓN ESPAÑOLA (1.831-1.920), en %

Fuente: Manual de Historia Económica Mundial y de España

1831/35-1841/45	4.3	1876/80-1881/85	3.5
1841/45-1846/50	4.6	1881/85-1886/90	0.1
1846/50-1851/55	6	1891/95-1896/1990	1.8
1851/55-1856/60	4	1896/1900.1901/05	2.3
1856/60-1861/65	2.2	1901/05-1906/10	2
1861/65-1866/70	0.7	1906/10-1911/15	1.9
1866/70-1871/75	5.4	1911/15-1916/20	1.1
1871/75-1876/80	2.2		

[35] Vicens, J. (1960). "La industrialización y el desarrollo económico de España de 1800 a 1936", *Documentos Españoles* (R.E.P., XI), Enero-Junio 1960, pp. 138-147.

5.3.- La industria española del siglo XIX, sector textil y siderúrgico. Influencia del ferrocarril en el desarrollo industrial español.

5.3.1.- Industria textil.

Aunque la guerra de independencia supuso un duro golpe para el sector algodonero con destrucción de equipos e interrupción del desarrollo de las relaciones comerciales, además de la entrada de producción extranjera de importación entre 1830 y 1860, se consiguió superar estas dificultades mediante un proceso de modernización y mecanización[36].

El proceso demandaba productos siderúrgicos para el mecanizado y exigía de energía cercana (hidráulica o carbón). Las nuevas industrias se centralizaron en el entorno de Cataluña, principalmente, obteniendo las ventajas de la concentración de empresas.

Paralelamente a la transformación del sector algodonero se produjo la modernización del lanero, centralizándose sobre Sabadell-Tarrasa y otros centros productivos menores como Béjar, si bien este último rechazó la introducción de maquinaria para la elaboración de estampado. En Cataluña, el ferrocarril permitía un rápido acceso a los puertos de distribución y la creación de almacenes de acopio de materia prima lanar, lo que eliminaba posibles problemas de abastecimiento.

5.3.2.- La industria Siderúrgica

El desarrollo se produjo a lo largo del siglo XIX en torno a tres centros geográficos, de forma sucesiva: Andalucía, Asturias y País Vasco. En un primer momento el hierro procedente de las minas de Ojén era manufacturado en plantas ubicadas en Málaga, hasta la cuales llegaba combustible mineral desde Asturias e Inglaterra[37].

[36] Simón, F. (1990), *Manual de Historia Económica*..., pp. 418-420.

[37] Ibídem, pp. 420-424.

Pronto los costes de transporte de la hulla la hicieron sucumbir a la fuerte competencia de la siderurgia asturiana, favorecida por la provisión de materiales promulgados por la Ley de Ferrocarriles de 1.855. En el caso de Asturias, los costes del transporte estaban asociados a la materia prima del mineral de hierro, menos porosa que el carbón, y, por tanto, de mayores rendimientos en los desplazamientos. Finalmente, la aparición de los convertidores Bessemer, redujeron las cantidades de combustible necesarias para la fabricación siderúrgica.

La introducción de estas tecnologías en las industrias vizcaínas revalorizaron estos yacimientos. Las cercanías del puerto de Bilbao y las rutas comerciales establecidas con Gales, así como el desarrollo de una fuerte industria astillera proporcionaron un rápido desarrollo en menos de veinte años, que se tradujo en un aumento de la población en Vizcaya del 47,6% entre 1.877 y 1.897[38]. Las políticas arancelarias y proteccionistas del Estado, formularon este desarrollo, reservando cuota de acero español para la construcción de la flota.

5.3.3.- Influencia del ferrocarril en el desarrollo industrial español.

El ferrocarril es considerado como uno de los principales motores de la industrialización, si bien en el caso español ha sido origen de numerosos debates por su singularidad. La creación de este tipo de redes, por una parte permitió atender a la creciente demanda del transporte generada por el propio proceso de industrialización, además del propio efecto multiplicador de las infraestructuras en sectores indirectos.

Por otro lado, sirvió como incentivo para el desarrollo interior de la siderurgia, las construcciones metálicas, la industria minera... eliminándose en parte la fuerte dependencia exterior que tradicionalmente existía en España frente a estos nuevos bienes y productos industriales. Pueden distinguirse, acorde con lo anterior, dos tipos de efectos económicos: los de arrastre o hacia atrás (el ferrocarril actúa como demandante del mercado en ese momento); y los de propulsión o hacia adelante (en los que actúa como oferente)[39].

[38] Ibídem, p. 424.

[39] Comín, F. (1999). "Los efectos económicos del Ferrocarril sobre la economía española (1855-1935)". *Siglo y medio del Ferrocarril en España 1848-1998. Economía, industria y sociedad*. Alicante: Instituto Alicantino Juan Gil-Albert, pp. 255-256.

Además, también deben de tenerse en cuenta las diferencias entre analizar estos efectos de forma estática (únicamente como aporte al PIB o en términos de ahorro social) y los dinámicos (incluyendo su efecto multiplicador en otros sectores, así como los sucesivos incrementos productivos generados por la inversión inicial realizada). La complejidad de estos estudios aumenta con la introducción de otros parámetros de índole política, social o histórica, dificultando así posteriores procesos comparativos. No obstante permiten obtener conclusiones de forma general, introduciendo estas variables en los análisis que explican los resultados finales en muchos aspectos. Además, hay que valorar que el efecto multiplicador no recoge los efectos dinámicos a largo plazo, derivados por la innovación tecnológica, el desarrollo empresarial y sus consecuencias en el campo de las finanzas.

La medición de los parámetros de ahorro social que permitió el ferrocarril, en cuanto a las reducciones de los costes asociados a realizar esos mismos transportes mediante medios tradicionales (carreteras y canales), fue efectuada por A. Gómez Mendoza. Su estimación señala un ahorro de 326 millones de pesetas en el año 1.878, aproximadamente un 7,5% de la renta nacional[40].

También puede establecerse de forma general la enumeración de los distintos aspectos en los que el ferrocarril influyó de forma determinante como elemento propulsor[41]:

- La movilidad de los trabajadores y el éxodo rural
- La urbanización de las ciudades con parámetros de desarrollos futuros
- Las comunicaciones, en cuanto a las mejoras y el ahorro en los correos
- La creación de un mercado nacional agrario, homogeneizándose los precios (abaratamiento y regularización del transporte y disminución del stock)

De igual manera deben de indicarse sus efectos de arrastre[42], en lo que se refiere a las posibilidades para la industria española, sus efectos tecnológicos y novedades técnicas, el

[40] Gómez, A. (1981), *Railways and Spanish Economic Growth in the Late 19th Century*, University of Oxford, PhD Thesis, pp. 25-114.

[41] Comín, F. (1999). "Los efectos económicos del Ferrocarril sobre la economía española (1855-1935)"…, pp. 258-261.

[42] Ibídem, pp. 262-265.

empleo en el sector construcción (que mejoró la capacidad de consumo de un volumen importante de población y permitió generación de un cierto excedente de productos agrícolas), y finalmente la creación e impulso de nuevos mercados y métodos financieros.

A este respecto, existen autores que señalan este momento de gran voluntad inversora como una oportunidad perdida para el desarrollo de la industria siderúrgica española[43], justificándose en el excesivo liberalismo a la importación de mineral de hierro que promulgó la Ley de Ferrocarriles de 1.855. Esto hizo que las empresas proveyesen desde el extranjero en vez de potenciar la industria nacional.

Simón Segura[44] por su parte, estima que la realidad de la industria siderúrgica de la época no era compatible con un reto de este tipo; además, la obligación de contratar material nacional habría minorado los beneficios de las empresas constructoras e incluso hubiera influido negativamente sobre la captación de capitales de inversión extranjera. Incluso obviando esto, la industria habría quedado obsoleta en pocos años sin llegar a su amortización, ya que los avances en ahorro de combustible hizo mucho más rentable la implantación de las plantas de producción en las cercanías de los yacimientos férricos y no en las carboníferas.

En cualquier caso, nuevas fases inversoras en infraestructuras ferroviarias hicieron posible el afianzamiento nacional de esta industria. La pregunta que cabe hacerse es cuál sería la situación actual si en vez de haberse fomentado la implantación de las nuevas líneas y su gestión, lo cual hizo llegar inversiones y material extranjero, se hubiera incentivado en un grado similar desde la Administración el fomento de una industria propia (aunque esta tuviera tenido que soportar los rápidos cambios tecnológicos que fueron sucediéndose en estas décadas). Cabe pensar si de esta forma existiría en la actualidad una verdadera red industrial a nivel nacional en diferentes escenarios productivos, con capacidad de creación y promoción de nuevos productos y bienes de consumo, e incluso hubiera podido facilitar la implantación de un sector de investigación con resultados visibles. No obstante, no puede sino especularse sobre las posibilidades que hubiera ofrecido la Historia ante un escenario de

[43] Nadal, J. (1975). *El fracaso de la revolución industrial en España, 1814-1913*. Barcelona: Editorial Ariel, p. 183.

[44] Citado por Comín, F. (1983). "Comentarios en torno al ferrocarril y el crecimiento económico español entre 1855 y 1913", *Revista de Historia Económica*, Año I. Nº 1 – 1983, pp. 184-185.

partida diferente, y más teniendo en cuenta las inestabilidades bélicas sufridas en Europa y España durante las primeras décadas del s. XX.

Sí es cierto, no obstante, que las primeras etapas inversoras supusieron un cambio en las posibilidades laborales de muchas personas que empezaban a encontrar dificultades para encontrar ocupación en el sector agrícola[45]. Aunque el cambio no fue radical, ya que inicialmente era muy notable la temporalidad para compaginar tareas del campo con las de construcción, esta situación fue evolucionando hacia una cierta especialización de la mano de obra que debe analizarse de forma paralela a los comienzos de la industrialización y éxodo rural. Además no debe olvidarse el número de empleados directos en la explotación y conservación de las líneas que fue en progresivo aumento a medida que aumentaba el tamaño de las propias redes y compañías.

También, dentro de la indudable y demostrable influencia positiva que la implantación de los caminos de hierro produjo en España, ha de tenerse en cuenta la contribución del ferrocarril al desarrollo de otras industrias:

- La hullera, de la que la cuarta parte de la producción fue consumida de forma directa por los ferrocarriles[46].
- La agraria, en la que facilitó la integración de los mercados regionales abaratando los costes del transporte, aunque pudo también ser una de las causas de la crisis provocada por la entrada de trigos extranjeros en los mercados interiores (incluso Barquín[47] señala que la oferta de estas redes solamente favoreció ciertos trayectos, ejerciendo una influencia negativa en el desarrollo y potencialidad de otros centros productivos).

De forma paralela, otros mercados se vieron activados con la oferta que suponían estos nuevos caminos de hierro: ganados, aceite, vino... Estas últimas consideraciones son aplicables de forma específica al contexto de la actual comunidad de Castilla y León, en la que coexistieron zonas mineras y otras de tradición agrícola y textil.

[45] Cuéllar, D. (2007). "El ferrocarril en España, siglos XIX y XX: una visión a largo plazo" *Economic History Working Paper Series*, 03/2007, Departamento de Análisis Económico: Teoría Económica e Historia Económica, Universidad Autónoma de Madrid, p. 17.

[46] Comín, F. (1983). "Comentarios en torno al ferrocarril…", p. 192.

[47] Citado por Cuéllar, D. (2007). "El ferrocarril en España, siglos XIX y XX: una visión a largo plazo"…, p. 19.

También hay que ser conscientes de la realidad económica de las empresas de transporte ferroviario. Este negocio nunca llegó a ser rentable[48] a pesar de los numerosísimos esfuerzos inversores de la administración en forma de subvenciones (que en muchas ocasiones fue la causa de ciertas operaciones de carácter puramente especulativo). La realidad fue que, con el tiempo, el devenir de estas compañías se dirigió hacia la inviabilidad, aunque se pusieran en marcha planes para racionalizar su gestión y administración, y se realizaran gran cantidad de compras y fusiones que evolucionó hacia la expansión hasta finales del s. XIX de tres grandes compañías (Norte, MZA y Ferrocarriles Andaluces) que se repartían el territorio nacional y ejercían su competencia solo en ciertas franjas de mayor movimiento.

Tuvo que ser el Estado el que interviniera en este escenario, nacionalizándose numerosas empresas de las redes de la parte occidental del país, para integrarlas en la Compañía Nacional de Ferrocarriles del Oeste de España (Oeste) durante la década de los años 20 del s. XX[49]. El ferrocarril en este momento ya se había convertido en un servicio público insustituible, y su mantenimiento era garantizado directamente por la Administración Central. Los acontecimientos políticos y bélicos que se sucedieron en las décadas posteriores desembocaron en el total rescate de las concesiones años más tarde.

[48] Ibídem, pp. 36-37.

[49] Cuéllar, D. (2007). "El ferrocarril en España, siglos XIX y XX: una visión a largo plazo"…, pp. 37-38.

5.4.- La situación de Castilla y León. Las líneas de ferrocarril de Palencia y Burgos.

Si hasta ahora se han visto varios factores que influyeron en el retraso industrializador de la economía española respecto a otras potencias europeas, el caso de Castilla y León posee además una serie de elementos propios que explican de forma particular su situación más desfavorable en el conjunto nacional.

En las correlaciones propuestas por Ortiz-Villajos[50] en su Tesis Doctoral, comparando el número de las patentes y el grado de desarrollo tecnológico de las regiones españolas durante el siglo XIX, Castilla y León ocupa una de las posiciones más bajas en sus estudios, con un número inferior al treinta por ciento de la media nacional. Este índice, con todas las reservas que el método comparativo puede imponer y que como tal se recogen en el mismo trabajo, da una idea de la situación y realidad socio-económica de la época.

En Castilla y León no se dieron las premisas que habitualmente se consideran como puntos de partida para el desarrollo del desarrollo industrial capitalista[51]. En primer lugar, se trataba de una economía muy atrasada, anclada en sistemas y estilos sociales muy tradicionales, con un mercado muy reducido e interior. No se generaron los necesarios excedentes, ya que la economía estaba destinada al autoconsumo, sin generarse un valor añadido a la producción y sin producirse ningún cambio visible en ese sistema productivo.

La poca actividad manufacturera era muy simple, orientada a la artesanía, y resultando muy repartida en el conjunto de la extensión territorial. Esta atomización es también una característica muy propia de la situación, basada en la subsistencia, sin que buscaran nuevas formas o métodos que permitieran mejorar los productos o aumentar excedentes, ni hubiera intentos de aglutinamiento en aras a mejorar los canales comerciales o buscar nuevos mercados.

[50] Ortiz-Villajos, J. M. (1999). Tecnología y desarrollo regional en España, 1882-1935. Estudio basado en las patentes de invención. *Revista de Historia Económica*, año XVII, Invierno 1999, Nº 1, pp. 22-27.

[51] Hernández, A. (1986). "El capitalismo industrial y la actividad empresarial…", p. 48. El texto de este artículo analiza de forma clara y muy crítica la realidad social de esta región, muchos de cuyos argumentos son todavía válidos en nuestros días, adentrados ya en el s. XXI.

Otra característica a destacar es la dispersión de funciones, derivada de la mencionada semi-autarquía, por la que cada campesino realizaba gran cantidad de tareas sin ningún tipo de especialización. Tan sólo los tímidos desarrollos fabriles de mediados de siglo pueden considerarse como intentos de dinamización, casi siempre en capitales de provincia[52]:

- Las fábricas de papel continuo de Burgos y Valladolid
- Factorías de productos químicos y calderería de Valladolid
- Mantas de Palencia
- Paños de Béjar
- Ferrocarriles del Norte en Valladolid
- Sociedad Palentina de Minas

Las características antes señaladas generaban un ambiente poco apetecible a nuevas inversiones, las cuales acababan buscando la seguridad de los bonos públicos. La situación no puede explicarse de forma única por las carencias de la red de transporte, ya que el aspecto más importante se sale de los parámetros puramente económicos o inversores[53]:

- La mentalidad del campesino era muy conservadora.
- No existía un concepto de empresario ni de racionalización de la administración, el regente se comportaba como dueño.
- La gran cantidad de propietarios unido a las pautas tradicionales de comportamiento, hechas costumbre y muy difícilmente maleables.
- La cultura económica propia que se cerraba con la herencia y la conservación de la tierra en propiedad.
- Miedo al cambio, relacionado con factores psico-sociológicos y religiosos.
- Rigidez de la estructura social.

Es por esto que nunca cuajó una ideología liberal, y que los pocos cambios realizados se han efectuado de una forma muy lenta y con numerosas reservas. Puede señalarse el comentario de Rafael Cacha, Comisario Regio del Banco de Valladolid en 1858, recogido por Alfredo Hernández Sánchez en sus trabajos, indicando que el casi único sector industrial

[52] Hernández, A. (1986). "El capitalismo industrial y la actividad empresarial…", p. 49.

[53] Ibídem, pp. 49-52.

presente en la zona era el harinero en una de sus cartas al Ministro de Hacienda: "*los negocios de cereal son… casi exclusivamente componen las transacciones mercantiles de la provincia*" y "*las fábricas de harinas… son la principal industria y riqueza de esta comarca*"[54].

Adicionalmente, los bancos apenas desarrollaban una actitud inversionista como tal, tal solo actuaban como prestamistas en operaciones habituales a corto plazo en las transacciones mercantiles, así como la propia burguesía tampoco invirtió sino financiando al sector inmobiliario para obtener un rédito rápido.

Las dificultades señaladas se unieron al desarrollo de los núcleos reales de industria nacional en el eje Cataluña – País Vasco, siendo estos puntos periféricos sobre los que se centren los impulsos inversores externos del momento. El sector primario era, por lo tanto, el único punto sobre el que existía alguna pretensión de tipo mercantil, animado únicamente por la burguesía local que buscaba con pequeñas aportaciones el mantenimiento de su estatus, viviendo de las rentas que generaban sus jornaleros.

El peso de la tradición, del comportamiento generalizado y único, la idiosincrasia propia, y el valor de la tierra como herencia, unidos a la única búsqueda de un beneficio rápido de las pocas inversiones que se efectuaban eran obstáculos muy difícilmente evitables y que, en cierta manera, aún persisten anclados en la mentalidad de muchos de los ciudadanos. La propia banca se veía dominada por las asociaciones burguesas, que podía controlar los intentos de nuevas inversiones, y hasta el punto que sus propios consejeros creaban otras entidades bancarias para asegurarse su propia financiación sin limitaciones a su política de intereses y con capacidad de emitir obligaciones a muy corto plazo. La especulación formaba parte de todo el mecanismo creado por la propia burguesía para mantenerse en ese estatus que había alcanzado, manteniéndose sin cambios la estructura básica del sector primario con un mercado cada vez más ajustado. En palabras de Nicolás Sánchez-Albornoz (*La modernización de Castilla, el neoarcaísmo agrario, 1830-1930*)[55], puede establecerse un atrevido símil entre esa etapa de la historia de Castilla y León y lo que ocurre hoy en día en el Tercer Mundo:

[54] Ibídem, p. 51.

[55] Citado por Bustelo, F. (1986), "La nueva cara de la historia económica de España (II)". *Revista de Historia Económica*, Año IV. Nº 2 – 1986, p. 278.

1. El subdesarrollo agrario.
2. La falta de capitales.
3. Un territorio autosuficiente que se abre a la economía mundial.
4. El suelo y el clima llevan a la especialización en unos pocos productos y a ser dependientes en casi todo.

Respecto al ferrocarril, su desarrollo vino íntimamente ligado a la propia producción de harinas y cereales en bruto, con objeto de facilitar las rutas comerciales hacia Madrid y Santander en dirección a las colonias. Así se promovió la Compañía del Norte, con objeto de conectar Madrid con la línea Alar del Rey-Santander y la frontera francesa[56].

Tras un intento inicial de concesión a una compañía con capital íntegramente español, por iniciativa de los intereses de la novísimas factorías de altos hornos vascongadas, la creación de la compañía los Caminos de Hierro del Norte consolidó definitivamente el proyecto al amparo de la ya mencionada ley de 1855. La línea se dividía en tres secciones: Madrid-Valladolid, Valladolid-Burgos y Burgos-Francia. La primera en desarrollarse fue la intermedia, Valladolid-Burgos, gracias a que ya poseía un proyecto constructivo aprobado firmado por el joven ingeniero don Práxenes Mateo Sagasta, que en poco tiempo desarrolló una carrera política alejada de sus primeros trabajos como técnico.

La concesión de esta línea fue primeramente otorgada a la Sociedad de Crédito Mobiliario Español en 1856, a la que se añadió ese mismo año el ramal Venta de Baños-Alar, con objeto de buscar nuevas relaciones y actividades entorno a la extracción minera en Barruelo junto a las posibilidades de fabricar gas en Madrid. En esta sociedad tenían un gran peso específico los hermanos Isaac y Emilio Pereire, franceses de Burdeos, y con experiencia acumulada en infraestructuras ferroviarias en su país de origen, así como creadores de la entidad de Crédito Mobiliario Francés, cuatro años antes que su hermana española.

Posteriormente se aprobaron los restantes proyectos, terminándose las construcciones entre 1860 y 1861, con la importación de material extranjero que llegaba generalmente a través del puerto de Santander. Por tanto esta línea se promovió definitivamente por franceses; se construyó por técnicos franceses (las órdenes llegaban

[56] Wais, F. (1987). *Historia de los ferrocarriles españoles*. (3ª edición). Madrid: Fundación de los Ferrocarriles Españoles, pp. . 179-199.

desde París de boca de M. Lalanne y se centralizaban en Valladolid a través de M. Fournier y luego M. Desorgeries, y M. G. Noblemaire ya desde Madrid); el material constructivo era importado, e incluso el material móvil fue también comprado en el exterior. Tan sólo la mano de obra local (junto a un primer estudio realizado por Práxenes Mateo Sagasta) fue un elemento que pudiera imputarse de forma directa para la economía y desarrollo regional.

En la línea Alar a Santander, el estudio inicial fue redactado por don Juan Rafo, en 1845, pero los trabajos no se impulsarán hasta la creación de la sociedad Ferrocarril de Isabel II que contratan a un ingeniero inglés, Mr. Alfred Jee que revisará el proyecto y realizará notables modificaciones técnicas[57]. La construcción terminará en 1860, conectando con la de Venta de Baños, y entrando así en competencia con el Canal de Castilla en el transporte de granos desde el interior. Nuevas locomotoras se compran al exterior, en 1863, importadas desde Bélgica. Tras numerosas vicisitudes (la concesión caducó y fue incautada por el Estado en 1868) se transfiere a la Nueva Compañía del Ferrocarril de Alar a Santander el año 1871, para posteriormente ser anexionada a la Compañía del Norte, que la compra en 1874.

La Compañía de Ferrocarril de Tudela a Bilbao se fundó en 1857. Ya anteriormente había sido objeto de estudios alguno de sus secciones, como los de Calixto Santa Cruz entre Miranda y Bilbao, pero tras problemas para encontrar un director facultativo español contratan al célebre ingeniero inglés Mr. Charles Vignoles y su equipo de técnicos británicos. Las obras se prolongan entre 1858 y 1863, contratándose a la casa constructora Thomas Brassey & Co, también inglesa, para la ejecución de los trabajos de implantación de línea, estructuras y edificaciones. Tras una suspensión de pagos en 1866, su posterior rescate por el Banco de Bilbao, y sufrir las calamidades consecuencia de las guerras carlistas (se cierra la línea entre 1873-1875), se fusiona con la Compañía del Norte en 1878.

En 1856 se comienza a gestar un ramal que conecte la línea del Norte con Galicia, partiendo de Palencia y pasando por León y Ponferrada hasta La Coruña[58]. El trazado, según proyecto del año 1857, se dividía en cinco tramos, siendo los dos primeros los de Palencia-León y León-Ponferrada; y la concesión de éstos no se realiza hasta 1861 cayendo de manos del señor Miranda y su hijo, constituyendo la Compañía del ferrocarril de Palencia a Ponferrada o del Noroeste de España, con capital francés para su materialización. En 1863 las

[57] Ibídem, pp. 199-205.

[58] Ibídem, pp. 251-255.

obras prosiguen a buen ritmo, ya que la orografía del trazado presenta pocas dificultades y tan sólo la falta de mano de obra durante épocas de actividad agrícola era causa de ralentización de las mismas. La industria ferroviaria hacía uso de trabajadores locales, que hasta ese momento eran simplemente campesinos, presagio de los futuros cambios y la movilidad de la masa rural a nuevos sectores productivos.

En este caso también la contrata principal fue para un francés, M. Debrousse, habiéndose escogido como inspectores de la ejecución a los ingenieros españoles Gabriel Rodriguez y Eduardo Saavedra. De este último pueden encontrarse numerosas reseñas sobre la marcha de las obras en la *Revista de Obras Públicas*.

En la década de los 60 se empieza a estudiar la viabilidad de una nueva línea aprovechando el corredor del Duero, introduciendo un ramal transversal que conecte y complemente a puntos de la red radial existente[59]. El Gobierno encargó este estudio inicial en 1863 a don Antonio Marqués, que propone como solución unir Valladolid con Ariza, sin atravesar sierras ni grandes montes. El primer documento conocido es el proyecto de Pablo Boucher de la Martinière de 1864, siendo concesionario Mariano de Mas. Tras variaciones de trazado, el proyecto es definitivamente aprobado en 1891, con el traspaso de la concesión a la Compañía de Ferrocarriles M.Z.A. que redacta un modificado a los anteriores firmado por E. Simón en 1892.

Los edificios corresponden a otros proyectos complementarios sucesivos, comenzándose las obras en marzo de 1892 e inaugurándose la línea el 1 de enero de 1895. La mano de técnicos extranjeros también entra en esta construcción, ya que las tipologías metálicas de los puentes son desarrolladas por la oficina técnica y la constructora de T. Seyrig (durante un tiempo socio de Eiffel).

Las posibilidades de las cuencas mineras del norte de la región también entraron en juego a la hora de proponer nuevas concesiones ferroviarias que permitieran la conexión entre nudos extractivos y productivos. Así nació la línea entre La Robla y Valmaseda, de la mano del ingeniero del cuerpo de minas D. Mariano Zuaznavar Arrazcarreta[60]. Suya fue la

[59] Ibídem, pp. 158-159.

[60] Fernández, P. (2003), *El ferrocarril hullero de La Robla a Valmaseda 1890-1972*. Salamanca: Junta de Castilla y León. Consejería de Educación y Cultura, pp. 39-40.

tramitación del proyecto inicial, fechado en 1889 y obteniendo la concesión definitiva en enero de 1891. La idea de Zuaznavar era conseguir este permiso para posteriormente transmitirlo a una sociedad que lo construyera y gestionara, y de esta manera se constituye la compañía Ferrocarril Hullero de La Robla a Valmaseda S.A. en abril de 1890.

En la construcción participaron mayoritariamente contratistas vascos, alguno de los cuales siguieron más tarde en el consejo de administración de la Sociedad como consecuencia de su carácter inicial de accionistas como garantía y depósito del cumplimiento de sus obligaciones como constructores.

La dirección de obra fue llevada a cabo por José María Oráa, realizando para ello estudios complementarios en la definición de detalle[61]. La construcción se efectuó entre los años 1891 y 1894, entrando también la contrata belga Fumet, de Chaleroi, en la construcción de varios puentes. La baja que propuso esta casa foránea era mucho más ventajosa que las ofertas de los Altos Hornos de Bilbao o Talleres Zorroza, si bien estos últimos tuvieron que completar la ejecución de los tramos sobre el Carrión, el Nela y el Ebro. El trazado se inauguró finalmente el año 1895.

Por último, dentro de las líneas fomentadas durante estos años, hay que señalar la correspondiente al ferrocarril Santander-Mediterráneo[62]. Aunque existieron algunos antecedentes de propuestas para Madrid-Burgos-Santander (el denominado Ferrocarril del Meridiano), su origen se remonta a 1908, año en que se convoca concurso para el estudio del tramo Ontaneda a Burgos, Soria y Calatayud. Inicialmente se incluyó dentro de los ferrocarriles estratégicos, con un ancho métrico, siendo promovido por las correspondientes Diputaciones de las diferentes provincias que atravesaba. El concurso es ganado por José Aguinaga y Keller, el cual presentó su proyecto asesorado por su padre Ramón de Aguinaga, siendo aprobado en 1912.

En un principio, tal como se explica en la propia memoria de este primer proyecto, la propuesta, se pretendía fuese construida por empresas extranjeras (en principio francesas)

[61] Fernández, P. (2003). *El ferrocarril hullero…*, pp. 111-112. Véase también: Fernández, J.; Zaita, C. (1987). *El ferrocarril de la Robla*. Madrid: Fundación de los Ferrocarriles Españoles y Aldaba Ediciones, pp. 175-181.

[62] Wais, F. (1974). *Historia de los ferrocarriles españoles*. (2ª edición). Madrid: Editora Nacional. pp. 425-427.

con capitales disponibles para acometer su ejecución. Con el estallido de la Primera Guerra Mundial todos estos movimientos se paralizaron; esta contienda fue una oportunidad de negocio para algunas compañías inglesas dedicadas a la minería, y la aprovecharon para acaudalar nuevas fortunas. Pero su realización no fue inminente ya que, con vistas a su potencial estratégico militar, el Ministerio de la Guerra solicitó se cambiaran las condiciones iniciales para que su trazado se desarrollara con ancho ibérico y que cruzara por Trespaderne (con objeto de permitir una futura conexión con el nudo de Miranda hacia Bilbao). El proyecto definitivo tiene fecha de 1921. Ya en 1924 se constituye la Compañía del Santander-Mediterráneo, con la transferencia de todo el capital desde la empresa *The Anglo-Spanish Cº Ltd.*, fundada en Londres para comenzar una serie de negocios en España y que fue la concesionaria inicial de la línea.

Las obras comenzaron en 1925, y la primera sección se finaliza en 1927 entre Burgos y Cabezón de la Sierra, terminándose de forma definitiva en 1930 a un ritmo medio de unos 60 km por año. Pero queda por ejecutarse el último tramo entre Cidad y Ontaneda, el cual se había paralizado por un Decreto de 1927 con el que el Estado se reservaba el derecho a realizar modificaciones sobre su trazado. La línea quedó finalmente sin esos últimos 60 km que habrían permitido realmente unir los mares Cantábrico y Mediterráneo.

6.- Estado de la técnica y evolución del cálculo de estructuras

Los tratados clásicos de construcción de estructuras hasta el s. XIX no eran sino compendios de reglas y métodos de cómo de vías ser proyectadas y ejecutadas las fábricas, transcribiendo la sabiduría de la tradición que había servido en la transmisión de conocimientos de los maestros de obras más experimentados, y los cánones clásicos.

La metodología sobre la que se basaba la sabiduría acumulada no era otra que la observación directa de los resultados, la prueba y el error, que permitían a los constructores adivinar el comportamiento de las estructuras y establecer conclusiones a modo de reglas de buena práctica.

Estas reglas solían regirse por estudios de proporcionalidad, disposiciones más adecuadas de los elementos resistentes principales, rangos de luces y alturas, muchas veces mezclando con ellos conceptos estéticos (a veces también asociados a la estilística propia de las etapas artísticas) para que la solución a ejecutar siguiera los cánones de armonía y hermosura, o a los órdenes clásicos de construcción.

Pueden citarse varios libros clásicos como "Los diez libros de Arquitectura" de Vitrubio o León Batista Alberto, las "Medidas del Romano" de Diego de Sagredo, la "Regla de los cinco órdenes de la Arquitectura" de Jacome Vignola, o los "Cuatro libros de Arquitectura" de Andrea Palladio, cuyos contenidos sugieren las consideraciones constructivas que se empleaban desde el s. XVI. De hecho, bien entrado el s. XVIII no existía una tradición calculista en el ámbito de la construcción, a pesar de los estudios que se habían iniciado en los siglos anteriores en el ámbito de la elasticidad y resistencia de materiales.

Hasta esta época, no se realizaban estudios previos de materiales o cálculo de estructuras, a que se usaban los medios disponibles, buscados y elegidos pero no diseñados:

la madera y la piedra. Los trabajos y escritos acumulaban las artes de construcción pero no el cálculo como tal, que no se realizaba.

No obstante durante el diseño de las construcciones, en el trazado de los planos previos, sí podía observarse el uso de la geometría para el desarrollo de las distribuciones de los espacios y, sobre todo, en las necesidades de soportes o muros de carga para transmitir de una forma adecuada las cargas hasta el terreno de apoyo buscando que ésta se realizara de forma vertical, dando las dimensiones y formas necesarias para que los esfuerzos fueran únicamente de compresión. Esto provocaba que, cuando se recurría a la disposición de dinteles para la formación de huecos, tuvieran que recurrir a macizos que dejaran a la construcción del lado de la seguridad, condiciones que en ese momento no se podía controlar de otra manera.

Durante el s. XIX se produce una radical transformación de esta metodología, introduciéndose el diseño a partir del conocimiento científico de lo resistente. Los trabajos de Navier, Cauchy, Castigliano, Mohr, Rankine, Culmann, entre otros, acercan el método científico al entorno de la construcción. A partir de este momento aparece la ingeniería como disciplina que busca la aplicación de estos planteamientos, desarrollando técnicas, métodos y tipologías cada vez más complejas y atrevidas: Telford, Pratt, Warren, Polonceau, De Dion, Stephenson, Eiffel...

Este desarrollo conceptual se produce de forma casi exclusiva con el uso como material del hierro y posteriormente el acero, cuya industria crecerá de forma simultánea y paralela a los descubrimientos que se estaban realizando de manera consecutiva en el comportamiento de dichos materiales, de sus características propias y métodos de producción. Se desarrolla una teoría completa de la flexión y la torsión, en aras de conocer las relaciones entre cargas, esfuerzos internos y deformaciones, así como el conocimiento de los límites resistentes de los materiales utilizados.

En particular, se produjeron durante el s. XIX numerosas discusiones en torno a la idoneidad y el futuro de la implantación de estas novedades, comenzando una discusión entre los métodos academicistas tradicionales y los más innovadores y aventurados técnicos y constructores.

Dentro de esta polémica queda inmerso el enfrentamiento entre los arquitectos (que hasta el momento poseían una competencia casi exclusiva sobre todo tipo de construcciones y veían peligrar su posición) y la nueva profesión de ingeniero que surgía con fuerza, e intentaba buscar aplicaciones a los numerosos avances científicos que se venían consiguiendo durante décadas.

Varios ejemplos de estos debates (que dejaban en cierto modo al descubierto un cierto carácter experimental a las propias construcciones definitivas, comprobando el comportamiento real de las estructuras), queda reflejado en los artículos de las publicaciones de la época, muchos de ellos traducidos de otras noticias o ediciones del extranjero (por ejemplo en la *Revista de Obras Públicas*, o en *Anales de la Construcción y de la Industria* en España).

La arquitectura, tal como se entendía hasta ese momento, poseía una formación marcadamente academicista y muy conservadora en lo que respecta a los métodos, basados en las experiencias de las construcciones en piedra. En sus desarrollos, los arquitectos defendían que las proporciones y las formas que utilizaban en sus diseños, avalados por una herencia milenaria y plasmada en numerosos tratados, permitían de forma simultánea ejecutar construcciones sólidas y a la vez armónicas y bellas, apoyándose en los principios que los diversos estilos artísticos se habían producido durante la Historia. Los ingenieros, por su parte, no negaban estos principios (que también conocían y a veces utilizaban), pero señalaban que estaban basados en un conocimiento puramente empírico de los materiales usados hasta ese momento: madera y piedra.

La entrada en juego del hierro y posteriormente el acero, fue el desencadenante de un nuevo desarrollo que debía basarse en el conocimiento de este material y la búsqueda de la manera de aplicarlo introduciendo además nuevas variables de diseño: la economía, la funcionalidad y la rapidez de ejecución. Con estas bases se estudiaban también, por la facilidad que las fundiciones tenían para ello, sistemas de seriación y prefabricación. No obstante, también hay que reseñar que el conocimiento técnico casi siempre ha ido un paso por detrás de los hitos constructivos, las construcciones más arriesgadas, y es por eso que en ocasiones la ignorancia sobre ciertos fenómenos particulares o locales, o el cambio en los parámetros utilizados en su cálculo, provocaba estrepitosos fallos o accidentes en estructuras ya puestas en servicio. Son numerosos los casos, por ejemplo, de catástrofes con puentes colgantes a lo largo del s. XIX, a veces por fenómenos aerodinámicos no

estudiados[63], y otras veces por falta de mantenimiento de los mismos que acababa por rebajar las garantías de seguridad de los elementos resistentes principales.

6.1- La evolución teórica y tecnológica

En un repaso cronológico a los principales avances tecnológicos en materia de resistencia de materiales y métodos de cálculo, puede distinguirse dos tendencias diferenciadas: los que pretendían que las ejecuciones se basaran en todo momento en conocimientos teóricos (como ocurre con la escuela francesa y los ingenieros de la Ècole des Ponts et Chaussès de París), frente a otros técnicos que tendían a la aplicación de métodos empíricos o experimentales (como ocurre con varios técnicos ingleses).

En la siguiente enumeración se pretende realizar un histórico más o menos exhaustivo a los avances en teoría y cálculo de estructuras, junto a alguno de los hitos constructivos más importantes entre los años 1779 y 1932[64]:

[63] Manterola, J. (2006). *Puentes: Apuntes para su diseño, cálculo y construcción…*, pp. 35-36.

[64] La elaboración de este listado se ha realizado a partir de la consulta de numerosa bibliografía especializada, contrastando de forma particular los datos correspondientes a fechas y patentes:

Arenas, J. J. (2002). *Caminos en el Aire. Los puentes*. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Colección Ciencias, Humanidades e ingeniería, 57

Aguiló, M. (2008). *Forma y tipo en el arte de construir puentes*. Madrid: Abada Ediciones SL

Fernández, L. (1999). *Caminos sobe el agua. Visión histórica universal de los puentes*. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Colección ciencias, humanidades e ingeniería.

Heyman, J. (2001). *La ciencia de las estructuras (The Science of structural engineering)*. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Heyman, J. (2004). *Análisis de estructuras: un estudio histórico*. Madrid: Instituto Juan de Herrera

Kruft, H.-W. (1994). *A history of architectural theory: from Vitruvius to the present*; Ronald Taylor, Elsie Callander, Antony Wood (versión inglesa). New York: Princeton Architectural Press

Kurrer, K.-E. (2008). *The History of the Theory of Structures: From Arch Analysis to Computational Mechanics*. Berlin: Ernst & Sohn

Leonhardt, F. (1980). *Ponts / Puentes*. Laussanne, Suisse: Presses Polytechniques Romandes.

Manterola, J. (2006). *Puentes: Apuntes para su diseño, cálculo y construcción. TOMO I*. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Colección Escuelas.

Navascués, P. (2007). *Arquitectura e ingeniería del hierro en España (1814-1936)*. FUNDACIÓN IBERDROLA. Madrid: Ediciones El Viso.

Serna, J.; Rui-Wamba. J. (2006). *Los puentes del tren*. Madrid: Fundación ESTEYCO, 2006.

1779

Se ejecuta el Puente de Coalbrookdale, en Escocia, construido por Abraham Darby III por iniciativa y diseño de Thomas Farnolls Pritchard y considerado como el primer puente metálico de la historia. Cruza sobre el río Severn en el Condado de Shropshire mediante una serie de arcos de hierro fundido. La construcción fue declarada patrimonio de la Humanidad en 1986.

1786

Victor Louis usa el hierro para la ejecución completa de las armaduras de cubierta del Teatro de Palais Royal de Paris.

1793

La preocupación por la durabilidad y estabilidad al fuego de las estructura industriales, que hasta la fecha se ejecutaban mediante muros resistentes con forjados y cubiertas de madera, se hace cada vez más presente en los proyectistas que encuentran en el

Timoshenko, Stephen P. (1953). *History of strength of materials*. New York: McGraw-Hill

Todhunter, I.; Pearson, K. (1863). *A History of Theory of Elasticity and of the Strength of Materials from Galilei to the present time. VOL. II*. Cambridge: Cambridge University Press.

hierro fundido una posibilidad de construir edificios con mejores características de seguridad, sobre todo para evitar la propagación de los incendios entre locales contiguos.

Se reconoce como la primera experiencia de este tipo a la fábrica Calico Mill de Derby, diseñada por William Strutt. Se trata de un edificio de seis plantas, en los que se disponen filas de pilares cruciformes de fundición. Los forjados introducen como novedad un sistema de bovedillas de ladrillo con viguetas de madera. Para mejorar su resistencia a la propagación del fuego, Strutt propone revocar la cara inferior de las viguetas de madera, y cubrirlas con arena superiormente, añadiendo una chapa de hierro entre las bovedillas y el entarimado final, todo ello dentro de esta misma construcción fabril.

1796

Tomando como partida la propuesta de Strutt, Charles Bage diseña la fábrica de hilos de lino de Dittherington, cerca de Shrewsbury. En este caso la fundición se usó no sólo para las columnas, sino que también las vigas de forjado se ejecutaron con este material, rellenándose los forjados de los cinco pisos que lo constituyen con bovedillas de ladrillo, con una extensión en planta de 12 x 55 m.

Fábricas posteriores aprovecharon estas experiencias aumentando las luces de las vigas de forma progresiva, y adaptando la forma de sus perfiles con añadidos en la parte inferior que permitían un sencillo apoyo de los arcos de ladrillo del entrevigado. Estos salientes acabarían por derivar en el perfil en "doble T" que luego se mostraría como mecánicamente óptimo a efectos resistentes.

1798

Uno de los nombres propios en la Ingeniería Civil de esa época, Thomas Telford, termina la construcción de un nuevo puente metálico sobre el río Severn, cerca de Buildwas. La tipología es un arco segmentado de 6,1 m de flecha, con una luz total de 130 pies y una altura de 27 pies, utilizando menos de la mitad de material que el utilizado para el Puente Coalbrookdale, y consiguiendo salvar una longitud mayor que éste.

Telford será más tarde reconocido por sus trabajos en puentes colgantes, escribiendo sucesivas revisiones de tratados teórico-prácticos sobre esta tipología.

1801

James Finley construye un puente colgante de 21 metros de largo en Jacob's Creek, entre Uniontown y Greenburgh (Estados Unidos), tras lo cual patentó su sistema y construyó hasta 8 puentes más.

1807

Thomas Young propone la existencia de una relación entre la carga aplicada y la deformación elástica al introducir el concepto del módulo de elasticidad.

1817

Con objeto de servir de base para la unión de palastros y formación de piezas compuestas mediante roblonado, se idea el perfil angular para su producción en serie como elemento auxiliar.

1818

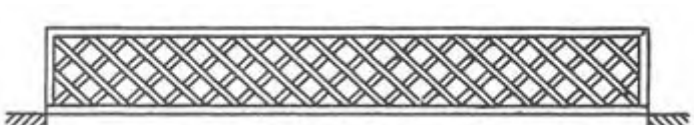
Se empieza a introducir el hierro fundido en las estructuras resistentes de algunos edificios, aunque todavía se mantiene la estética de los materiales tradicionales, sin tener en cuenta las posibilidades estéticas del nuevo material. Un ejemplo muchas veces utilizado es el Royal Pavillon de John Nash en Brighton, con una cúpula de hierro en forma de bulbo de diseño neoindio o neohindú, como herencia interpretativa de las construcciones presentes en la colonia británica. La estructura queda oculta al exterior, pero pueden disfrutarse de sus columnas de fundición en la distribución de huecos interior.

Fuente: www. Freefoto.com

1820

En la construcción de los ferrocarriles y caminos americanos se utilizaron en numerosas ocasiones estructuras de madera. El diseño de alguno de estos entramados fue la base sobre la que posteriormente, una vez asentados los conocimientos sobre cálculo estructural, se realizaron propuestas para la ejecución de estructuras mixtas mediante la adición de barras metálicas en aquellas partes más solicitadas. Más adelante, cuando el material permitía una economía mayor en su producción, las celosías se realizaban íntegramente con hierro laminado.

El arquitecto Ithiel Town patenta el diseño de una de estas tipologías en 1820, mediante una doble pared de entramado de madera y que luego evolucionó hasta la cercha que se conoce actualmente con ese nombre.



1826

Henri Navier redacta su "*Resumé des leçons donnees á l`Ecóle des Ponts et Chaussées*" correspondientes al curso de 1824, donde se recoge la base de la teoría de la elasticidad, introduciendo la hipótesis de que caras planas permanecen planas tras la deformación de

una pieza, así como formulaciones para calcular la posición de la fibra neutra de una sección sometida a flexión.

Se construye el puente colgante sobre el estrecho de Menai, de Thomas Telford, salvando un vano de 176 m con cables de cadenas a las que se recubre con aceite de linaza para mejorar su durabilidad.

1834

Se construye el Pont Carrousel de París, obra de Antoine-Remy Polonceau, en cuyo diseño ya se incluyen piezas tubulares de fundición para la formación de los arcos. Como mejora e innovación, dispone los arcos a la interdistancia de las vigas superiores, e introduce dentro de éstos listones de madera en el hueco de las piezas para conseguir mejorar sus características de durabilidad y resistencia a flexión, consiguiendo que sean casi autoportantes, mitigando las vibraciones. El hueco de los tímpanos se rellena mediante unos aros metálicos de cuidado diseño, transmitiendo de forma directa las cargas desde las vigas del tablero, y los arcos quedan unidos entre sí mediante codales para arriostrar el conjunto.

Sus detalles constructivos fueron publicados por Polonceau en 1839 ("*Notice sur le nouveau systeme de ponts en fonte, suivi dans la construction du pont Carrousel. Fain et Thunot*". París, 1839), y el puente fue retratado por numerosos artistas de la época en sus cuadros y grabados.

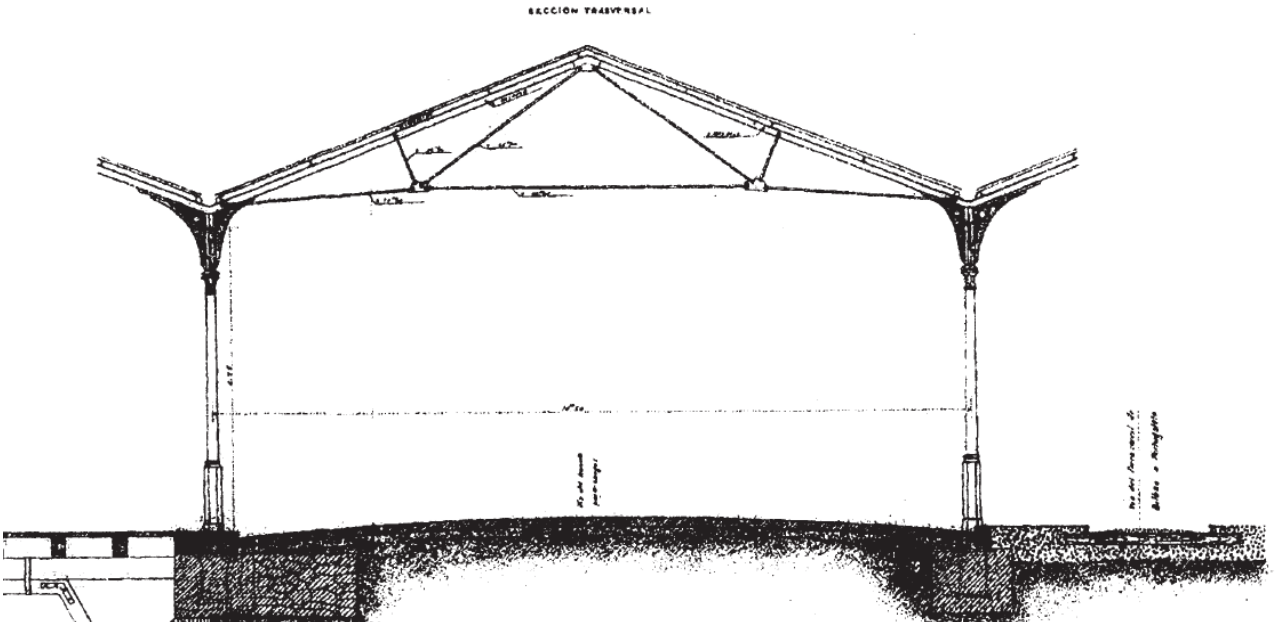
El puente de Triana de Sevilla (construido entre 1845 y 1852) es una réplica del parisino, una de las posibilidades que la fabricación metálica permitía realizar de forma más sencilla que otras metodologías constructivas.

1837

Dada la necesidad de disponer caras plana para el apoyo de las vigas, se desarrolla el perfil con forma de cajón hueco y en "doble T" para ser producidas en serie. La idea inicial no

necesitó esperar a comprobar que esta forma tenía ventajas estructurales por su eficiencia mecánica, ya que resultó conveniente por razones constructivas.

Polonceau patenta su celosía o cercha de cubierta. Su invención permitió resolver con el mínimo número de piezas posibles luces de hasta 14 metros para su variante más sencilla. Consiste, además de las barras que conforman las dos aguas superiores y que constituyen los denominados pares, con dos jabalcones en forma de biela en el centro de cada una de las dos aguas, y perpendiculares a las mismas, trabajando a compresión; junto a ellas, cinco piezas en tracción, totalmente iguales, que integraban dos barras desde los extremos hasta cada una de las bielas, y otras dos desde este punto hasta el centro de la cercha, además de a una última que hacía de tirante intermedio. Cada una de las piezas del par constituye una viga armada, y se unen por el tirante intermedio.

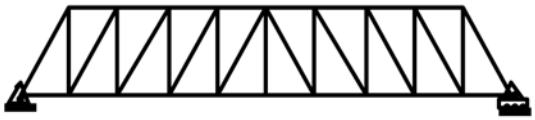


Ejemplo de cubierta tipo Polonceau

1840

La primera construcción conocida de estructura metálica en España corresponde a la pasarela del Parque de la Alameda de Osuna, en Madrid, data de la década de 1830-1840.

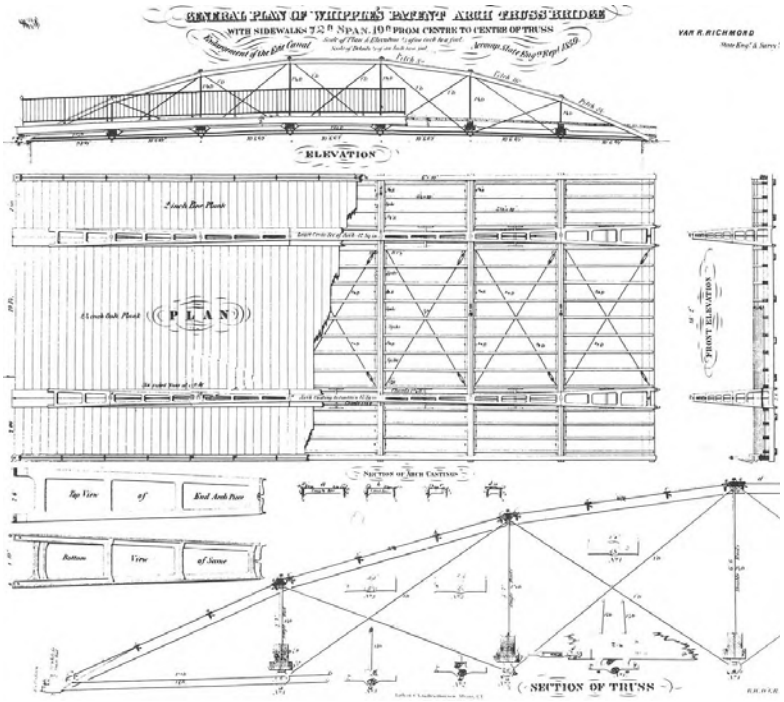
D.C. Harris patenta este mismo año una simplificación de viga en celosía propuesta anteriormente por William Howe en sus construcciones, dándola su nombre.



1841

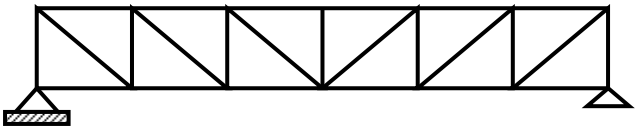
En Estados Unidos, Squire Whipple introduce por primera vez la tipología bow-string patentando esta tipología. Su diseño, arco-tirante intenta que cada parte de la estructura trabaje de acuerdo con su forma: el arco a compresión (de fundición) y el tirante en tracción (de hierro forjado, como las diagonales).

El conjunto permite obtener un puente casi transparente por la ajustada sección de las piezas que exige cuando se realiza un cálculo con este objetivo. Es la primera innovación tecnológica realizada por estadounidenses a la técnica de construcción de puentes metálicos, una vez reconocida su aportación con la publicación de su libro "*A Work on Bridge Building*" en 1847. Un ejemplo de su construcción todavía en uso es el de la granja de Normanskill, en el condado de Albany de Nueva York, datado en 1867.



1844

Caleb Pratt y su hijo Thomas patentan otra tipología de viga en celosía de uso muy extendido en los trazados españoles de finales del siglo XIX. Esta tipología presenta dos cordones principales, una superior a compresión y el segundo inferior a tracción, con diagonales a 45º y montantes verticales.

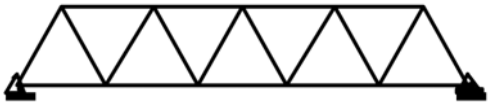


1847

En Inglaterra se redacta la primera norma específica para puentes metálicos, "*Report on the application of Iron Railway Structures*" a partir de una comisión de expertos ingenieros que recomendaban la utilización de la tipología bow-string para grandes luces, pero que curiosamente se declara no apta para valorar las posibilidades que ofrecen los entramados o celosías. Este detalle muestra el cierto grado de ignorancia sobre el que se proyectaba, y la cierta audacia de los diseños, que a veces se ensayaban experimentalmente con las propias construcciones en base a ejecuciones similares en otras ubicaciones.

1848

James Warren patenta la celosía que lleva su nombre, en Inglaterra. Este tipo de vigas eliminan las montantes verticales, introduciendo una serie de diagonales en zig-zag. Se conoce como el aporte europeo a la tecnología de vigas rectas, presentando hasta seis modelos diferentes en función de los materiales que constituían las barras (fundición o hiero forjado para distintas opciones de cordones y diagonales).



1849-1850

En 1849 se termina la primera construcción de una estructura de puente con sección cajón cerrada (puente tubular), obra de Robert Stephenson (hijo de uno de los desarrolladores de las primeras locomotoras). Es el denominado puente de Conway, al norte de Gales, en el que los trenes circulaban a través de su sección tubular hueca. El empleo de estas soluciones todavía despertaba una cierta controversia. Es por esto que, en previsión de posibles fallos por factores no tenidos en cuenta, construyó las pilas en forma de torre, sobrepasando la altura estricta para los apoyos, con objeto de poder ser utilizadas para tender cadenas de sujeción en caso de que fuera necesario.

Fuente: www.ncl.ac.uk (Newcastle University)

Stephenson termina en 1850 otro puente de sección hueca, el Britannia, ubicado en el estrecho de Menai. En la construcción se introdujo una carga a negativos con los apoyos descendidos en las pilas intermedias, con objeto de compensar los esfuerzos al elevar esto puntos a su posición definitiva. Se diseñaron específicamente para este puente máquinas de remachado y roblonado neumáticas, y los vanos centrales, por razones de navegabilidad, fueron construidos en la orilla, y transportados mediante barcazas para ser luego izados hasta su posición definitiva.

Su diseño se basaba en un desarrollo sobre modelos reducidos a escala, con el que había podido detectar ciertos problemas de pandeo lateral y abolladura y para los que introdujo una serie de rigidizadores en la sección transversal. En los cálculos y el diseño previo se acompañó de William Fairbairn (experto en fabricación de piezas metálicas) y Eaton Hodgkinson (físico investigador de la rotura de vigas), con los que ya había colaborado anteriormente en la construcción de la línea Liverpool-Manchester de ferrocarril. Tantearon varias soluciones iniciales, con formas circulares o elípticas, hasta comprobar experimentalmente con los ensayos que la rectangular era la que menor predisposición poseía al pandeo lateral, además de certificar que el diseño óptimo se conseguía al dividir en distintas celdas el ala en compresión de las vigas, ya que el fallo se producía en zonas comprimidas.

La experiencia positiva obtenida con el puente de Conway fue una comprobación de sus teorías, lo que le animó a continuar con esta tipología.

Fuente: McCord Museum

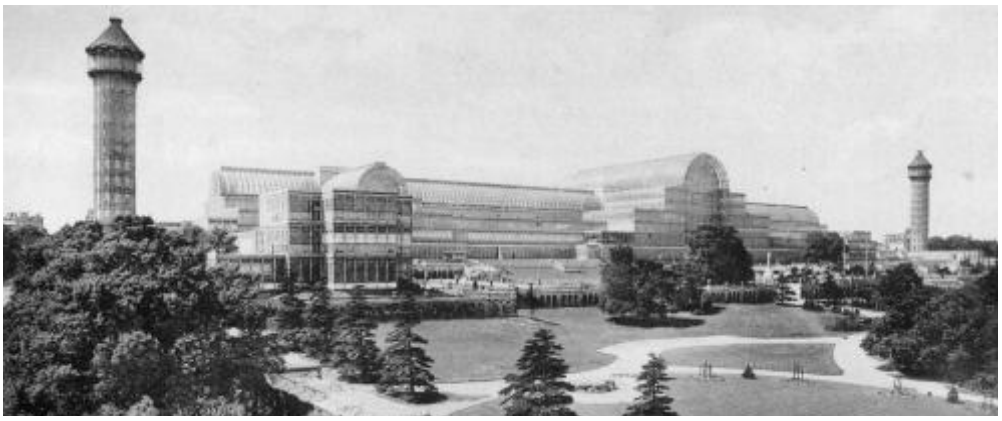
El ingeniero ruso D. J. Jourawski sistematiza el método de los nudos, mediante el cual pueden obtenerse los esfuerzos en las barras de una celosía haciendo el equilibrio de las fuerzas que llegan a cada nudo. Publicó las conclusiones de los diversos estudios que llevaba realizando en el cálculo de puentes de ferrocarril tipo Howe desde 1844 (*Zhurnal Glavnago Upravlenia Putej Soobchenia i Publichnih Rabot*).

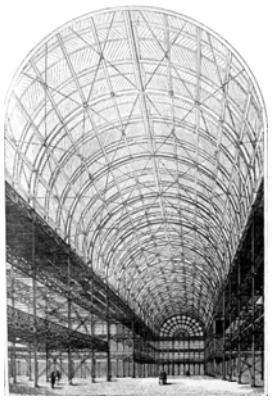
1851

Se publica el libro "*Theorie der Brückenbalkensysteme*", donde el alemán J.W. Schwedler establece la relación entre los esfuerzos cortantes y los momentos flectores, de los cuales los primeros resultan por derivación. El autor señalaba la importancia de conocer que los máximos flectores se producían en los puntos donde el cortante cambiaba de signo:

$$V(x) = \frac{\partial M(x)}{\partial x}$$

En Londres se celebra la Exposición Universal con el Palacio de Cristal (Crystal Palace) diseñado por Sir Joseph Paxton, que había experimentado con hierro y cristal en la construcción de grandes invernaderos. En el concurso, resultó determinante la rapidez y facilidad constructiva de la propuesta de Paxton, una de las grandes ventajas que las estructuras metálicas ofrecían en este momento: producción masiva de piezas seriadas, prefabricación y montaje sencillo en obra, y posibilidad de recuperación de los materiales para otras ejecuciones.





1852

Termina la construcción del puente de Triana o de Isabel II en Sevilla, obra de Steinacher y Bernadet, y réplica de su gemelo en París: el puente de Carrousel que Polonceau había ejecutado 18 años antes.

1853

Barré de Saint Venant presentó a la Academia Francesa "*Memoria sobre la torsión*" estableciendo las bases teóricas del comportamiento estructural a este tipo de solicitaciones. Su publicación se hizo efectiva en 1855. Esta teoría se adapta a la general de flexión y en sus estudios consigue una solución al problema de la torsión uniforme, con un método de cálculo semi-inverso para el caso elástico.

1854

El ingeniero francés Bresse publica "*Reserchas Analytiques sur la Flexión et la Résistance de Pieces Courbes*", con métodos para la resolución de arcos y otras vigas curvas.

1855

Bertot publica en las *Memories* de la Sociedad de Ingenieros Civiles de Francia las ecuaciones del "Teorema de los tres momentos", sin que en principio se le atribuya ninguna credibilidad a sus trabajos. No obstante, históricamente se reconoce este avance como el comienzo de la moderna Teoría de Estructuras.

1856

Se introduce la novedad del horno convertidor para la producción de acero, invención del inglés Henry Bessemer. Con este proceso se consigue disminuir los costes de producción del acero haciéndolo más asequible, y homogeneizando las propiedades del material además de mejorarlas, lo que provocó un aumento notable en su uso en las sucesivas décadas. Consiste en insuflar aire desde el fondo del horno, de forma que burbujee a través de hierro fundido; de esta manera el carbono de la mezcla genera más calor, refinando así el material resultante y aumentando notablemente su calidad final.

1857

Tomando como base y con los mismos términos que Bertot propuso en 1855, Clapeyron expone de nuevo el Teorema de los tres momentos ante la Academia Francesa de Ciencias, mediante el cual puede analizarse una viga de n-apoyos, tras comprobar que existe una relación entre los momentos presentes en tres de los apoyos con respecto a las cargas del conjunto de la viga, sin más que aplicar la ecuación del método cada tres apoyos sucesivos de la viga.

Federico Luigi Menabrea expone su "*Teorema del trabajo mínimo*" abandonando el concepto de cuerpo rígido para abrazar el del elástico deformable:

"*En un sistema de cuerpos elásticos, el valor de las reacciones hiperestáticas, correspondientes a los enlaces superabundantes, hacen estacionario el potencial interno del sistema*".

Se adoptan los primeros criterios en lo que se refiere a seguridad estructural, criterio de Rankine también llamado criterio de la tensión normal máxima, a partir de ensayos con modelos reducidos.

$$n_s = \min\left(\left|\frac{S_{adm_t}}{\max(0,\sigma_1)}\right|, \left|\frac{S_{adm_c}}{\max(0,\sigma_3)}\right|\right)$$

1862

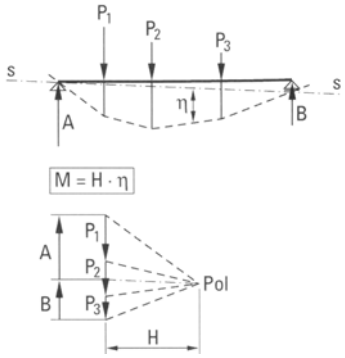
A. Ritter publica "*Elemetare Theorie und Berechung eisner Dach und Brücken-Constructionen*", donde realiza una nueva aportación con el método de las secciones para el cálculo de esfuerzos en barras de celosías estáticamente determinadas. El método consiste en realizar un corte ficticio a la estructura por una determinada sección, de forma que estableciendo el equilibrio del trozo resultante permitía (mediante la formulación básica) obtener esfuerzos en barras intermedias. Este procedimiento podía repetirse en distintas secciones hasta obtener todos los esfuerzos necesarios.

1864

Basado en criterios de equilibrio energéticos, igualando la energía interna de deformación y el tr4abajo mecánico de las cargas externas, Clerk Maxwell enuncia su "Método de las Distorsiones o Desplazamientos Recíprocos" y también conocido como Teorema de Maxwell:

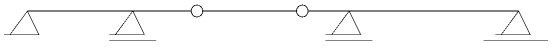
"*Si en un sistema elástico actúa una causa en un punto, A, la deformación que se produce en otro punto del sistema, B, es igual a la que se produciría en A si la causa actuase en B*"

1866



Los cálculos de estructuras comienzan a exigir mucho tiempo en la revisión de las numerosas operaciones matemáticas que son necesarias, por lo que se abre el interés por encontrar métodos que simplifiquen esta parte tediosa o que eviten arrastrar errores en estos cálculos intermedios. Karl Culmann recoge en su libro "*Die Graphische Statik*" (Estática gráfica, el primer libro de esta categoría) una serie de metodologías de cálculo basadas en representaciones gráficas de las estructuras, con objeto de evitar el cálculo numérico.

Por su parte Henrich Gerber patentó la tipología de vigas Gerber, que más adelante se desarrollo hasta conocerse en los países anglosajones como cantilever. La novedad consistía en introducir articulaciones interiores a una viga continua hasta hacerla isostática y facilitar así su cálculo y la comprensión de su comportamiento.



La estructura se divide así en una serie de vigas simplemente apoyadas sobre otras partes también estructurales que funcionan como ménsulas. Permiten aunar las ventajas

operativas de las estructuras estáticamente determinadas, con el mejor aprovechamiento de las secciones que se consigue con las vigas continuas: por una parte el conjunto no sufre frente esfuerzos adicionales a causa de posibles asientos diferenciales en los apoyos intermedios, y por otra compensa parte de los momentos en centro de vano al aumentar los de signo negativo en los apoyos (que funcionan como voladizos). Además las vigas Gerber presentan la posibilidad de hacer realmente móviles las articulaciones, acumulando en éstas las deformaciones por temperatura.

1868

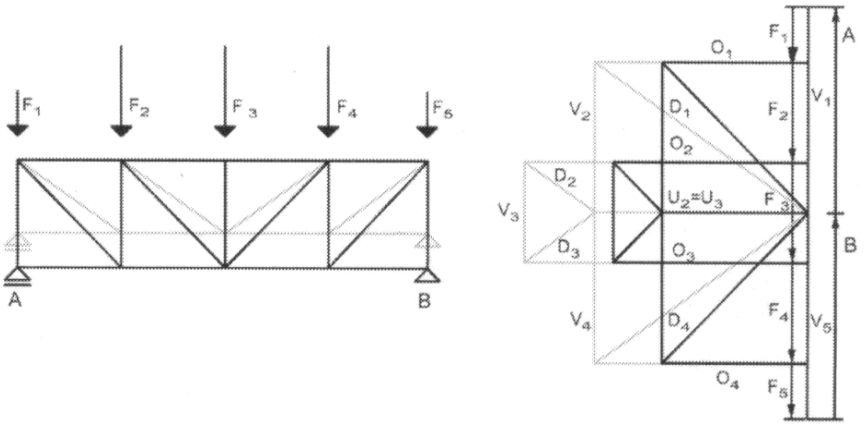
Emil Winkler introduce por primera vez el concepto de línea de influencia en su libro "*Die Lehe von der Elasticität und Festigkeit*", de forma casi simultánea a Otto Mohr. Este avance teórico luego demostrará su utilidad para poder intuir, sin tener que calcularlas, la respuesta de las estructuras respecto a la posición de las cargas. También publica su método de la viga elástica o viga flotante, que había utilizado para modelizar los carriles de un ferrocarril apoyado sobre un material elástico, introduciendo el concepto de interacción terreno-estructura (módulo de balasto).

1869

Comienza a sobresalir la figura de Otto Mohr, realizando avances en la resolución de vigas estáticamente indeterminadas con su Método de la viga conjugada.

1872

Antonio Luigi Cremona publica "*Le figure reciproche della statica grafica*" con las nociones y metodología de su sistema de resolución gráfica de estructuras planas.



Mientras tanto Eurico Betti trabaja en su Teorema de Reciprocidad basándose en los estudios realizados por Maxwell en 1864, y realizando una generalización de sus conclusiones:

"*En un sistema elástico, el trabajo realizado por un sistema de fuerzas (A), al aplicar otro sistema de fuerzas (B), es igual al trabajo realizado por el sistema (B) al aplicar el sistema de fuerzas (A)*"

1873

Alberto Castigliano publica su primer teorema o teorema de la energía interna, recogiendo y desarrollando los avances en esta materia de Maxwell y Betti en su disertación "*Intorno ai sistemi elastici*", conteniendo el Teorema de Trabajo Mínimo de Menabrea:

"*La derivada parcial del trabajo respecto de una fuerza, nos da el valor de la deformación que produce*"

1874

En Saint Louis, Estados Unidos, se termina la construcción del primer puente arco metálico que trabaja como tal, diseñado por James Buchanan Eads, y conocido como el puente Eads. La estructura cruza sobre el río Mississippi, y en su construcción se utilizaron cajones neumáticos presurizados, aprovechando experiencias anteriores de otras ejecuciones realizadas en Europa. El desconocimiento de los efectos que la

descompresión rápida produce en el cuerpo humano, provocó la muerte de hasta 14 obreros además de diversas patologías a un buen número de trabajadores durante la construcción de los cimientos y pilas.

Los actualmente conocidos como Teoremas de Mohr, fueron publicados de manera formal por Charles E. Greene este mismo año, quien los utilizaba en sus clases en la Universidad de Michigan:

"*El ángulo comprendido entre las tangentes en dos puntos cualesquiera de la línea elástica, es igual al área total del trozo correspondiente del diagrama de momentos flectores, dividido por el módulo de rigidez*".

"*La ordenada de un punto de la elástica, respecto a la tangente en otro punto, es igual al momento estático de la superficie de momentos flectores, comprendida entre las ordenadas de ambos puntos, respecto al punto primero, dividido por el módulo de rigidez*".

1877

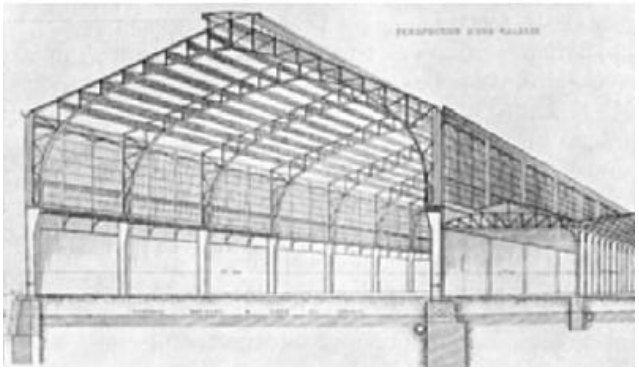
Finaliza la ejecución del puente de María Pía en Oporto diseñado por Teophile Seyrig, socio de Eiffel encargado de los trabajos de oficina técnica y cálculo. Se trata de un arco biarticulado que cruza sobre el río Duero cerca de su desembocadura, con una luz de 160 m. Con esta realización, se abandona el arco de canto constante y empotrado en los extremos, el cual sobredimensiona muchas de las secciones además de exigir un terreno de apoyo con capacidad suficiente para asumir los esfuerzos de empotramiento de sus extremos. Se eliminan de esta manera deformaciones y esfuerzos en sección de arranque debidos a variaciones de temperatura, que son absorbidos por las articulaciones.

La forma adoptada es coherente con su cálculo: visto en alzado, grueso en la clave, zona donde necesita sección para transmitir las cargas hacia los apoyos laterales, estrechándose a medida que se acerca a éstos. La forma en planta del arco es peculiarmente estudiada, ya que ofrece un canto mayor en los extremos para poder hacer frente a las

solicitaciones de viento lateral, mientras que va reduciéndose hacia el centro. Presenta por tanto una doble sección variable en las direcciones longitudinal y transversal, alcanzando los máximos cantos en secciones opuestas (clave del arco y apoyos) en función de las necesidades de cálculo. Constituyen las pilas una serie grandes construcciones en celosía, intentando de esta manera reducir el número de apoyos intermedios.

1878

Se celebra una Exposición Universal en París, en la que destaca la propuesta de Henri de Dion para el diseño de la Galería de Máquinas. La estructura novedosa consistía en una cercha en la que no había distinción entre las pilas y las vigas de cubierta, de forma que se evitaban transmisiones puntuales de esfuerzos en forma de empujes laterales hacia los soportes. Además, se buscaba evitar esfuerzos internos adicionales derivados de dilataciones o contracciones térmicas para lo cual se ideó un sistema articulado, reduciendo la sección en los apoyos y en cumbrera, en la que se procuraba permitir el giro libre y concentrando en este último punto las deformaciones de este tipo. No se necesitaban de tirantes intermedios para controlar las tracciones, permitiendo grandes luces libres sin limitaciones de espacio por esta condición, como ocurría con las habituales cubiertas tipo Polonceau que se usaron profusamente hasta este momento.



La estructura final poseía ciertas condiciones estéticas que han sido reconocidas por la Historia del Arte, en gran parte por las características generales que las estructuras metálicas de la época adoptaban: por un lado, el reconocimiento de la labor artesanal de las uniones, fuertemente roblonadas; la continuidad en los nudos viga-pilar hacían necesaria una celosía de barras que permitía una visión del conjunto muy limpia y semitransparente, apoyada por las dimensiones monumentales que de por sí poseía (35 metros de luz y 25

metros de altura). Este sistema constructivo sirvió de base para numerosos desarrollos de estaciones de ferrocarril en los años y décadas posteriores.

Por otra parte, Grashof publica "*Theorie der Elasticität und Festiigkeit"*, donde incluye sus avances en deformación de elementos flexionados debidos a los efectos del esfuerzo tangencial, continuando con los trabajos anteriormente iniciados por Jouravsky y Rankine.

1882

Se publica en *Civiling* un artículo de Christian Otto Mohr en el que se expone la metodología y aplicaciones de su conocido círculo, que permite conocer el estado tensional en un punto, incluyendo tensiones normales (σ) y tangenciales (τ), así como averiguar las orientaciones del sistema de referencia para las distintas combinaciones de σ-τ con el mismo estado tensional.

Seyrig diseña y construye el puente Luiz I en Oporto, ganando un concurso frente a su antiguo socio Eiffel. La solución permitía

1884

Termina la ejecución del conocido viaducto de Garabit sobre el río Truyère, en la localidad de Saint-Flour, Francia (línea de ferrocarril Marvejols – Neussargues), y construido por la empresa de Gustave Alexandre Eiffel. Sus dimensiones, junto a lo audaz de su diseño, los convierten en uno de los puentes más conocidos del autor y de las construcciones metálicas en general. El puente fue proyectado por los ingenieros Koechlin y Noguier, contratados por la empresa Eiffel.

El arco posee 112 metros de altura con un arco de 165 metros de luz, destacando por su peculiar forma en coherencia con la tipología estructural escogida: el arco biarticulado. Es similar al puente María Pía de Oporto, diseñado por Seyrig.

Una parte de la tecnología constructiva de este momento (puentes en arco y cubiertas de grandes dimensiones en estaciones de ferrocarril y naves o almacenes) se decanta por las articulaciones como método adecuado para evitar problemas por sobredimensionamiento en arranques y necesidades excesivas en los apoyos, además de conseguir puntos de giro que absorban las deformaciones no debidas directamente a cargas gravitatorias.

1886

Se publica el conocido como "*Principio de Müller-Breslau*", la base teórica que permite la construcción metódica de las denominadas líneas de influencia según el concepto amasado por Winkler y Mohr en 1868:

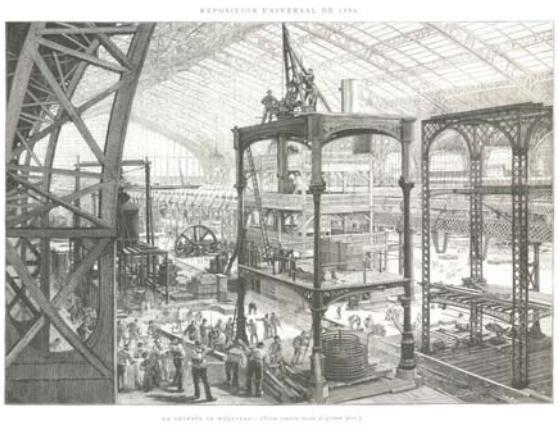
"Las ordenadas de la línea de influencia o superficie de influencia para cualquier acción interna o carga reactiva son proporcionales a los desplazamientos que se obtienen eliminándose el vínculo que causa dicha acción interna o reacción e introduciendo en su lugar una deformación o desplazamiento correspondiente".

El principio es aplicable tanto a vigas estáticamente determinadas como indeterminadas, siendo una herramienta muy potente para conocer la situación de los estados de carga pésimos en determinadas secciones de una estructura.

1889

En la nueva Exposición Universal de París, el arquitecto Charles Louis Ferdinand Dutert y el ingeniero Victor Contamin construyen una nueva Galería de Máquinas que salva una luz de 110,6 m, mediante arcos triarticulados en forma de nave invertida. El diseño parece un desarrollo de la propuesta realizada por Henri de Dion en la exposición de 1878, pero adaptando la forma a unas dimensiones mucho mayores y diseñando para ello nuevas

celosías para conseguirlo. Las articulaciones en los apoyos se construyen también de forma específica, con grandes bisagras metálicas.

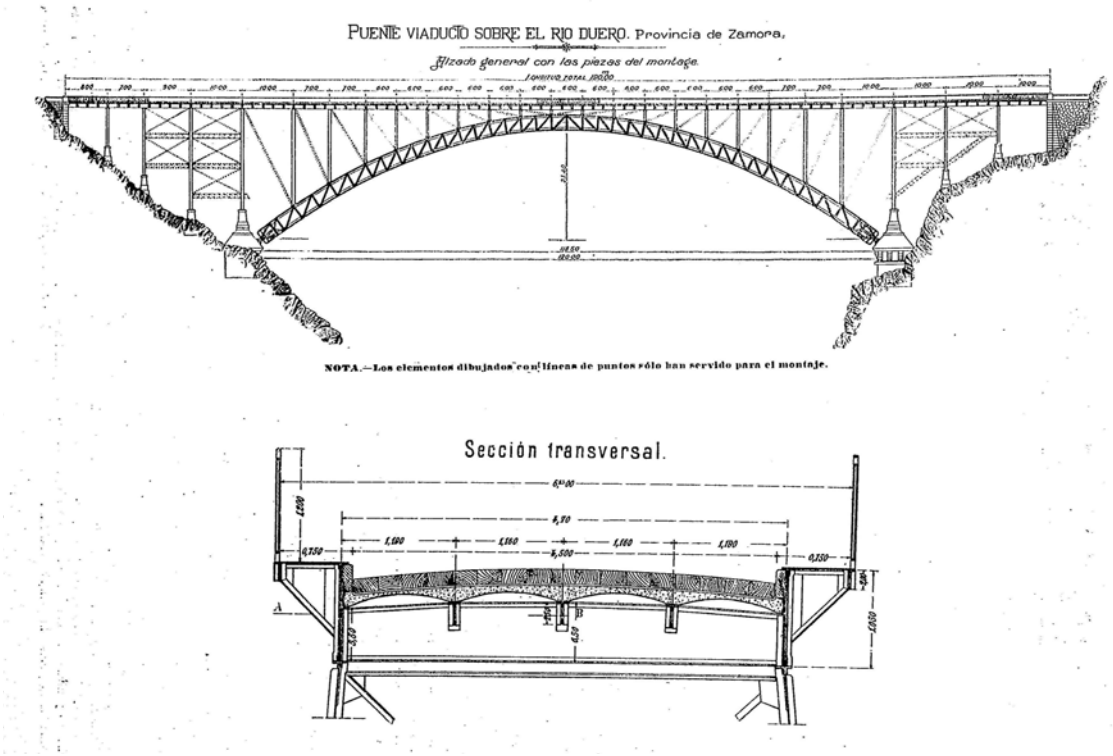


1890

Se termina de construir el puente de ferrocarril del Firth of Forth, en Escocia. Si bien la solución inicial de 1880 era un puente colgante con proyecto de Thomas Bouch, la caída de otro del mismo autor en Tay (con sistema en celosía), hizo desestimar la idea de forma que el diseño recayó a J. Fowler y B. Baker. Se trata de un gigantesco puente cantilever (evolución en celosía de la viga tipo Gerber), en el que las piezas a compresión tienen unas enormes secciones tubulares. Posee una viga central de 106 m de longitud mientras que las ménsulas laterales alcanzan los 206 m. Las obras se prolongaron durante un total de 7 años, y en su cálculo Baker tuvo en cuenta unas presiones de viento superiores a las habitualmente utilizadas en base a las mediciones que realizó en varios puntos de la zona en un período de más de dos años, para no repetir otro desastre como el de Tay (que fue el que hizo decantarse a la promotora de la línea férrea por este encargo).

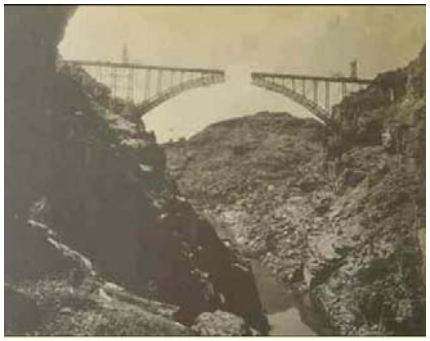
1914

Se inaugura el denominado Puente-Viaducto de Requejo sobre el Duero, en Pino (Zamora), según el proyecto del Ingeniero José Eugenio Ribera fechado en 1897, es decir, 17 años antes. Se trata de un imponente arco metálico, de aspecto ligerísimo, de 120 m de luz y 90 m de altura sobre el lecho del río, suponiendo el record absoluto de estos dos parámetros para puentes españoles.



La solución de Ribera, descrita también en varios artículos de la *Revista de Obras Públicas* y en su libro "*Puentes metálicos y de hormigón armado. Grandes viaductos*", se basó en las propuestas biarticuladas de Eiffel, Koechlin y Seyrig en los puentes de Oporto y Garabit (arco de gran flecha).

Sobre estos diseños, además de otras posibilidades tipológicas (vigas en celosía de distinta configuración), apostó por comparar lo que ocurriría al calcular los arcos articulados con pequeña flecha, disminuyendo la distancia entre las pilastras que transmiten las cargas desde el tablero hasta el propio arco.



Su conclusión fue clara: al reducir las luces de los tramos de tablero, las secciones eran menores para la viga, consiguiendo menor peso propio, lo que a su vez redundaba sobre menores secciones en pilas y arco. El peso total era menor, se conseguía una notable economía global en su construcción.

Ribera achacaba a la condición de constructores de sus colegas como una de las posibles causas de este detalle[65]: ellos cobraban por los kilogramos de material colocado, por lo que bajo la apariencia de ligereza y elegancia de sus estructuras se escondía en realidad mucho más peso del realmente necesario. No obstante Ribera también fue muy crítico con su propio proyecto tachándole incluso de derroche, ya que durante su construcción se dio cuenta de que no había acotado correctamente el coste de las estructuras auxiliares que una construcción de tal envergadura supondría en un paraje tan angosto y aislado como en el que se encontraba.

Tanto es así, que la este proyecto fue ruinoso para la contrata adjudicataria Duro Felguera, por lo que asumiendo su error recomendaba más tarde no acudir a esta tipología más que en poblaciones, lugares lo suficientemente transitados y sin alturas excesivas, de forma que pudiera justificarse su potencial sobrecoste en ubicaciones en las que realmente pueden aprovecharse sus ventajas estéticas, y no en lugares tan inhóspitos como en que se ejecutó. En cualquier caso, su construcción fue una experiencia única en esta posibilidad constructiva

1932

Hardy Cross publica el artículo "*Analysis of Continuous Frames by Distributing Fixed End Moments*", donde propone un método iterativo para obtener el reparto de momentos internos en una retícula hiperestática, eliminando la necesidad de resolver múltiples sistemas de ecuaciones que hasta el momento planteaba la solución teórica del problema (sin disponer de máquinas de cálculo potentes).

El sistema que propone realiza una superposición de estados de giros y desplazamiento en base a un método de rigidez, resolviendo de forma iterativa las ecuaciones sin plantearlas expresamente, y de manera que el calculista puede ver de forma rápida la manera en que se realizan los repartos en función de la geometría y materiales de la estructura. Este artificio, permitió facilitar los cálculos que exigían las estructuras diseñadas con las modernas teorías que se estaban introduciendo progresivamente en la ingeniería estructural y sobre todo con la entrada del hormigón como nuevo material constructivo.

[65] Ribera Dutaste, José Eugenio (1908). "Los puentes modernos". *Revista de Obras Públicas*, Tomo I, 1703-01, p 231.

En su libro sobre la Historia de la Resistencia de Materiales y en sus memorias, Timoshenko[66] pone en duda la autoría de este método señalando que tras su análisis encontró una referencia clara en otra publicación realizada unos años antes por otro calculista llamado Calisev, en Zagreb. En cualquier caso, fue Cross el que consiguió la trascendencia y difusión internacional del método, siendo utilizado hasta la llegada de las computadoras personales y la generalización de los métodos matriciales para cualquier tipología estructural.

[66] Timoshenko, S.P. (1953). *History of strength of materials*. McGraw-Hill , p. 424

7.- La construcción metálica en España durante la segunda mitad del siglo XIX desde la literatura técnica

Dentro de la tradición tratadista de esta época, se acumulan numerosos manuales y ediciones sobre temas técnicos relacionados con la construcción y el cálculo. Puede destacarse el *Diccionario General de Arquitectura e Ingeniería* del Ingeniero de Caminos Pelayo Clariac y Sáenz (publicado entre 1877-1908), referencia utilizada por varios investigadores en esta temática por tratarse un compendio del estado de la técnica en todas las ramas de la arquitectura e ingeniería, que utilizaba como fuentes otras publicaciones de esta época. Algo anterior es el *Vocabulario de Arquitectura* de Mariano Matallana (1848), que recoge, amplía y actualiza la propuesta todavía más antigua de Benito Bails (*Diccionario de arquitectura civil*, 1802). Por su carácter de manual, merece también señalarse el *Tratado de Construcción Civil*, de Fulgencio Ger y Lobez. El propio autor señala en el prólogo de su segunda edición en 1898 explica cómo él mismo observó durante su etapa de estudiante una escasez de obras dedicadas al arte de construir, lo que le animó a recopilar las observaciones que acumuló durante sus trabajos, junto a los comentarios y aportaciones de los Ingenieros Militares y de Caminos, principalmente, "*y alguno también, aunque no tanto como debía, los Arquitectos (…) poco aficionados a dar a conocer las muchas y buenas obras que dirigen*".

Su primera edición data del año de 1869, bajo el nombre de *Manual de Construcción Civil*, y fue un recurso rápidamente extendido de manera que su ampliación de 1898 incluye un volumen *Atlas* con sesenta y ocho láminas llenas de dibujos y detalles, siendo adoptado como libro de texto en varias escuelas de Arquitectura. Gran parte de su extensión la dedica expresamente a estructuras metálicas, sin entrar en el campo de la ingeniería de puentes, pero recorriendo puntillosamente el estado de la técnica en sus aplicaciones para edificación: soportes, vigas, entramados horizontales y verticales, armaduras para cubiertas… El manual volvió a actualizarse y reimprimirse en 1915.

También en 1870 se edita el *Manual del Ingeniero y Arquitecto*, segunda edición de otro denominado únicamente *Manual del Ingeniero*, de D. Nicolás Valdés. Este trabajo recoge un completísimo resumen de los conocimientos de índole técnica, desde las matemáticas, topografía, física, resistencia de materiales; métodos de cálculo y detalles constructivos para puentes, edificios, canales, sistemas de riego, caminos, ferrocarriles, máquinas hidráulicas y

de vapor, relojes, elementos de composición y arquitectura... Un segundo volumen Atlas acoge un vasto compendio de ilustraciones para aclarar las explicaciones y sistemas indicados el primer tomo. En particular, puede extraerse del texto una clasificación de las opciones y propuestas existentes en ese momento para la ejecución de cerchas de cubierta metálicas, suelos de hierro (forjados), y puentes en general, con una descripción que se completa con las láminas y que incluye metodologías y fórmulas para su cálculo.

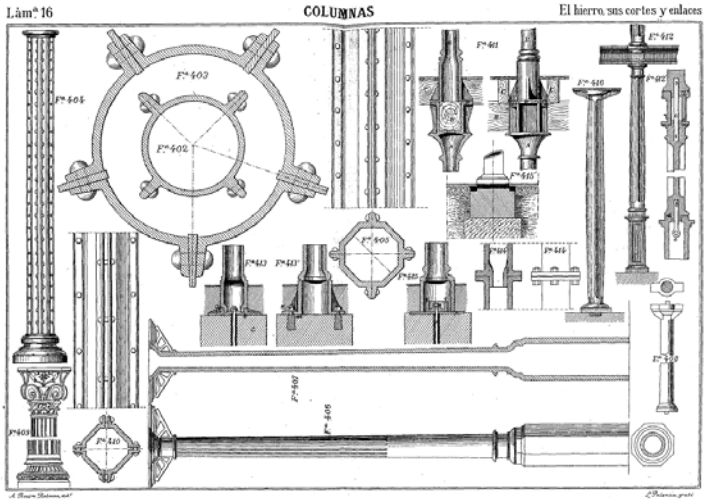
También en dos volúmenes se editó el libro *El Hierro, sus cortes y enlaces*, de Antonio Rovira y Rabassa (1900). Se trata éste de un texto más enfocado a las posibilidades del hierro en arquitectura, pero que en cualquier caso recoge las diferentes posibilidades que esta tecnología permitía para la ejecución de cubiertas y forjados, entramados de todo tipo y escaleras.

Un factor común en todos estos trabajos es la tendencia a incluir referencias a obras extranjeras, francesas sobre todo, con noticias sobre experiencias de nuevos sistemas y opciones en edificios tanto nacionales como internacionales, aportando en muchos casos datos sobre las dimensiones o características de la mencionada construcción. Pero quizá el aspecto más destacable es la disposición de numerosas ilustraciones que sirvieron de ejemplo a los proyectistas de la época en sus diseños.

En efecto, se puede comprobar como muchos de los detalles constructivos para uniones de perfiles, nudos con tirantes y péndolas, o diseños de columnas que se incluyeron en los proyectos de esta época (finales del s. XIX) así como las realizaciones que nos han llegados a nuestros días, parecen extraídos o por lo menos directamente inspirados en las propuestas que se incluían en estos manuales técnicos. La existencia de catálogos comerciales de las casas de prefabricados era también una fuente de posibilidades para los diseños que los arquitectos proponían en mercados y kioscos, así como los ingenieros en naves, estaciones y marquesinas.

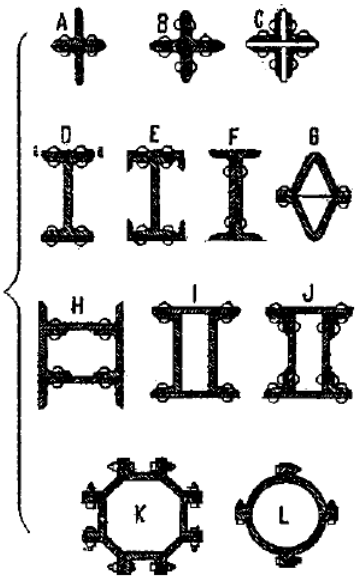
De todos ellos pueden extraerse, en cualquier caso, los criterios constructivos que se utilizaban y las múltiples opciones y posibilidades que disponían los técnicos en sus diseños.

7.1.- Apoyos



Se denominan *pies derechos* o *postes* de forma general[67], pero cuando adoptaban ciertas dimensiones pasaban a llamarse *pilastras* (si disponían de sección cuadrangular), y *columnas* (si eran circulares). Las columnas solían ser de fundición, por motivos económicos y por la facilidad de este material para adoptar las formas arquitectónicas más exigentes. Normalmente se concebían con sección hueca[68], ya que de esta forma el enfriamiento de la colada fundida era más homogéneo en el molde, además de la consiguiente economía de material que se obtenía respecto de la sección maciza y las ventajas que suponía para su manipulación y puesta en obra. El espesor de las paredes rondaba 1/8-1/10 del diámetro de la columna, y su interior a veces se rellenaba de mortero de cemento. El primero en usar la fundición en pilares fue William Strutt, en Derby, el año 1792[69].

Los fustes se recrecían en la parte inferior, para su correcto asiento y transmisión de cargas, y en la superior para permitir el apoyo de los elementos que sobre esta parte acometían. Algunas veces se ampliaban los capiteles mediante ménsulas sobre las que se anclaba una placa que recibía las vigas para su sostenimiento. Frecuentemente también se disponían formando grupos[70], que se abrazaban entre sí para solidarizar su funcionamiento mediante collarines de hierro forjado.



[67] Ger y Lóbez, F. (1898), *Tratado de Construcción Civil*. Badajoz: La Minerva Extremeña, pp. 208-209.

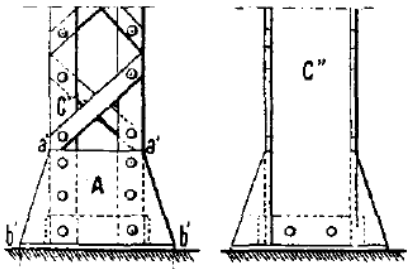
[68] Ibídem, p. 210.

[69] Strike, J. (2004). *De la construcción a los proyectos. La influencia de las nuevas técnicas en el diseño arquitectónico, 1700-1800*. Edición en español. Barcelona: Editorial Reverté, p.32.

[70] Ger y Lóbez, F. (1898). *Tratado de Construcción Civil…*, pp. 213-214.

Pero también se utilizaron los perfiles laminados como soportes, normalmente en U o doble T, cuando la altura o las cargas exigían un material de características superiores. Aunque a veces aparecían perfiles aislados, lo habitual es encontrarlos en piezas compuestas, con empresillados rectos o en celosía, e incluso unidos mediante angulares. También se hicieron algunos cruciformes, con piezas en T o escuadras agrupadas; y en otras ocasiones se introducían refuerzos en la sección mediante platabandas roblonadas.

Respecto a los extremos de estos perfiles compuestos, se añadían rigidizadores que aseguraban su indeformabilidad. Éstos se armaban mediante cartelas y chapas de apoyo que se unían roblonaban a las columnas propiamente dichas con la ayuda de escuadras auxiliares.



7.2.- Vigas

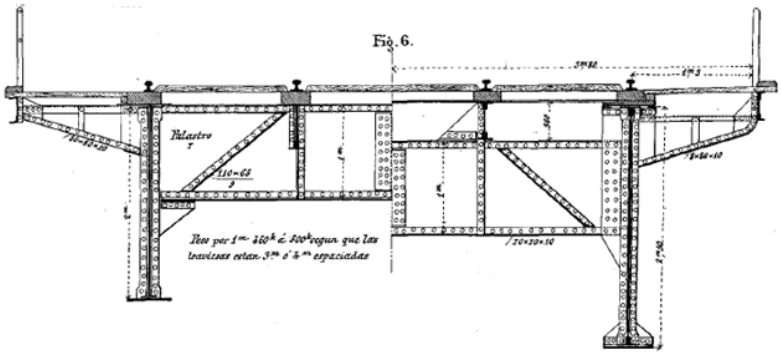
En cuanto a las vigas, las observaciones experimentales señalaban que la fundición no ofrecía unos resultados aceptables a causa de su propia naturaleza quebradiza, por lo que se desaconsejó rápidamente su uso en flexión o tracción para evitar accidentes[71]. Aunque se utilizara con gran profusión durante las primeras décadas del siglo XIX en cubiertas y suelos, e incluso puentes, su uso fue relegándose a las zonas comprimidas reservándose los laminados para las partes en tracción. En el propio Palacio de Cristal de Paxton (1851) se utilizaron grandes vigas de fundición calada en forma de celosía, que incluían nervios de refuerzo que sobresalían de la propia sección.

La sección tubular fue la elegida inicialmente para las vigas laminadas frente a otras abiertas, ya que si bien se conoció pronto que la forma más adecuada para la flexión era la T invertida, o la doble T por razones constructivas, se observó que existía una tendencia a ceder antes de su resistencia máxima cuando se le aplicaban esfuerzos en sentido transversal (para lo cual no estaban diseñadas). Más este problema se resolvió rápidamente mediante la introducción de *estribos*[72] (ahora conocidos como *rigidizadores*) a distancias convenientes para evitar la flexión lateral. Cuando se trataba de forjados metálicos, este refuerzo se conseguía directamente mediante las viguetas que repartían las cargas hacia las vigas en

[71] Incluso a pesar de su uso inicial en edificios como el propio Palacio de Westminster. Ger y Lóbez, F. (1898). *Tratado de Construcción Civil…*, pp. 285.

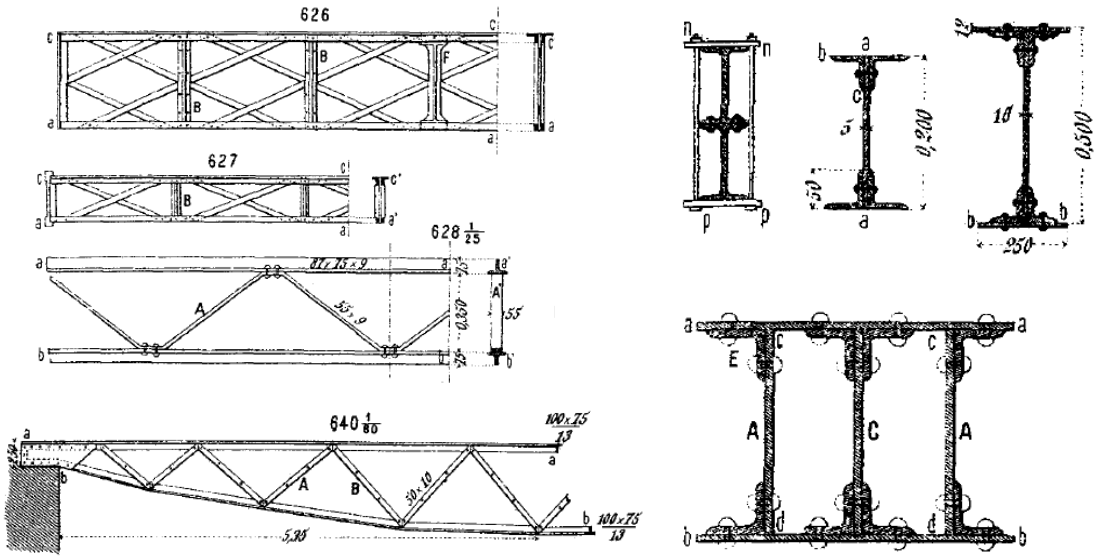
[72] Valdés, N. (1870). *Manual del Ingeniero y Arquitecto*. Madrid: Imprenta de Gabriel Alhambra, p. 783.

dirección ortogonal. Ejemplos de estas disposiciones y soluciones pueden encontrarse también en los puentes que se proyectaron con la tipología de alma llena:



Vigas para puente de Ferrocarril. Manual del Ingeniero y Arquitecto. Valdés, 1841

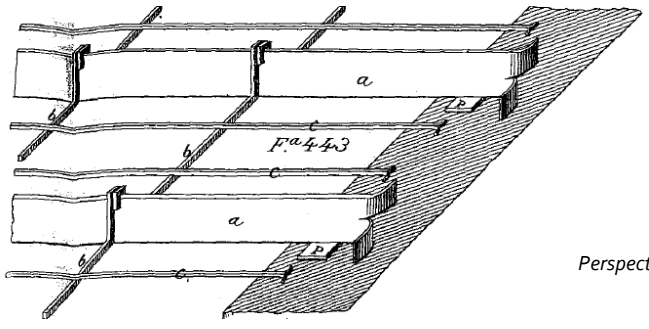
En la práctica se utilizaban muchas veces los refuerzos de secciones comerciales, o el armado de secciones "a medida" para determinados proyectos. Se usaban para ello planchas o *palastros*, que ampliaban la sección en la zona más traccionada, o unían varios perfiles para formar *vigas gemelas*. Las posibilidades aumentaban cuando se usaba el palastro para formar el alma y las alas de una *viga armada*, encontrando múltiple soluciones que se armaban mediante *cantoneras* (escuadras) y roblones dispuestos como elementos de unión. Se ejecutaban así desde vigas de *palastro de sección* (con alma llena); *vigas tubulares* simples o de doble tubo, con varias almas paralelas; *vigas de celosía o enrejado*, cuando el alma era sustituida por un sistema de perfiles o chapas que podían adoptar muy diferentes formas (aspa o cruz de san Andrés, en V, en N) y a las que podían añadirse si así se precisaba montantes verticales adicionales; *vigas parabólicas*, reservadas para luces grandes y puentes; y también se trataba la posibilidad de ejecutarse (mediante bielas intermedias) *vigas armadas Polonceau*, de las que existe alguna variante tardía sobre su principio estructural en la provincia de Burgos, asociadas a los refuerzos de algunos puentes en el ferrocarril de La Robla.



Vigas en celosía, parabólica, armada y tubular. Ger y Lobez, 1898

Las soluciones para la formación de forjados fueron múltiples: existieron muchos métodos y patentes más o menos parecidos, basados en la combinación de perfiles y palastros en diferentes posiciones. Lo más habitual para luces normales eran los perfiles doble T (o incluso la recuperación de carriles de ferrocarril desechados), dispuestos a separaciones de 70 cm, y disminuyendo esta distancia a los 50 cm en locales de concentración de cargas (salones, almacenes). Otras posibilidades aparecían con perfiles en T, los hierros Zorés (en forma de omega). Se realizaron algunas experiencias con piezas de fundición desde etapas muy tempranas, buscando soluciones incombustibles para las fábricas textiles inglesas (por ejemplo la propuesta de Charles Bage en Dittherington, 1796)[73], pero tuvo que pasar un tiempo hasta que la tecnología se desarrollara por completo y poder entenderse como una metodología constructiva reconocida.

Así puede señalarse en primer lugar el *sistema Vaux*[74], parisino pionero en este tipo de suelos, que desarrolló en 1846 un método completo para luces de hasta 7 m. Consistían en disponen vigas rectangulares de canto con una ligera contraflecha, acabando en ramas alabeadas en forma de cola, y a un intereje invariable de 75 cm entre sí. Entre ellas se colocaban riostras a base de cuadradillos de 16 mm y separados 75 cm, acodalados en *doble z* para adoptar la forma de las alas y poder apoyarse sobre el lomo de las viguetas. También en dirección longitudinal se añadían unas contrarriostras cuadradas de 11 mm de manera que dividían el hueco del entrevigado en tres partes iguales, empotrándose también en el muro con los extremos en forma de cola de pez. La escuadría de las vigas era función de la luz a salvar, entre 108 mm para 4 m y 190 mm para 7 m, aproximadamente 1/37 el vano completo.

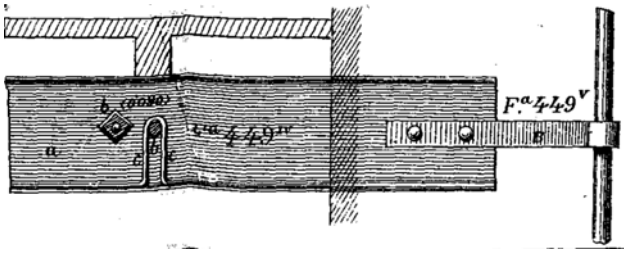


Perspectiva del sistema Vaux. Rovira y Rabassa, 1900.

[73] Skempton, S. A. (2002), *Biographical Dictionary of Civil Engineers. Volume I 1500 to 1830*. Thomas Telford Publishing, The Institution of Civil Engineers, p. 33; y Strike, J. (2004), p. 33.

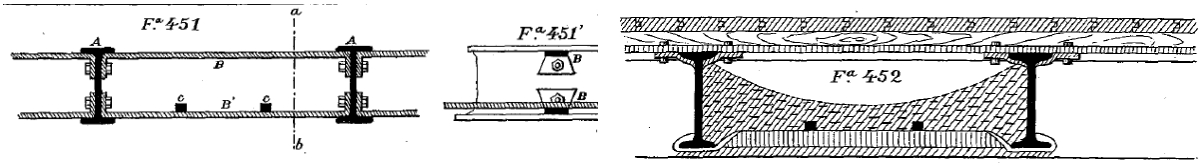
[74] Rovira, A. (1900), *El Hierro, sus cortes y enlaces.* Barcelona: Librería de Ribó y Marín, p. 463.

Según se comprobaban las bondades estructurales que la teoría de flexión atribuye al perfil doble T, se realizaron modificaciones a sistema de partida. Una de las primeras variantes se conoce como *sistema Kaulech Mignon*[75], que sustituía las piezas rectangulares por perfiles doble T a los que se acoplaba en sus extremos una correa en forma de bucle para empotrarlas en el muro mediante una barra cilíndrica vertical (*llave*). Las viguetas se preparaban con una contraflecha entre 1/200 y 1/300 de la luz. La primera experiencia fue en 1850. Entre cada dos viguetas también se disponía de riostras doble z como las Vaux a distancias de 0,70-1,00 m, solo que los codos se adaptaban al canto de la vigueta para llegar a apoyarse en el ala inferior de las mismas. Versiones posteriores de Kaulech procuraron un sistema de atirantado mediante redondos atornillados en la parte central del alma (o un poco por debajo de estas fibras), actuando como largos pernos de doble tuerca, antes y después del taladro en la viga. En todo caso se disponían unas contrarriostras en sentido longitudinal que dividían entre tres los huecos den entrevigado, preparándose sus extremos para quedar recibidas y perfectamente embutidas en las fábricas de apoyo.



Empotramiento Kaulech Mignon. Rovira y Rabassa, 1900.

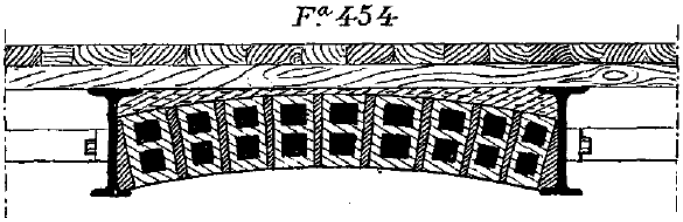
En el *sistema Baudrit*[76] los tirantes de arriostrado lo conforman chapas acodaladas con los extremos recortados en forma de cola de milano para compensar la pérdida de sección producida por los agujeros. Estos flejes se colocaban adyacentes a las alas de la sección de la vigueta, debilitando el doble T en zonas de concentración de esfuerzos, por lo que el autor modificó su propuesta para disponer las chapas simplemente superpuestas sin perforar las vigas en ningún momento. La superior se fijaba mediante unas pletinas adicionales que lo anclan mediante tornillos a la forma de las alas, y en la inferior la chapa se disponía de canto, retorciéndose en los extremos para agarras las alas en sus extremos.



Arriostrado en el sistema inicial y modificado de Baudrit. Rovira y Rabassa, 1900.

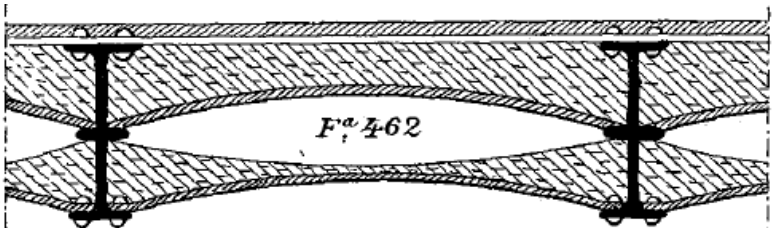
[75] Ibídem, p. 467.

Rovira y Rabassa señala en su obra de 1900 que fue Jeannette quien comenzó a introducir el ladrillo para el relleno de las zonas de entrevigado, pasando de apoyarlos sobre los tirantes inferiores de arriostrado a formar un arco[77]. Aunque al principio los ladrillos eran macizos, en seguida se pasó a los huecos en aras de aligerar la sección; y sobre los arcos o en el interior de los mismos se disponía una serie de tirantillos. La evolución de esta forma de construir cambió los tirantes por chapas doblemente acodaladas dispuestas de canto y atornilladas a la parte central de la viga, permitiendo la disposición de los ladrillos en forma de arco anexos totalmente a las hiladas de ladrillos.



Propuesta de Jeannette. Rovira y Rabassa, 1900.

Posteriormente se introdujo la posibilidad de utilizar chapas de hierro directamente para formar las bóvedas entre las viguetas. Se conoció como *sistema Jaï*[78], el cual dispuso de una serie de perfiles en T con la forma del arco para formar un marco en planta, y bajo el que se atornillaban las planchas que daban cuerpo a la bovedilla. Las alas superiores se unían también mediante flejes que actuaban de riostra, rellenándose posteriormente el hueco con hormigón compactado. Análogamente a este sistema, se propusieron otras maneras de utilizar el palastro para el arriostrado y formación de las bovedillas de forma integral, bien mediante chapas dobladas en ángulo, o con chapas grecadas, apoyándose en todo caso sobre las alas inferiores de las vigas y macizándose superiormente con hormigón. Incluso en forjados de cierto canto se llegó a utilizar perfiles de triple T para disponer, con este mismo sistema, una doble bovedilla que dejara un hueco en su interior y conseguir así aligerar la estructura del peso muerto que constituía el relleno.



Sistema Jaï con triple T. Rovira y Rabassa, 1900.

[76] Ibídem, p. 469.

[77] Ibídem, p. 470.

[78] Ibídem, p. 471.

El *sistema Zorés*[79] fue un método diseñado para evitar ciertos problemas que se detectaron en los perfiles doble T al acumular deformación, que resultaba excesiva mucho antes de llegar a su carga de rotura. Se planteó entonces experimentar con la forma tubular de manera análoga a Stephenson con los puentes de Conway y Britannia, para lo cual se buscó una forma sin excesivas complicaciones de laminación. El Inglaterra se utilizó el *sistema Henderson*[80], que usaba dos planchas onduladas unidas entre sí para logras este efecto tubular, formándose así paneles de ciertas dimensiones con alveolos en su interior. Pero las piezas Zorés eran perfiles individuales, que se usaron con varias tipologías en función de su manera de combinarse para formar los suelos: U sencilla (con chapas para arriostrar los perfiles y contrarriostras para atar los codales en sentido longitudinal), U acodada (en el que la pieza Zorés se pliega en los bordes para obtener dos alas horizontales en los lados donde se atornillaban las planchas inferiomente), en U tubular (una variante algo más compleja del anterior, con una pletinas adicionales que cerraban la forma de tubo), la U con ganchos (donde las patas se disponían con un doble acodado dejando unos huecos para recibir a las riostras que se encajaban en el gancho), y el denominado hierros cónicos (en el que las piezas se laminaban con forma de V facilitando la disposición de ladrillos en el entrevigado para formar las bovedillas). Sobre esta última disposición, se plantearon otras propuestas de arriostrado metálico, e incluso se utilizaron para formar losas continuas que funcionaban como encofrado perdido sobre el que se disponía directamente el relleno de hormigón (método usado en algunos puentes de vigas para formar el tablero de apoyo que transmitía las cargas a los cuchillos principales).

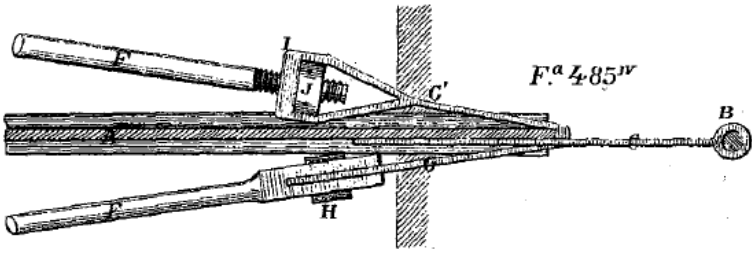
La formación de entramados horizontales también vio otras propuestas algo más complejas, algunas de las cuales se desarrollaron completamente con su aplicación en los tableros de estructuras de paso. Esto ocurrió con el *sistema Husson-Bertrand*[81], formado por una serie de vigas doble T de alas desiguales, que se anclaban a las fábricas laterales de apoyo mediante unas barras adicionales dispuestas verticalmente en el interior de los macizos extremos, y unidas a los perfiles mediante correas de chapa. La flexión oblicua se impedía mediante dos piezas que formaban una X, generando una especie de cepo en centro de vano, y utilizando un sistema lateral de arriostrado (bien viguetas aligeradas, bien celosías en cruz de san Andrés). La mayor particularidad estriba en una serie de tirantes que formaban diagonales en planta, que unían los extremos opuestos a cada uno de los

[79] Ger y Lóbez, F. (1898). *Tratado de Construcción Civil…*, pp. 290-292 y Rovira, A. (1900). *El Hierro, sus cortes y enlaces…*, pp. 474-478.

[80] Rovira, A. (1900). *El Hierro, sus cortes y enlaces…*, p. 475.

[81] Ibídem, p. 478.

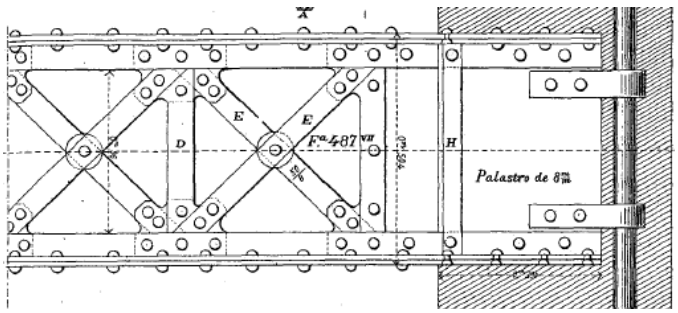
recuadros que formaba cada pareja de vigas, las cuales se prolongaban mediante unas piezas especiales hasta unos flejes que rodeaban los extremos de las almas para continuar hacia el siguiente recuadro.



Detalle del sistema de tirantes de Husson-Bertrand. Rovira y Rabassa, 1900.

Cuando las dimensiones en longitud o canto necesarios para cubrir los locales excedían de los que podían ofrecer los talleres de laminado, era necesario recurrir a sistemas de empalme de piezas simples, o bien armas las vigas a medida mediante perfiles sencillos y palastros a propósito de las luces necesarias. Se conoce como *sistema Armand* a esta forma de ejecutar los suelos por ser este arquitecto uno de los primeros en utilizarlo, en el Grand Hotel de París (1854)[82].

También era necesario recurrir en ocasiones a configuraciones de *jácenas en celosía*[83], cuando el canto de la viga alcanzaba ciertas dimensiones y se justificaba una reducción del material a utilizar, a costa de realizar mayor número de uniones. La estructura así ejecutada era además más ligera que si se realizara con el alma llena, introduciéndose normalmente enrejados interiores tipo cruz de san Andrés.



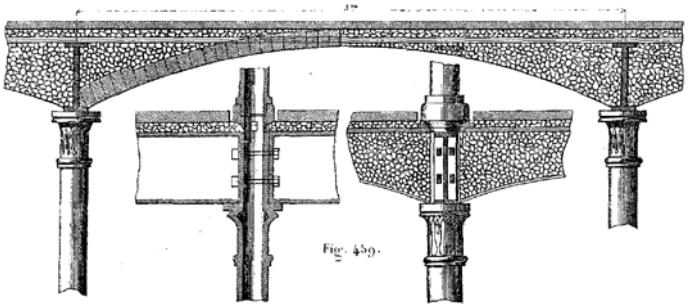
Ejemplo de viga armada en celosía. Rovira y Rabassa, 1900.

Como ya se ha descrito en los anteriores sistemas, de manera general puede indicarse que para evitar la flexión lateral frente a cargas o movimientos de esta naturaleza, se procuraba de un sistema de acodalado que impedía el movimiento de las viguetas en sentido

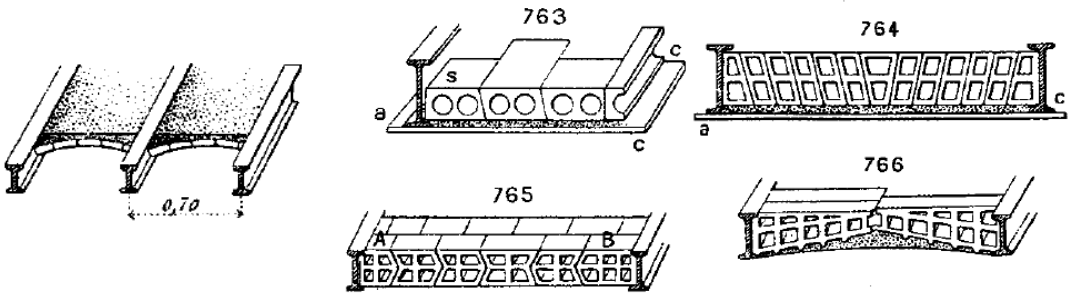
[82] Ibídem, pp. 480-483.

[83] Por ejemplo las reseñadas para una cubierta de un almacén de azúcares en Puerto-Rico, fabricada en París por Mr. Bataille, Valdés, N. (1870). *Manual del Ingeniero y Arquitecto…*, p. 785.

transversal. Estos *codales*, también denominados *travetales* en alguna ocasión[84], podían ser de madera o hierro. Su disposición podían responder a multitud de formas, mediante flejes, perfiles o redondos, dándoles la forma adecuada o roblonándoles mediante escuadras auxiliares.



Aunque a veces se macizaban los huecos entre perfiles resistentes, lo más habitual era que el entrevigado se rellenara con bovedillas de diferentes tipos[85]; normalmente se recurría a las tabicadas formando arquillos o bóvedas, pero también podían encontrarse otras con ladrillos huecos, y ladrillos de formas especiales (a modo de dovelas) para asegurar su trabazón. Para el sostenimiento se disponía de tablas en las alas inferiores de las viguetas, a veces sustituidas por los propios codales cuando se colocaban en esta parte de los perfiles. También se podía dar forma a los arquillos mediante hojas de palastro, reforzadas mediante perfiles en T para asegurar el acodalado y sellar adicionalmente las juntas entre chapa. El arriostrado superior en este último caso se realizaba con flejes adicionales cada dos viguetas.



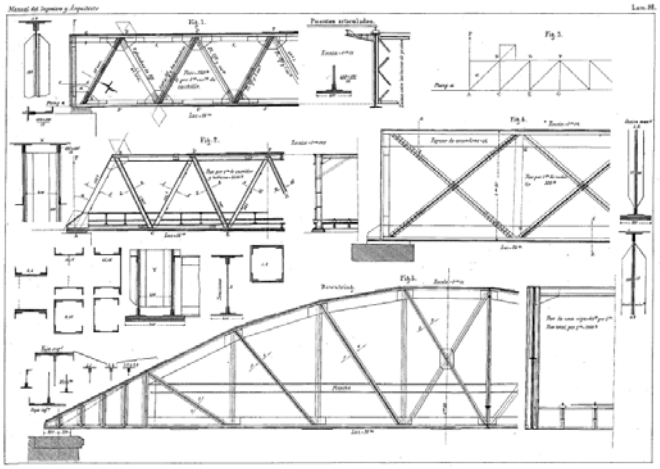
Bovedillas de material cerámico. Ger y Lobez, 1898

Las vigas de puente, por otra parte, se desarrollaron a lo largo de un proceso particular que determinó diferentes patentes que fueron usadas de forma internacional. Alguna de éstas fueron luego extrapoladas a la edificación para ejecutar vigas que

[84] Sobre estas denominaciones, ver Ger y Lóbez, F. (1898). *Tratado de Construcción Civil…*, p. 288.

[85] Ibídem, pp. 231-233.

permitieran salvar luces o cargas excepcionales. En este caso se trata de las vigas Town, las celosías en cruz de san Andrés, las vigas Howe, las Whipple, las Pratt, Warren…



Vigas para puentes. Valdés, 1870.

7.3.- Cubiertas

En general, la pendiente de las cubiertas de las edificaciones se formaba mediante una serie de elementos denominados *cabrios*, colocados en sentido de la pendiente bien sobre muros o tabiquillos, o bien sobre *correas*, esto es, vigas horizontales que se apoyaban en las fábricas testeras. La correa especial que forma el caballete se designaba *parhilera, gallo, puente o cumbrera*, mientras que al ángulo entre la cumbrera, cabrio y alero, se llamada *cartabón*[86]. Estas configuraciones permitían salvar luces de hasta 4 m, en general, siendo necesario recurrir a otros entramados más complejos cuando se pretendía librar mayores distancias.

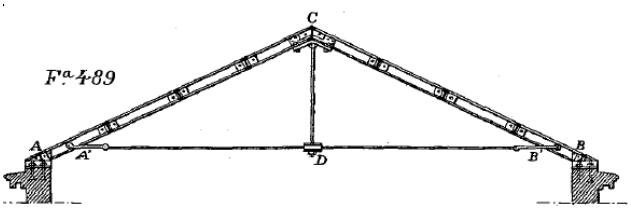
Aparecían de esta manera los *cuchillos*, de líneas rectas, y los *cerchones*, de contorno curvo interior o exteriormente, en cualquier caso formando una armadura compuesta de varias piezas que también se reconocen de forma genérica como *cerchas*. Los elementos principales inclinados son lo que se llamaba *pares*, los cuales dejaban entre sí huecos que se llamaban *tramos* y siendo las fábricas de apoyo los *estribos*. Esta terminología resulta ciertamente análoga a la utilizada en puentes, con las salvedades funcionales que entre ambas tipologías estructurales deben de establecerse de manera coherente a su uso.

[86] Ibídem, p. 323.

La *hilera* es la pieza que ata los cuchillos a la altura de la cumbrera, punto que sirve de apoyo a los cabrios junto a los estribos, y siempre que la distancia no fuera mayor de 2 ó 3 m. En caso contrario era necesario disponer de correas intermedias que sirvieran de asiento adicional. A veces el armazón compuesto se sustituía por una simple viga de contrarresto de estribo a estribo, sobre la que se alzaban columnillas que soportaban las correas directamente. Se construyeron cubiertas con distintas disposiciones de cerchas con o sin tirantes en su interior. El uso de estas configuraciones con elementos intermedios pretendía eliminar o al menos minorar la componente horizontal de empuje que actuaría sobre los apoyos extremos, y que a partir de luces de 4-5 metros comenzaba a comprometer la estabilidad de los muros y paredes de carga sin introducir aditamentos o contrafuertes.

La forma más sencilla de eliminar parte de estos esfuerzos horizontales era incluir un tirante, que impedía la separación de los pies de los pares a costa de disponer de sección suficiente para resistir la tracción que se generaba en su eje. Cuando por otro lado, el peso de la estructura alcazaba la resistencia propia de sus piezas, se necesitaba de apoyos intermedios para evitar su colapso. Estos puntos de apoyo son los lugares más adecuados para realizar empalmes si la longitud de las piezas excedía los límites comerciales, consiguiendo así que las piezas trabajaran a flexión de forma independiente y transmitiendo únicamente fuerzas a los nudos.

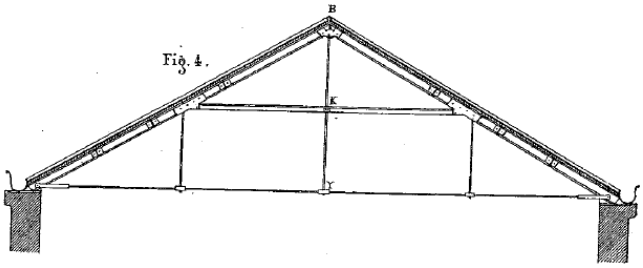
La solución habitual, como se ha indicado, era la de par-tirante, al cual se añadía un *pendolón*[87] desde su punto medio hasta la cumbrera para evitar su flexión por peso propio, e incluso *péndolas* intermedias si era necesario para este mismo fin que bajaban desde los pares. En algunos casos también se introducía una viga intermedia que solía denominarse de *contrarresto*; y cuando los pendolones se diseñaban para atar únicamente el centro del tirante, éstos tomaban una directriz inclinada, llamándose *jabalcones*[88]:



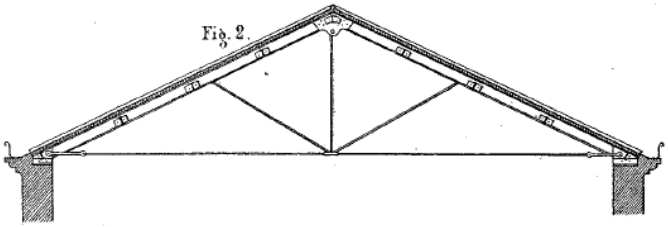
Cuchillo par-tirante simple. Rovira y Rabassa, 1900.

[87] Ibídem, p. 324.

[88] Ibídem, p. 324.

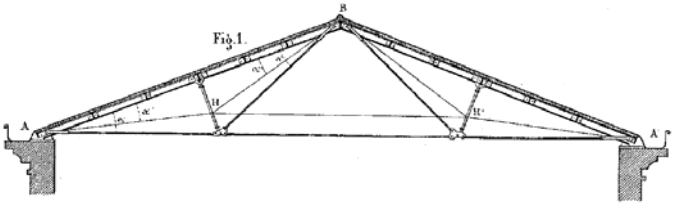


Cuchillo par-tirante con péndolas intermedias. Valdés, 1870.



Cuchillo par-tirante con jabalcones. Valdés, 1870.

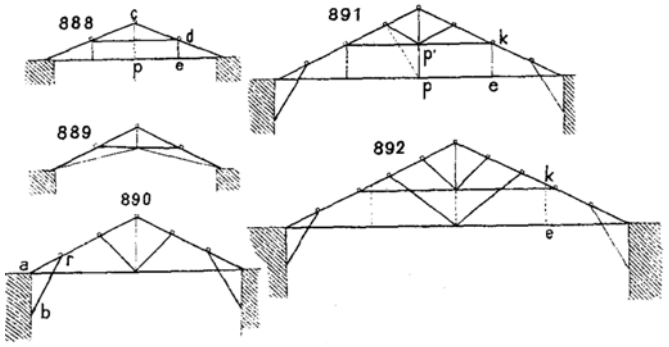
La evolución natural de esta forma fue la *cercha Polonceau*, que en su momento fue una disposición casi revolucionaria por las amplitudes que permitió alcanzar (comenzó a utilizarse en 1937)[89]. En este caso, se disponía a los jabalcones en posición normal a los pares, denominándose en este caso *bielas*; y en lugar de viajar las bielas hasta la intersección directa por el tirante, lo hacen hasta un punto intermedio que se une a los extremos de cada vertiente del par con dos nuevos pendolones o *cuerdas*. Se crea así una pieza compuesta en cada uno de los lados que reduce la escuadría del par principal, repartiendo los esfuerzos entre sus piezas. El tirante sigue existiendo, uniendo en esta ocasión los dos vértices interiores de las bielas. Es muy habitual encontrarse armaduras Polonceau con cierto *peralte*: para evitar la sensación de desplome tras un asiento debido a las propias cargas muertas, se disponen las barras de manera que las cuerdas no entren en la horizontal con el tirante, consiguiendo así además un cierto hueco adicional libre en la parte central del local que se cubre, y un acabado final mucho más elegante. El peralte, es decir, la diferencia de cota entre los extremos del par y la línea de tirante solía rondar según los tratados el treintavo de la luz. Una Polonceau simple permitía llegar a luces de 12 a 26 metros.



Cercha Polonceau simple. Valdés, 1870.

[89] Ávila, J. M. (2001), "El puente de Triana en Sevilla y su tiempo". *Informes de la Construcción*, vol. 52, nº 472. Marzo /Abril 2001, p. 9.

La colocación de jabalcones normales a los pares evolucionó por dos vertientes, una la Polonceau descrita que posteriormente complicó su esquema con bielas intermedias para alcanzar así mayores luces (hasta 30 metros). Y otra por repetición de bielas a ciertas distancias hasta su intersección con el tirante, formándose una cercha que se triangulaba por medio de barras a tracción en diagonal. Se alcanzaba en este caso a cubrir luces de 16 metros (con tres jabalcones por lado) y hasta 28 metros (cuando se disponían cuatro por cada agua del par). La viga de contrarresto antes mencionada también se conocía como *puente*[90]. La ejecución de cubiertas con esta pieza en su interior, abrió una nueva familia de opciones constructivas que a veces se reconocen con el nombre de *sistema Palladio* (por recordar a sus propuestas en madera).



Distintas posibilidades de cuchillos con viga puente. Ger y Lobez, 1898.

El desarrollo industrial introdujo nuevas necesidades de espacio y altura para obtener la libertad de maniobra que exigían los cada vez más novedosos sistemas productivos. La aparición del concepto de nave industrial, como local diáfano, pronto se amplió por la unión sucesiva de naves con apoyos intermedios, que cada vez buscaban mayores luces y distancias para las columnas. Surgió de esta manera una cubierta específica de concepción marcadamente funcional y con criterios que anunciaban los parámetros racionalistas: la de *diente de sierra* o *shed*[91]. En particular, este sistema de cubrición se concebía en paralelo a la solución de distribución en planta más adecuada para estas grandes superficies fabriles. Mediante soportes intermedios dispuestos en una malla ortogonal, se componían una serie de carreras de vigas pareadas, de manera que podían recibir los pares asociados a sus tramos y formar un canal intermedio para solucionar el desagüe hacia puntos estudiados a tal fin.

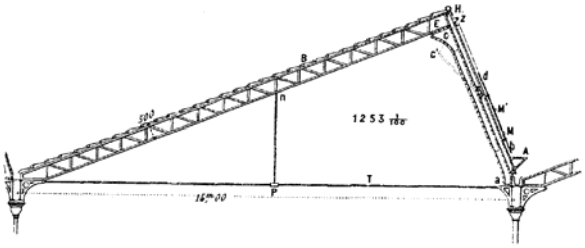
Este tipo de cubiertas se colocaban orientando una de las vertientes hacia el norte, formando un lucernario que permitía aprovechar la mayor cantidad posible de luz natural. Para ello se debía ajustar la inclinación de esta vertiente en función de la insolación específica

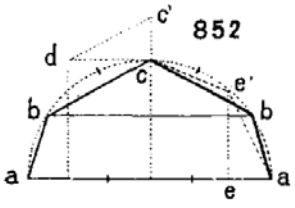
[90] Ger y Lóbez, F. (1898). *Tratado de Construcción Civil…*, p. 325.

[91] Ibídem, pp. 325 y 395.

a la latitud en que se construía. Y aunque se partía del principio de que las cubiertas se contrarrestaban los empujes unas entre otras, la realidad era que las uniones entre cabrios a la altura cumbrera no ofrecían suficiente estabilidad. Por eso se recurría a la disposición de tirantes o riostras que unían inferiormente las carreras de cada tramo o vano, independizándose así su funcionamiento e introduciendo barras que podían utilizarse para la sujeción de herramientas o maquinaria[92].

En los casos extremos, para luces cortas podía suprimirse este arriostrado, mientras que para grandes luces o cargas excepcionales era necesario recurrir a celosías que cubrieran de forma efectiva cada uno de las luces entre apoyos. También se introdujeron experiencias en cubiertas de forma poligonal, como la denominada *a la Mansard*[93], consistente en una cubierta par-tirante simple que se apoyaba sobre dos tornapuntas laterales de mayor pendiente que llegaban hasta los apoyos.





Cubiertas shed y a la Mansard. Ger y Lobez, 1898.

Las soluciones de cubierta se completaban en muchas ocasiones con la introducción de lucernarios o linternas, a modo de pares secundarios en la parte superior, que muchas veces se apoyaban en vigas longitudinales que se entregaban directamente sobre la cubierta principal[94]. Para ello también solían adoptarse en estos casos tirantes adicionales a esta altura que controlaban la flexión y los movimientos, o vigas de contrarresto de alma llena o celosía con la misma función estructural[95].

La tendencia de innovaciones marcada por las Exposiciones Universales era la de alcanzar cada vez mayores amplitudes y luces mediante estructuras que no exigieran tirantes

[92] Ibídem, p. 323.

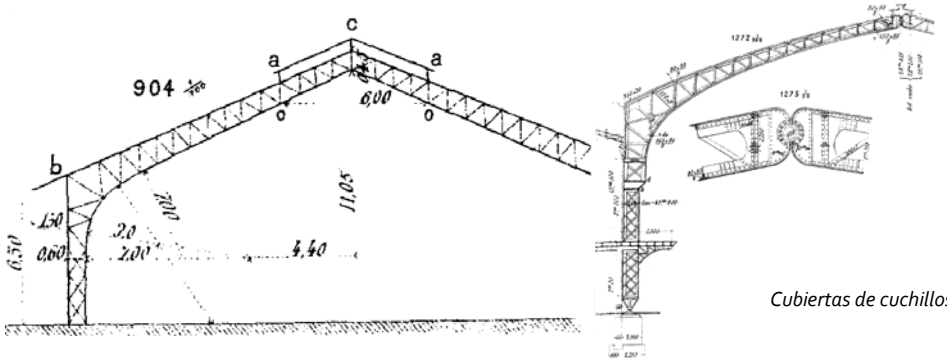
[93] Ibídem, p. 325.

[94] Ibídem, pp. 322, 340-361; y Valdés, N. (1870). *Manual del Ingeniero y Arquitecto…*, pp. 809, 969, 976.

[95] Rovira, A. (1900). *El Hierro, sus cortes y enlaces…*, pp.171-173, 511-539.

en su concepción y con los soportes de apoyo lo más distante posibles, con objeto de conseguir espacios completamente libres de obstáculos. Se comenzaron a ejecutar cuchillos armados sin tirantes, triangulando mediante perfiles unas cerchas que alcanzaban a cubrir la luz completa. La propuesta de De Dion en Paris (1878) ampliaba esta idea inicial prolongando la celosía de manera que no existía separación física entre la cubierta y los soportes de apoyo[96], dibujando en su interior una forma curva que se adaptaba precisamente a las necesidades de escuadría en las zonas de concentración de esfuerzos. Las columnas compuestas se empotraban en los apoyos, reduciendo la sección en cumbrera para permitir un cierto juego que absorbiera las deformaciones debidas a los procesos de dilatación o contracción térmica.

Los tratados también incluyen las aportaciones que desde el punto de vista de optimización estructural suponen las articulaciones, sirviendo como ejemplo la magnífica cubierta diseñada por Dutert y Contamin en la exposición de París en 1889[97]. Los nudos articulados se materializaban como grandes bisagras que permitían el giro libre, soluciones que hasta ese momento solamente los ingenieros habían experimentado en sus grandes obras de paso y viaductos. Se conseguían con estos sistemas luces nunca imaginadas para edificios, y que permitían cubrir grandes espacios, lo cual solo era necesario en ubicaciones muy singulares que justificaban estas tipologías.



Cubiertas de cuchillos en celosía. Ger y Lobez, 1898.

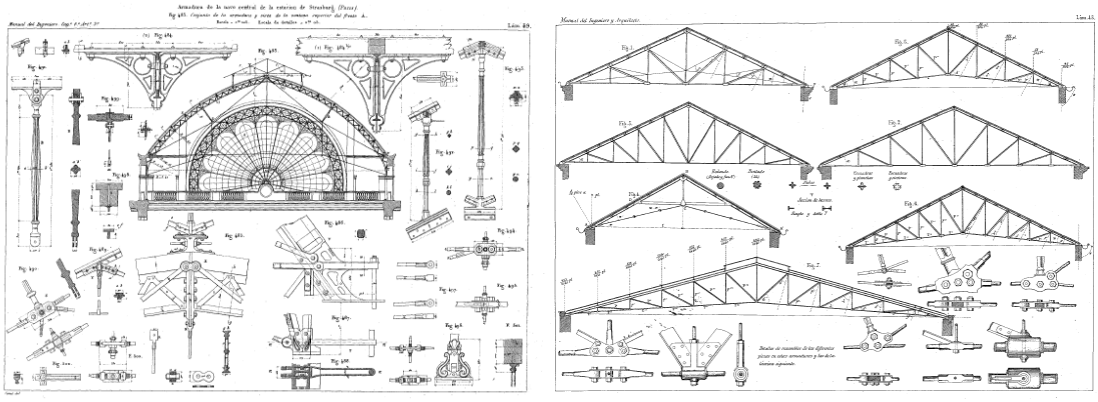
Llegados a esta fase de desarrollo tecnológico, las posibilidades y variantes eran múltiples y se aprovechaban en las realizaciones tanto arquitectónicas como ingenieriles. Se proyectaban y construían cerchas de cubierta de muy diferentes formas, trianguladas con

[96] Navascués, P. (2007). *Arquitectura e ingeniería del hierro en España (1814-1936)*. FUNDACIÓN IBERDROLA. Madrid: Ediciones El Viso, p. 203; y González, E.M. (2007). "Arquitectura Preindustrial, Industrial y del Hierro"…, p. 214.

[97] Navascués, P. (2007). *Arquitectura e ingeniería del hierro…*, p. 212; y González, E.M. (2007). "Arquitectura Preindustrial, Industrial y del Hierro"…, p. 214.

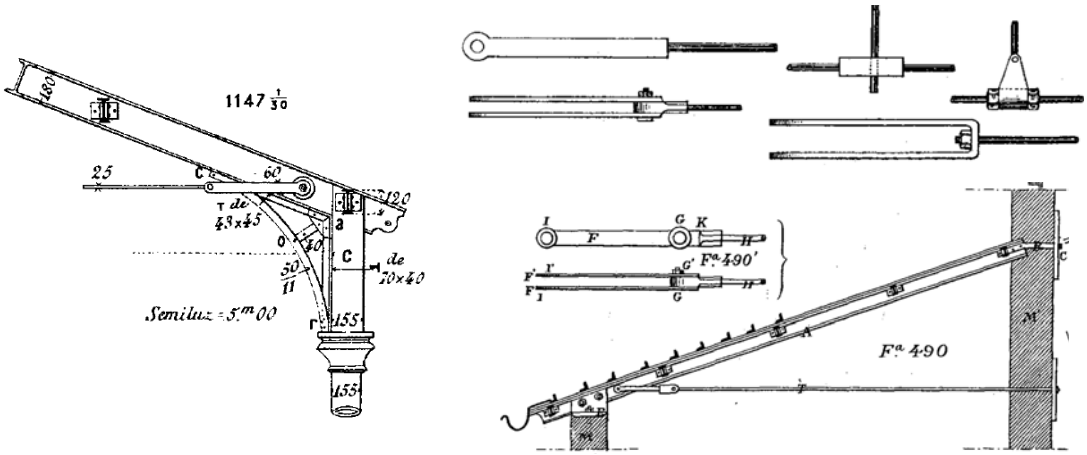
tirantes o sin tirantes, o pares de vigas armadas en celosía, mediante cruces de san Andrés o triángulos (a veces se clasifican a estas cerchas como celosía belga, celosía inglesa, o celosía americana, en función de su forma).

Se podían ejecutar de igual forma cúpulas o todo tipo de cubiertas curvas, grúas, torres... Y también se utilizó el palastro para formar las mismas armaduras en lugar de perfiles laminados, consiguiendo en este caso una continuidad visual en los nudos que ofrecía nuevas opciones de diseño y estética.



Ejemplos y detalles. Valdés, 1870.

En todo caso, los datos e ilustraciones que aportaban los manuales de construcción servían de apoyo a los técnicos que proyectaban en esta época. En particular, todos los sistemas mencionados exigían de una serie de detalles específicos para su completa comprensión y posterior ejecución, principalmente en el apartado de nudos, uniones y formación de encuentros y aleros. Llama la atención la gran similitud existente entre muchos de los dibujos aportados en estos tratados y los delineados específicamente en el proyecto de alguna de las construcciones de la época, por el nivel de definición, la composición y en particular, por el diseño de las piezas especiales: bielas, diapasones, templadores, cartelas, remates, marquesinas sencillas...

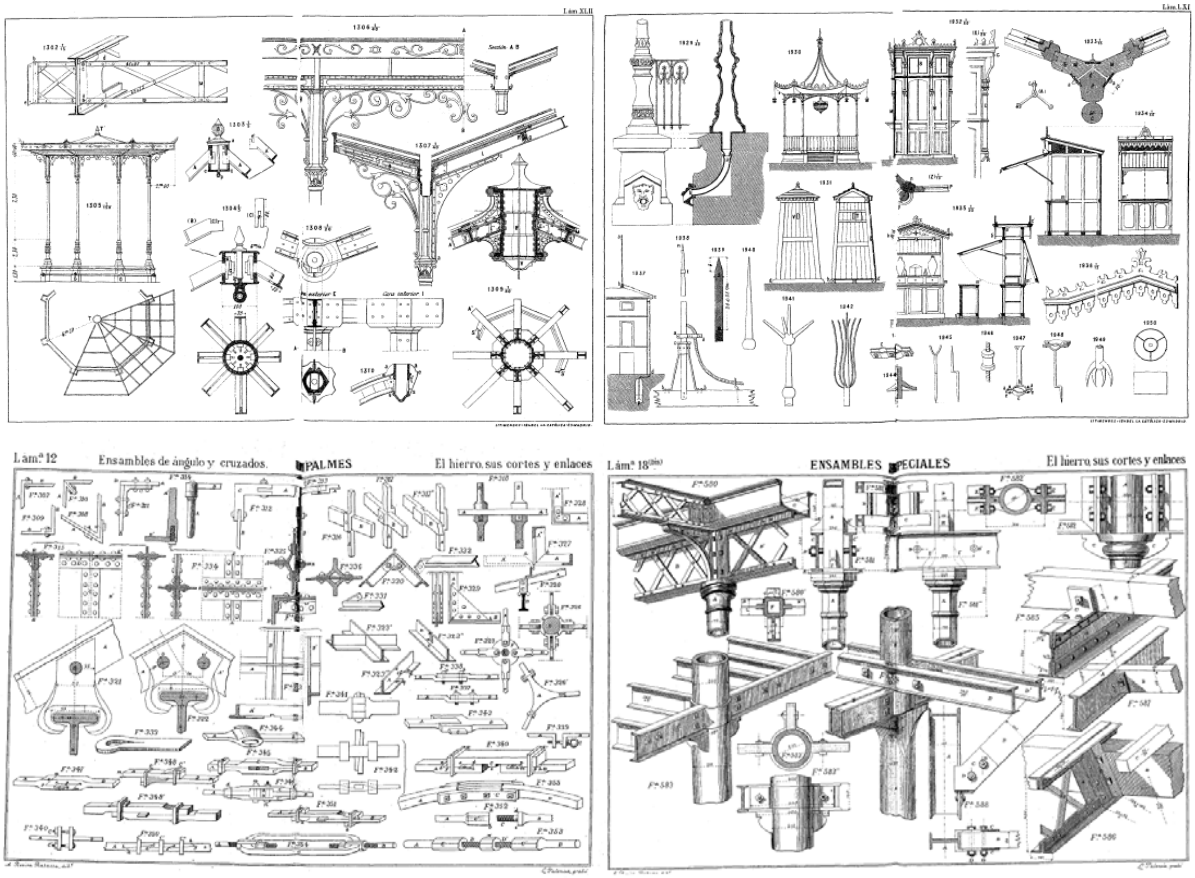


Ejemplos de piezas y detalles. Ger y Lobez, 1898. Valdés, 1870. Rovira y Rabassa, 1900.

7.4.- Combinación de elementos

El uso de soportes, vigas, entramados y cubiertas se unificaba en la composición general del edificio para completar la solución constructiva del edificio en cuestión. No siempre se utilizaba la tecnología metálica para todo el conjunto, sino que en muchas ocasiones únicamente se recurría a estas estructuras para determinadas zonas: cubiertas metálicas que apoyaban sobre fábricas o muros de carga, entramados o suelos de hierro para locales de cargas especiales (bibliotecas, salones), pilares de fundición en edificios de construcción tradicional...

No obstante, la identidad del **edificio metálico integral** es la que propiamente se identifica dentro de lo que tradicionalmente se entiende por Arquitectura del Hierro. Se refiere a las construcciones que se ejecutaron con este material como base de su estructura y gran parte de su cerramiento, sin ocultamiento de sus cualidades estéticas: mercados, pabellones, templetes, marquesinas... Por su parte la Ingeniería hacía lo propio con lo referente a las obras públicas y transportes (puentes, torres, estaciones de ferrocarril, faros, grúas...).



Láminas y ejemplos. Ger y Lobez, 1898. Rovira y Rabassa, 1900.

Los edificios combinaban las diferentes disposiciones constructivas descritas, utilizando muchas veces referencias de otras propuestas anteriores o experiencias del proyectista, e incluso inspirándose en los diseños que las casas de prefabricados proponían en sus catálogos. Se necesitaba para ello definir correctamente las conexiones de unas piezas con otras, los ensambles y piezas auxiliares, detalles específicos, nudos de encuentro... En los tratados y manuales técnicos se recogían algunas de estas soluciones que también podían influir en la decisión sobre la tipología o estética a escoger en cada caso. Se pueden observar también láminas con croquis para kioscos, remates de rejería, fundición calada o forja, lambrequines... todos ellos modelos muy típicos de los diseños de los arquitectos de entonces y muy repetidos en sus realizaciones.

Además de los mencionados manuales constructivos, varias veces editados y muy utilizados por los técnicos de la época en sus diseños, también se desarrollaron algunos textos específicos sobre aplicaciones de elementos metálicos a construcciones de puentes (muchas veces generalistas, pero que incluían entre sus capítulos apartados específicos a las posibilidades de la tecnología del hierro a este tipo de realizaciones, incluso separando los de uso carretero de los ferroviarios por las diferencias entre las cargas que debían recibir), sobre puentes colgados (sirva como ejemplo el pormenorizado estudio de esta tipología realizado por Eduardo Saavedra[98]), o aplicaciones del hierro para mejorar las características frente al fuego de las edificaciones, así como las numerosísimas reseñas de tipo técnico aparecidas en publicaciones como la *Revista de Obras Públicas* o *El Constructor Moderno*, en las que se comentaban experiencias y conclusiones de las novedades que aparecían en estos ámbitos, y se realizaban detalladas explicaciones de métodos de cálculo o nuevas teorías estructurales.

[98] Saavedra, E. (1853), *Teoría de los puentes colgados*. Madrid: Imprenta de D. José C. de la Peña.

8.- Las tipologías constructivas del hierro

8.1.- El material y los tipos: la clasificación básica

A lo largo del s. XIX, como ya se ha señalado, se produjo un continuo debate sobre las posibilidades que el hierro ofrecía como material constructivo, por su carácter novedoso y rompedor con los criterios tradicionales que hasta ese momento se habían tomado como propios del arte arquitectónico. Las primeras ejecuciones no tenían en cuenta las propiedades propias de éste, sino que intentaban utilizarlo adaptándolo a las normas que, con el uso y la práctica, habían servido para las construcciones de piedra, ladrillo y madera.

Hasta estas fechas, no resultaba económico utilizar el hierro fundido para construir, estando totalmente justificado el recurrir a los materiales que siempre habían funcionado. Las novedades en los métodos de producción, y las inversiones que comenzaban a realizarse con la revolución industrial permitieron que algunos aventurados se arriesgaran a innovar para comprobar las posibilidades que ofrecía el hierro fundido, acompañado de la forja para ciertos elementos. No obstante, el proceso fue gradual, hasta que se hizo uso del material en las posiciones técnicamente más ventajosas e idóneas.

De modo preliminar merece la pena hacer una breve introducción de los materiales propios de esta época y que fueron utilizados progresivamente en sus construcciones en el período temporal a que se refiere.

La fundición, como material de construcción, presenta buenas características para resistir esfuerzos de compresión, e incluso resiste a tracción más que los materiales pétreos o la madera. Es por ello que atrajo a los proyectistas cuando los métodos de producción consiguieron ajustar sus costes hasta hacerlo comercialmente compatible. La característica más importante es su capacidad para ser moldeado a la forma que se desee, dentro de los límites que permiten las altas temperaturas y el consiguiente enfriamiento posterior.

Dentro de estas limitaciones pueden señalarse el espesor, en cuanto a sus características técnicas como económicas. Torroja, en su libro "*Razón y ser de los tipos estructurales*", la compara con el hormigón en cuanto es capaz de adaptarse a formas y

conseguir resistencias considerables, pero diferenciándose de éste en cuanto que no pueden hacerse moldes "in situ" como se consigue con el encofrado. Su uso en relación a sus características propias, hace que sea un buen material para elementos en compresión con esbelteces grandes respecto a los pétreos (antiguos pilares de edificación y arcos de puentes históricos), pero no puede compararse al acero en otras posiciones estructurales.

Respecto a la forja y acero moldeado, presenta unos costes excesivamente elevados como para ser utilizado en elementos estructurales comunes, quedando reservado su uso para piezas especiales o posiciones muy localizadas que justifiquen este sobrecoste (rótulas o rodillos de apoyo de puentes que sufran localización de tensiones).

La llegada del acero laminado como material económicamente apto para construir amenazó con resultar el óptimo para la ejecución de todo tipo de estructuras, ya que es el que posee las mejores características técnicas resistentes, acentuadas por evolución técnica hacia las formas mecánicamente más adecuadas. Posteriormente fue el hormigón el que, por su economía y adaptabilidad, relegó al acero a aquellas funciones de mayor exigencia y que justificaban su mayor coste. También han de verse razones estéticas en este cambio, ya que la rigidez de las formas, sus colores y estructura interna no aportan acabados tan atractivos como los que pueden conseguirse fácilmente con otras soluciones.

También algunos autores han realizado un intento por definir una estética del hierro como material de construcción, basándose en los debates que esta nueva forma de construir había introducido en los sectores más tradicionalistas y conservadores de los ámbitos Académicos de la Arquitectura y Bellas Artes[99]. Particularmente, creo que esta concepción es la clave que, radicalmente, permite considerar a las construcciones de esta época con su propia personalidad y consigue que podamos hablar de un estilo artístico en sí mismo: si bien inicialmente se utilizaba la fundición para adoptar las formas y cánones propios de la piedra, poco a poco va descubriendo sus verdaderas potencialidades para desarrollar estructuras de alturas y luces hasta ese momento inimaginables[100], llegar a esbelteces que de otra manera serían imposibles, o permitir estructuras complejas mediante entramados que permiten el

[99] Navascués, P. (2007). Arquitectura e ingeniería del hierro en España..., pp. 20-21.

[100] Violet-Le Duc argumentaba en *Entretiens sur l'architecture*: "El hierro posee propiedades excelentes, es a desarrollar estas propiedades a lo que nos debemos ajustar y no a disimularlas"; citado por Antigüedad, Mª. D.; Aznar, S. (1998). *El siglo XIX. El cauce de la memoria*. Ediciones ISTMO, Madrid, pp. 232-233.

paso de la luz. Cuando la estructura y el diseño se funden en un solo cuerpo es cuando el estilo adquiere completa madurez, manifestándose en construcciones de muy diversa índole.

Por otro lado, en el apartado anterior se han revisado cómo los avances tecnológicos fueron creciendo de forma sucesiva a lo largo de todo el s. XIX, añadiendo nuevas posibilidades de cálculo y permitiendo a los proyectistas ajustar sus diseños hasta los límites resistentes a medida que éstos eran conocidos de forma teórica y comprobados experimentalmente. No obstante, muchas veces los audaces proyectos acababan en ruina por desconocimiento de algunos fenómenos de carácter local (que se investigaban a posteriori), por deterioro de las características al no existir un mantenimiento adecuado, o por causas climáticas no tenidas en cuenta totalmente en los cálculos (aerodinámica).

El hecho es que, aunque existió realmente un debate al respecto que se prolongó hasta casi finales de siglo, el número de construcciones que empleaban este material fue creciente, desarrollándose -como ya se ha introducido- un estilo propio en relación a una serie de tipologías relacionadas con las necesidades de esa época:

1. Los invernaderos y pabellones
2. Las estaciones de ferrocarril
3. Los mercados de abastos y los pasajes comerciales
4. Los puentes metálicos de ferrocarril y carretera
5. Los templetes o kioscos de música
6. Las naves industriales, los almacenes y los depósitos de agua
7. Edificios civiles y residenciales
8. Rehabilitaciones o restauraciones

Algunos de estos tipos son totalmente novedosos y fueron cambiando, mejorando o adaptándose a las necesidades que la organización y gestión de los mismos iban exigiendo. Esta era una de las ventajas que se buscaba: funcionalidad. Y además se implementaban sistemas de producción orientados a la seriación y la estandarización, con objeto de optimizar la fabricación hasta el punto que podían venderse por catálogo, según dimensiones, elementos totalmente prefabricados para su montaje por piezas en la ubicación definitiva.

Para el caso particular del ámbito de la actual comunidad autónoma de Castilla y León, algunas de estas posibilidades constructivas no se desarrollaron como tales, si bien se utilizaron las experiencias de las ejecutadas en otros lugares para el diseño de algunas de las que sí se llegaron a hacer. No he encontrado referencias, por ejemplo, de la construcción de pabellones de hierro y cristal.

El caso de las *estaciones de ferrocarril* es un claro ejemplo de adaptación progresiva. Si bien durante los estudios iniciales de implantación de una nueva línea ya se incluían edificaciones de carácter permanente en aquellos puntos estratégicos para su función comercial o captación de pasajeros, se realizaba una jerarquía de importancia de estos puntos de manera que las primeras inversiones se concentraban en los lugares que a priori presentaban mayores ventajas en lo que se refiere a amortización de la misma.

Además se escogían esos puntos para centralizar las tareas de mantenimiento del material móvil (grandes talleres centrales). Se creaban así estaciones de primera, segunda, tercera junto a otros puntos menores como simples apeaderos.

En muchos de estos casos, dadas las dificultades económicas que sufrían las compañías durante las primeras fases junto con el hecho de acortar los plazos de puesta en marcha de las explotaciones, se optaba por disponer estructuras provisionales[101], a veces de madera y otras metálicas, que permitieran una rápida ejecución. Se pretendía comenzar los viajes cuanto antes, intentando demorar las construcciones definitivas al momento en el que los datos reales de uso de las mismas justificaran la ejecución de construcciones de carácter definitivo.

En la práctica, ocurrió que algunas de estas construcciones provisionales se convirtieron en cuasi-definitivas, e incluso algunas sufrieron modificaciones o ampliaciones sobre la base inicial para adaptarlas a funciones no previstas inicialmente. Con los años se vio que en muchos casos las expectativas previstas en los estudios económicos de las concesiones no se cumplían, en cuanto a que los ingresos eran inferiores a unas prognosis de partida excesivamente optimistas.

[101] Navascués, P. (2007). *Arquitectura e ingeniería del hierro…*, p. 200.

Las realizaciones con estructura metálica en este apartado suelen clasificarse en tres grandes bloques, de forma general, atendiendo a un criterio de disposición en planta[102]:

- Por un lado estaciones con dos edificios, uno a cada lado de la o las vías, unidos o no mediante pasadizos inferiores o pasarelas superiores, y con una cubierta que cubre el espacio intermedio, incluyendo carriles y andenes
- Otras poseen tan solo un edificio lateral, de una cuyas fachadas surge una gran marquesina que cubre andenes y vías.
- Por último, edificaciones con marquesinas de pequeña envergadura, que cubre tan solo el andén para proteger a los pasajeros de las inclemencias climatológicas.

No obstante, también pueden mencionarse otras tipologías de estaciones cuando se trata de puntos terminales y no únicamente de paso, nodos iniciales o finales de una línea que no conecta con otras. Además, de esta clasificación básica pueden encontrarse variaciones formales, principalmente debidas a progresivas adaptaciones a la explotación.

El edificio de pasajeros puede presentar dos plantas, si bien en algunos casos se simplificaba a un único piso, con distribuciones similares en todos ellos: vestíbulo, ventanillas, salas de espera, despachos, e incluso vivienda del jefe de estación. Alguno de estos locales, con el tiempo, acababa por cambiar de uso para disponer más espacio para un vestíbulo general que compaginaba funciones como sala de espera.[103]

Respecto a los edificios de *almacenes*, suele tratarse de naves moduladas a la longitud habitual de los vagones de carga. Normalmente se trata de pórticos metálicos, y cubiertas tipo Polonceau o incluso más simples, con tirantes que sujetan los nudos extremos de las vigas del par. Exteriormente se cierran con fábrica de ladrillo o piedra dejando en algunos casos los soportes vistos, de ejecución sencilla, y con huecos distribuidos para ventilación e iluminación. Estos últimos detalles suelen ser característicos de la línea que, recogiendo una de las ventajas de este material, solían proyectarse edificios tipo que se repetían en

[102] Extraído de la clasificación de Camile Polonceau y Victor Bois, según se cita en: Tartarini, J. (2005). *Arquitectura Ferroviaria*. Buenos Aires: Colihue, p. 29.

[103] López, M. (1986). *MZA. Historia de sus estaciones*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Fundación de los Ferrocarriles Españoles, pp. 28-29.

diferentes ubicaciones diferenciándose en sus longitudes o en el número de edificios independientes finalmente construidos, en función de las necesidades previstas de almacenamiento.

Se conseguía así optimizar la producción de las piezas para su construcción, seriándolas y abaratando los costes. La ejecución se simplificaba, montándose de manera repetitiva en los distintos puntos en que se proyectaban. Así pueden identificarse estilos propios para cada una de las líneas, en función de la oficina o ingeniería que los diseñaba.

También es característica de algunas líneas la ornamentación propia de cada uno de estos edificios, en lo que respecta a la disposición de celosías, el calado artístico de algunas marquesinas, o la decoración con forja geométrica o de inspiración vegetal en los nudos.

De similares características, aunque podría indicarse que con un desarrollo propio por su marcada funcionalidad, debe señalarse a la aparición de la *nave* como tipología propia de este momento histórico, con los primeros años de industrialización. La *nave* es un edificio con una misión muy definida, siendo esta característica la que mayor peso tiene en su concepción y definición iniciales. Mayores tamaños (tanto en planta como en altura), la forma de su cubierta, la distribución de los soportes, la necesidad de liberar grandes luces de tirantes o cerchas... en función de estas necesidades que van surgiendo para satisfacer a las exigencias productivas de las nuevas factorías, se tienen que ir desarrollando nuevas propuestas estructurales que se adapten a los mismos y permitan optimizar los espacios. Surgen así las estructuras modulares, las cubiertas dentadas o *shed* (con ventanas orientadas al norte para aprovechar la máxima cantidad de luz), y cerchas de diferentes tipologías y formas. Algunos de estos edificios formaron parte de las instalaciones aledañas que fueron completando las iniciales implantaciones de las estaciones de ferrocarril, asociados a usos específicos como almacén para determinados productos (frescos, pescado,...), y orientados por otro lado a propio desarrollo comercial que fomentaban los nuevos mercados que se estaban construyendo de forma simultánea.

Como elemento secundario típico de establecimientos industriales y ferrocarriles pueden destacarse:

- los *depósitos*, en general circulares y con una estructura inferior que permitía conseguir cota para aumentar su alcance en la distribución;

- las *grúas*, mediante celosías o alma llena, desarrollándose cálculos específicos para optimizar sus formas y espesores de las chapas; y
- las *aguadas*, sistemas para llenar los tanques de las locomotoras de vapor y los vagones aljibe.

Una categoría específica dentro de las construcciones industriales lo componen las estructuras ejecutadas en las explotaciones de recursos mineros en general, y en la del carbón en particular, que también encuentra cabida dentro del ámbito geográfico de este estudio. Así deben de señalarse las características propias de los conocidos generalmente como *castilletes*, que poseen una morfología y clasificación propias en función de su forma, aunque su función sea similar en casi todos los casos. Estas construcciones permitían el movimiento hasta cielo abierto de los materiales extraídos desde capas profundas, sirviendo de igual manera para el transporte de herramientas y personal hacia el interior, así como el achique de galerías en alguno de los casos. Son un caso especial de grúas con una entidad y simbolismo propios.

En general, todas ellas siguen el esquema funcional básico de un cabrestante: elementos de soporte en vertical hasta una cierta altura que se emplean para desplazar grandes pesos mediante cables o cuerdas, que se apoyan en palancas y poleas en la parte más alta, y exigen de un elemento auxiliar que proporcione la fuerza motriz de tracción con la potencia adecuada para conseguir el propósito para el que fueron concebidas.

Aunque en algunos casos se introduce el término *malacate* para referirse de manera global a estas estructuras, debe de tenerse en cuenta que este vocablo corresponde a una máquina de similares características y objetivos, pero que no permite separa la parte estructural como tal. Es más adecuado, por lo tanto, distinguir directamente entre los dos tipos básicos de construcciones para pozos mineros[104]:

- los *castilletes*, que presenta una estructura básica de carácter vertical y esbelto que consta de cuatro pilares de esquina (denominados en muchas ocasiones montantes) y puede disponer de varios cuerpos o pisos intermedios, incluyendo elementos de arriostrado en función de sus dimensiones y cargas. Adicionalmente exige de dos barras inclinadas o tornapuntas de longitud adaptada a la propia

[104] Prados, L. M. (2005). "Patrimonio, memoria e industria: castilletes y pozos de la minería del carbón en el Valle del Alto Guadiato (Córdoba)". *Atrio 10/11. Revista de Historia del Arte*, pp. 97-99.

altura, que permiten recoger y absorber los esfuerzos horizontales derivados de la maquinaria de tracción y transmitirlos hacia un macizo de equilibrio. Las poleas se sitúan en la parte más alta.

- Las *cabrias*, que constan de dos vigas inclinadas que se acometen en ángulo, arriostradas por otras que aseguran la estabilidad y cierran la estructura, quedando las poleas insertadas entre las vigas principales.

La realidad es que, dentro de las provincias de Burgos y Palencia, sólo he advertido la presencia de la instalación de castilletes, pero no de cabrias. También en este sector industrial eran necesarios edificios de tipo nave en almacenes e instalaciones anexas, así como torres para el transporte aéreo de material como en el caso de las minas de glauberita de Cerezo de Río Tirón.

Tal como ya se ha introducido, en esta época también se construyeron numerosos *mercados de abastos* con estructura completamente metálica, incluyendo lamas de cristal o madera que servían para el control de la iluminación, ventilación y resguardo de la lluvia. Su disposición en planta solía adaptarse a la forma de la ubicación urbana en que se levantaba, partiendo de una distribución básica en naves longitudinales a las que se sumaban otras laterales e incluso marquesinas exteriores que aumentaban la superficie total disponible para los intercambios comerciales. Es típica en muchas ocasiones la planta basilical. Su implantación progresiva en el entramado urbano de las ciudades fue resultado de las peticiones de los comerciantes que hasta la fecha vendían al aire libre, mucha veces bajo malas condiciones atmosféricas que mermaban la calidad de los productos con los que mercadeaban (frutas, hortalizas, grano,...), junto a la creciente preocupación de los responsables municipales en temas de higiene y salubridad que fueron tomando cada vez más importancia a partir de las últimas décadas del s. XIX.

Interiormente, estos edificios se dividían en puestos, numerados y de dimensiones más o menos similares en cada caso, procurándose homogeneidad en lo referente a mostradores, huecos, y cerramientos. Solían proveerse desagües individuales, para luego canalizarlos mediante cunetas o caces laterales o por el centro de la calles de tránsito hacia el exterior. Se pretendía facilitar las maniobras de limpieza y mantenimiento.

El diseño de estos edificios correspondía a los arquitectos (habitualmente los municipales, técnicos que solían monopolizar las construcciones de carácter público y residencial de sus ciudades), y se diseñaban con gran profusión de elementos decorativos ajenos a las necesidades estrictamente resistentes, destacando muchas veces entre el resto de edificios, y siendo este uno de los motivos por el que han sido respetados a pesar de la presión urbanística.

Así los pilares de fundición presentan delicadas molduras; los nudos y ménsulas a veces reforzados con filigranas de forja, o calados en fundición con motivos vegetales; las fachadas y los remates de las vigas incluyen escudos, motivos alegóricos; la cumbrera con crestas o pináculos de remate... Son características las grandes puertas que se preveían en las fachadas principales, para el trasiego habitual de productos, o introducción de elementos de gran porte.

La evolución estilística de los mercados asociados al uso del hierro siguió el esquema general de la utilización de este material en la construcción. Castañer Muñoz describe este desarrollo en el que se observa un total paralelismo con la implantación progresiva de este nuevo material en la edificación y la adaptación de los propios arquitectos a las nuevas posibilidades que permitía. En una primera fase, los diseños seguían los criterios propios de la tradición académica, sobre todo en la concepción exterior de los edificios, introduciéndose para sustituir de manera aislada elementos resistentes en obras de que seguían esquemas conceptuales conservadores. En Burgos hay dos tempranos proyectos no ejecutados con características de este tipo en la Plaza de la Libertad (Luis Villanueva en 1859 y Severiano Cecilia en 1864[105]) que buscaban la combinación de materiales habituales como la piedra y el ladrillo con el hierro, reservando éste último para pilares de fundición, en el primero, o para los entramados de cubierta, en el segundo.

Esta forma de utilizar el nuevo material continuó en etapas posteriores, si bien comenzaron muy pronto las propuestas de proyectos de mercados íntegramente metálicos. Las primeras apuestas de este novedoso tipo lo constituyeron tinglados sin cierre perimetral, cuyas dimensiones fueron aumentando rápidamente con la experiencia acumulada, y a los que se sumaron progresiva pero rápidamente esquemas más complejos e innovadores, como la solución no ejecutada de J. Avallés en Burgos (1879)[106]. Desde su origen y durante su

[105] Castañer, E. (2006). *La Arquitectura del Hierro en España...*, pp. 175, 180, 222.

[106] Ibídem, p. 201.

madurez, los diseños se adaptan expresamente a la función propia del edificio que se pretendía construir, elemento que puede considerarse característico de su concepción como ocurre en otras tipologías metálicas (es decir, existe una fuerte componente racional en el proyecto que se particulariza y ajusta a unas necesidades muy concretas).

Suelen buscarse para su estudio distintos modelos básicos o tendencias sobre los que se fueron inspirando las diferentes ejecuciones, de los cuales las construcciones francesas y las realizadas con motivo de las exposiciones universales son elementos básicos para la compresión de su implantación en muy alejadas geografías. Autores como Horeau o Baltard[107] fueron nombres propios en esta época, junto con las novedades estructurales introducidas por Polonceau y De Dion, que sirvieron de útil ejemplo para múltiples edificaciones de este tipo.

En este marco tipológico también debe de considerarse una posibilidad de clasificación en función de la forma (circular, hemiciclo, poligonal y mixta) así como soluciones específicas que adaptaban su planta a las posibilidades de espacio disponible en la ubicación propuesta en cada caso.

Respecto a los *puentes*, tanto de ferrocarril o carretera, fueron construyéndose según diferentes tipologías acomodándose a las tendencias de la época en que se construyeron. Así nos encontramos desde celosías en múltiples variantes (Town, Pratt, Cruces de San Andrés), puentes colgantes, arcos simples o rebajados, bow-string, y vigas de alma llena[108]. En otros países también se desarrollaron viaductos tipo cantiléver y suspendidos-atirantados. El desarrollo de estos tipos y patentes fue en paralelo a los numerosos esfuerzos inversores en las nuevas líneas de ferrocarril que se establecieron en todos los países.

En general, solían apoyarse sobre pilas y estribos de fábrica, no siendo muy habitual la presencia de apoyos metálicos salvo en orografías singulares que hacían más económica esta posibilidad, y normalmente asociados a valles marcados y profundos.

[107] Navascués, P.; Quesada, Mª J. (1992), *Introducción al Arte Español. El siglo XIX, bajo el signo del romanticismo.* Editorial Sílex, p. 124. También: Antigüedad, Mª D.; Aznar, S. (1998). *El siglo XIX…*, pp. 239-242, y Castañer, E. (2006). *La Arquitectura del hierro en España…*, p. 76.

[108] El repaso tipológico y de la evolución tecnológica de puentes metálicos se desarrolla en el punto 8.2.1, particularizándose en el ámbito de Burgos y Palencia en el apartado 8.4.2.

Puede decirse de forma genérica que, en España, la primera etapa inversora en ferrocarril provocó la construcción de una gran cantidad de celosías tipo Town, esto es, celosías muy tupidas, dada la poca experiencia en tipologías de mayor componente técnico como las Pratt o Warren.

No obstante, el desconocimiento del comportamiento real de las estructuras que todavía existía, las novedades de los sistemas de transporte y las cargas excepcionales que se acarreaban (superiores a otros países de nuestro entorno), o la falta de mantenimiento, pudieron ser causa de numerosos fallos estrepitosos de varias de estas estructuras que tuvieron que ser reconstruidas, adoptándose en estas reparaciones las novedades y experiencias de ese nuevo contexto constructivo. Lo mismo ocurría con otras que, a largo plazo, resultaba más costoso su mantenimiento continuo que la reconstrucción de las mismas utilizando otros sistemas o materiales (como el hormigón).

Respecto a los caminos tradicionales o carreteras, no fue muy habitual el recurrir a estructuras metálicas, ya que las exigencias geométricas de trazado no resultaban tan estrictas y podían ejecutarse obras de paso de manera sencilla con procedimientos tradicionales. Las vigas en celosía o arcos metálicos se reservaban para parajes con topografías especialmente complicadas, o para salvar ríos de cierto caudal.

Tan solo durante una pequeña etapa se construyeron algunos pequeños puentes de vigas de alma llena, cerrados superiormente mediante tableros de hormigón o bovedillas con un relleno de mortero, pero quedando relegada esta categoría a pasos puntuales de pequeña luz y normalmente sin continuidad en los apoyos intermedios, para proyectos de variantes o mejoras de trazado de corto desarrollo, y en pasos de carácter urbano.

La espectacularidad de los puentes colgantes provocó que aparecieran, durante cierto momento y casi hasta mediados del siglo XIX, como el referente definitivo para los puentes y viaductos. Estos permitían aprovechar al máximo las características a tracción de este material (mediante cables o cadenas anclados de los que se colgaba el tablero) y de esta manera conseguían realizarse vanos de gran luz y con secciones de tablero casi imperceptibles. No obstante, esta euforia inicial se traspasó a un total rechazo al cabo de pocos años, dado que la falta de mantenimiento y los efectos de la rápida corrosión en zonas

de pequeña sección, junto al desconocimiento que la influencia de cierto tipo de cargas móviles y rachas de viento tenían sobre este tipo de estructuras colgadas, provocaron numerosos desastres y colapsos de piezas de fundición que lo relegaron a un cierto abandono. La combinación con la suspensión consiguió dotarle de una rigidez y estabilidad adicional que permitió un nuevo desarrollo décadas más tarde.

También es característica de finales del siglo XIX la construcción de *templetes o kioscos* para las bandas de música municipales, ubicándose en lugares estratégicos y característicos de los centros de las ciudades, paseos o parques escogidos por la población para su ocio y esparcimiento. Si bien pueden entenderse como elementos menores dentro de la Arquitectura del Hierro, la mayoría presentan un aspecto muy atractivo que invita a su disfrute y contemplación. Estos templetes presentan un diseño muy caprichoso, encontrándose algunos con una ligera ornamentación básica en sus formas, hasta otros que destacan por su barroquismo y decoración en todos sus detalles.

En algunas ocasiones las casas de prefabricados envían a los ayuntamientos catálogos comerciales donde exponen sus diseños y proponen ofertas económicas para su implantación, junto con la renovación del mobiliario urbano, farolas, bancos, urinarios públicos... Pero es muy típico que sea el propio arquitecto municipal el que se encargue de realizar el diseño específico, aunque recurra a inspirarse en las ideas aportadas por estas casas constructoras[109] (muchas veces francesas).

Los kioscos suelen presentar una planta octogonal en casi todos los casos (aunque no es una regla única), con un basamento de fábrica sobre el que se apoyan columnas más o menos esbeltas que sostienen a una cubierta que protege a los músicos. Las techumbres presentan gran variedad de acabados, siendo un elemento común en la mayor parte de ellos una tarima machihembrada de madera que lo revestía interiormente (tornavoz)[110] por las especiales características acústicas que esta zona exigía, evitándose las reverberaciones en la medida de lo posible. También es muy común la inclusión de elementos adicionales en su perímetro como bancos, escaleras o fuentes.

[109] Navascués, P.; Quesada, Mª J. (1992). *El siglo XIX: Bajo el signo…*, p. 132.

[110] Navascués, P. (2007). *Arquitectura e ingeniería del hierro…*, p. 289.

En cuanto al tamaño tampoco hay una referencia clara, ni en planta ni en alzado, siendo esta variable función de las capacidades económicas y de las necesidades de espacio según la importancia de la ciudad y del propio grupo o banda musical.

Algunas de estas construcciones se asentaron sobre el emplazamiento de otros más antiguos de madera, cuyo carácter podía ser incluso provisional durante ciertas celebraciones o eventos. Fue en este momento cuando existió la voluntad de establecer un compromiso mayor al ejecutarse una instalación definitiva para este fin, elevando sobre rasante la cota de la función para deleite de los ciudadanos del municipio en cuestión.

El uso de la estructura metálica fue introduciéndose progresivamente en el resto *de tipologías edificatorias*. A medida que las grandes infraestructuras se iban ejecutando, la salida de esta industria fue la generalización de su uso, su globalización y su llegada a las construcciones más pequeñas que exigían cantidades más reducidas de material[111]. Así se comenzó a utilizar en pórticos y forjados de edificación de edificios públicos y privados: pilares de fundición y vigas conseguían mayores luces que las hasta ese momento se lograban con los métodos tradicionales, permitiendo así construir grades salones, pasillos diáfanos, vestíbulos... El uso ornamental de la fundición también llegó a los establecimientos comerciales: cafeterías, tiendas, escaparates, pasajes comerciales...

En otras ocasiones se recurría al hierro para conseguir formar cubiertas de gran luz, como era necesario en locales como teatros o cines[112]. Estas cubiertas se formaban mediante celosías como las utilizadas en las tipologías industriales, y se utilizaron en algún caso durante las restauraciones de construcciones antiguas en las que se necesitaba reducir las cargas no compensadas sobre los muros de carga, consiguiendo así estructuras que ayudaban al mantenimiento del resto de elementos del edificio o monumento. Este método se utilizó en ciertas operaciones sobre las catedrales de las capitales de provincia y algunas iglesias de las diócesis[113]. El caso particular de las nuevas construcciones para cines posee unas características propias que hacen de la estructura metálica un instrumento

[111] González. E.M. (2007). *"Arquitectura Preindustrial, Industrial y del Hierro…",* p. 259-260.

[112] Arnucio, J. C. (2007). *La Arquitectura desde 1930 hasta el siglo XXI. Patrimonio arquitectónico de Castilla y León. Tomo VI*. Junta de Castilla y León. Salamanca: Ediciones Témpora, p. 34-35.

[113] Puede comprobarse dentro del propio catálogo de esta tesis, en las fichas de las catedrales de Burgos y Palencia, así como en la Iglesia de Villahoz.

especialmente útil por las exigencias de este uso específico: necesidades de amplios espacios para una sala que requiere mantenerse cerrada, con grandes fachadas limpias en las que se comienza a introducir a principios del siglo XX los criterios vanguardistas.

8.2.- Contexto y panorama constructivo: el hierro como material en España y Castilla y León, y la influencia de las corrientes estilísticas.

La presencia del hierro en las construcciones fue una creciente variable a lo largo del s. XIX, en coherencia con las ejecuciones que se ejecutaban en el resto de Europa, si bien el caso español (como ya ha sido analizado) requirió inicialmente la importación de técnicos y materiales que en ese momento no se disponían.

La entrada en funcionamiento de la Escuela de Ingenieros de Caminos, con una clara vocación científica y tecnológica, permitió la incorporación de España a una etapa de neogénesis interna. Los arquitectos tuvieron que adaptarse a esta nueva situación, como ya lo venían realizando sus colegas franceses desde incluso finales del s. XVIII.

En este marco, la necesidad de nuevas infraestructuras de todo tipo provocó una gran cantidad de ejecuciones por parte de las diferentes administraciones, tanto locales, provinciales como estatales. De todas estas realizaciones en metal, el grupo de los tipos más significativos queda compuesto por los puentes, las estaciones de ferrocarril, los mercados de abastos y los kioscos de música, junto con la incorporación del material a la edificación:

8.2.1.- Los puentes y viaductos

Entre este epígrafe introductorio y el contenido del apartado 8.4.2 (que se particulariza para el caso de las dos provincias en estudio) se pretende realizar un breve análisis de la evolución teórica y experimental de la Ingeniería de Puentes, asumiendo la necesidad de su reconocimiento y valoración. Para un observador ajeno a los principios técnicos y científicos que quedan envueltos en los distintos diseños, así como las complejas relaciones laborales y sociales que fueron desarrolladas para su implantación, junto a las propias condiciones de trabajo, muchos de estos valores potenciales no pueden ser

identificados de forma directa[114]. En muchas de ellas, su uso público, su ubicación alejada de núcleos habitados, su economía de medios o sencillez de formas, las ha sumido en un cierto olvido o rechazo, a una ausencia de sensibilidad social que influye directamente en la propia administración. Pero no debe de olvidarse que son precisamente algunas de estas consideraciones las que las identifican y en algún caso las hace singularmente estéticas[115], y las cuales han sido el germen de movimientos que sí han alcanzado mayores reconocimientos artísticos con el paso del tiempo[116].

La tecnología metálica, como se ha analizado en los apartados anteriores, nace a partir de la revolución industrial, y continua desarrollándose, creciendo y cambiando de manera continuada de la mano de los avances teóricos y tecnológicos que se producen, principalmente, a lo largo del siglo XIX.

La visión diacrónica de su constante evolución, permite observar una primera fase de tímida utilización de sus recursos, casi siempre imitando formas y conceptos academicistas asociados a las construcciones habituales hasta ese momento: elementos a compresión simple o arcos (como la piedra), o secciones trabajando a flexión hasta ciertas luces (madera).[117]

En el caso de los puentes, la etapa inicial es propia de las primeras realizaciones en Inglaterra, y de la que son claros ejemplos los puentes sobre el río Severn en Inglaterra, obras

[114] Linarejos, M. (2007). "Plan Nacional de Patrimonio Industrial: Apuntes Históricos y Conceptuales". *Bienes Culturales: Revista del Instituto de Patrimonio Español* (Madrid), Nº7 (2007), p. 41.

[115] Véase: De Alzola, P. (1892). *El Arte Industrial en España*. Bilbao: Imprenta de la Casa Misericordia, pp. 536-550; Leonhardt, F. (1980). *Ponts / Puentes*. Laussanne, Suisse: Presses Polytechniques Romandes, pp. 25-30; Biel, M. P. "Los puentes metálicos de carretera sobre el Ebro en la provincia de Zaragoza". *Artigrama* (Zaragoza), núm. 15 (2000), p.128.

[116] En torno a la funcionalidad y estética en la obra de ingeniería ver: Antigüedad, M. D. (1998). "La Arquitectura de los Ingenieros", en *1os Jornadas de Arquitectura Histórica y Urbanismo*. Cádiz: Universidad de Cádiz, Servicio de Publicaciones, 1998 (ver también sus referencias bibliográficas); y Fernández, C. (2005). *La Arquitectura del Ingeniero*. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos, colección Ciencias, Humanidades e Ingeniería.

[117] Búrdalo, S.; Delgado, C. (1987). "Por fin, el hierro. Puentes del s. XIX", en *MOPU: Revista del ministerio de Obras Públicas y Urbanismo* (Madrid), 345 (julio-agosto, 1987), pp. 141-142; Aguiló, M. (2008). *Forma y tipo en el arte de construir puentes"…,* pp. 40-43; Ávila, J. M. (2000). "El puente de Triana en Sevilla y su tiempo", en *3er Congreso Nacional de Historia de la Construcción*. Sevilla, 2000.

de Abraham Darby III y Thomas Telford (todavía en el siglo XVIII)[118]. En seguida, las noticias sobre las buenas experiencias, animaron a muchos proyectistas a construir con él, lo que favoreció una simbiosis con el crecimiento de la industria siderúrgica que se encargaba de la provisión de las piezas necesarias para estas construcciones. Rápidamente se comenzó a aprovechar las características resistentes a tracción del hierro en la tipología de puentes colgantes, mediante cadenas o cables de los que se suspendía un tablero que todavía era de madera y se caracterizaba por sus excesivas deformaciones bajo cargas móviles. A nivel internacional, durante las primeras décadas del s. XIX, Finley y Telford son los nombres destacados en esta tipología[119].

A medida que avanzaba el siglo XIX, aumentaba el interés por las propiedades de los materiales y sus límites resistentes y funcionales. Tal como ya se ha tratado en anteriores apartados, apareció una carrera de avances teóricos en el campo de la Teoría de Estructuras y la Resistencia de Materiales, de la mano de una nueva profesión emergente que buscaba salidas útiles y con posibilidades comerciales a los conocimientos puramente físicos o matemáticos: los ingenieros. Comenzaron a publicarse numerosos tratados sobre estas novedades tecnológicas y sus aplicaciones industriales o civiles, y aparecen cada vez nuevos métodos, teoremas y formulaciones que permiten ampliar cada vez más las luces, ajustar las secciones, conocer el comportamiento interno de las piezas bajo carga, plantear la discretización de estructuras y la transmisión de esfuerzos entre piezas. Y todo ello con el aval de las numerosas construcciones que se ejecutaban paralelamente, sobre todo, del desarrollo de la red ferroviaria junto a los retos constructivos que se proponían las Exposiciones Universales que se convocaron.

Aunque existieron desde mediados del siglo XIX propuestas de vigas de alma llena, de los cuales son referentes los puentes tubulares de Robert Stephenson de Conway (1849) y Britannia (1850)[120] fueron, sin duda, alguna las diferentes tipologías de celosías las que acapararon el mayor número de ejecuciones. Fueron surgiendo diferentes patentes y posibilidades, y todas ellas serán protagonistas en las construcciones ejecutadas progresivamente hasta finales del siglo XIX e incluso principios del XX[121]: Town (1820) con su

[118] Manterola, J. (2006). *Puentes: Apuntes para su diseño, cálculo y construcción…*, pp.20-21; Aguiló, M. (2008). *Forma y tipo en el arte de construir puentes…*, p. 210.

[119] Manterola, J. (2006). *Puentes: Apuntes para su diseño, cálculo y construcción…*, p. 32.

[120] Ibídem, p. 23.

[121] En la bibliografía específica de puentes existen ciertas variaciones sobre los años de introducción de los diferentes tipos de celosías. Su explicación radica en la diferente fecha de utilización y su patente. En este caso

celosía múltiple o rejilla inicialmente asociada a la construcción en madera; Howe, (1840); Whipple y el Bow-String (1841); Pratt (1844); Warren (1848); Gerber (1866) y su evolución hacia las Cantilever... También hubo notabilísimas propuestas de arcos metálicos que forman parte de los hitos de la ingeniería a nivel mundial, desde las propuestas de Polonceau para el Pont Carrousel de París (1834), hasta los grandes arcos metálicos del puente de Saint Louis (Eads, 1874), o los de los viaductos de María Pía (Seyrig-Eiffel, 1877) y Luiz I (Seyrig, 1885) en Oporto, y el de Garabit en Saint-Flour, Francia (Eiffel-Koechlin, 1884). El Firth of Forth escocés es el mejor ejemplo de tipo Cantilever (Fowler y Baker, 1890). En las últimas décadas del s. XIX también hay un resurgir de los puentes colgantes, mezclándose con sistemas atirantados y tableros de mayor rigidez para minimizar los problemas detectados en las primeras experiencias[122].

Las vigas de alma llena en sección doble T también se comenzaron a utilizar en puentes de carretera y ferrocarriles especiales de menores cargas[123]; solo posteriormente, cuando el coste de la mano de obra asociada al trabajo casi artesanal del roblonado era superior al del material necesario, fueron ganando terreno a las celosías incluso para grandes luces.

A nivel regional, deben destacarse varios ejemplos representativos[124]: el puente de Enrique Estevan, de Salamanca (Saturnino Zafiurre, 1913); el puente metálico de Toro, Zamora (Tomás Tamarit, 1907); el Puente de Prado o Puente Colgante de Valladolid (Lucio del Valle, Víctor Martí y Ángel Mayo, 1865); el puente colgante de Dueñas (Santa Cruz y Mendizábal, 1845); y el sobresaliente viaducto de Requejo o Puente de Pino de Oro (Ribera,

he optado por utilizar este último criterio (el de las patentes), conociendo que existieron ejecuciones anteriores a las fechas que se indican. Todas ellas extraídas de: Serna, J.; Rui-Wamba. J. (2006). *Los puentes del tren*..., pp. 69-73, 110.

[122] Sobre este aspecto puede consultarse: Aguiló, M. (2008). *Forma y tipo en el arte de construir puentes*..., p. 222, 290-291; Manterola, J. (2006). *Puentes: Apuntes para su diseño, cálculo y construcción*..., pp. 29-31; Fernández, L. (1999). *Caminos sobe el agua. Visión histórica universal*..., p. 335; Rui-Wamba. J. (2006). *Los puentes del tren*..., p. 97; Arenas, Juan José (2002). *Caminos en el Aire. Los puentes*..., pp. 540-547.

[123] Gaztelu, L. (1896). *Práctica usual de los cálculos de estabilidad de los puentes*. Madrid: Establecimiento tipográfico de Fortanet, p. 231: "*Esta clase de vigas no se emplea en la actualidad más que para luces inferiores a 12 m, llegando excepcionalmente a 15 m; para luces superiores se adopta generalmente el sistema de celosías*".

[124] Abad, T.; Chías, P. (2008). "La construcción del territorio: caminos y puentes en Castilla y León". *Historia de las Obras Públicas en Castilla y León*; Francisco Bueno Hernández, coord. Valladolid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos; pp. 319, 321-323, 329-332, 338, 368-369,

1914). Dos caso poco documentado hasta la fecha son el del puente colgante de Quintanilla-Escalada (Cipriano Martínez, 1847), y el puente metálico de Trespaderne (Ramón de Aguinaga, 1884) que están incluidos en el catálogo de esta Tesis.

8.2.2.- Las estaciones de ferrocarril

La llegada del ferrocarril a las ciudades permitió una nueva y rápida forma de distribución de los materiales de construcción, en particular de los productos siderúrgicos desde los talleres, fomentando y facilitando la ejecución de nuevas realizaciones. El caso burgalés fue analizado por Lena Saladina, atribuyendo a los caminos de hierro una especial importancia en la transformación urbanística y la renovación arquitectónica de la ciudad[125].

El panorama nacional de la construcción de las estaciones de ferrocarril fue analizado por Navascués y Aguilar en "El mundo de las estaciones" (1980)[126]. Salvo casos excepcionales, como la Estación de Delicias de Madrid (1880)[127], su arquitectura se puede analizar separando el conjunto en dos partes:

- Por un lado el edificio de pasajeros en sí mismo, cuyas posibilidades estilísticas se desarrollan de forma casi paralela al del resto de arquitectura civil.
- Por otra, la parte propiamente metálica: marquesinas, cubiertas abovedadas, ménsulas…

Ambos componentes pueden estar concebidos en momentos distintos, relacionándose únicamente por sus conexiones estructurales, en su caso, y por la continuidad de los pasillos y accesos. Tal como se ha apuntado, el apartado arquitectónico evoluciona desde las estaciones provisionales, que posteriormente fueron reconstruidas ya de forma definitiva utilizando recursos muy variados: lecturas mansardas (Estación de Príncipe Pío de Madrid, 1881)[128], neomudéjares (Plaza de Armas de Sevilla, 1889[129]; Toledo, 1917[130]),

[125] Citado en: Castañer, E. (2006). *La arquitectura del hierro…*, p. 95.

[126] Navascués, P.; Aguilar, I. (1980). *El mundo de las estaciones*. Madrid: Ministerio de Cultura.

[127] Navascués, P. (2007). *Arquitectura e ingeniería del hierro…*, p 203.

[128] Ibídem, p. 209.

regionalistas (Valle de Urola, Guipúzcoa, 1924)[131], monumentalismo francés (Marítima de Valencia, 1916)[132], modernismo vienés (Valencia Norte, 1906)[133]…

En lo que respecta a las cubiertas metálicas, se basan en las tipologías heredadas de las experiencias inglesas, y sobre todo francesas. Por una parte las cerchas tipo Polonceau, de doble vertiente (siendo este el esquema estructural más repetido); por otra, la cubierta de tipo De Dion, que permite adaptarse a formas abovedadas de perfil curvo o a dos aguas indistintamente (que se reservaba para estaciones con grandes necesidades de espacios diáfanos interiores, permitiendo alcanzar mayores luces); y finalmente los arcos en celosía articulada sobre rótulas, utilizada en estaciones construidas ya en el siglo XX, aumentando el rango de distancias entre apoyos.

En Castilla y León las estaciones son todas de paso, y varias de ellas tienen o han tenido andenes cubiertos mediante marquesinas laterales metálicas. En general se acogen al modelo de edificio lateral, añadiéndose o adosándose una cubierta sobre la zona de espera, cuyas dimensiones dependen de la importancia de la estación.

Podemos encontrar simples cubiertas en ménsula para resguardo de los pasajeros (caso de estaciones de menor categoría, como ocurre en Venta de Baños, Astorga, Palencia, Arévalo,…). En la de Miranda de Ebro, la parte peatonal del andén se ensancha, ampliándose la marquesina en dos aguas que cubren el pasillo de acceso a los trenes. Esta estación es singular porque, además, el edificio de pasajeros es central, es decir, presenta dos marquesinas laterales, quedando rodeado de vías por ambas márgenes.

En los grandes nudos, las compañías utilizaban el hierro y el cristal para ejecutar construcciones que formen parte de la identidad de las ciudades, compitiendo prácticamente entre ellas por conseguir un mayor impacto visual con fines propagandísticos. Así aparecen

[129] Ibídem, p. 216.

[130] Navascués, P.; Quesada, Mª J. (1992). *El siglo XIX: Bajo el signo…*, p. 123.

[131] Ibídem, p. 124.

[132] Ibídem, p. 123.

[133] Ibídem, p. 122.

las grandes marquesinas de Valladolid (Grasset, 1890)[134], Medina del Campo (Sala, 1896)[135], Zamora (inicialmente estación terminal con una marquesina de hierro construida por Parent-Schaken-Caillet et Cie entre 1863 y 1868)[136], León (Saavedra, 1863)[137] y Burgos (Grasset, 1901)[138].

Cronológicamente, las grandes estaciones castellanas y leonesas se enmarcan en la clasificación propuesta por Navascués y Aguilar:

- Una primera etapa de influencia inglesa (período 1838-1868)
- Una segunda fase de influencia francesa (entre 1868-1902)

De todas ellas se desmarca por su vetustez la inicial marquesina de León, construida en 1863 junto al resto de la línea según proyecto de los ingenieros Juan Rafo, Joaquín Ortega y Celedonio Uribe[139], supervisado por Saavedra que fue quién además llevó la dirección facultativa de la obra. La estación inicial ya incluía una cubierta sobre los andenes y las vías mediante una "armadura de palastro y cristales"[140].

[134] Navascués, P. (2007). *Arquitectura e ingeniería del hierro*…, p 210.

[135] Op. Cit.

[136] García R. A.; Rodríguez J. M. (2010). Proyecto de Patrimonio Industrial. El patrimonio ferroviario en Zamora. *Revista Informativa del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid (COIIM)*, Nº 48, p. 26. Si bien estos dos autores señalan la posibilidad de que la marquesina fura ejecutada con la llegada del eje Plasencia-Astorga (1882), la compañía Parent-Schaken-Caillet et Cie ya había dejado existir por esas fechas; véase: López-Morell, M. A. (2003). "Peñarroya: un modelo expansivo de corporación minero-industrial, 1881-1936". *Revista de Historia Industrial*, Nº 23, p. 97.

[137] Cuéllar, D.; Jiménez, M. (2008). "Siglo y medio de ferrocarril en Castilla y León: territorio, historia y legado patrimonial". *Historia de las Obras Públicas en Castilla y León*; Francisco Bueno Hernández, coord. Valladolid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, p. 461

[138] Arrechea, J. (1998). *Arquitectura del siglo XIX. Historia del Arte en Castilla y León, Tomo VII. Del Neoclasicismo al Modernismo*. Valladolid: Ámbito Ediciones, p. 213

[139] Casado, I. (2009). "Breve historia de la construcción de las ferrocarriles carboneros en la provincia de León". *Contribuciones a las Ciencias Sociales*. Pero según Inmaculada Aguilar fue Saavedra el que firmó finalmente el proyecto definitivo, tal como se cita en: Cuéllar, D.; Jiménez, M. (2008). "Siglo y medio de ferrocarril en Castilla y León: territorio, historia y legado patrimonial"…, p.461

[140] Barrón, E. (1863). "Ferrocarril de Palencia a Ponferrada". *Revista de Obras Públicas*, Tomo I, 23-02, p. 283.

Si tenemos en cuenta los listados y los comentarios de Navascués y Aguilar[141], ésta debió de ser una de las primeras cubiertas metálicas de este tipo, esto es, cubriendo las vías, de todas las construidas en España, junto a ciudades como Barcelona y Valencia. La estación de Miranda (1862)[142], por su parte, tiene singularidad adicional de ser la más antigua que se conserva íntegra como marquesina a dos aguas.

En cuanto a la forma, las grandes marquesinas de la región castellano y leonesa siguen el mismo patrón: armadura de doble vertiente tipo Polonceau, sustentada sobre pilares metálicos, y cerrada con vidrio, tanto encima de los pórticos, como en ambos testeros laterales. Los proyectistas juegan con las posibilidades del cerramiento, sobre todo en los laterales, con mosaicos o dibujos romboidales, rematadas con un dintel inferior de forma recta (León, Valladolid) o bien con forma parabólica (como el caso de la desparecida marquesina de Zamora).

La de Miranda es un magnífico ejemplo de la señalada etapa inglesa, montada según el proyecto de Charles Vignoles con piezas suministradas por los talleres londinenses de Frederick Braby[143]. El trabajo de filigranas en sus detallados calados se asemeja mucho a otras estaciones victorianas de la época construidas en Inglaterra, de evocación vegetal gótica: Kettering, la estación de Crystal Palace (acceso a la Exposición Universal de 1851), Wellingborough, Teignmouth, Alnmouth, recursos también posteriormente utilizados en la londinense de Liverpool Street.

8.2.3.- Los mercados de abastos

Los criterios higienistas y urbanistas de mediados del s. XIX provocaron una progresiva aparición, en las plazas más importantes, de una serie de edificaciones especialmente diseñadas para el mercadeo de productos frescos, que hasta entonces se realizaba directamente en las calles de las ciudades. Estas ideas surgieron de manera temprana en la ciudad de Burgos, en la que fueron diseñándose sucesivamente varias propuestas para la ubicación y la forma de un mercado de abastos municipal. Así, el año 1751

[141] Navascués, P.; Aguilar, I. (1980). *El mundo de las estaciones…*, p. 170

[142] Op. Cit.

[143] Ibídem, pp. 160-168.

Santiago Pérez firma un proyecto de "Cubiertos" para la venta de verduras[144]; en 1813 León Antón redacta un proyecto para mercado de granos; Luis Villanueva propone una nueva posibilidad en 1859 para un mercado general el año 1859, y Severiano Cecilia hace lo propio en 1862[145].

La aparición y generalización del hierro como material, provoca una nueva tendencia tomando como arquetipo la estructura de las Halles Centrales de París (Victor Baltard, 1866)[146], principalmente en su distribución en planta y en lo que respecta a soluciones constructivas para asegurar una adecuada iluminación y ventilación naturales, con un mínimo mantenimiento. El uso combinado de vidrio, hierro y madera, permitía, junto a un cuidado estudio de huecos, orientaciones y cubiertas, cumplir con el programa de necesidades, incluyendo disposiciones que evitaban los posibles problemas de dilataciones diferenciales entre los distintos elementos. No obstante, la forma de los mercados quedaba condicionada netamente a los espacios públicos disponibles; éste era el primordial problema al que los arquitectos debían hacer frente en sus diseños, que justificaban con argumentos que anunciaban un primitivo racionalismo en sus soluciones de distribución.

A nivel nacional, los mercados madrileños de La cebada y los Mostenses (Calvo Pereira, 1875 y 1878 respectivamente)[147] servían de referencia básica, y fueron un espejo en el que los técnicos pudieron ver reflejadas las respuestas a los condicionantes formales que se les presentaban. Además, en España hubo una amplia difusión de la obra de Cesar Daly *Revue Générale de l'Architecture*[148].

La solución básica es la nave: una estructura de pilares metálicos que sostiene un entramado de cubierta (normalmente con una linterna en cumbrera), cerrado lateralmente mediante un sistema de lamas o persianas, con o sin zócalo perimetral inferior. Sobre este

[144] Castañer, E. (2006). *La arquitectura del hierro…*, p. 200.

[145] En los dos últimos proyectos, los arquitectos ya introducen partes metálicas en su estructura: Arrechea, J. (1998). *Arquitectura del siglo XIX. Historia del Arte en Castilla y León, Tomo VII …*, p. 218; Castañer, E. (2006). *La arquitectura del hierro…*, p. 77.

[146] Navascués, P. (2007). *Arquitectura e ingeniería del hierro…*, p. 229

[147] Ibídem, pp. 234-237; Castañer, E. (2006). *La arquitectura del hierro…*, p. 83.

[148] Castañer, E. (2006). *La arquitectura del hierro…*, p. 86.

sistema, utilizado en los sencillos mercados de Almería (Trinidad Cuartara, 1892)[149], Burgos (Saturnino Martínez, 1903)[150], o el del Val de Valladolid (Ruiz Sierra, 1882)[151], pueden aparecer infinitas variantes por duplicación, ampliación lateral o combinación en planta.

Un ejemplo es la clásica planta basilical, con nave central y dos laterales. Esta analogía es utilizada en mercados como el de Palencia (Juan Agapito y Revilla, 1900)[152], Zamora (Segundo Viloria, 1902)[153] y de manera algo más compleja en Badajoz (Tomás Brioso Mapelli, 1898)[154]. Este último presenta una distribución en el alzado de sus naves inversamente proporcional al Mercado Ferreira Borges de Oporto (João Carlos Machado, 1893)[155]. Una variación con naves en paralelo es el proyecto de Avallés para Burgos (1879)[156]. El vallisoletano mercado del Campillo de San Andrés (Ruiz Sierra, 1878)[157] presentaba una sección global de nave única, pero sus amplias dimensiones en planta exigían un sistema de pórticos con pilares intermedios.

Otras formas de adaptación a la forma del solar lo constituyen las plantas poligonales, que dibujaban una especie de manzana cerrada, distribuyendo uno o varios pasillos concéntricos, y rematando superiormente el conjunto mediante una cubierta que normalmente llevaba asociada algún par secundario, rompiendo así su continuidad para garantizar la iluminación. Ejemplos de esta arquitectura son los mercados de la Cebada en Madrid, el de Portugalete de Valladolid (Ruiz Sierra, 1881)[158], o los proyectos no ejecutados en Burgos para la Plaza de la Libertad (Saturnino Martínez, 1889 y 1892)[159].

[149] Navascués, P. (2007). Arquitectura e ingeniería…, p.247.

[150] Archivo Municipal de Burgos (A.M.B.), signaturas: 18-1566, 18-15457 y 1-1466.

[151] Castañer, E. (2006). *La arquitectura del hierro*…, p. 85.

[152] Arrechea, J. (1998), *Arquitectura del siglo XIX…*, p. 220.

[153] Op. Cit.

[154] Navascués, P. (2007). *Arquitectura e ingeniería del hierro*…, p. 248.

[155] De Carvalho, M. C. (1995). *Inventário Artístico de Portugal: Cidade do Porto*

[156] Castañer, E. (2006). *La arquitectura del hierro*…, p. 201.

[157] Ibídem, pp. 137 y 175.

[158] Ibídem, pp. 137 y 198.

[159] Archivo Municipal de Burgos (A.M.B.), signatura: 17-4214.

Pero la diversidad de soluciones es tan elevada como el número de posibles solares existentes. Aparecen, de esta manera, diseños que combinan naves simples en diferentes direcciones, ortogonales o no, así como distribuciones de varios cuerpos en paralelo conectados entre sí con corredores. Dentro de esta categoría puede señalarse también el proyecto de Saturnino Martínez en 1899 para las traseras del Palacio de Justicia de Burgos[160], con un esquema en "L" simple, o el gran mercado de Sant Antoni de Barcelona (Antonio Rovira y Trías, 1883)[161]. Variantes de naves paralelas, además de la ya mencionada evolución del esquema basilical, pueden verse en los mercados de las Atarazanas de Málaga (Joaquín de Rucoba, 1879)[162], los Mostenses en Madrid (1878), el mercado de San Miguel, también en la capital madrileña (Alfonso Dubé, 1915)[163], e incluso el de Salamanca (Joaquín Vargas, 1898)[164].

En cuanto al esquema estructural, la armadura tipo Polonceau, o alguna de sus variantes, fue muy utilizada en toda la geografía española: la Cebada de Madrid, del Val en Valladolid, La Independencia de Vitoria (Jacinto Arregui, 1890)[165], el de Santocildes en Burgos (Saturnino Martínez, 1903)[166]... Sin embargo la solución de cubiertas y pórticos arriostrados de Las Halles Centrales de París fue, quizá, la más repetida; la propuesta de Baltard se aproxima mucho a la cercha que más tarde comprobaría De Dion en la Exposición Universal de 1878. En este caso, se usa la perfilería seriada, facilitando los ensamblajes respecto a la multiplicidad de piezas necesarias en la Polonceau (tirantes, bielas, péndolas y pares, cada una con su sección diferenciada). En este caso, Castañer señala que la cubierta del mercado de Agapito y Revilla para Palencia responde al esquema típico De Dion[167]; si bien cronológicamente esta afirmación tiene coherencia y sentido, tras la comparación de su entramado con los de Las Halles de París no encuentro diferencias formales significativas

[160] Castañer, E. (2006). *La arquitectura del hierro*..., pp. 209.

[161] Ibídem, pp. 210-211.

[162] Navascués, P. (2007). *Arquitectura e ingeniería del hierro*..., p. 247.

[163] Ibídem, p. 251.

[164] Ibídem, p. 246.

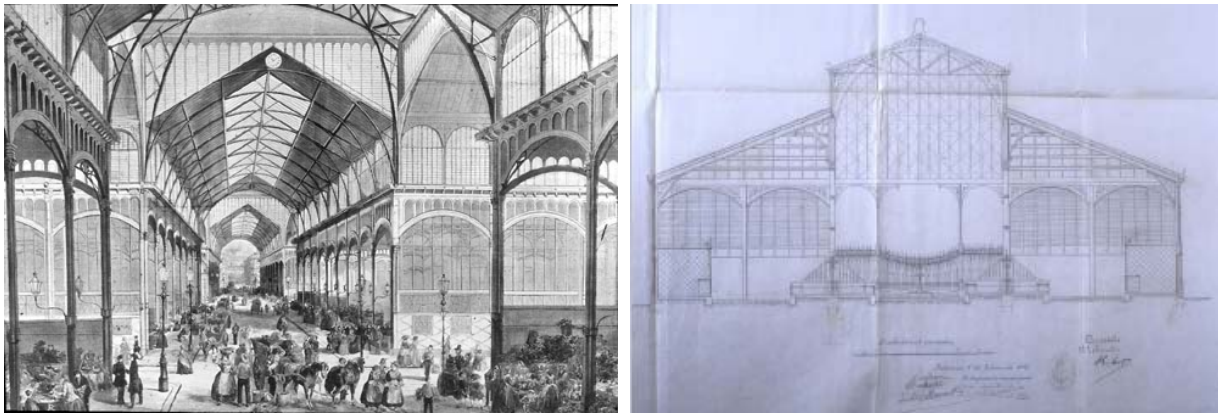
[165] Castañer, E. (2006). *La arquitectura del hierro*..., pp. 86.

[166] Saturnino Martínez menciona en la memoria de sus proyectos iniciales de mercado su inspiración en las "armaduras atirantadas" de un mercado de Florencia.

[167] Véase: Castañer, E. (2006). *La arquitectura del hierro*..., pp. 87.

para asegurar que fuera De Dion la referencia del mercado castellano. Me inclino, por contrario, a ver una simple respuesta basada en los antecedentes parisinos de Baltard.

La similitud respecto a Las Halles, tanto en la cubierta como en las arcadas longitudinales de arriostramiento utilizadas por Agapito y Revilla entre los pórticos principales es, en mi opinión, evidente. Esta solución es una repetición de los esquemas interiores de los mercados madrileños de los Mostenses y la Cebada, que seguramente sí fueron una referencia a nivel nacional. Este diseño también se observa en los pórticos de las Atarazanas de Málaga. La diferencia conceptual con la cercha De Dion radica en la prolongación del entramado en celosía desde la cubierta hasta los cimientos, lo que permitió conseguir luces mucho mayores en las Galerías de Máquinas de la Exposición Universal de 1878, a diferencia de los mencionados mercados españoles en los que las cerchas de cubierta se apoyan sobre sistemas porticados basados en pilares de fundición (exactamente igual que en Las Halles):



Grabado del interior de Las Halles (izq.) y plano de la sección del mercado de Palencia (drcha.).

Otra de las características propias de los mercados de hierro son los recursos ornamentales. Además de las columnas de fundición, que combinan los órdenes clásicos con distintas posibilidades de secciones a lo largo del fuste, son muy habituales las piezas de fundición en ménsulas caladas, mascarones, arcadas y aleros. Los motivos en esta peculiar arquitectura pueden ser muy variados: inspiraciones vegetales, simples celosías en rejilla, rosetones, crestería ojival, pináculos, molduras…

Nuevamente la referencia de Las Halles queda patente en los elementos accesorios exteriores: en París se utilizaron grandes mascarones, formando una serie perimetral de arcos y dejando espacio entre pórticos para montar los sistemas de lamas. Este recurso se

repitió en numerosas ocasiones, existiendo variantes en cuanto a la opacidad de los elementos, ya fueren palastros con relieves o remaches decorativos, o posibilidades más transparentes de fundición hueca. Pero casi siempre respetando esa serie de arcos rebajados que inmortalizara Baltard en sus diseños. Muy similares son los de los mercados madrileños de la Cebada y Mostenses; los mercados del Val, Portugalete y Campillo de Valladolid; el Ferreira Borges de Oporto... El de Palencia y alguno de los proyectos no ejecutados en Burgos también incluyen estas formas curvas.

El caso del mercado salmantino es una visión personal del arquitecto Joaquín Vargas, utilizando el arco de medio punto para enmarcar unas grandes cristaleras rematadas superiormente por un mascaron de fundición que da forma al perfil curvo, adornado con relieves geométricos. Esta referencia clásico-renacentista es también utilizada en el mercado de Badajoz.

También las arcadas son usadas en las Atarazanas de Málaga, proponiendo en este caso un ritmo clásico y alternante de vanos cortos y largos que se repite clónicamente a lo largo de sus fachadas; mediante arcos de herradura en dos tamaños, utiliza un leguaje neoárabe en clara continuidad estilística a la puerta de las atarazanas nazaritas del s. XIV sobre la que apoya su distribución de accesos.

La presencia de cresterías, tanto en los remates de los aleros como en cumbrera, es también habitual en muchos de los proyectos de mercado de la segunda mitad del siglo XIX. Representan una nueva referencia historicista de componente ecléctica, asociada a los acabados góticos, que también utilizada en los pabellones de hierro y cristal.

Quizá la parte más singular de estos edificios, aquélla que mejor ha sido aprovechada por los arquitectos, sean las puertas de acceso al interior. Las múltiples opciones utilizadas me llevan a pensar que fueron estos elementos en los que la sangre artística de estos técnicos pudo dar rienda a su inspiración de forma libre, soltándose las cadenas que el estricto planteamiento funcional exigía para la formulación del conjunto.

Así podemos deleitarnos con grandes puertas acristaladas con forma de arco de medio punto, normalmente enmarcadas en la doble vertiente de los pórticos testeros, que

puede interpretarse como una adaptación de la galería principal de acceso al Palacio de Cristal de Londres de J. Paxton. Ejemplos de esta opción constructiva quedan reflejados en las traseras de las Atarazanas malagueñas, el mercado de Badajoz (en el que los cristales se sustituyen directamente por lamas, dando continuidad con el resto de la fachada); los Mostenses y la Cebada de Madrid; el mercado de Palencia (quizá uno de los mejores y más claros ejemplos); el de Zamora capital; el de Sant Andoni en Barcelona (donde se juega con distintos niveles de columnillas, arcos y rosetones que recuerdan a las catedrales góticas, pero sin presentar huecos ojivales); el mercado del Sur de Gijón…

Pero en España es de reseñar que varias referencias historicistas que se pueden contemplar están asociadas a la herencia local, principalmente derivada de la tradición hispano-árabe. Esto ocurre Málaga con la ya mencionada puerta principal de las Atarazanas de Málaga; o los minaretes de la puerta de acceso al denominado mercado de Salamanca, también en esta ciudad.

En otras ocasiones el arco de entrada se rebaja, hacia una forma apainelada, como ocurre en una de las puertas del mercado de la Cebada, o incluso se reducen a un simple dintel, un radicalismo funcional utilizado por Saturnino Martínez en los accesos al mercado de Santocildes de Burgos, o por Rovira y Trías en el mercado de Hostafranchs (1888)[168].

Se observa, en la generalidad, una dialéctica entre el historicismo y el funcionalismo, nutrida de gran variedad de estilos, clara combinación del carácter ecléctico de la arquitectura de esta época, y de las posibilidades constructivas del hierro (solidez, resistencia, economía y rapidez de ejecución modular). En conjunto, tal como señala Castañer[169], los diseños de los mercados de hierro en España evolucionaron desde la tradición neoclásica (con alguna excepción de tildes exóticos), hacia un total eclecticismo formal que mezclaba recursos habituales de inspiración clásica, el lenguaje típicamente hispano-árabe, y las tendencias funcionalistas. Queda poco hueco para las variaciones formales evocadores del medievo (los ya mencionados calados y cresterías sí que son muy utilizados, pero se reducen a una escala de lectura inferior a las puramente formales), adoptándose los estilos de los edificios que actúan como paradigma en esa época, principalmente y sobre todos Las Halles de París.

[168] Castañer, E. (2006). *La arquitectura del hierro…*, p. 245.

[169] Ibídem, pp. 287

Tan sólo a finales del siglo XIX y principios del siglo XX comienza a verse una cierta renovación formal orientada al Modernismo, los Regionalismos, la arquitectura monumental y, finalmente, el Movimiento Moderno propiamente dicho. En esta etapa la personalidad del hierro se va difuminando sobre la concepción global de la construcción, que adopta incluso una dimensión superior, casi monumental, como anteriormente habían conseguido loas empresas concesionarias de las líneas de ferrocarril con sus estaciones.

En definitiva, existió un período durante el que concentró la concepción y construcción de la mayor parte de los mercados que, en mi opinión, sí posee una formulación tipológica propia asociada a las características del hierro (que permitió utilizar elementos estructurales más esbeltos que con los materiales tradicionales), en combinación con las exigencias de ventilación, iluminación e higiene que se demandaban desde la sociedad. Sobre este marco conceptual sí pueden argumentarse una gran cantidad de variantes ornamentales (uso de palastros, calados, relieves, escudos o emblemas, distintos motivos vegetales), algunas referencias historicistas, diferentes posibilidades de distribución en planta, o el aprovechamiento del paso forzado por los accesos para dotar a las puertas de un carácter propio y significativo que identificara particularmente a ese mercado.

8.2.4.- Los kioscos de música

Los antecedentes de estos templetes de música se remontan a las casas de meditación china, una inspiración que fue adoptada por los turcos otomanos durante su expansión a través de la Ruta de la Seda[170], en el siglo XIII. De esta manera aparecen los kioscos del Palacio de Topkapi (la Sala de Audiencias, la Puerta de la Felicidad) y el pabellón Aynalikavak (ambos en Estambul), cuyas cubiertas, aleros, linternas y pináculos forman parte del repertorio visual de referencias para los primeros diseños del siglo XIX.

Aunque los templetes fueron habituales en las culturas grecolatinas del arco mediterráneo, éstos tenían una misión estricta de culto, muy alejada tanto formal como conceptualmente de la acepción que hoy tenemos de estas construcciones.

[170] Racalbuto, B. (2005). *Les kiosques à musique de la ville de Genève. Etude historique et architecturale*. Ville de Genève: Conservation du patrimoine architectural, p. 5.

Ya en el siglo XVIII los jardines ingleses y franceses incluían, entre sus elementos de recreo las denominadas glorietas, pabellones, belvederes o kioscos[171]; en este caso si hay conexión funcional con los palacetes turcos, utilizándose como puntos de reunión, miradores,... En ocasiones se cerraban interiormente con celosías para asegurar una mayor intimidad y filtrar la luz directa del sol. En esta "etapa pintoresca" de la arquitectura neoclásica dos materiales siguen siendo los tradicionales (piedras y madera) introduciéndose caprichosas formas clásicas, ruinas medievales o exóticas (grutas chinas).

El kiosco dedicado a la banda de música, concebido como tal para este uso, está unido a este origen: de punto de reunión evolucionó a escenario de fiestas y espectáculos. La idea fue adoptada rápidamente por los balnearios, ofreciendo así mayor variedad de actividades a sus distinguidos clientes[172]. Durante el siglo XIX se produce este salto cualitativo: desde el kiosco de jardín, al kiosco de música. La primera referencia en hierro la constituye el kiosco del Parc Royal de Bruselas, obra del arquitecto Jean-Pierre Cluysennar en 1841[173].

Retomando el asunto de las referencias formales, no he encontrado en la bibliografía ninguna referencia sobre la posible inspiración musulmana de este tipo de construcciones. Si bien, como ya hemos comprobado, pude observarse múltiples coincidencias en varios detalles de los palacios turcos, la concepción formal en su conjunto, dista mucho de los diseños reales de estos templetes decimonónicos.

Estas diferencias no son tan claras si realizamos estas mismas comparaciones con las estructuras porticadas existentes en el interior de numerosas mezquitas, correspondientes a la fuente de abluciones. En este caso no solamente los detalles exóticos (cubiertas, aleros,

[171] Ibídem, p. 6.

[172] Ugalde, A. I.; Otaduy, A. (2011). "El kiosco de la música de la plaza del ensanche de Irún (1903), obra del arquitecto Javier Aguirre Iturralde". *Ars bilduma: Revista del Departamento de Historia del Arte y Música de la Universidad del Pais Vasco/Euskal Herriko Unibertsitateko Artearen Historia eta Musika Saileko aldizkaria*, Nº. 1, 2011, p. 140.

[173] Bödeker, H. E.; Veit, P.; Werner, M.; Kraus, J.; Lassaigne, D. (2002). *Le concert et son public: mutations de la vie musicale en Europe de 1780 à 1914 (France, Allemagne, Angleterre)*. Editions Fondation Maison des sciences de l'homme, pp. 319-320.

arcadas, cresterías, pináculos, lambrequines) tienen aspectos en común con los kioscos, sino que la propia configuración (salvo las diferencias de escala) posee un razonable factor común, incluso con los de cronológicamente previos kioscos de jardín.

También los catálogos de las casas de prefabricados francesas fueron una fuente de la que bebieron muchos de estos diseños, junto a tratados de la época como el *Traité pratique de serrurerie: constructions en fer, serrurerie d'art* de Etienne Barberot (1888).

En lo que se refiere al contexto nacional, los ayuntamientos estaban embarcados en la construcción de diferentes infraestructuras de carácter público para mejorar la calidad de vida en sus ciudadanos. Durante el siglo XIX se erigieron numerosos teatros municipales, mercados, zonas de recreo…; uno de estos arquetipos en las ciudades españolas fue precisamente el kiosco de música[174].

Diseñados generalmente por los arquitectos municipales, presentan un repertorio formal muy variado, tanto en los tamaños, alturas, cubiertas, remates y motivos decorativos. No obstante puede observarse un patrón más común o repetido, el de planta octogonal con cubierta bulbosa (más o menos exagerada) sostenida mediante columnas de fundición.

Se comprueba que existen modelos extraordinariamente parecidos en lugares no muy próximos entre sí. La movilidad de los propios arquitectos, por un lado, junto a las posibilidades de ejecución "por catálogo" que ofrecían algunas empresas constructivas, constituyen las razones más sencillas para este tipo de similitudes, además de la propia capacidad de estos técnicos para tomar inspiración de las propuestas ya ejecutadas en otros lugares.

Ejemplos de estas "coincidencias", resultan evidentes entre los kioscos de El Ensanche de Irún (1903), y el de la Plaza Nueva de Vitoria (1901), los dos del arquitecto donostiarra Javier Aguirre[175], o los de Portugalete y Palencia.

[174] Navascués, P.; Quesada, Mª J. (1992). *El siglo XIX: Bajo el signo…*, p. 133.

[175] Ugalde, A. I.; Otaduy, A. (2011). "El kiosco de la música de la plaza…", p. 141.

En su mayoría destacan sobre todo los remates superiores de los pilares, incorporando palados decorativos o forjas de inspiración vegetal, más o menos complejas, que permiten además mostrar los pilares al dintel superior. En algunos casos éstas se traducen directamente en arcos metálicos con relieves o calados de diseños similares a los ya comentados, en los que asoman guiños modernistas, que a veces recuerdan vagamente las líneas geométricas de la *Sezessión* vienesa (como en la forja del templete del Parque Antonio Machado, Miranda de Ebro).

Llamativas por lo inusual de las formas de sus aleros, son los de Briviesca (1909) y Zaragoza (1908), este último de los hermanos José y Manuel Martínez de Ubago[176], e incluso el modernista del Parque de San Telmo en Las Palmas (Rafael Massanet y Fans, 1923)[177].

8.2.5.- La edificación civil, industrial y residencial

El eclecticismo dominó el devenir constructivo a lo largo de la segunda mitad del siglo XIX, momento en el que el hierro entró a formar parte activa y real de este tipo de ejecuciones. Si bien no hay una norma general, Arrechea señala la existencia de un asociacionismo estético ilustrado que correlacionaba cada forma y estilo con una determinada función, basado en la teoría del "carácter arquitectónico"[178]. Así, los edificios civiles o administrativos, representativos, culturales, llevaban inherente el uso del lenguaje clásico; en los religiosos, el bizantino, el románico y, sobre todo, el gótico; en los palacetes urbanos, el renacentista; y en los kioscos, las notas exóticas. No obstante, debe mencionarse también una posterior tendencia al regionalismo, en el que el neoplateresco se erige como máximo exponente, siendo la referencia en muchas fachadas de tradición clásica.

Los arquitectos incluyen en un mismo diseño diferentes aportes historicistas sin quedar una referencia clara, integrándolo en el conjunto y buscando una nueva visión

[176] Navascués, P. (2007). *Arquitectura e Ingeniería del hierro*…, pp. 293-294.

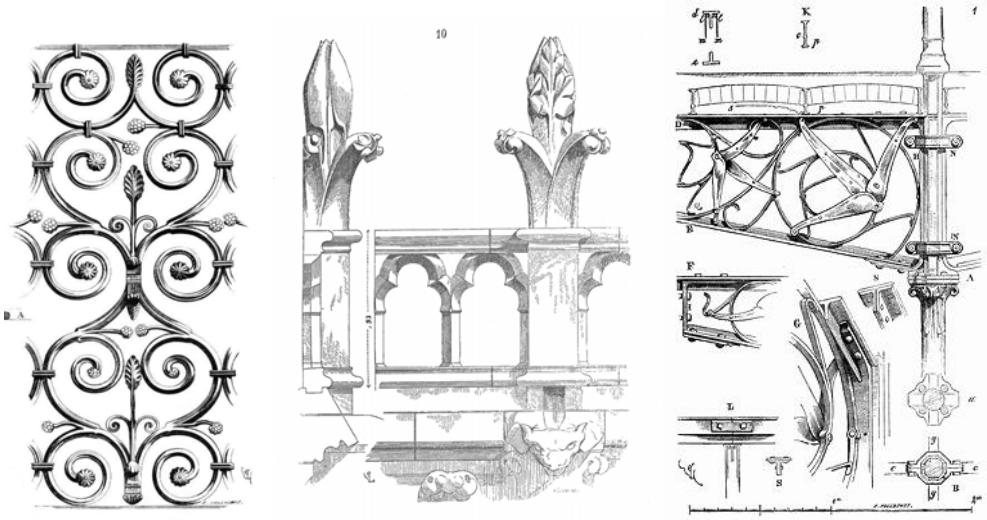
[177] Hernández, A. S., González C. M. (2009). *Arquitectura para la ciudad burguesa: Canarias, siglo XIX*. Santa Cruz de Tenerife; Las Palmas de Gran Canaria: Viceconsejería de Cultura y Deportes, p. 163.

[178] Arrechea, J. (1998). *Arquitectura del siglo XIX. Historia del Arte en Castilla y León, Tomo VII* …, p. 175

distinta a la previsible con cada uno de ellos. El clasicismo es el más extendido o generalizado. Son muy utilizadas las pilastras, simples o pareadas, pudiendo recurrirse en ocasiones al orden gigante; también se usa la columna escultural en muchas fachadas monumentales. En Castilla y León, sobresalen los nombres de Julio Saracíbar, Ruiz Jareño, Jerónimo Ortiz de Urbina, Luis Villanueva, Juan Agapito y Revilla, Jerónimo Arroyo, Repullés y Vargas, Baeza Eguiluz, Joaquín Vargas, Teodosio Torres, Saturnino Martínez, Fermín Álamo...

El debate de los materiales, como síntesis ente ladrillo, piedra y hierro se hace patente en las construcciones de finales de siglo, y todavía es visible en las primeras décadas del XX, incluso aprovechando las posibilidades de seriación que ofrecía la moderna industrial de la piedra artificial. Uno de los mejores ejemplos de formulación integral y perfecta combinación de varios materiales, acabados e interiores de este momento se encuentra en Valladolid: el Pasaje Gutiérrez, de Ortiz de Urbina (1886)[179].

En lo referente al hierro, existen algunos factores comunes, que se repiten también en otras de las tipologías anteriormente señaladas, y asociadas sobre todo a los detalles constructivos y arquitectónicos. En muchas ocasiones, el uso de la forja y la fundición calada decorativa (vigas o ménsulas, encuentros con pilares, y cresterías) recuerda a alguno de los grabados de Viollet-le-duc en sus *Entretiens sur l'Architecture* (1863) y en su *Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XIe au XVIe siècle* (1854):



La inspiración gótica y las ménsulas caladas de Viollet-le-Duc en sus grabados.

[179] Ibídem, p. 190.

Estos recursos parecen precursores del lenguaje modernista que surgiría en Europa a finales del s. XIX y principios del XX: desde las filigranas de Victor Horta en Bruselas, hasta la particular aplicación por parte Gaudí de los postulados formales y teóricos del gótico anunciados por le-Duc (refinamiento de las formas hacia su esencia estructural, buscando las máximas esbelteces y sin renunciar a un estudio de huecos que ilumine de forma natural el interior con óculos o ventanas). Los remates, en algunos casos, evolucionarían hacia un elemento muy habitual en el modernismo, los dragones, que indirectamente transmiten una pervivencia medieval en conexión con las gárgolas de las catedrales góticas.

En la provincia de Burgos encontramos varios ejemplos de este tipo de detalles, de entre los cuales llama la atención por su singularidad la fachada del desaparecido Hotel París (Vicente Lampérez, 1908). Se trata de una galería que cubrió la fachada del edificio que se apoyaba inferiormente en tres ménsulas de forja, de diseño curvilíneo e inspiración vegetal, rematado con hojas en su interior. Las galerías se desarrollaban en tres pisos diferentes; el segundo cuerpo se remataba con un friso cuajado de relieves florales sobre el que se alzaba una curiosa crestería en la que se repetían los motivos vegetales, con flores encerradas en tres arcos de los que nacía el balcón del tercer piso. El último cuerpo disponía de una única ventana de dos hojas retranqueada del resto de la alineación para adaptarse al a forma de la cubierta del edificio, con una balaustrada muy recargada y en la que se podían ver las iniciales del establecimiento (H P), rodeado por dos cabezas de dragón que asomaban hacia los laterales con un pináculo central que remataba la fachada. Puede considera uno de los diferentes ensayos modernista que dejó este arquitecto en la capital burgalesa. El *art noveau* también aparece reflejado en varias marquesinas de la capital burgalesa: el Hotel Norte y Londres (R. Elosegui, 1910) y el Hotel Sabadell (1929), junto a las propuestas no ejecutadas de Saturnino Martínez en 1917 para la fachada del Teatro Principal.

El neogótico fue objeto de propuesta no realizada (Saturnino Martínez, 1902), con el diseño de una farola monumental ejecutada en fundición y forja que pretendía sustituir la fuente de la Plaza de Santa María. El proyecto se inspiraba en las agujas de la Catedral, incluyendo cinco pináculos con formas góticas de los cuales cuatro se alzaban en el extremo de unas ménsulas que se ataban a la parte más alta con unas cadenas colgantes, y unas tornapuntas curvos en la parte inferior.

También en Burgos, existen algunos ejemplos de elementos en los que se advierte una influencia francesa asociada a calados de fundición. De entre ellos, pueden señalarse las vigas que sostienen el forjado superior de la capilla del Seminario Conciliar San Jerónimo (Luis Villanueva, 1889, actual Facultad de Teología), piezas de singular elegancia en sus acabados, cuya alma queda relleno de tallos y hojas que serpentean para luego convertirse en una serie de aros de diámetro decreciente. Esta última parte recuerda bastante el diseño de los arcos del Puente del Carrousel de París (Polonceau, 1834)[180], posteriormente repetido en Sevilla en el Puente de Triana (1852)[181]. Esta estructura destaca sobre todo por el uso del perfil curvo parabólico en su directriz, como arco rebajado directamente perceptible, una opción poco habitual en España y de la que no conozco referencias fuera de las reseñas de mercados de inspiración baltardiana.

El diseño afrancesado de los detalles también se observa en los nudos de los depósitos ejecutados en la línea de ferrocarril entre Valladolid y Ariza (1894), en el que unos esbeltos pilarcillos sujetan el recipiente, sin limitarse a lo meramente funcional (como sí ocurre en los depósitos del Santander–Mediterráneo, bastante posteriores). Todos estos soportes están rematados en sus nudos con unas piezas de fundición de cuidada estética (donde el calado aparece nuevamente para mejorar sustancialmente la percepción del conjunto). También deben mencionarse las piezas de basamento de las columnas, de carácter masivo pero con un ajuste curvilíneo que lima la rigidez del encuentro en cimentación.

El uso del hierro también se aplicó a zonas específicamente estructurales tanto en obra nueva como en reparaciones o restauraciones. En este aspecto deben destacarse las cerchas inglesas o americanas de muchos edificios de principios del s. XX: Jerónimo Arroyo era un buen conocedor de estas posibilidades como muy bien plasmo en el Instituto Jorge Manrique, en 1907, o en el Palacio de la Diputación Provincial, terminado en 1914. El proyecto no realizado de ferrocarril entre Palencia y Guardo, de Antonio Peralba (1929), incluye una gran cantidad de edificaciones con cubiertas de estructura metálica. Julián laguna y Luis Carlón lograron cubrir amplios espacios en el Teatro-Cine Ortega palentino (1937). En Miranda de Ebro encontramos algunas referencias: Fermín Álamo ampliación del Ayuntamiento, de 1930; y también en la neorrománica Iglesia de San Nicolás, de Ramón Aníbal y Pablo Cantó, entre 1939-1945. La cubierta de la estación de autobuses de Burgos, de

[180] Navascués, P. (2007). *Arquitectura e Ingeniería del hierro…*, p. 82.

[181] Ibídem, p. 87.

José Luis Gutiérrez, 1938 es un singular ejemplo de las posibilidades que se alcanzaron mediante vigas de alma llena. También debe destacarse su uso en edificación religiosa para rehabilitación de estructuras deterioradas (Catedrales de Palencia y Burgos, o iglesia de Villahoz).

Los forjados metálicos o mixtos ya fueron utilizándose desde las últimas décadas del s. XIX, por ejemplo, en el ya mencionado edificio del Seminario Conciliar San Jerónimo de Burgos, de Luis Villanueva. Por otro lado, las necesidades de la industria se enmarcan dentro de los parámetros estrictamente funcionalistas, apareciendo la *nave* como tipo básico y novedoso, con sus posibilidades de modulación y combinación ya adelantadas por Durand a principios del siglo XIX. Sirvan como muestra representativa la Azucarera Palentina, los Talleres de los Ferrocarriles Secundarios de Palencia, La Azucarera Leopoldo, varios pabellones en Palencia y Miranda de Ebro, la fábrica de la Yutera Palentina, la Fábrica de Armas..., todos ellos incluidos en el catálogo anexo.

8.3.- La polémica arquitectos-ingenieros; el debate entre la tradición y la modernidad tecnológica

JOSEPH MALLORD WILLIAM TURNER "*El valiente Temeraire remolcado para ser destruido*", 1839 (Londres, National Gallery): un gran barco de madera es arrastrado irremediablemente hacia su destino final por otro de vapor de pequeñas dimensiones; una perfecta metáfora sobre el triunfo de la técnica sobre la tradición.

La implantación, a lo largo del s. XIX, del hierro como material de construcción, y su uso por parte los arquitectos, no tuvo un desarrollo rápido. Las novedades que surgían y las posibilidades que ofrecían los productos siderúrgicos, como fruto del desarrollo industrial, fueron objeto de un continuo debate que se prolongó hasta las últimas décadas del siglo.

Su utilización en las construcciones fue creciente a medida que se producían los avances técnicos y tecnológicos, así como se ahondaba en el conocimiento teórico de sus propiedades y de los métodos de cálculo de estructuras. Como puede extraerse de la cronología indicada en el capítulo 5, se produjo un primer uso experimental del hierro, tímido pero eficaz, del que son ejemplos los puentes sobre el río Severn en Inglaterra (Abraham Darby II y Thomas Telford), casi simultáneamente a un primer uso de pilares y forjados de

fundición en algunas fábricas también inglesas[182]. Esto ocurría en las últimas décadas del s. XVIII. Rondelet define ya las posibles aplicaciones iniciales del hierro en su *Traité Théorique et practique de l'art de bâtir* (1802)[183].

El trabajo de N. L. Durand *Précis des leçons d'architecture* (desde 1802) propugna una serie de postulados que rompen ya con el canon antiguo, introduciendo la modulación y los bloques independientes que se combinan en función de las necesidades[184]. Estos argumentos introducen unos primeros conceptos funcionalistas y racionalistas, que posteriormente serán asumidos por ingenieros y arquitectos en sus ejecuciones metálicas de naves, estaciones y mercados.

En España, la sociedad demandaba una regeneración de las infraestructuras necesaria para sumarse a la revolución económica que se gestaba en el viejo continente, y que exigía de profesionales preparados científica y técnicamente. La tradicional formación académica, que hasta ese momento recibían los arquitectos, no servía para acometer los planes renovadores que se gestaban como ineludibles desde el s. XVIII con las propuestas de Betancourt.

Con estas premisas, en 1835 se crea el Cuerpo de Ingenieros Civiles[185], herederos de los conocimientos de los Ingenieros Militares, y con la idea de especializarse en aquellas construcciones que la Administración Central debía realizar. La primera promoción de la Escuela, concebida a partir de los planes de las *Ecole* francesas, es la del año 1839[186]. Esta primera reforma ya provocó las primeras heridas en la sensibilidad de los arquitectos, que veían con recelo a los nuevos profesionales, puesto que les recortaban seriamente unas competencias que hasta ese momento conservaban de forma íntegra y en exclusividad. Los arquitectos habían acumulado con el tiempo numerosos (y seguramente excesivos) privilegios y prebendas. En 1755 se les concedió el título de nobleza personal y libertad

[182] Antigüedad, Mª D.; Aznar, S. (1998). *El siglo XIX…*, p. 138.

[183] Ibídem, p. 231.

[184] Ibídem, p. 138.

[185] Antigüedad, Mª D. (1998). "La arquitectura de los ingenieros". *1as Jornadas de Arquitectura Histórica y Urbanismo*. Cádiz: Universidad de Cádiz, Servicio de Publicaciones, p. 71

[186] Op. Cit.

profesional[187], y se encontraban ahora un nuevo panorama muy diferente al que estaban cómodamente acostumbrados. Inseguros de sus posibilidades de adaptación a estos nuevos tiempos, llegar veían una cercana etapa de inestabilidad en sus pretensiones profesionales y pecuniarias.

El problema se agravó con el Real Decreto de Octubre de 1845, que separaba radicalmente las capacidades de cada profesión, reservando a los ingenieros todas las obras de promoción pública[188]. La reacción académica surgió del miedo a una marginación en sus listas de encargos, por lo que en menos de dos años hubo de publicarse un nuevo Decreto que permitía a los arquitectos encargarse de los proyectos de cárceles públicas, así como cualquier tipo de camino, puente o canal que fuera de iniciativa privada[189]. Esto acalló ligeramente las protestas iniciales de los arquitectos, si bien el problema de las competencias nunca quedó zanjado. Sirva como ejemplo la publicidad que se dio a una Orden del Ministerio de Gobernación, sobre la aptitud técnica de los Ingenieros de Caminos para ocupar ciertas plazas municipales que los arquitectos querían conservar como atribución exclusiva (publicándose en la *Gaceta* de 20 de Mayo de 1873, y transcribiéndose literalmente en la *Revista de Obras Públicas*).

Mientras los ingenieros buscaban hacerse un hueco en el mercado de la construcción en régimen de igualdad de oportunidades tras el cierre del Escalafón del Cuerpo en 1866[190], y desde la cual se convirtieron en profesionales libres, los arquitectos se aferraban a sus privilegios de manera numantina. Los ingenieros, muchos de ellos de origen militar, se mostraban no sólo más preparados y capaces técnicamente, sino que poseían facultades de autosuperación, daban mucha importancia a valores humanos como la voluntad, el sacrificio, el progreso científico, la mejora continua y la aceptación del error. Los arquitectos, por el contrario, vivían arropados por unos derechos adquiridos durante siglos que les permitían obtener pingües beneficios con cualquier tipo de trabajo, independientemente de su necesidad o calidad.

[187] Paliza, M. (2000) "Los ingenieros y la práctica de la arquitectura. La obra de Miguel de la Colina Puyol". *Espacio, Tiempo y Forma*, Serie VII, Hª del Arte, t. 13, p. 402.

[188] Antigüedad, Mª D. (1998). "La arquitectura de los ingenieros"…, p. 71.

[189] Op. Cit.

[190] *Revista de Obras Públicas*, Tomo I, 10-04, p. 121.

Don Pablo de Alzola, en su imprescindible obra "Las Obras Públicas de España", llegó a calificar a los ingenieros como "*falange de soldados del progreso*"…"*consagrados al servicio del Estado, por lo general, con celo laudable y una rectitud que no ha quebrantado, ni la plaga de caciquismo, ni los nuevos señores feudales de la política, que han desquiciado otros ramos de la Administración española*"[191]. Terminaba su capítulo introductorio con un análisis de la situación nacional, propugnando una "regeneración" en la que "*es preciso ser fuertes*" y que debe basarse en "*el amor al trabajo, en el desarrollo de la industria y de su agricultura, huyendo cuidadosamente del funesto quijotismo y engreimiento al que debemos las mayores desventuras*"[192].

Con estas duras afirmaciones, Alzola no sólo criticaba el estancamiento que produjo el Antiguo Régimen Imperial, lamentándose de la ineficacia de las reformas propuestas durante el s. XIX (de constante inestabilidad política y social, que acabaría con el desastre del 98 tras pasar por la revolución de los cantones), sino que veía a los ingenieros como artífices de los logros obtenidos en el sistema de comunicaciones, a pesar de las dificultades encontradas. En sus ácidas palabras acomete contra los diputados del sistema bipartidista, al que considera incapaz de romper con el caciquismo que llegaba a manchar el trabajo de sus colegas de profesión.

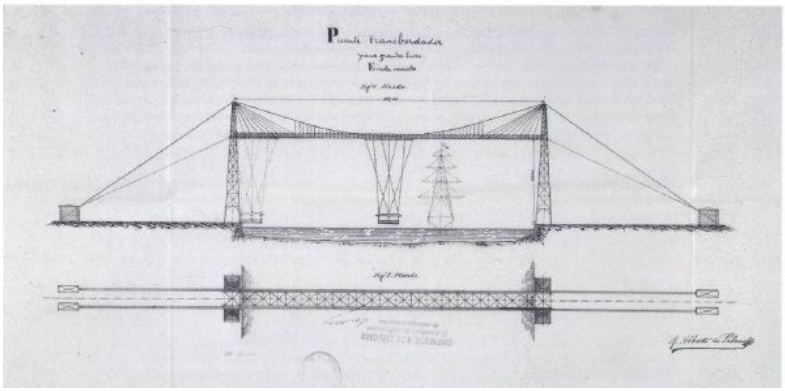
En definitiva, se revelaba contra el mantenimiento de un *statu quo* que permitía, todavía, vivir de sus privilegios acumulados a ciertos sectores de la sociedad. Puede servir este paralelismo para explicar la polémica entre arquitectos e ingenieros: mientras los primeros veían peligrar su posición y poder absoluto (y sobre todo su poder adquisitivo), que se basaba en el simple tradicionalismo académico, los ingenieros buscaban un sitio acorde con su formación técnica, avidez de conocimientos, capacidad de trabajo y entrega a la sociedad.

Las carencias de algunos arquitectos quedaban patentes incluso en el campo del urbanismo. Cuando en 1846 se decretó sobre la necesidad de levantar planos geométricos de las poblaciones, el trabajo del arquitecto Juan Antonio Cuervo para la ciudad de Madrid tuvo que ser revisado y sustituido por el de los ingenieros Merlo, Rivera y Gutiérrez debido a su

[191] De Alzola, P. (1899). *Las Obras Públicas en España. Estudio Histórico.* Bilbao: Imprenta de la Casa Misericordia., p. 30.

[192] Ibídem, p. 32.

falta de rigor profesional[193]. De hecho, hay varios ejemplos de ingenieros notables que completaron o simultanearon sus estudios con los de Arquitectura, como ocurrió con Eduardo Saavedra o Lucio del Valle[194]. Por su parte, Alberto de Palacio estudió arquitectura pero destacó como gran conocedor de los sistemas industriales y de las novedades técnicas que surgían, utilizando el hierro para el Palacio de Cristal (1887, con Ricardo Velázquez Bosco y Bernardo Asins) [195], la estación de Atocha (1892, con el ingeniero Henri Saint James) [196] y el Puente de Vizcaya en Portugalete (1893) [197], entre otras de sus obras.



Plano incluido en la patente de puente transbordador de Alberto de Palacio.

El debate inicial por las atribuciones derivaría hacia las posibilidades que el hierro ofrecía, y la incapacidad de los arquitectos para asumir el cambio sobre los cánones tradicionales, contraponiendo este material industrial a las Bellas Artes. Pero en Europa no todos los arquitectos eran de la misma opinión, e incluso tempranamente el francés Cesar Daly, director de la *Revue Géneral de l'Architecture et des travaux Publics*, acentuaba en un artículo de 1846 las exigencias que la nueva sociedad industrial demandaba, asumiendo la obligación profesional de acometer planes de necesidades en las ejecuciones industriales por razones de uso y funcionalidad, y fomentando la entrada de los nuevos materiales cuyas características eran más aptas para las formas que debían empezarse a diseñar[198]. De hecho,

[193] Antigüedad, Mª D. (1997). "Los ingenieros urbanistas en la España decimonónica". *Espacio, Tiempo y Forma*, Serie VII, Hª del Arte, t. 10, p. 220.

[194] Véase: Sáenz, C. (1966)."Biografía de Eduardo Saavedra". *Revista de Obras Públicas*, tomo I, Nº 3009, pp. 1-7; Merino, Mª M. (2002) "Lucio del Valle (1815-1874)". *Ambienta,* noviembre 2002, pp. 71-72.

[195] Cervera, Mª R. (2008). "Hierro y arquitectura en el Madrid del siglo XIX". *Arquitectura y espacio urbano de Madrid en el siglo XIX. Ciclo de Conferencias* Madrid, 6-7 de octubre de 2008, p. 78.

[196] Ibídem, p. 69.

[197] Navascués, P. (2007). *Arquitectura e Ingeniería del hierro…*, p. 145.

[198] Navascués, P.; Quesada, Mª J. (1992). *El siglo XIX: Bajo el signo…*, p. 157.

el propio Daly reconoce los grandes avances realizados con el hierro en otro artículo de la misma revista publicado en 1851, cuando analiza las diferentes propuestas para las Halles de París, barajando las ventajas e inconvenientes de los diseñados en piedra respecto a los metálicos, y coyas contradicciones habían sido finalmente resueltas por el proyecto de Baltard[199].

L. Rigalt incluía una parte pedagógica en su *El Album* (1857), destinado a los industriales, llegando a decir: "*Grande empresa hemos acometido pretendiendo coopera a la educación artística de los industriales españoles. Precisamente estamos en un difícil período de transición en el que las sociedades, sujetas aun a formas caducas, tienden (…) hacia un porvenir no lejano que ha de mejorar su aspecto*"[200].

La integración del hierro en arquitecturas complejas ya había sido también ensayada en varias ocasiones, quizá de manera algo tímida, reservándose para zonas menos visibles desde el exterior. Claros ejemplos son las cubiertas que ejecutó Rondelet en la Iglesia de Saint Geneviéve (1785)[201], las escaleras y columnas del Royal Pavilion de Brigthon (John Nash, 1821)[202], el mercado del Borne de Barcelona (1876, con el arquitecto Fontseré y Mestres, y el ingeniero J.M. Cornet y Mas)[203] o la demostración de las posibilidades resistentes y de esbeltez que mostró Labrouste en la Biblioteca de Saint Geneviéve (1844) y la Biblioteca Nacional (1868)[204].

Por su parte, Viollet-le-Duc postulaba en sus *Entretiens sur l'Architecture* (1863), tras su forzada dimisión de l'Ecole, que la utilización de los avances técnicos (y en particular el hierro) eran la única vía para obtener una respuesta al vacío estilístico del s. XIX. Para le-Duc el gótico representaba el paradigma arquitectónico, compendio de todos los avances en el dominio estructural que había conseguido eliminar la forma superflua, obteniendo

[199] Castañer, E. (2006). *La Arquitectura del Hierro en España…*, pp. 82-83.

[200] Citado en: Castañer, E. (2006). *La arquitectura del hierro…*, p. 226.

[201] Antigüedad, Mª D.; Aznar, S. (1998). *El siglo XIX…*, p. 231.

[202] Op. Cit.

[203] Fernández, J. (1987). "Breve noticia histórica de los mercados coruñeses en hierro". *Boletín Académico. Escola Técnica Superior de Arquitectura da Coruña*, Universidade da Coruña, Nº 7, p. 4.

[204] Ambos edificios citados en: Antigüedad, Mª D.; Aznar, S. (1998). *El siglo XIX…*, p.241.

soluciones de estrictos grosores, elevadas alturas y luminosos espacios diáfanos como resultado exclusivo de una lógica transmisión de las cargas. Proponía así una linealidad histórica con la etapa medieval, aprovechando el hierro como sustituyente de la piedra, para poder conseguir las grandes y amplias estructuras que exigía la sociedad de su tiempo, y siendo necesario ensayar con él los límites disponibles de luces y esbelteces. En estas aportaciones subyace la idea de "honestidad estructural", es decir, de la búsqueda de formas apropiadas y coherentes a las características de cada material, reconociéndose así como uno de los padres del Racionalismo. Llegó a expresar que construir "*es usar los materiales de acuerdo a sus propiedades y su esencia natural, con la intención expresa de satisfacer un propósito de la manera más simple y resistente*"[205] El hierro se convierte en el mejor aliado de Viollet para sus teorías, ya que permite conseguir arquitecturas livianas, luminosas y monumentales.

Comenzaban a acometerse grandes proyectos en los que se empezaba a asumir la necesidad de colaboración entre distintas profesiones. Ejemplos de estos equipos de trabajo son los diseños del Palacio de Cristal en Londres (1851, en el que participaron un jardinero, Joshep Paxton, y dos ingenieros, Fox y Henderson)[206], la propuesta para el Mercado Central de Madrid (1863, con Trelat como arquitecto junto a Molinos y Pronier como ingenieros estructuralistas)[207]. Dutert y Contamin (arquitecto e ingeniero respectivamente) trabajan juntos en la concepción de la Galería de Máquinas de la Exposición Universal de París (1889)[208]. Años más tarde, el ingeniero de Caminos José Eugenio Ribera colabora con el arquitecto Zapata para diseñar el Puente de maría Cristina de San Sebastián (1905)[209]. No obstante, la preocupación sobre las tendencias que los nuevos materiales parecían producir fue una controversia que no se resolvió durante todo el siglo. Esta discusión se llevó incluso a realizar durante varios Congresos de Arquitectura, tal como se analiza en el apartado 9.4.

[205] Citado en: Kruft, H.-W. (1994). *A history of architectural theory: from Vitruvius to the present*. Ronald Taylor, Elsie Callander, Antony Wood (versión inglesa). New York: Princeton Architectural Press, p. 283.

[206] Antigüedad, Mª D.; Aznar, S. (1998). *El siglo XIX…*, p. 246.

[207] Castañer, E. (2006). *La Arquitectura del Hierro en España…*, pp. 81-82.

[208] Antigüedad, Mª D.; Aznar, S. (1998). *El siglo XIX…*, p. 250-251.

[209] Machimbarrena, V. (1924). "Arquitectura e Ingeniería". *Revista de Obras Públicas*, tomo I, Nº 2397, pp. 18-19.

8.4.- Estudio de las tipologías en las provincias de Burgos y Palencia

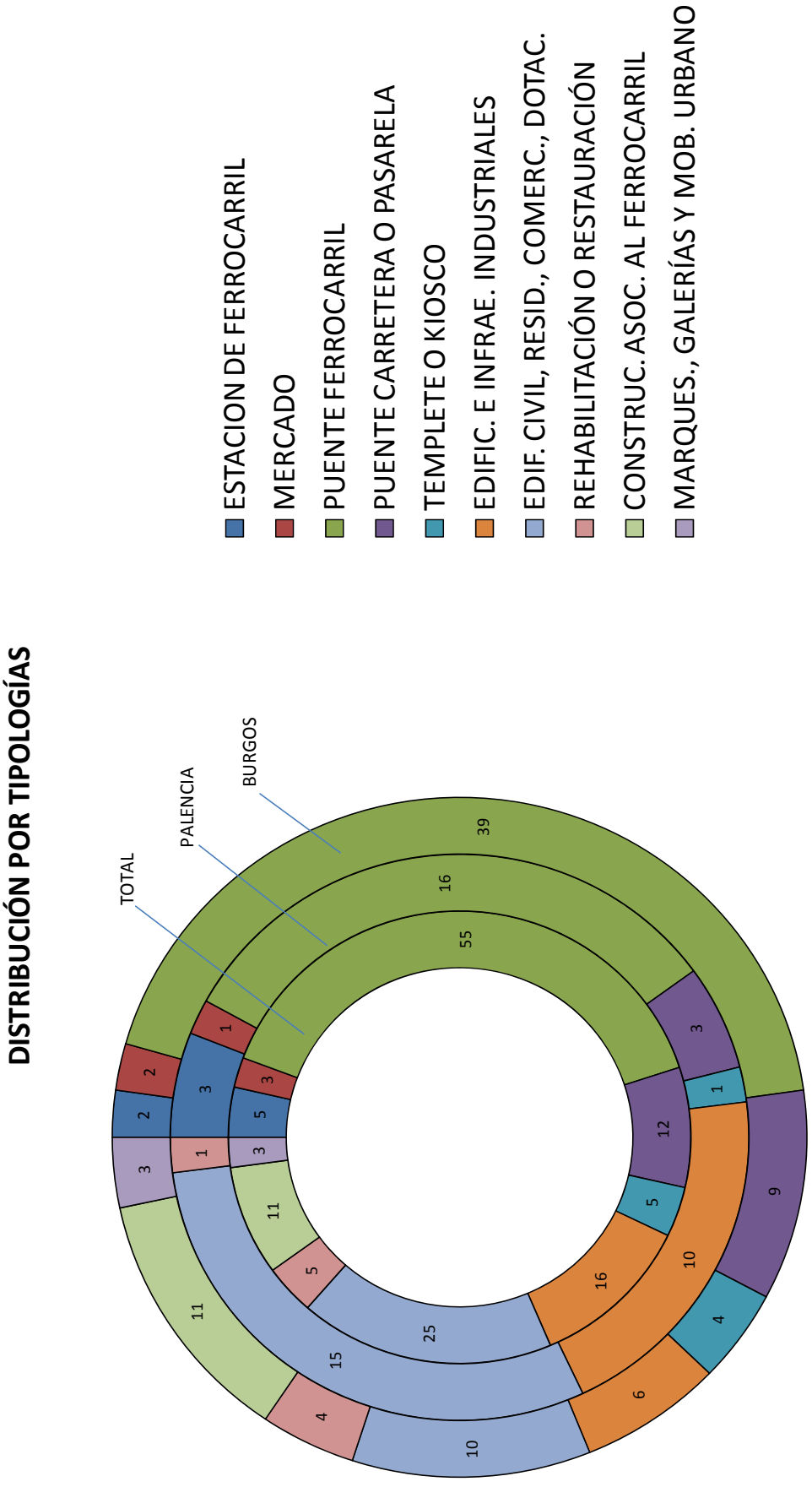
8.4.1.- Introducción y análisis de las realizaciones en Burgos y Palencia

En el Anexo a este documento se incluyen las fichas correspondientes a las diferentes referencias encontradas sobre construcciones metálicas en el ámbito de las provincias de Burgos y Palencia para el contexto temporal previsto en los objetivos del trabajo. Se debe de adelantar que algunas de las fichas mencionan proyectos no llevados a la práctica, pero que he decidido incluir por su importancia para comprender los métodos de trabajo y los esfuerzos llevados a cabo por los técnicos durante los años en los que se introducían estas novedades, junto a los criterios que establecían en su justificación y propuestas constructivas en cada caso.

Se separan por un lado atendiendo a una clasificación geográfica entre las dos provincias, para luego distribuirlas en diferentes apartados según los criterios básicos descritos en los epígrafes anteriores:

1. Estaciones de ferrocarril
2. Mercados de abastos
3. Puentes metálicos de ferrocarril
4. Puentes metálicos de carretera y pasarelas
5. Templetes o kioscos de música
6. Edificaciones e infraestructuras industriales, fabriles o hidráulicas
7. Edificios civiles, residenciales, comerciales y dotacionales
8. Rehabilitaciones o restauraciones
9. Construcciones asociadas al ferrocarril: los almacenes y los depósitos de agua
10. Marquesinas, galerías y mobiliario urbano.

Tras el estudio de los múltiples ejemplos puede apreciarse que el abanico de tipologías ejecutadas en las dos provincias de estudio recoge una gran cantidad de variantes constructivas, permitiendo un recorrido bastante exhaustivo de las múltiples posibilidades que estos materiales fueron ofreciendo a lo largo del siglo XIX y principios del XX. Se incluye a continuación un gráfico resumen de todas las referencias analizadas según tipo y provincia:

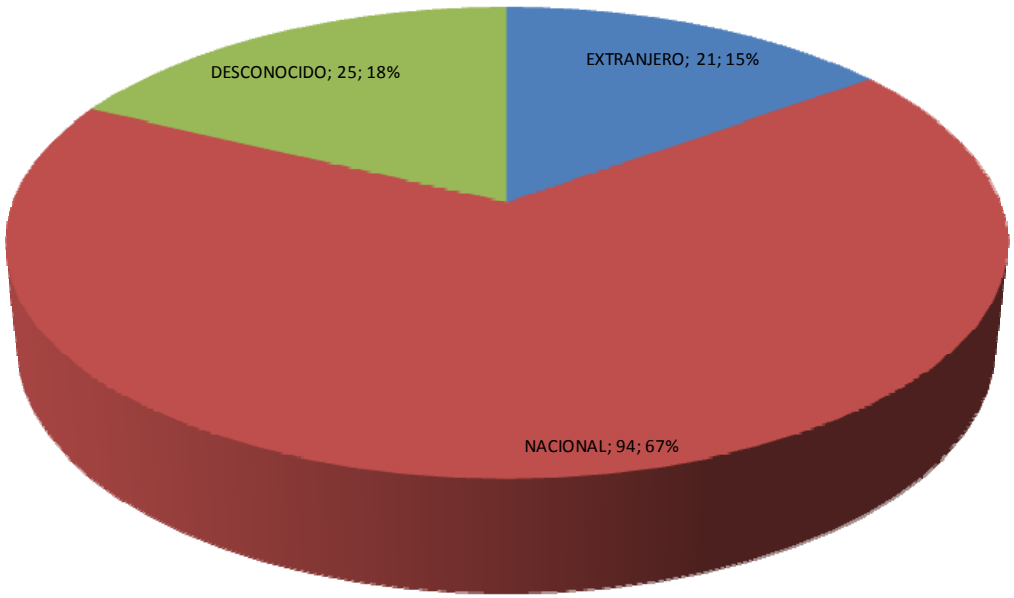

DISTRIBUCIÓN POR TIPOLOGÍAS
ESTACION DE FERROCARRIL
MERCADO
PUENTE FERROCARRIL
PUENTE CARRETERA O PASARELA
TEMPLETE O KIOSCO
EDIFIC. E INFRAE. INDUSTRIALES
EDIF. CIVIL, RESID., COMERC., DOTAC.
REHABILITACIÓN O RESTAURACIÓN
CONSTRUC. ASOC. AL FERROCARRIL
MARQUES., GALERÍAS Y MOB. URBANO
TOTAL
PALENCIA
BURGOS
3 2 3 1 2 11 4 15 25 5 11 3 1 3 5 3 1 2 16 10 6 4 10 5 12 1 3 9 39 16 55

La distribución geográfica resulta algo asimétrica, presentado más peso en cuanto a número de realizaciones la provincia burgalesa, si bien este dato se explica con la mayor cantidad de estructuras de paso y edificaciones asociadas a los ferrocarriles existentes en ésta, principalmente por la presencia de la línea Santander-Mediterráneo.

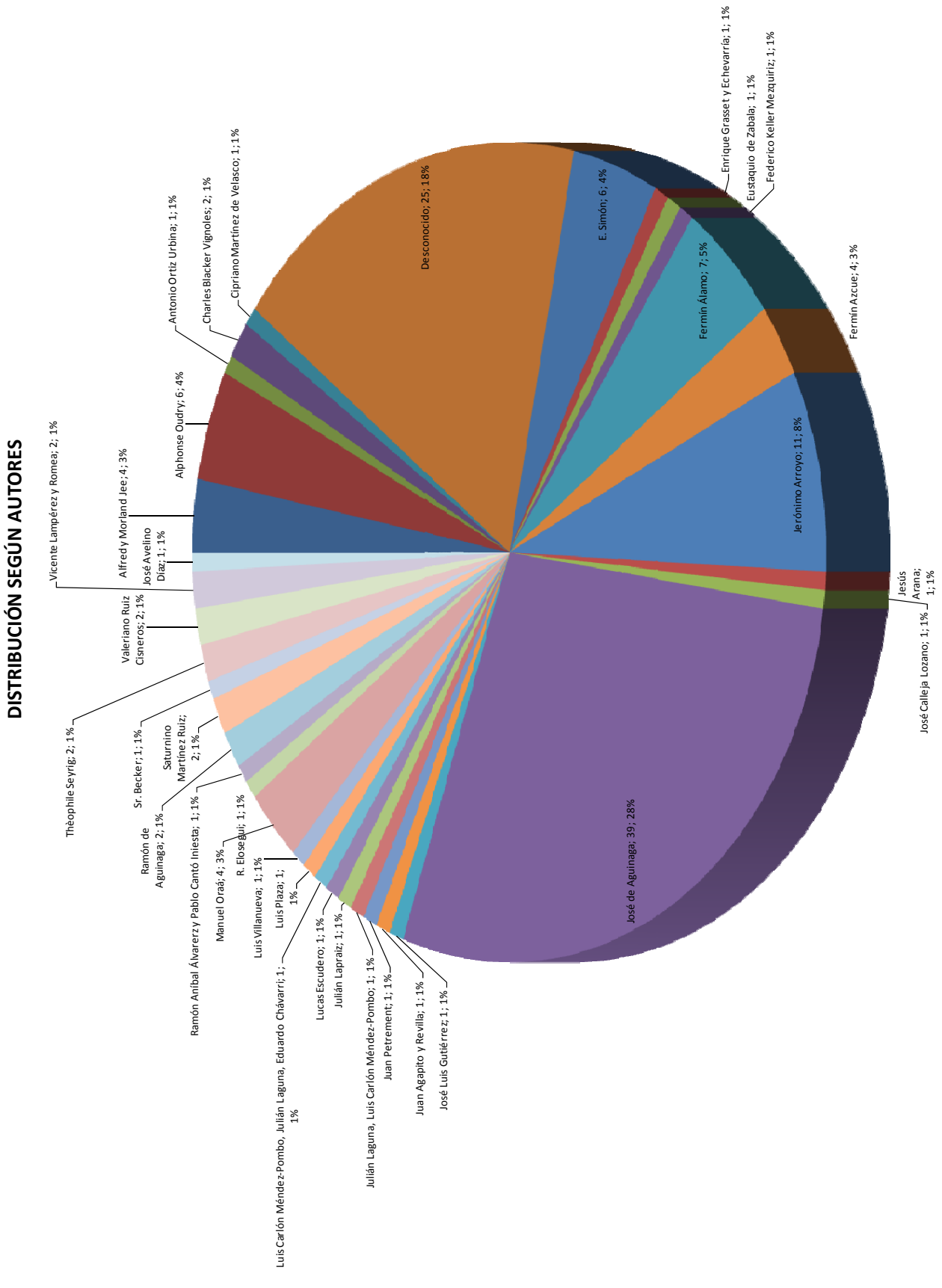
Por otro lado, debe de señalarse que la lista de referencias es bastante exhaustiva en lo que respecta a las obras de paso tanto de carretera como de ferrocarril, si bien otras tipologías resultan más difíciles de conocer, debiéndose tomar el número de éstas con las salvedades que se derivan a las dificultades propias sobre su estudio. Así parece destacar, de manera comparativa, el uso del hierro y acero en las edificaciones de tipo industrial en Palencia, que casi duplican a las de Burgos. No obstante se vuelve a insistir que la interpretación que debe realizarse sobre estos datos ha de ser cualitativa y no cuantitativa.

De igual manera, también resulta interesante analizar la autoría de las diferentes construcciones. En primer lugar, la nacionalidad de los mismos es mayoritariamente española, aunque existe un importante volumen de las mismas en las que no se han encontrado datos suficientes para indicar el responsable de su diseño, o bien la información existente es manuscrita y resulta ilegible. Si volcamos estos datos sobre un gráfico obtenemos los siguientes resultados:

AUTORES SEGÚN NACIONALIDADES

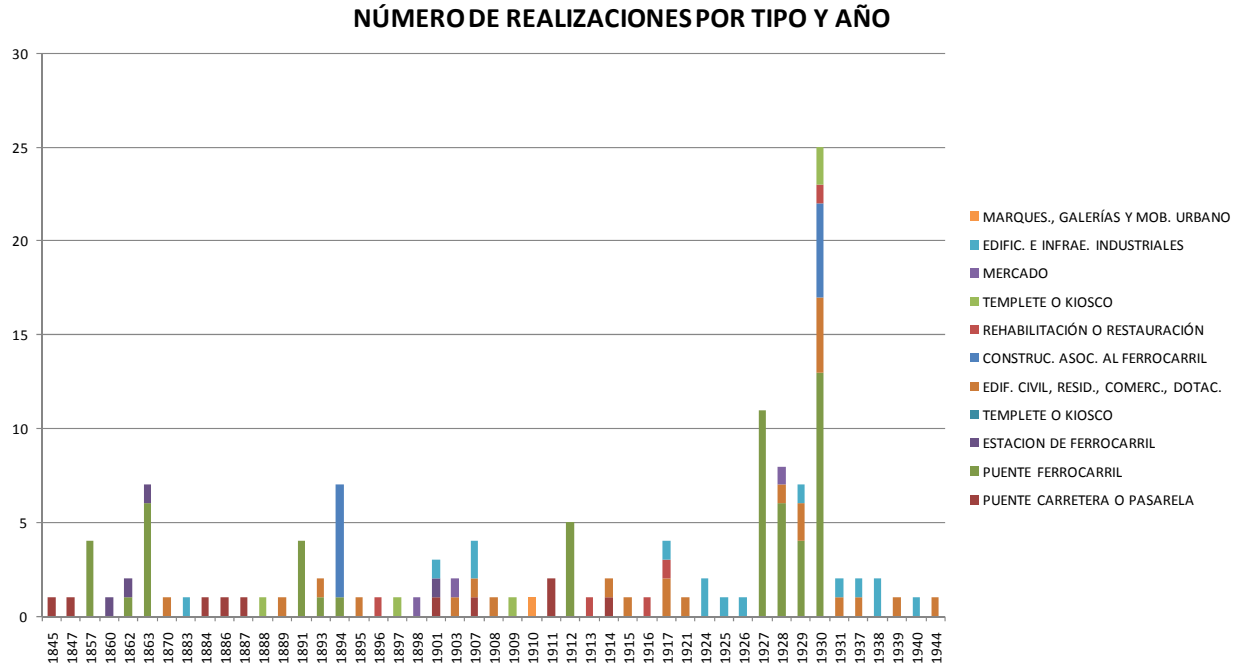


Más del 92 % de las obras reseñadas son de autor español, a los cuales debe de sumarse un cierto número de aquéllas en el que éste es todavía desconocido.


DISTRIBUCIÓN SEGÚN AUTORES
Desconocido; 25; 18%
José de Aguinaga; 39; 28%
Jerónimo Arroyo; 11; 8%
E. Simón; 6; 4%
Fermín Álamo; 7; 5%
Fermín Azcue; 4; 3%
Alphonse Oudry; 6; 4%
Alfred y Morland Jee; 4; 3%
Vicente Lampérez y Romea; 2; 1%
Théophile Seyrig; 2; 1%
Valeriano Ruiz Cisneros; 2; 1%
José Avelino Díaz; 1; 1%
Antonio Ortiz Urbina; 1; 1%
Charles Blacker Vignoles; 2; 1%
Cipriano Martínez de Velasco; 1; 1%
Enrique Grasset y Echevarría; 1; 1%
Eustaquio de Zabala; 1; 1%
Federico Keller Mezquiriz; 1; 1%
Jesús Arana; 1; 1%
José Calleja Lozano; 1; 1%
Sr. Becker; 1; 1%
Ramón de Aguinaga; 2; 1%
Saturnino Martínez Ruiz; 2; 1%
Ramón Aníbal Álvarerzy Pablo Cantó Iniesta; 1; 1%
Manuel Oraá; 4; 3%
R. Eloseguí; 1; 1%
Luis Villanueva; 1; 1%
Luis Plaza; 1; 1%
Luis Carlón Méndez-Pombo, Julián Laguna, Eduardo Chávarri; 1; 1%
Lucas Escudero; 1; 1%
Julián Lapraiz; 1; 1%
Julián Laguna, Luis Carlón Méndez-Pombo; 1; 1%
Juan Petrement; 1; 1%
Juan Agapito y Revilla; 1; 1%
José Luis Gutiérrez; 1; 1%

En la gráfica anterior se incluía un resumen de todos los autores con obras conocidas y reseñadas en el catálogo del anexo, indistintamente la tipología y la época de su obra. Permite conocer que fue José de Aguinaga y Keller, calculista y diseñador de los puentes de la línea Santander Mediterráneo, el técnico que mayor cantidad de estructuras metálicas tiene en su haber para el conjunto de las provincias de estudio. Respecto a las edificaciones, destacan dos arquitectos: Jerónimo Arroyo en Palencia, y Fermín Álamo en Miranda de Ebro (Burgos). En cualquier caso, más del 25 % de las obras se incluyen en el apartado de Autor Desconocido.

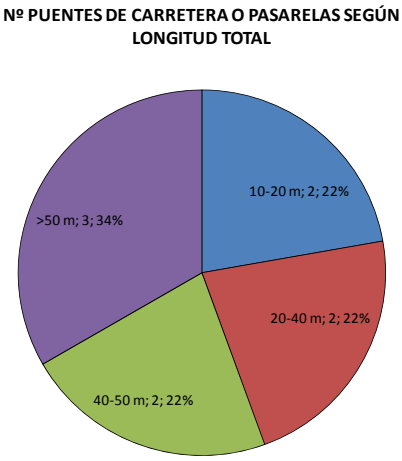
Una variable interesante es la época de ejecución en función del número de realizaciones. El gráfico siguiente permite tener en cuenta estos datos, analizándose por separado cada una de las tipologías tenidas en cuenta durante la recogida de datos:

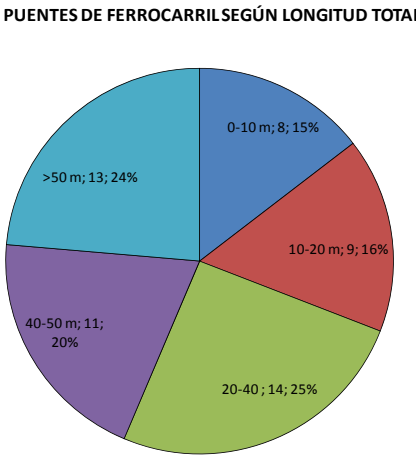


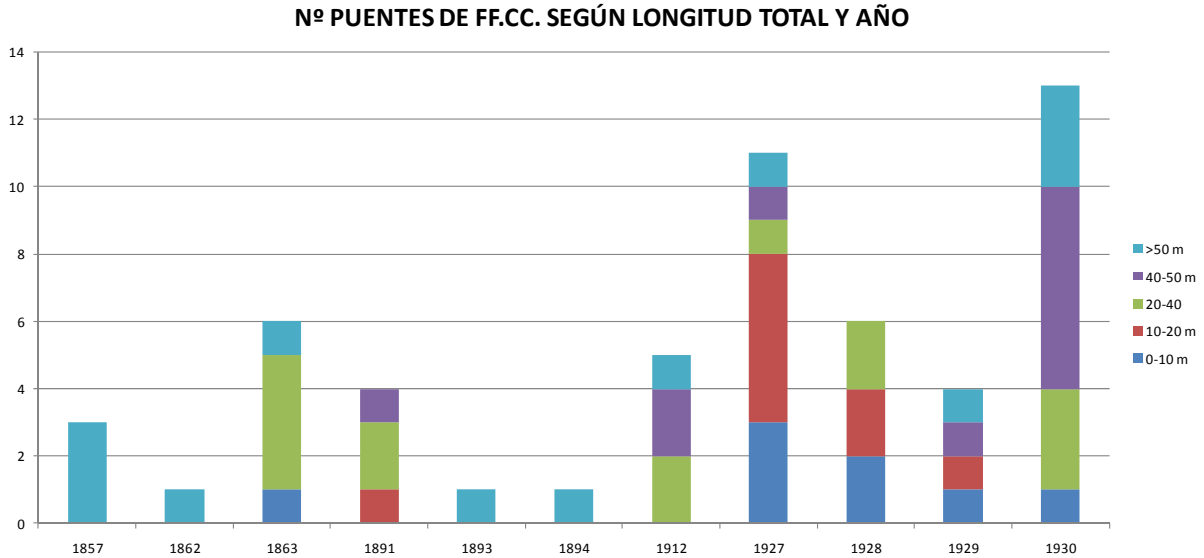
Se observa que el número de construcciones sigue un claro paralelismo, como es lógico, al crecimiento de la red de ferrocarriles; destacan los picos productivos relativos a las construcciones de las distintas líneas: la de Alar del Rey a Santander (1857), tramos de la Madrid-Irún y Bilbao-Tudela (entre 1860 y 1863) la de Palencia a León (1863), la Bilbao-La Robla (1891-1892), la Valladolid-Ariza (1893-1894), la Palencia-Villalón (1912) y finalmente la del Santander- Mediterráneo (1926-1930). En el resto de años, las construcciones son puntuales asociadas al resto de variantes tipológicas descritas (templetes, mercados,...) si bien aparece una consolidación de su uso en las variantes edificatorias tanto residenciales como industriales a partir de la segunda década del siglo XX que ayudan a marcar una punta en las realizaciones totales. No obstante estos materiales ya se utilizaron para algunas de estas obras desde los años 80 del siglo XIX.

La estructura más antigua, para todas las tipologías estudiadas es el Puente Colgante de Dueñas (1845), posteriormente modificado. Por su parte, la más moderna de las catalogadas es el edificio de la Estación de Autobuses de Burgos, proyectado entre 1938-1939, y que terminó de ejecutarse en 1944.

El estudio cuantitativo posee más sentido en el apartado de puentes (tanto de ferrocarril como de carretera o pasarelas), ya que el número de las obras analizadas presume de incluir, si no todas, la mayor parte de las construidas durante el horizonte temporal considerado. Por un lado, se pueden contrastar las longitudes de cada uno de ellos, separando la naturaleza de las cargas que debía de soportar:







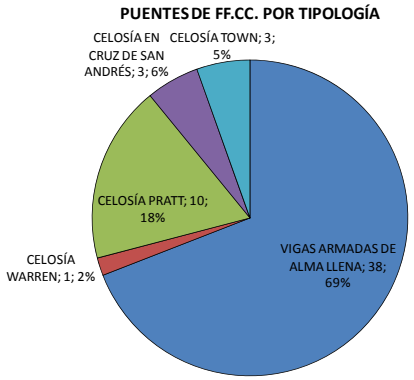
A la vista de los valores contrastados, una gran cantidad de estas estructuras supera o superó los 40 m de longitud total (5 de carretera y 24 de ferrocarril), e incluso los 50 m totales (3 y 13 respectivamente).

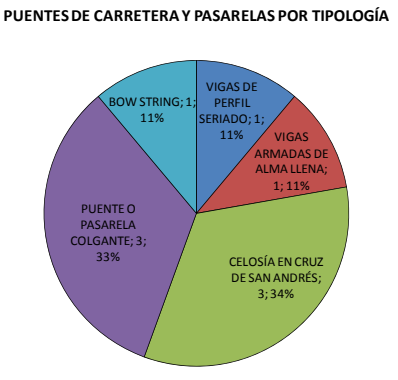
En cuanto a su distribución temporal, puede verse que los correspondientes a ferrocarril alcanzaban largas longitudes desde etapas productivas muy tempranas (celosías tipo Town del Alar-Santander).

Si tomamos la referencia con el vano más largo alcanzado en cada caso, obtenemos las siguientes cotas máximas:

PUENTES DE FERROCARRIL				
Tipología	**Puente**	**Autor**	**Año**	**Vano**
Celosía Town	Puente del Congosto o Valoria	Alfred y Morland Jee	1857	19.75 m
Vigas armadas de alma llena	Puente sobre el río Nela en Villarcayo	José de Aguinaga	1930	22 m
Celosía Pratt	Puente sobre el Canal de Castilla FFCC Secundarios	Desconocido	1912	32.5 m
Celosía en Cruz de san Andrés	Puente de Guardo	Manuel Oráa	1891	37 m
Celosía Warren	Puente sobre el río Ebro en Trespaderne	José de Aguinaga	1929	61.6 m
PUENTES DE CARRETERA Y PASARELAS				
Vigas de Alma Llena	Puente sobre el río Ubierna	Valeriano Ruiz Cisneros	1914	16 m
Pasarela colgante	Pasarela de Alar del Rey	Alberto Corral	1921	30 m
Celosía en Cruz de San Andrés	Puente de Hontoria de Riofranco	Desconocido	-	40 m
Arco bow-string	Puente Abilio Calderón	Luis Morales y Eduardo Jungairiño	1911	45 m
Puente colgante	Puente de Dueñas	Andrés de Mendizábal	1845	72 m

Las mayores luces corresponden a las celosías Warren en ferrocarril, con 61.6 m, y al puente colgante en carretera, con 72 m. Mediante vigas de alma llena se conseguían para el Santander-Mediterráneo (en la década de los años 20 del siglo XX) salvar luces superiores a las conseguidas con celosía Town (casi 70 años antes) en los puentes de la línea Alar-Santander. El grado de tecnificación, el mayor conocimiento de los materiales y del comportamiento real de las estructuras, explica estas diferencias entre las cotas de tiempo extremas. Finalmente, puede considerarse el mayor o menor uso de las diferentes tipologías de puentes en cada caso. Los valores para el ferrocarril están íntimamente ligados al número de estructuras de cada línea, ya que cada una posee un tipo característico que las diferencia. Es por esto que las vigas armadas, típicas del Santander-Mediterráneo, copan el mayor porcentaje de realizaciones. En carretera el número total de ejemplos es muy reducido, quedando los tipos bastante repartidos:





8.4.2.- Un estudio particular: los puentes

8.4.2.1. Clasificación y evolución tipológica de los puentes en el ámbito de las provincias de Palencia y Burgos.

La entrada en juego del ferrocarril abrió la puerta de entrada de las novedades que se estaban asentando en otros países más adelantados industrialmente, principalmente Francia e Inglaterra. Las concesiones de las nuevas líneas solían ser acaparadas por capitales extranjeros[210] que llegaban a España ofreciendo la solución completa a su implantación y desarrollo, aprovechando sus experiencias anteriores en el extranjero. Entre 1856 y 1930 se construyeron en las dos provincias señaladas gran cantidad de kilómetros de caminos de hierro [211]

- En primer lugar la línea Madrid hacia Francia, que buscaba la conexión de la capital de España con el país vecino pasando por el nudo de Venta de Baños, que le abría las puertas hacia el puerto de Santander, junto con la línea de conexión Tudela –Bilbao, pasando por Miranda de Ebro.
- La Venta de Baños-Alar, en paralelo y en competencia con el Canal de Castilla.
- La Alar del Rey-Santander que continuaba el trazado anterior hacia el Cantábrico aumentando sus posibilidades comerciales.
- La línea hacia Galicia, siendo el primero de los tramos el de Palencia-León.
- Posteriormente comenzaron a fraguarse los ejes transversales como el del corredor del Duero, con la línea Valladolid-Ariza.
- También se construyeron líneas de vía estrecha como el ferrocarril minero de La Robla a Valmaseda, o los Secundarios de Castilla.
- Finalmente, el intento de conexión Santander-Mediterráneo, que cierra la etapa de líneas construidas en este ámbito durante el período de apogeo de las estructuras metálicas.

[210] Cuéllar, D. (2007). *El Ferrocarril en España, siglos XIX y XX. Una visión a largo plazo. Economic History. Working Paper Series*. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid, Departamento de Análisis Económico: Teoría Económica e Historia Económica, p. 24-34.

[211] Wais, F. (1974). *Historia de los ferrocarriles españoles…*, pp. 713-728.

La construcción de todas estas líneas llevó asociada el movimiento de una gran cantidad de elementos metálicos prefabricados para su ensamblaje en obra o en talleres cercanos, ejecutándose tanto puentes de distintas dimensiones y formas, como edificaciones asociadas a las estaciones, talleres y naves de uso específico.

Este apartado, abarca únicamente la parte de estructuras de paso[212], junto a los pocos puentes carreteros y pasarelas que también se construyeron con material metálico en esta época. Se realiza, por tanto, un repaso tipológico a todas estas realizaciones que, tan sólo en estas dos provincias, permiten abarcar la mayor parte de las posibilidades y variantes existentes[213]:

A. Puentes y pasarelas colgantes

Esta posibilidad estructural fue profusamente utilizada durante la primera mitad del siglo XIX en toda Europa, por su rapidez de ejecución y sus posibilidades de establecer grandes vanos de forma simple. No obstante, esta moda estructural se detuvo bruscamente tras el colapso de varios de ellos, ya que no se disponía de un conocimiento completo de su comportamiento frente a cierto tipo de cargas variables y móviles (vientos, acciones oscilantes)[214], así como la deficiente conservación que por parte de sus responsables se ejercía una vez puestos en servicio. Se han documentado ejemplos muy tempranos de esta tipología en España, el puente sobre el Cadagua (1822) y el peatonal de San Francisco sobre el Nervión (1828), ambos de Antonio Goicoechea. En la línea del tiempo se sitúan muy cerca del primer puente colgante concebido para el paso específico de vehículos (Union Bridge, 1820) ejecutado en Inglaterra[215].

[212] La mayor parte de ellos recogidos ya en el inventario general de la Fundación de Ferrocarriles Españoles: García Mateo, José Luis (2005). *Inventario de Puentes Ferroviarios de España*. Madrid: Editorial DOCE CALLES.

[213] Todas las referencias expuestas en este punto se analizan de manera más detallada en las fichas correspondientes del Catálogo anexo al cuerpo de la Tesis, ampliando tanto su parte descriptiva como en lo referente a las reseñas históricas encontradas durante la investigación, e incorporando imágenes o esquemas.

[214] Manterola, J. (2006). *Puentes: Apuntes para su diseño, cálculo y construcción…*, pp. 35-36.

[215] Navascués, P. (2007). *Arquitectura e ingeniería del hierro…*, pp. 46-47.

Centrándonos en el ámbito geográfico de este estudio, de los puentes colgantes de uso carretero tan sólo queda constancia documental de dos, uno en cada provincia, y que seguramente sean los únicos que hayan existido. De hecho, tan sólo tengo constancia de la existencia de otro en toda la comunidad de Castilla y León: un ingenioso montaje provisional ejecutado en León por D. Eduardo Saavedra en el año 1864[216].

En la provincia de Burgos hay numerosas noticias sobre la existencia de un majestuoso puente colgante sobre el río Ebro a la altura del núcleo de Quintanilla-Escalada, proyectado por el ingeniero D. Cipriano Martínez de Velasco (siguiendo los criterios del sistema usado para el puente francés de La Roche-Bernard)[217] y puesto en servicio el año 1847. En cuanto a sus dimensiones, disponía de "235 pies de claro, 22 pies de flecha y 34 pies de altura sobre las aguas bajas", atendiendo a la reseña publicada en la *Revista de Obras Públicas*[218]. Traducidas a unidades actuales, resultarían aproximadamente unos 65 m de luz.

Su apertura también aparece comentada en algún periódico de noticias madrileño. Parece que este puente continuó en uso hasta comienzos del siglo XX, ya que según se expone en la crónica del viaje realizado por Alfonso XIII (relatado en *La Época,* en septiembre de 1905): en el momento de atravesarlo tuvieron que desviarse por otro provisional. Más tarde fue sustituido por otro metálico, que a su vez tuvo que ser reconstruido tras los daños que sufrió al comienzo de la Guerra Civil [219].

En cualquier caso su construcción primitiva tuvo, prácticamente, que solaparse en el tiempo con el de la localidad palentina de Dueñas, la segunda de las referencias encontradas.

[216] Abad, T.; Chías, P. (2008). "La construcción del territorio: caminos y puentes en Castilla y León…, p. 390.

[217] El de La Roche-Bernard (1839) fue el mayor puente francés de esta categoría, con 198 m de luz. Véase: Manterola, J. (2006). *Puentes: Apuntes para su diseño, cálculo y construcción. TOMO I*.., p. 35. Este puente se vino abajo por efecto del viento en 1852: Fernández, L. (1999). *Caminos sobe el agua. Visión histórica universal de los puentes*…, p. 86. En esta última referencia puede verse un grabado del puente francés, lo que permite conocer cómo sería su equivalente, mucho más reducido, sobre el Ebro.

[218] González, C. (1855). "Obras Públicas en la Provincia de Burgos. Carretera de Burgos a Santander por Peñas Pardas". *Revista de Obras Públicas* (Madrid), TOMO I 11.01, p. 121.

[219] Un comentario a este respecto aparece en: "Puentes reconstruidos por Ingenieros de Caminos militarizados". *Revista de Obras Públicas* (Madrid), número especial 11 (1939), p. 115.

De éste sí existen publicadas algunas imágenes que permiten tomar idea de su aspecto (sus dimensiones eran algo mayores a las del Ebro)[220].

Este último alcanzaba una longitud de 72 m, siendo concebido por el también ingeniero Andrés de Mendizábal, autor del primer proyecto del Puente Colgante de Valladolid[221]. Se construyó en 1845, y en las diferentes noticias publicadas en la Revista de Obras Públicas se destacaba la introducción de un sistema especial de pozos de amarre que permitía la inspección de los puntos de anclaje de los cables en los estribos[222], y contó con materiales procedentes de talleres de Valladolid y Bilbao[223]. No obstante, un defectuoso mantenimiento derivado de la dejadez municipal hizo necesario su incautación por parte del Estado, procediendo a una reparación integral en 1874.

Para cruzar sobre el río Pisuerga, el paso poseía una sección transversal repartida en un carril central y dos andenes laterales. El tablero, de madera, se alzaba sin pilas intermedias suspendido de un sistema de cables que colgaban de unos pilares en los extremos, sobre cada uno de los dos estribos, y el arriostrado longitudinal se conseguía mediante una barandilla de madera de roble en forma de cruz de san Andrés, que aumentaba la rigidez de la sección transversal solidarizándose a las vigas mediante barras de hierro.

Durante su vida útil, el puente fue presa de un incendio en el año 1883 que acabó con el entablado de madera, razón por la cual tuvo que ser repuesto un año más tarde. Finalmente, el elevado coste asociado a su mantenimiento hizo valorar su sustitución por otra tipología más adecuada a las nuevas necesidades que el tráfico iba requiriendo. En 1924 se comenzó a construir un nuevo puente de vigas de hormigón armado en su emplazamiento, aprovechando la mayor parte de la obra de fábrica inicial. De entre los

[220] Arenas, J. J. (2002). *Caminos en el Aire. Los puentes…*, pp. 648-650.

[221] Navascués, P. (2007). *Arquitectura e ingeniería del hierro en España (1814-1936)*…, p. 62.

[222] Puede consultarse información adicional en: Borregón, A. (1874). "Puente colgado en Dueñas sobre el Pisuerga". *Revista de Obras Públicas*. TOMO I, 17-01, pp. 193-200; y en: "Puente colgado de Dueñas". *Revista de Obras Públicas*. TOMO I, 1211-01 (1898), pp. 551-552.

[223] Navascués, P. (2007). *Arquitectura e ingeniería del hierro en España (1814-1936)*…, p. 66.

puentes colgantes construidos en España, se le reconoce como el más longevo: una vida total de cerca de ochenta años[224].

Todavía hoy es posible contemplar una tercera estructura de esta tipología. Se trata de una pasarela peatonal, en las inmediaciones de Nogales de Pisuerga, construida el año 1921 según diseño de Alberto Corral, ingeniero que participó en las obras de reforma del puerto de Castro Urdiales en 1881[225], y promovido por el dueño de la fábrica textil Campo, el conde de Mansilla. Se levantó para poder conectar la instalación fabril con el poblado que se erigía al otro lado del cauce. Consta de un tablero de madera de poco más de un metro de anchura, suspendido de un sistema de cables amarrados en los estribos. Este paso es tristemente recordado por el fatídico acontecimiento acaecido el día 14 de julio de 1927, cuando cedió ante un exceso de carga.

B. Puentes viga

a) Celosía tipo Town

Con esta forma de rejilla, heredera de las soluciones de vigas utilizadas en Estados Unidos con madera, fueron construidos muchos puentes metálicos en las primeras fases de implantación ferroviaria a nivel nacional. En particular, esta fue la opción desarrollada para los puentes de la línea Alar del Rey-Santander (una de las más tempranas de la península), según la dirección técnica del inglés Alfred Jee con el apoyo su hermano Morland[226]. Estos puentes fueron retratados durante y tras su ejecución en uno de los primeros reportajes fotográficos que se conocen en nuestro país, la colección que su autor Wiliam Atkinson regaló a la reina Isabel II y se conserva en el Archivo de Palacio Real de Madrid[227]. La línea se

[224] Abad, T.; Chías, P. (2008). "La construcción del territorio: caminos y puentes en Castilla y León"… p. 338.

[225] Ojeda, R. (2003). *Obras de ampliación y mejora del Puerto de Castro Urdiales (1831-1928). Historia de un empeño centenario*. Castro Urdiales, pp. 226-227.

[226] Snell, Major S. (1921). *A story of railway pioneers; being an account of the inventions and works of Isaac Dodds and his son Thomas Weatherburn Dodds*. London: SELWYN & BLOUNT, LTD, pp. 135-139. Sobre Alfred S. Jee, ver también el apartado de Reseñas Biográficas.

[227] Aguilar, I. (2007). "La mirada fotográfica de la Ingeniería Civil". *Ingeniería y Territorio* (Madrid), Nº78 (2007), p. 83.

desarrolla además por un maravilloso paraje natural, el desfiladero del Congosto y las formaciones geológicas de Las Tuerces.

De todos estos pasos únicamente quedan las fotografías, junto a alguno de los planos originales firmados por Morland Jee, así como parte de los informes de la comisión de ingenieros encargadas de la supervisión de las obras (Félix de Wagon y Juan Luis del Rivero). Con todos ellos pueden reconstruirse sus dimensiones, acotadas en medidas imperiales, y las fechas aproximadas de su ejecución. También en el proyecto de sustitución de los tramos metálicos, redactado por el ingeniero José María Platero Cardinel, se encuentra alguna descripción somera con datos generales y el estado de los mismos antes de su desmantelamiento[228].

El inglés Isaac Dodds fue contratista principal de las obras de la sección Alar del Rey-Los Corrales, tal como se comenta en una de sus biografías[229]. En las postrimerías de 1853 gran parte de las piezas metálicas de los puentes habían llegado ya para su acopio, procedentes de los talleres de Holmes Engine Works, propiedad de la familia Dodds y ubicados en Rotherham (cerca de Sheffield). La sección fue inaugurada en abril de 1857, por lo que estos pasos en la zona de Aguilar debieron ejecutarse en el intervalo 1854-1856, lo que concuerda con las publicaciones sobre las noticias de su construcción en la Revista de Obras Públicas.

Su composición era similar en todos los ellos: cerchones de la tupida malla característica de esta tipología, a partir de tramos biapoyados entre las pilas y estribos, y repitiéndose hasta conseguir salvar la luz completa necesaria (entre 75 y 80 m en total, con luces parciales entre 12 y 25 m).

[228] Archivo General de la Administración (A.G.A.) Sig. 4 (102) CAJA 24/8763 (Plano del Puente del Conjuradero. 17 de Abril de 1856. Morland Jee); A.G.A. Sig 4(102) CAJA 24/18504 (Memoria-Informe de la comisión con el estado de las obras en los distintos tramos y comprobaciones de trazado. 31 de Enero de 1856. Félix del Wagon y Juan Luis del Rivero); y A.G.A. Sig 4 (102) CAJA 24/11723 (Proyecto de Sustitución de tramos metálicos. Línea Venta de Baños a Santander. 5 de Junio de 1952. José María Platero Cardinel)

[229] Snell, Major S. (1921). *A story of railway pioneers; being an account of the inventions and works of Isaac Dodds…,* pp. 135-139.

b) Celosía Pratt

Existen dos ejemplos de estas características en las líneas de ferrocarril que atraviesan estas provincias. El primero de ellos en la Palencia- León, obra del francés Alphonse Oudry[230] y que data del año 1863[231]. Tras salir de la estación de Palencia, el trazado cruza sobre el cauce del río Carrión mediante una estructura de tres vanos, dos laterales de 22,65 m y el central de 26,30, y con un canto de vigas de 2 m.

El paso se desarrolla con cuatro vigas, dos por cada sentido de la marcha, que se apoyan en los extremos y dos pilas de fábrica intermedias. Entre cada pareja de estos cerchones existe una serie de riostras que las mantienen unidas a la distancia invariable de diseño. Dichas vigas transversales coinciden con los propios montantes verticales en las vigas, y permiten un arriostrado transversal de la sección desde su parte inferior, adoptando un perfil doble T armado mediante palastros y angulares roblonados, con dos secciones de rigidización intermedias a base de parejas de angulares adosados.

Su construcción fue bastante lenta ya que, tras preparar previamente las piezas en los talleres de Palencia, se trasladaron para su montaje sobre el terraplén del estribo izquierdo, suponiendo un total de 40 jornadas para su ejecución[232].

Este problema hizo meditar sobre mejoras en el procedimiento para el resto de pasos del tramo, que posteriormente fueron señaladas en alguna revista especializada de la época: aprovechar la propia línea para transportar los tramos previamente ensamblados en taller[233].

[230] Sobre Alphonse Oudry, ver el apartado de Reseñas Biográficas.

[231] Barrón, E. (1863). "Ferrocarril de Palencia a Ponferrada". *Revista de Obras Públicas*, Tomo I, 23-02, p. 282.

[232] Sobre los problemas de esta construcción, así como del nuevo método ideado para evitarlos en el resto de los puentes de esta línea férrea ver: "Colocación del puente del Cea" *Revista de Obras Públicas*, TOMO I, 22-05, p. 60. Oudry llegó a ingeniárselas para diseñar unos carruajes especiales con articulaciones que permitían su giro de manera independiente, de forma que se evitaban posibles problemas en las curvas y cambios de rasante.

[233] Véase la explicación del sistema de transporte y colocación de las vigas en: Marvá, J. (1883). *Proyecto de tablero metálico para la recomposición de puentes de vía férrea en campaña*. Barcelona: Publicaciones de la Revista Científico-Militar, p. 33.

También de este tipo es el existente en la línea Valladolid Ariza en las inmediaciones del pueblo de Vadocondes (Burgos), firmado por Teophile Seyrig[234], socio mayoritario y calculista de la empresa Eiffel en su primera etapa como constructor. El puente, del año 1893, cruza el río Duero en un único vano, organizándose con un cordón superior que se repliega con una diagonal hacia cada uno de los apoyos extremos, y otro inferior que une estos dos nudos finales. El entramado resistente se completa con una serie de montantes verticales y diagonales, de manera que su alzado responde a una secuencia de tres módulos a cada lado que responden al tipo Pratt; la parte central se rigidiza con cuatro módulos arriostrados mediante cruces de san Andrés.

El arriostrado y el funcionamiento conjunto de la viga se consiguen mediante nuevas celosías superiores en sentido transversal a la altura de cada montante, cerrando una especie de "cajón" por la parte más alta de la sección. Esta solución resulta especialmente atractiva por la sensación de ligereza que se confiere a las barras verticales (secciones armadas mediante presillas), permitiendo el paso de la luz a su través. Este tipo de sensaciones, sobre todo la relativa a la luminosidad, era uno de las que llamarían la atención de Viollet-le-Duc en sus argumentaciones teóricas, para proponer la utilización del metal en conexión con la arquitectura gótica medieval.

c) Celosía en Cruz de San Andrés

Esta es la tipología de celosía con mayor número de ejemplos en el total de las dos provincias. Por una parte hay dos ejemplos de puentes de carretera, uno de ellos todavía en servicio, y otras cuatro realizaciones para pasos de ferrocarril.

Respecto a los de carretera, el más importante de ellos se encuentra ya desmantelado. Se trataba de una estructura de tres vanos sobre el cauce del río Nela, en las inmediaciones de Trespaderne (Burgos). El proyecto fue encargado al ingeniero Ramón de Aguinaga[235], el cual estudió una modificación al proyecto inicial de 1876[236] para reducir el

[234] Sobre Seyrig, ver el apartado de Reseñas Biográficas.

[235] Sobre Ramón Aguinaga y su hijo José, ver el apartado de Reseñas Biográficas.

[236] Archivo Histórico Provincial de Burgos. Sección de Obras Públicas. Sig. OP-1192/5 (Carretera de 3er orden de Cereceda a Laredo. Puente de hierro sobre el río Nela en Trespaderne. Modificación que se propone en el proyecto aprobado del referido puente. 29 de mayo de 1882. Ramón de Aguinaga). En el mismo expediente se

peso total de los tramos metálicos propuestos. El modificado data del año 1882 y, según los documentos que se conservan en archivo, todos los tramos fueron resueltos mediante celosía metálica en cruz de san Andrés, de los talleres de la Sociedad Marítima y Terrestre de Barcelona. El puente se acabó de construir en mayo de 1884[237].

Muy similar a éste, pero de un único vano, es el que permite para cruzar sobre el río Arlanza en las inmediaciones de Hontoria de Riofranco (Burgos). En este caso dispone de una luz total de 40 metros entre apoyos y una sección transversal de 4 m de anchura, con dos cuchillos armados mediante perfiles en escuadra y palastros roblonados para formar un contorno de dos cordones en T simétricos, superior e inferior, que se cierran lateralmente en los estribos con barras verticales de similar configuración. Ningún rastro documental he encontrado, hasta el momento, sobre este puente en particular.

En lo que respecta a puentes de vías férreas, el primero con esta forma es el que construyó Charles Vignoles[238] en Miranda de Ebro[239], también en Burgos. Conocido como el Puente del Inglés, formaba parte de la línea Tudela-Bilbao antes de la ejecución del "by pass" ferroviario que circunvaló la ciudad. Fue construido en 1862 con cuatro vanos iguales de 20 metros cada uno, apoyados en los estribos laterales y tres pilas de fábrica en piedra arenisca. Posteriormente fue objeto de dos reformas completas, cambiando de tipología las dos ocasiones, hasta su desmantelamiento el año 1990[240].

En Guardo (Palencia) la línea de vía estrecha de La Robla también dispone de un paso con este tipo de celosía. Este tren, de origen minero e ideado por Mariano Zuaznavar, cruza sobre el Carrión con un único vano de 37 m de longitud. El proyecto y la supervisión

puede consultar una carta de la Marítima y Terrestre, fechada en octubre de 1884, en la que solicita a la administración la forma de liquidar con sus trabajos.

[237] La finalización de las obras, según las notas del Diario de don Lucas Fernández (vecino de la localidad de Trespaderne y contemporáneo de su ejecución), data de mayo de 1884.

[238] Sobre Vignoles, ver el apartado de Reseñas Biográficas.

[239] Vélez, J.J. (1997). "La estación de Ferrocarril de Miranda de Ebro. Una estación victoriana en la ribera del Ebro". En: *Miranda: Historia y Ferrocarril*. Miranda de Ebro: Instituto Municipal de Historia, p. 27.

[240] Vélez, J.J. (1997). "El puente del "Inglés" y el puente del "Francés" de Miranda. La arquitectura tradicional frente a la tecnología del hierro". En: *Miranda: Historia y Ferrocarril*. Miranda de Ebro: Instituto Municipal de Historia, pp. 111-113.

constructiva de las estructuras fueron encargadas al ingeniero Manuel Oráa, siendo puesto en servicio el año 1891[241]. Se compone de dos cuchillos laterales con un total de 11 recuadros ejecutados íntegramente por composición de perfiles angulares y palastros.

Por último, también la línea del corredor del Duero entre Valladolid y Ariza cuenta en esta zona con una estructura de esta clasificación. Se trata del cruce sobre el río Riaza, en San Martín de Rubiales (Burgos) construida por la empresa de Seyrig[242]. Presenta dos tramos de 25 m cada uno, solución tipo que se repetirá en otros tramos metálicos del mismo ferrocarril, disponiendo en este caso de un tablero intermedio para evitar problemas con las cotas de máxima avenida de agua[243]

d) Celosía Warren

El trazado de la línea Santander Mediterráneo posee un puente de este tipo a la altura del municipio de Trespaderne (Burgos). Esta estructura es seguramente, por sus dimensiones y su ubicación, una de las más espectaculares y mejor conservadas de esta provincia, al enmarcándose en el de por sí bello paraje del desfiladero de la Horadada, surcado por el río Ebro.

El diseño fue a cargo del ingeniero José de Aguinaga[244], técnico que firmó todos los proyectos de replanteo de los puentes de la línea. La construcción data del año 1929, y actualmente continúa en muy buen estado de conservación gracias a los trabajos realizados para su mantenimiento, permitiendo que siga en servicio para fines turísticos.

[241] Fernández, J.; Zaita, C. (1987). *El ferrocarril de la Robla*. Madrid: Fundación de los Ferrocarriles Españoles y Aldaba Ediciones, pp. 175-176.

[242] Gonzalez, E. M.; Sánchez, J. I. "Presencia de la escuela de Eiffel - Seyrig en el Duero. Los Puentes del Ferrocarril de Ariza". *Anales de Arquitectura* (Valladolid), 6 (1995), p.36.

[243] Puede comprobarse la repetición modulada de luces en: García, 2005: 406. Véase también: Gonzalez Fraile, Gonzalez, E. M.; Sánchez, J. I. "Presencia de la escuela de Eiffel - Seyrig en el Duero…", p. 43.

[244] A.G.A. Sig. (4) 102 CAJA 24/10565 (Proyecto de Puente sobre el río Ebro en el Kº 68.860. 27 de Septiembre de 1928. José de Aguinaga). De este documento, principalmente de sus planos, se extraen todos los datos descriptivos que se indican.

El paso dispone de un solo tramo de 61,6 m de luz entre apoyos, totalmente metálico. La sección del cordón superior forma una U invertida. El cordón inferior queda armado con dos vigas compuestas separadas por montantes, completándose la estructura con la celosía principal que ata los cordones. Esta se configura con una serie de montantes verticales en sección doble T, junto a las barras diagonales que destacan por la secuencia de celosías en cruz de san Andrés de su empresillado.

La solución completa, observada en la lejanía, posee las características propias de las grandes composiciones metálicas: un ejercicio de contraste entre la monumentalidad de sus dimensiones y la liviandad de sus barras compuestas, que permite pasar la luz a su través[245].

e) Vigas parabólicas, Arco- Flecha o Bow-String

Tras los estrepitosos colapsos de varios puentes colgantes, la "Comisión de estudios de puentes de hierro", presidida por aquél entonces por Lucio del Valle, emite un informe el año 1860 en el que (con el estado de conocimiento que se tenía) quedaba claro que la fundición estaba por debajo del hierro como material para la construcción de puentes. Por sus características, no debía ser usado para salvar grandes luces, otorgándose al palastro de hierro forjado cualidades más ventajosas para este tipo de estructuras, y daba preferencia al sistema Bow-String a partir de ese momento[246].

El Bow-string es, en definitiva, un sistema de vigas parabólicas en celosía. Su forma curva le permite adaptarse a la ley de variación de esfuerzos internos a que va a ser sometido en su etapa de servicio. Esto es, se acopla a la forma de la ley de momentos flectores que va a soportar, minimizando de esta manera las tracciones en el cordón inferior[247].

[245] Comparto y matizo aquí los comentarios realizados en Gonzalez Fraile, Gonzalez, E. M.; Sánchez, J. I. "Presencia de la escuela de Eiffel - Seyrig en el Duero. Los Puentes del Ferrocarril de Ariza"…, pp. 45,47, negando los criterios que habitualmente tachaban a este tipo de composiciones metálicas como confusas o pesadas. Me reitero, además, al apunte hecho sobre Viollet-le-Duc en el análisis del puente de Vadocondes de Seyrig.

[246] Véase: Arenas, J. J. (2002). *Caminos en el Aire. Los puentes…*, p. 645; Navascués, P. (2007). *Arquitectura e ingeniería del hierro en España (1814-1936)…*, p. 63.

[247] Arenas, J. J. (2002). *Caminos en el Aire. Los puentes…*, pp. 646, 656.

Tras este informe, fueron muy numerosos los puentes proyectados y construidos siguiendo este sistema a lo largo de la geografía española durante varias décadas (debe de tenerse presente que Whipple ejecutó la primera experiencia de este tipo en 1840, y fue Isambard K. Brunel el que lo presentó en Europa durante la Exposición de París de 1855, mostrando una de sus realizaciones de 1849)[248]. Así pueden señalarse el Puente de Prado de Valladolid (1865)[249]; los de Monzón (1876), Ontiñena (1877) y Santiñena (1883), los tres en la provincia de Huesca[250]; los de Gallur (1902), Nuestra Señora del Pilar de Zaragoza (1895), y el de Caspe (1917), los tres de la provincia de Zaragoza[251]; o el de Toro (1907) en la provincia de Zamora[252].

En la comunidad de Castilla y León, conozco además la existencia de varios otros ejemplos dentro de la provincia de León, todos ellos ejecutados en las primeras décadas del s. XX: Villafer, Valderas, La Bañeza, Castrocalbón y Sopeña de Carneros.

En la propia capital palentina encontramos también un puente de esta categoría. El conocido como Puente de Hierro o de Abilio Calderón fue construido el año 1909, encargándose de su diseño dos técnicos: Luis Morales y Eduardo Jungairiño[253]. Aunque por falta de presupuesto no pudo completarse toda la decoración inicialmente propuesta, cumple con las características funcionales de esta tipología: dos grandes cuchillos parabólicos con una celosía interior, íntegramente metálico, incluyendo el tablero y las piezas de arriostrado transversal.

Cada una de las vigas, con una luz de 45 m, se armó con un arco principal ejecutado con chapas roblonadas siguiendo una directriz poligonal, y del cual se colgaron una serie de péndolas empresilladas que sujetan al tablero desde su parte inferior.

[248] Navascués, P. (2007). *Arquitectura e ingeniería del hierro en España (1814-1936)*…, p. 63.

[249] Abad, T.; Chías, P. (2008). "La construcción del territorio: caminos y puentes en Castilla y León"… p. 331.

[250] Navascués Palacio, P. (2007). *Arquitectura e ingeniería del hierro en España (1814-1936)*…, p. 99;

[251] Biel, M. P. (2000). "Los puentes metálicos de carretera sobre el Ebro en la provincia de Zaragoza". *Artigrama* (Zaragoza), núm. 15, pp. 137, 140, 143.

[252] Abad, T.; Chías, P. (2008). "La construcción del territorio: caminos y puentes en Castilla y León"… p. 319.

[253] González, J. A.; Muñoz, L. R. (2001). *Palencia. Guía de Arquitectura*. Palencia: Colegio Oficial de Arquitectos de León, p. 216.

Como en tantos otros ejemplos, además del propio ejercicio de composición y de la belleza intrínseca que la obra metálica consigue desde su fidelidad al modelo estructural que exige su desarrollo teórico previo, debe de incluirse entre los valores que atesora la gran carga artesanal que el gran número de uniones roblonadas exige durante el proceso de montaje. Debe de reconocerse esta característica como uno de los elementos caracterizadores de esta etapa de la historia de la construcción, aspecto no tan visible en construcciones posteriores una vez generalizado el uso de la soldadura en todo tipo de conexiones. Pero estos aspectos serán revisados en apartados posteriores del estudio.

f) Vigas de alma llena

Finalmente, pueden señalarse varios ejemplos que corresponden a la variante más sencilla de construcción: el de los dinteles rectos con vigas doble T. Como ya se ha indicado, los tratados de cálculo de la época apuntaban que esta posibilidad resultaba muy apropiada hasta cierto rango de luces, ya que poseen la forma más adecuada para resistir los esfuerzos de flexión a las que los puentes van a estar sometidos. Se ejecutaron soluciones de este tipo para acometer los recrecidos laterales en dos puentes de Burgos capital (los de San Pablo, en 1886, y Santa María, en 1887)[254]. Anteriormente, en 1864, existió una propuesta de Severiano Sáinz de Lastra[255] para sustituir una pasarela de madera por una estructura de vigas metálicas que nunca se llegó a ejecutar.

Pero son los pasos de ferrocarril de zonas alejadas a las capitales, por su carácter estrictamente funcional, los que permiten ver de forma transparente las piezas que los constituyen, sin aditamentos ni revestimientos de ningún tipo. Encontramos en primer lugar los correspondientes al ferrocarril de La Robla, entre los que existen tres realizaciones de esta clase, todas ellas diseñadas y construidas inicialmente por Manuel Oraá[256]:

[254] Iglesias, L. S. (2007). "Arquitectura Contemporánea. Génesis y Desarrollo (1760-1960)". *Historia de Burgos. IV - Edad Contemporánea (Tomo 4)*; Jesús María Palomares Ibáñez, dir. Burgos: Caja de Burgos, p. 63.

[255] Archivo Municipal de Burgos. Sig. 18-1053 (Proyecto de ensanche del Paseo del Espolón y encauzamiento del río Arlanzón. 24 de Diciembre de 1864. Severiano Sainz de Lastra). Este Proyecto incluye, entre varias obras, un nuevo puente de hierro sobre el Arlanzón, incluyendo su descripción, planos y mediciones.

[256] Fernández, J.; Zaita, C. (1987). *El ferrocarril de la Robla*…, pp. 175-180.

- En la provincia de Palencia está el de Barcenilla de Pisuerga, concluido el año 1891. Se trata de un puente de tres vanos biapoyados sobre el río Pisuerga, más otros dos pasos laterales para caminos de servicio. Se organiza mediante dos cuchillos principales que se armaron con palastros unidos con perfiles angulares, formando una sección en doble T que se refuerza mediante platabandas adicionales en el ala inferior de las zonas de mayores esfuerzos.

  La sección transversal se completa con dos ménsulas laterales que permiten un espacio adicional para unos andenes peatonales. Durante su vida ha sido objeto de algunas modificaciones, y en 1944 se procedió al refuerzo general de los tramos metálicos.[257]

- Ya en Burgos pueden verse el de Ahedo de las Pueblas, sobre el río Nela, y el de Bercedo de Montija, sobre el Cerneja, los cuales fueron objeto de refuerzos de similares características en 1929, calculados y diseñados estos últimos por el ingeniero Guillermo Barandiarán. El primero, también del año 1891, consta de dos tramos oblicuos al cauce[258]. Longitudinalmente, se organiza con dos vigas principales armadas mediante perfiles angulares simples y palastro, mientras que en sentido transversal la sección se arriostra mediante cuatro travesaños doble T en cada vano, que mantienen las vigas unidas a la distancia de diseño.

  El segundo dispone, por su parte, de tres tramos rectos con dos pilas de fábrica intermedias. Su sección se puede esquematizar con dos vigas de alma llena, armadas con angulares y palastro, con los correspondientes cubrejuntas en los empalmes intermedios, y ampliada lateralmente con ménsulas sobre las que se dispusieron sendos paseos peatonales.

  En estas dos estructuras, como ya se ha apuntado, fue necesario realizar refuerzos inferiores para aumentar su resistencia y adaptarlos a las mayores exigencias de cargas que surgían con el tiempo.

Por último, encontramos un amplio catálogo de esta tipología de vigas rectas dentro de la línea Santander Mediterráneo (todos ellos en la provincia de Burgos y firmados por el mismo ingeniero, D. José de Aguinaga). Debe de tenerse en cuenta que ésta fue construida

[257] Ibídem, p. 178.

[258] Ibídem, p. 180.

en la década de los años 20 del siglo pasado, momento en el que era mucho mayor el conocimiento y experiencia adquirida sobre el comportamiento de estas secciones, además de que la calidad de los aceros había mejorado sustancialmente desde las primeras realizaciones decimonónicas.

En su trazado existen pasos de diferentes luces, pero entre todos ellos merece destacar quizá alguno de los más largos, aquellos donde la ingeniería y el desarrollo de la técnica se hacen completamente patentes. Se trata de alguna de las últimas estructuras de paso en ambas provincias ejecutadas mediante el roblonado de piezas simples. Más adelante, el hormigón armado y el pretensado, junto con la soldadura, relegaron a la Historia de la Construcción estas disposiciones que conferían una fuerte carga artesanal en las ejecuciones.

De entre los 23 puentes o pasos metálicos que posee este ferrocarril abandonado dentro la provincia de Burgos[259], me limito a reseñar uno de ellos: el que cruza sobre el río Nela a la altura de la localidad de Cigüenza. Fue construido el año 1930, y consta de dos vanos rectos de 21 m de longitud encima del río, más un tramo adicional de 8,9 m sobre una carretera[260].

La sección transversal de los vanos largos está formada por dos vigas principales, armadas con perfiles metálicos simples y chapas laminadas. Parte de sus valores radican en su propia ubicación, completamente anexo al núcleo urbano de Cigüenza y abriéndose paso por una trinchera en la roca que aparecía inmediatamente después del estribo de salida; uno no puede dejar de imaginarse a las locomotoras de vapor cruzando varios metros por encima de las calles de esta localidad.

8.3.2.2. Revisión de los ejemplos dentro del contexto nacional

[259] García, J. L. (2005). *Inventario de Puentes Ferroviarios de España…*, pp. 351-356.

[260] A.G.A. Sig. (4) 102 CAJA 24/9772 (Proyecto de Replanteo del Puente sobre el río Nela en el Kº 18.320. 1 de Marzo de 1928. José de Aguinaga).

En el ámbito de la ingeniería de puentes, el cumplimiento estricto de la función estructural como obra de paso, así como la necesidad de ajustarse a un determinado presupuesto y plazos disponibles, constituyen las variables más importantes en el proceso de diseño[261]. Además deben de tenerse en cuenta los condicionantes propios de la ubicación particular en la que se pretende construir, sin entrar a matizar otras consideraciones de carácter estratégico, militar o político (circunstancias que en algunos casos también han sido importantes).

Básicamente, el proyectista utiliza su propia experiencia, aprovechando además otras propuestas más o menos innovadoras pero ya ejecutadas y comprobadas en otras construcciones para encajar su propuesta en el lugar concreto que se trate, solucionando simultáneamente las cuestiones relativas a la planificación de la construcción, la disponibilidad de materiales y mano de obra, ajustando todo ello al presupuesto disponible y un adecuado plazo de ejecución (facilidad de montaje, medios de transporte de las piezas...). No todas estas variables son fáciles de acotar en la fase de proyecto, por lo que durante la propia obra pueden sufrir modificaciones parciales en las soluciones propuestas inicialmente.

En cualquier caso, revisando los breves datos ya apuntados a lo largo los apartados anteriores, pueden realizarse una serie de consideraciones generales que se enmarcan en las características propias de los puentes ejecutados en el período analizado (que en su mayor parte son ferroviarios), tanto a nivel de la comunidad autónoma de Castilla y León, como a nivel nacional:

A. En primer lugar, se observa la importante influencia extranjera tanto en lo que respecta a las empresas concesionarias de las líneas de ferrocarril (con experiencia acumulada en este tipo de infraestructuras en otros países más adelantados), como de los técnicos que participaron en su puesta en marcha[262]:

[261] En el caso particular de los ingenieros de caminos del s. XIX y principios del s. XX, su carácter de funcionarios cuyas obras eran muchas veces ejecutadas por administración (esto es, dirigiendo directamente a un contratista que cobraba estrictamente la mano de obra, medios auxiliares y materiales bajo su supervisión), les exigía una doble responsabilidad: la puramente económica, como representantes del Estado y garantía del buen uso de los escasos fondos públicos, y la propia de la correcta ejecución de la obra, ya que los errores en este aspecto recaían directamente sobre ellos. Véase: Arenas, J. J. (2002). *Caminos en el Aire. Los puentes…*, pp. 623-624.

[262] Como ya se ha tratado en los primeros epígrafes del trabajo, en realidad se trataba de una dependencia tecnológica a todos los niveles, que tuvo especial relevancia durante el primer desarrollo de la red de ferrocarriles españoles. Sáiz, J. P. (2002). "Los orígenes de la dependencia tecnológica española. Evidencias en el

a) La compañía del Norte (línea Madrid-Irún), con M. Fournier y M. Desogeries[263];
b) el Ferrocarril de Isabel II (Alar del Rey-Santander) con los hermanos Alfred y Morland Jee, George Mould , y siendo contratista el también inglés Isaac Doods y las piezas metálicas del los talleres ingleses Holmes Engine Works[264];
c) el Ferrocarril de Tudela a Bilbao, donde destaca Charles Blacker Vignoles y su equipo, utilizando piezas metálicas de los talleres de la empresa inglesa Thomas Brassey & Co[265];
d) la Compañía del Noroeste (línea Palencia-La Coruña), con M. Debrousse como contratista principal y Mr. Alphonse Oudry como técnico encargado de las obras metálicas que fueron ejecutadas con perfiles de los talleres ingleses Lloyd, Foster & C.[266];
e) la línea de Valladolid a Ariza, que tuvo como proyectista general a Boucher de la Martinère, mientras las estructuras metálicas fueron encargadas a la empresa de Teòphile Seyrig[267];
f) el Ferrocarril de La Robla a Valmaseda, en la que inicialmente los tramos metálicos fueron adjudicados a la casa belga Fumet de Charleroi[268]; y
g) la línea Santander-Mediterráneo, con la empresa Anglo-Spanish Co Ltd.[269].

B. En segundo lugar, el proyecto general de las líneas de ferrocarril podía incluir una serie de estructuras tipo, encajadas para ciertas longitudes de vano, con objeto de reducir los tiempos de cálculo y redacción del propio documento contractual y, sobre

sistema de patentes. 1759-1900", *Economía Industrial*. (Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, Madrid), Nº 343, pp. 83-95.

[263] Wais, F. (1987). *Historia de los ferrocarriles españoles…*, p. 188.

[264] Snell, Major S. (1921). *A story of railway pioneers; being an account of the inventions and works of Isaac Dodds…,* pp 132-136.

[265] Vélez, J. J. (1997). "La estación de Ferrocarril de Miranda de Ebro. Una estación victoriana en la ribera del Ebro"..., p. 43-44)

[266] Barrón, E. (1863). "Ferrocarril de Palencia a Ponferrada", pp. 280-282.

[267] González Fraile, Eduardo Miguel; Sanchez Rivera, José Ignacio. "Presencia de la escuela de Eiffel - Seyrig en el Duero…", pp. 35-36.

[268] Fernández, P. (2003). *El ferrocarril hullero de La Robla a Valmaseda 1890-1972*. Salamanca: Junta de Castilla y León. Consejería de Educación y Cultura, p. 121.

[269] Wais, F. (1974). *Historia de los ferrocarriles españoles…*, p. 426.

todo, de optimizar la construcción a base de repeticiones, el uso de perfiles seriados, la prefabricación en taller... Sólo en caso de orografías singulares o río anchos se hacía un estudio específico sobre la idoneidad de una u otra tipología, recurriendo en el resto de casos a definir tramos tipo (normalmente biapoyados) que se repetían varias veces en función de la luz total a salvar.

Para el caso particular de las provincias de Burgos y Palencia, esta metodología es claramente visible en los puentes de la línea Santander-Mediterráneo. Incluso en la zona norte de Burgos (varios cruces con el río Nela) puede observarse una clara tendencia a la repetición de las estructuras, diferenciándose en el número total de tramos dispuestos en cada caso. Tan solo el paso del Ebro fue revisado de una forma especial, optándose por una celosía Warren, cuyas bondades técnicas ya eran sobradamente conocidas en el momento de su diseño[270]. De hecho, la *Revista de Obras Públicas* hacía eco de los estudios comparativos realizados en el extranjero sobre las diferentes posibilidades de celosía en el año 1880[271].

También en el tramo Palencia-Ponferrada se utilizaron tramos biapoyados de 20 m[272] de luz para cubrir los cruces con el Arroyo Retortillo, el río Sequillo y los pasos sobre el Canal de Castilla, repitiendo una celosía tipo en todos ellos (Barrón, 1863: 282).

En el resto de líneas este aspecto no es tan directamente visible este método de diseño, aunque se usara para el caso de pequeños pasos o tajeas metálicas. La presencia de cauces de cierta entidad (Duero, Camesa, Pisuerga), explica la mayor variedad de soluciones. Debe de considerarse además que la línea Santander Mediterráneo fue ejecutada en los años 20 del siglo XX, varias décadas después de las anteriores, con medios y tecnología muy diferentes.

C. Por otro lado debe de considerarse que tanto la primera línea de ferrocarril de la península (Barcelona-Mataró, 1848), como los tramos construidos en los primeros

[270] Aguiló, M. (2008). *Forma y tipo en el arte de construir puentes…*, p. 129.

[271] "Los puentes de fundición comparados con los de hierro forjado", *Revista de Obras Públicas*, TOMO I, 20-02 (1880), pp. 235-239.

[272] Ver noticia sobre la línea hacia Galicia en: "Sección Palencia-León" *Gaceta de los Caminos de Hierro* (Madrid), Año XXII, Nº 30 (1870), p. 427.

años de implantación de este nuevo método de transporte en España, contaron inicialmente con varias estructuras de celosía de madera[273].

En muy pocos años se empezaron a construir gran cantidad de kilómetros de nuevos caminos de hierro, generalizándose la ejecución de puente de fábrica y metálicos de distintas tipologías (vigas de alma llena, celosías en rejilla o Town, celosías Pratt, vigas Linville, e incluso vigas trianguladas o Warren).

En este momento, los técnicos se encontraban en un debate a nivel internacional sobre las ventajas de cada sistema, utilizándose de formas muy variadas en diferentes geografías y latitudes. Los desarrollos teóricos sobre sistemas de barras internamente hiperestáticos estaban en pleno apogeo, dirigiéndose hacia la total articulación de los nudos extremos de las barras que las componen como la solución más adecuada (nótese que Maxwell no publicaría sus trabajos a este respecto hasta 1864).

Las patentes sobre estas celosías, excepto la Town, son relativamente cercanas en el tiempo a estas primeras construcciones ferroviarias (Whipple en 1841, Pratt en 1842 y Warren en 1848), y la experiencia de Stephenson con los puentes tubulares data de los años 1849-50. Hasta entonces, los ejemplos de puentes colgantes y arcos de fundición sí son numerosos a nivel internacional, e incluso se habían realizado las primeras pruebas en España de estos dos tipos. Whipple construyó una de sus celosías en 1840 sobre el canal del Eire[274]. En Europa, la primera celosía metálica data de 1845, en Inglaterra; en Alemania de 1853; en Rusia de 1857[275]; en Polonia en 1850[276]. Estos datos nos proporcionan una idea de la progresiva implantación de estas novedades estructurales, que se apoyaron fundamentalmente en el desarrollo de las propias redes de transporte ferroviario.

[273] Rodriguez, F. J. (2000). *Los primeros ferrocarriles españoles*. Madrid: Ediciones AKAL, p.18. Una breve reseña a estos primeros puentes de madera la encontramos en: Cuéllar, D.; Jiménez, M. (2005) "Historia y legado patrimonial de los puentes ferroviarios de España". *Vía Libre. La revista del ferrocarril*, Fundación de los Ferrocarriles Españoles (Madrid), Nº 483, pp. 79-81.

[274] Aguiló, M. (2008). *Forma y tipo en el arte de construir puentes…*, p. 123.

[275] Ibídem, p. 122.

[276] Ibídem, p. 129.

A España esta tecnología llegó, como ya se ha apuntado anteriormente, de manos de ingenieros y empresas extranjeras (principalmente ingleses y franceses). Gracias a sus experiencias anteriores pudo implantarse rápidamente una red cada vez más tupida de caminos de hierro, que unía los puntos más importantes de la Península. Realmente fue una importación tanto de conocimientos como de piezas y materiales, ya que la industria siderúrgica española todavía no se había desarrollado lo suficiente como para abordar las grandes necesidades de hierro que surgieron durante la segunda mitad del siglo XIX.

Tomando como base los listados publicados por José Luis García Mateo en su *Inventario de Puentes Ferroviarios*, he procedido a revisar puntualmente cada una de las obras de paso que se construyeron durante las primeras concesiones de ferrocarril. Este proceso perseguía validar las apreciaciones señaladas en el mencionado trabajo de inventariado hasta el año 1863 (fecha de apertura del tramo Palencia-León), para comprobar así la introducción en España de las diferentes tipologías durante esta primera etapa inversora.

Inicialmente, ya conocía el uso de puentes de madera en las líneas Barcelona-Mataró, Madrid-Aranjuez, Valencia-Grao y Játiva-Valencia[277]. No obstante, no disponía a priori de datos sobre las fechas de sus sustituciones por otros de diferente naturaleza o material. Partiendo de estas premisas, y consultando diferentes publicaciones para contrastar las fechas indicadas, he obtenido la siguiente relación con los primeros puentes metálicos construidos para las líneas de ferrocarril peninsular[278]:

[277] Wais, F. (1987). *Historia de los ferrocarriles españoles…*, pp. 104-105. Discrepo no obstante del uso de madera para puentes definitivos indicado por Wais en la línea Alar del Rey-Santander, atendiendo a los datos que he obtenido en artículos de la *Revista de Obras Públicas* y de las propias fotografías del reportaje de Atkinson durante y tras su ejecución.

[278] Notas relativas al proceso de elaboración de la tabla:

[(i)] El puente original sobre el Besós en la Barcelona-Mataró (1848) era de madera. En 1850 fue sustituido por una celosía metálica tras su ruina por una riada.

Wais, F. (1987). *Historia de los ferrocarriles españoles*. 3ª edición. Madrid: Fundación de los Ferrocarriles Españoles, pp. 74-78, y 104-105.

Cuéllar, D.; Jiménez, M. (2005). "Historia y legado patrimonial de los puentes ferroviarios en España"…, pp. 79-81.

Rodriguez, F. J. (2000). *Los primeros ferrocarriles españoles*. Madrid: Ediciones AKAL, p. 18.

[ii] En la línea Reus-Tarragona se construyeron dos puentes de madera en celosía, el más importante de ellos sobre el río Francolí. No he encontrado otra noticia sobre su sustitución por otro de hierro hasta el año 1884.

"Proyecto del Ferrocarril de Tarragona a Reus". *Revista de Obras Públicas*, 1853, TOMO I, 16-04, pp. 22-25.

Sobre su reconstrucción en hierro ver: *Revista de Obras Públicas*, 1854, TOMO I, 11-02, p. 82.

[iii] En la primitiva línea Madrid-Aranjuez (1851) se ejecutaron puentes de fábrica (Tres Ojos, Villaverde) y otros mediante celosías de madera (Manzanares, Jarama y Tajo). El del Manzanares, reconstruido nuevamente con madera en 1856 por los efectos de una riada, fue sustituido en 1861 por tramos de celosía metálica en cruz de san Andrés; el del Jarama, debilitado por las mismas inundaciones en 1856, fue reconstruido ese mismo año mediante vigas de alma llena. Finalmente el del Tajo se sustituyó por una obra de fábrica de tres arcos.

Wais, F. (1987). *Historia de los ferrocarriles españoles*…, pp. 104-105.

Cuéllar, D.; Jiménez, M. (2005). "Historia y legado patrimonial de los puentes ferroviarios en España"…, pp. 79-81.

"Averías del ferro-carril de Aranjuez". *Revista de Obras Públicas*, 1856, TOMO I, 2-04, pp. 23-24.

"Proyecto del Ferrocarril de Tarragona a Reus". *Revista de Obras Públicas*, 1856, TOMO I, 18-02, p. 36.

Garcia, J. L. (2005). *Inventario de Puentes Ferroviarios de España*…, p. 229.

[iv] En la línea Sevilla-Cádiz (tramo Jerez-Trocadero, 1856) se construyó el puente de de San Alejandro, cerca del puerto de Santa María, con una estructura provisional de madera: ésta fue sustituida en 1861 por vigas Town metálicas.

"Ferro-carril de Jerez al Trocadero". *Revista de Obras Públicas*, 1853, TOMO I, 5-06, pp. 67-68.

Caballero, M. A.; Delgado, J. I.; García, M.; Maldonado, J.; Villalobos, M. del M. (2006). "Recuperación in extremis y puesta en disfrute del puente ferroviario sobre el Guadalete a su paso por el Puerto de Santa María", en *IV Congreso de Historia Ferroviaria*. Málaga, 2006.

[v] En el año 1863 también se ejecutaron varios puentes de la tipología Linville en la línea Madrid-Zaragoza (tramo Medinaceli-Grisén).

Garcia, J. L. (2005). *Inventario de Puentes Ferroviarios de España*…, pp. 161-164.

[vi] Sobre los puentes de la primitiva Játiva-Valencia, consultar reseña en:

Gonzalo, E.; Royo, C.; Andrés, E. (2003). "La compañía del ferrocarril de Almansa, Valencia y Tarragona". *A todo vapor. Revista de la Asociación Valenciana de Amigos del Ferrocarril* (Valencia), Nº 39 (Junio 2003), pp. 5-10.

Garcia, J. L. (2005). *Inventario de Puentes Ferroviarios de España*…, pp. 224-226.

[vii] En la línea Alar del Rey – Santander se ejecutaron varios puentes más, todos ellos de fábrica (Renedo, Las Fraguas, Los Llares, Besaya y Los tres Ojos).

Revista de Obras Públicas, 1874, TOMO I, 9-01, p. 99.

Campuzano, C. (1859). "Descripción de las obras del ferro-carril de Isabel II". *Gaceta de los caminos de hierro* (Madrid), 6 (Año 4, 13 de febrero de 1859), p. 86.

AÑO	LINEA CONCESIÓN	PUENTE	LONGITUD TOTAL	Nº DE VANOS	TIPO
1850	BARCELONA-MATARÓ	BESÓS	141	5	TOWN
1853	JÁTIVA-VALENCIA	JÚCAR	70	1	PRATT
1853	JÁTIVA-VALENCIA	BARRANCO POBLA LARGA	36	2	ALMA LLENA
1853	JÁTIVA-VALENCIA	RAMBLA ALGEMESÍ	74	3	ALMA LLENA
1854	JÁTIVA-VALENCIA	ALBAIDA	154	10	ALMA LLENA
1854	JÁTIVA-VALENCIA	MONTESA MENOR	84	2	PRATT
1856	MADRID-ARANJUEZ	JARAMA	130	4	ALMA LLENA
1857	ALAR - SANTANDER	HORADADA	75	5	TOWN
1857	ALAR - SANTANDER	VALORIA	79	4	TOWN
1857	ALAR - SANTANDER	CONJURADERO	75	4	TOWN
1857	ALAR - SANTANDER	HIJAR	96	10	TOWN
1858	JÁTIVA-VALENCIA	BARRANCO DE TOLL	30	1	PRATT
1858	ALMANSA-ALICANTE	VINALOPÓ	33	1	ALMA LLENA
1858	ALMANSA-ALICANTE	RAMBLA DE VERDEGÁS	31	4	ALMA LLENA
1858	ALMANSA-ALICANTE	RAMBLA DE LA CAÑADA	27	1	ALMA LLENA
1859	MADRID-ZARAGOZA	TOROTE	79	4	TOWN
1859	TARRAGONA-BARCELONA	LLOBREGAT	368	12	TOWN
1859	MOGENTE-ALMANSA	BARRANCO DE LA BOQUELLA	31	1	ALMA LLENA
1859	ARENYS DE MAR-TORDERA	RIERA DE TODERA	188	7	WARREN
1860	GRANOLLERS-STA. COLOMA	RIERA ARBUCIES	80	2	WARREN
1860	GRANOLLERS-STA. COLOMA	BREDA	30	1	PRATT
1860	ALAR - SANTANDER	LAS FRAGUAS	75	5	TOWN
1860	ALAR - SANTANDER	SOMAHOZ	75	5	TOWN
1860	MADRID-IRÚN	BOECILLO	30	1	TOWN

[viii] También en el tramo Venta de Baños - Alar del Rey se ejecutaron puentes de hierro puestos en servicio el año 1860, pero no dispongo de datos sobre su tipología.

"Ferro-carril de Palencia a Alar del Rey". *Revista de Obras Públicas*, 1857, TOMO I, 5-02, p. 54.

[ix] Las filas sombreadas corresponden a puentes dentro de las provincias de Burgos y Palencia.

AÑO	LINEA CONCESIÓN	PUENTE	LONGITUD TOTAL	Nº DE VANOS	TIPO
1860	TARRAGONA-BARCELONA	RAMBLA DE MOGENT	35	1	TOWN
1860	ALCÁZAR-CIUDAD REAL	ZÁNCARA	35	2	PRATT
1860	MADRID-ZARAGOZA	BORNOVA	41	2	CRUZ DE SAN ANDRÉS
1860	MADRID-ZARAGOZA	SAN CRISTÓBAL	34	1	CRUZ DE SAN ANDRÉS
1861	ZARAGOZA-BARCELONA	SARIÑENA	98	5	TOWN
1861	MADRID-ARANJUEZ	MANZANARES	62	2	CRUZ DE SAN ANDRÉS
1861	SEVILLA-CÁDIZ	GUADAIRA III	-	-	TOWN
1861	SEVILLA-CÁDIZ	SAN PEDRO	133	5	TOWN
1861	SEVILLA-CÁDIZ	BOCA DEL AVE	58	3	TOWN
1861	SEVILLA-CÁDIZ	EL ÁGUILA	58	3	TOWN
1861	SEVILLA-CÁDIZ	SACTI PETRI	-	-	TOWN
1862	CASTEJÓN-BILBAO	EBRO	80	4	CRUZ DE SAN ANDRÉS
1862	VALENCIA-TARRAGONA	BELCAIRE	31	2	PRATT
1862	TARRAGONA-BARCELONA	RIERA DE STA. COLOMA	86	4	ALMA LLENA
1863	VALENCIA-TARRAGONA	MIJARES	142	5	TOWN
1863	PALENCIA-LA CORUÑA	CARRIÓN	77	3	PRATT
1863	MADRID-ZARAGOZA	PEREJILES	34	2	PRATT
1863	MADRID-ZARAGOZA	ZABALO	37	1	PRATT
1863	MADRID-ZARAGOZA	LA PRESA	82	3	PRATT
1863	MADRID-ZARAGOZA	PIEDRA	56	1	CRUZ DE SAN ANDRÉS
1863	MADRID-ZARAGOZA	JILOCA	32	3	PRATT
1863	MADRID-ZARAGOZA	RIBOTA	54	2	CRUZ DE SAN ANDRÉS
1863	MADRID-ZARAGOZA	EL ROSAL	66	3	PRATT

Del listado anterior se desprende que los primeros puentes metálicos construidos en España fueron de alma llena (Albaida, Rambla Algemesí en 1853), y Pratt (Júcar, 1853), todos ellos en la línea de Játiva a Valencia. Las primeras celosías tipo Town íntegramente metálicas fueron precisamente las de la línea de Alar de Rey-Santander (Horadada, Congosto y Conjuradero). Las primeras en cruz de San Andrés datan de 1860 (puentes de Bornova y San Cristóbal). Y la primeras de tipo Warren se construyeron en el tramo Granollers-Santa Coloma (Riera de Arbucíes, 1860) y en el

tramo Arenys de Mar-Tordera (Riera de Todera, 1860). A la vista de estos datos, puede destacarse el hecho de que las celosías de la línea Alar del Rey-Santander fueron las primeras de tipo Town ejecutadas en España, con el seguimiento técnico de Alfred Jee. En el caso de las vigas Pratt, las del ferrocarril de Palencia a León fueron construidas diez años después de las más antiguas, a lo que debe añadirse el valor de la autoría de las mismas, Mr. Alphonse Oudry.

Y respecto a las celosías en cruz de San Andrés, la ejecutada en Miranda de Ebro fue la tercera en ejecutarse en toda España[279], diseñada y construida por el distinguido ingeniero Mr. Charles Blacker Vignoles, de categoría y experiencia internacional (también reconocido como el autor de las estaciones de ferrocarril de Logroño y Miranda de Ebro).

En cualquier caso, la figura de Teòphile Seyrig como proyectista y constructor de los puentes de la línea Valladolid-Ariza otorga, de por sí, un valor intrínseco indiscutible a los tramos metálicos incluidos en su trazado.

D. Por último, en lo que respecta a puentes colgados, el profesor Pedro Navascués señala en sus publicaciones que en el momento de la ruina del Puente de Santa Isabel en 1849 existían en España alrededor de "*diez puentes colgantes, tres de los cuales se habían hundido (Fraga, Monzón y Zaragoza) y otros dos amenazaban ruina*"[280]. Atendiendo a este dato, entre las provincias objeto de estudio se encontraban el cuarenta por ciento del total de las estructuras de esta tipología en todo el país (el de Dueñas, de 1845, en Palencia; y el de Quintanilla-Escalada, de 1847, en Burgos)[281].

[279] Debe de tenerse en cuenta que el paso sobre el Manzanares tabulado en el Madrid-Aranjuez se trata de la sustitución en el año 1861 de un tramo de madera preexistente.

[280] Navascués, P.; Quesada, M. J.(1992). *El siglo XIX. Bajo el signo del Romanticismo*. Madrid: Silex Ediciones, p 107.

[281] Sobre el puente colgante de Quintanilla-Escalada, también puede leerse la noticia de su apertura en el periódico *El Español*, de fecha 20 de noviembre de 1847.

9.- Cualidades intrínsecas de las construcciones metálicas de este período y elementos para su valoración estética

De manera continuada, los criterios cualitativos sobre las características que deben tenerse en cuenta para otorgar el valor que puede adjudicarse a una determinada realización ha sido objeto de discusión entre los responsables de este tipo de decisiones e incluso la propia opinión pública. Intentar realizar este tipo de argumentaciones en el mismo momento en el que se están desarrollando las mismas supone un exigente debate que no puede quedar exento de una carga subjetiva, por las múltiples variables y agentes que entran en juego y que pueden alejarse de las realidades que se pretenden juzgar de manera expresa.

En este apartado es quizá todavía más sensible el patrimonio asociado a muchas de las construcciones que se describen en este trabajo, asociadas a la industria y la obra pública, que a veces subyacen de una carga negativa inherente por su propia esencia funcional y práctica, junto al propio proceso de selección de alternativas y sus consecuencias en el tiempo, que puede provocar que su potencial no quede del todo reconocido o incluso sea directamente negado.

De forma no extrañamente paradójica, de su estudio y conocimiento con cierta perspectiva histórica, se extraen precisamente varios de estos aspectos racionales que aúnan honestidad estructural con acabado visual, siendo fieles a las propiedades del material, de manera que algunas llegan a constituirse en ejemplos de gran validez para las nociones que actualmente se aceptan en el estudio de composición arquitectónica e ingenieril.

9.1.- El concepto estético y artístico en la construcción

El problema del valor estético universal fue revisado por Mukařovský desde la propia óptica de la Historia del Arte[282], discriminando una base antropológica común (condiciones

[282] Mukařovský, J. (2000). *Signo, función y valor: estética y semiótica del arte*, PLAZA & JANES, Editores Colombia S.A., Bogotá, D.C- Colombia, pp. 220-232.

que cumple la obra artística pertenecientes a la propia esencia humana), y la valoración relativista concreta de un determinado objeto material (aparato del que se han servido los historiadores para entender y construir la secuencia de cambios estilísticos en el arte con cierta linealidad).

Entendido así, además, el concepto del valor estético permite la búsqueda de elementos cuantitativos diferenciadores sobre la idea de perfección: variables en cierto modo mensurables que permiten comparar o al menos identificar estos valores. Si bien no deben ser entendidos como preceptos estáticos, sí representan directrices básicas con las que, al menos, adjetivar los múltiples sentidos estéticos que potencialmente posee una determinada obra. Cualquier intento por objetivar definitivamente éstos, sería una forma de encarcelamiento de la creación artística, la cual debe estar, a priori, libre de cualquier atadura.

Mukařovský introduce por otro lado la idea de *capacidad semántica* de una obra, refiriéndose a la diversidad de *sentidos* que pueden atribuirse o reconocerse a una determinada obra material, acumulándose o simultaneándose. A mayor *capacidad semántica*, mayor será la potencialidad de la obra para resistir cualquier tipo de cambio (de ambiente, de capa social, de cultura, de lugar o de tiempo), y será por tanto mayor su valor en ese caso. Algo parecido a lo que explicaba Adorno[283], calificándolo como la "*conquista de la* autonomía" por parte de una obra de arte, haciéndose independiente de su contexto y universalizándose, y planteando la dicotomía entre arte mercantilizado y arte auténtico. El profesor Aguiló identifica este concepto de forma similar cuando habla de las "*dimensiones*" de una obra, particularizándolo en este caso a la ingeniería civil[284].

En este aspecto, introduzco aquí una variable más a tener en cuenta: estos *sentidos estéticos*, asociados a la realidad material, deben de ser previamente reconocidos para conseguir que las obras dejen de existir físicamente, es decir, consigan su autonomía. En el caso de las construcciones esta consideración se ha puesto de manifiesto en diferentes ocasiones; por ejemplo, el valor que hoy en día se le atribuye a las ejecuciones correspondientes al Románico es, efectivamente, un cúmulo de *sentidos estéticos*. Muy

[283] García, R. (2003). "La Estética en Walter Benjamin y Theodor W. Adorno". *Theoria. Proyecto crítico de ciencias sociales - Grupo de Investigación UCM. Materiales 04*.Abril.2003. [En línea] URL: http://www.ucm.es/info/eurotheo/materiales/hismat/rgalonso.htm, [última consulta 10.10.2010]

[284] Aguiló, M. (2002). "Invariantes estéticos de la ingeniería civil". *Revista de Obras Públicas*, nº 3426, pp. 58-68.

difícilmente se asumiría la demolición o algún tipo daño en una iglesia o ermita de este estilo arquitectónico, ya que su valor ha sido totalmente reconocido y universalizado, y por lo cual se acepta de manera inherente la exigencia de preservarla. Por otro lado, se desconoce el número de construcciones románicas que han ido desapareciendo hasta ahora, y ni si quiera conocemos si alguna de éstas poseían incluso un mayor valor artístico que las que han pervivido. No se pretende juzgar con esta afirmación las vicisitudes históricas que pudieron desencadenar estas posibles pérdidas; de hecho, grandes iglesias y catedrales góticas fueron construidas, en algún caso, sobre magníficos templos románicos. Aunque podamos, en cierto modo, lamentarnos por alguna de estas demoliciones, fueron el camino para nuevos logros, utilizando conceptos novedosos para ese momento, y de los cuales hoy también disfrutamos.

Independientemente de que la velocidad de los cambios y de las propias ejecuciones no son las mismas ahora que en época medieval, sí hay que comprender que, en cualquier momento histórico, han de reconocerse los valores de las obras de forma previa (hacerlos universales) como garantía de la propia integridad de las obras y de su preservación. Es por esto que ha de procurarse consensuar y describir cuáles son las características que, de manera general y no exhaustiva, deben de tenerse en cuenta como criterios valorativos de la obra construida, y que además deben de servir de referencia en el proceso de diseño tanto ingenieril como arquitectónico.

9.2.- La idea de "arte estructural"

Alrededor de las características distinguibles propias de las construcciones, se han realizado numerosas aportaciones enfocadas principalmente al denominado "arte estructural" o "estética de las estructuras", identificando de forma subyacente a las mismas con el esquema resistente que permite su equilibrio.

Puede considerarse esta idea bastante apropiada para el caso de la ingeniería civil y las grandes obras arquitectónicas, en las cuales forma y estructura han constituido tradicionalmente un binomio inseparable. El profesor Aguiló, apunta la existencia de una

cierta confusión generalizada entre arte, ingeniería y arquitectura[285]. Para Aguiló, la herencia anclada sobre las hipótesis de los teóricos del movimiento moderno (incluyendo a Pevsner, Giedion o Behrendt) provocaron una identificación directa de la ingeniería con la técnica, siendo los ingenieros los artífices de la salida del "engaño" o "mentira" historicista de finales del siglo XIX mediante el desarrollo de nuevas formas basadas estrictamente en el cálculo. Esta visión simplificada de los conceptos, casi eliminaba del proceso de diseño cualquier variable creativa que no precediera de algún estricto argumento estructural.

Pero la misma idea permitió ampararse a muchos técnicos, que dejándose llevar por las modernas corrientes funcionalistas, proyectaban sin atender en sus diseños a otras consideraciones que las puramente tecnológicas; básicamente aplicaban, en su propio interés y estirándolas de forma extrema, vagas nociones de "honradez estructural" y "funcionalidad".

La aparición del hormigón, supuso una ruptura con la ingeniería del hierro del siglo XIX y, de forma paralela, con las propuestas de los críticos como Violet-le-Duc o Walter Benjamín, que no servían a los propósitos constructivos de los nuevos creadores (ahora entusiasmados con las posibilidades del hormigón, dúctil, barato y disponible). Estas novedades crecieron de la mano del propio Movimiento Moderno, sirviendo de nexo entre ingenieros y arquitectos en la búsqueda de nuevas posibilidades formales[286].

En general, la bibliografía marca como hito histórico la llegada del hormigón (al igual que en su momento lo fue el hierro y el acero). En efecto, sus posibilidades permitieron desde un primer momento mayor libertad de expresión (al menos en la concepción exterior de las obras), frente a la aparente rigidez exigida por las tipologías metálicas y los perfiles seriados. Este hecho, como ya se ha apuntado, facilitó el encuentro cordial de las posturas de arquitectos e ingenieros, limando en cierto modo las polémicas decimonónicas entre ambas profesiones.

[285] Aguiló, M.: Intervención en el coloquio sobre "Arte estructural en ingeniería y arquitectura". [En línea] URL: http://www.fundacionmiguelaguilo.org/2010/11/arte-estructural-en-ingenieria-y-arquitectura/ [última consulta 22.11.2010]

[286] Bernabeu, A. (2007). *Estrategias de diseño Estructural en la Arquitectura Contemporánea: El trabajo de Cecil Balmond*. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid, pp. 8 y 139.

En lo que respecta a la estética de los puentes, Billington [287] señala que estructuras como Salginatobel (de Maillart) o el Puente de Brooklyn (de Roebling) son representantes de un arte a medio camino entre la arquitectura y la escultura, distinguiéndose de éstas al asumir la eficiencia estructural como base primaria de creación. En su libro "*The Tower and the Bridge*", Billington señala los tres pilares fundamentales del "arte estructural"[288]:

- Eficiencia, como punto de equilibrio entre seguridad y esbeltez.
- Economía, en cuanto a materiales, simplicidad constructiva, fácil mantenimiento y forma global: el diseñador tiene la obligación de buscar una solución económica y rentable a largo plazo, especialmente en el caso de las obras públicas.
- Elegancia (entre el contraste y la afinidad o armonía), como máxima expresión estética.

En definitiva, "arte estructural" describe a las obras que incluyen en el proceso de diseño el desarrollo de las características propias del material, hacia la definición de elementos sencillos, atendiendo a los criterios de esbeltez. En una segunda fase, la combinación de estos elementos buscando la forma de la obra por integración. Y finalmente, la forma interacciona en su entorno, rural o urbano, generándose contrastes y/o armonías.

Estos conceptos generales permiten abordar el estudio de la capacidad semántica de una obra construida, teniendo en cuenta que cada material posee unos determinados valores intrínsecos que pueden verse desarrollados, particularmente en cada realización, de manera más o menos compleja. Personalmente, y de manera adicional, apunto hacia la posibilidad de detectar relaciones combinadas en función de la escala de la obra y su nivel de observación, redundando sobre la cantidad de dimensiones que puede acumular una determinada ejecución durante un proceso de valoración crítica.

[287] Citado por: Gauvreau, P. (2002). "The Three Myths of Bridge Aesthetics". *Developments in Short and Medium Span Bridge Engineering.* Ed. P. H. Brett, N. Banthia, and P. G. Buckland. Montreal: Canadian Society for Civil Engineering, p. 50.

[288] Billington, D. P. (1983). *The Tower and the Bridge*. New York, Basic Books, pp. 269-271.

9.3.- *Sentidos estéticos* de la obra construida

Como puede deducirse de lo hasta ahora expuesto, resulta a priori muy complejo identificar de forma concreta las dimensiones estéticas de las construcciones, ya que poseen gran cantidad de singularidades que a veces se interrelacionan entre sí; otras veces aparecen entremezcladas las características propias de los materiales y sus innovaciones, con posibles tendencias estilísticas o tipológicas de cierta duración temporal.

A lo anterior debe añadirse el factor externo de recepción de la obra, ya que finalmente es el usuario o el espectador el que percibe todos esos valores. Algunos de sus *sentidos* no serán directamente apreciados por un ojo no entrenado, y otros serán interpretables activamente[289]. Una vez más se pone de manifiesto la necesidad de conocer previamente las posibles dimensiones, con objeto de realizar una completa valoración de una realidad artística en particular. En la percepción externa, el grado de conocimiento sobre la realidad observada determina el número de *sentidos* que podemos identificar y comprender de la misma. Suele atribuirse a Da Vinci una célebre cita que capta y extrae de forma sucinta el mensaje de la anterior afirmación: *"Es imposible amar algo ni odiar algo, sin empezar por conocerlo"*.

En la búsqueda por la descripción de las dimensiones estéticas que pueden valorarse en el dominio de la obra construida, existen múltiples referencias parciales relativas a diferentes variantes constructivas, tanto para la arquitectura (heredera de los cánones de las Bellas Artes) como de la ingeniería. Oró Quixal[290] analiza de forma pormenorizada la concepción actual de los parámetros estéticos en la ingeniería civil. Revisa para ello gran cantidad de manuales de diseño y recomendaciones a nivel internacional. Otros autores también han ido realizando aportaciones en torno a las variables estéticas asociadas a determinados estilos (revisados por los tratados de Historia de la Arquitectura) o ciertas posibilidades constructivas (como en el caso de los puentes, con los textos de Leonhartd o Aguiló).

[289] Benjamin, W. (1989). *Discursos Interrumpidos I*. Taurus, Buenos Aires, pp. 15-57.

[290] Oró, R. (2009). *Estética en ingeniería civil. Elementos de composición y situación actual*. Trabajo académico de la U.P.C., disponible en línea en el repositorio de la Universidad Politécnica de Cataluña. [En línea] URL: http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/3311/1/55859-1.pdf, [última consulta 25.08.2010]

Puede establecerse el siguiente esquema general, de manera sintetizada y quizá matizable en ciertos aspectos:

1- Sentidos ajenos a la obra aislada

- El logro de la funcionalidad, como elemento inseparable y propio de la naturaleza de la construcción.

- Respecto a la integración en el entorno, la solución formal puede provocar contrastes o armonías. También es posible establecer un análisis sobre la continuidad de soluciones o tipologías en un determinado ámbito territorial o temporal.

- Los que dependen del perceptor externo y sus conocimientos previos, como elemento activo:

  - La posición de la obra en su contexto tecnológico
  - La perspectiva histórica de la evolución tipológica
  - Reflejos culturales y sociales durante la construcción propiamente dicha
  - El grado de elección o de imposición del sistema estructural. Existen tipologías más o menos apropiadas para ciertos entornos (rurales o urbanos); algunas se deben de descartar en función del tamaño de la obra o pueden venir enmarcados en elementos de planificación de mayor rango.

2- Sentidos intrínsecos a la propia obra

- Relación dual ente el material de construcción y la forma, enlazada a las posibilidades de innovación existentes o al uso de referencias previamente experimentadas.

- La sensación de rigidez o estabilidad, relacionada con el concepto de lo estricto, la esbeltez y la sencillez.

- La honestidad estructural, vinculando cada material a su posición más adecuada, sin enmascararse. Ésta puede manifestarse en la determinación de la forma o tipología, o bien sugiriendo el uso de materiales compuestos diseñados para determinadas funciones.

- El orden espacial, tanto por la presencia de simetrías o repeticiones rítmicas, como por la inclusión de elementos o singularidades que precisamente las interrumpan.

- Las proporciones utilizadas, como variable armonizadora entre las diferentes partes de la obra, y las relaciones entre masas y huecos, respecto al equilibrio global.

- La escala del conjunto, que de por sí puede tener un tamaño monumental. La misma forma o tipología puede no ser la más adecuada cuando se realiza un cambio en la escala de las dimensiones, tanto al aumentarla como al disminuirla.

- La racionalización de materiales, buscando el peso mínimo, o aprovechando estándares industriales y elementos fabricados en serie.

- El adecuado uso de colores o texturas, o la elección de materiales para conseguir este objetivo.

- Aparición de sombras o transparencias propias de la organización estructural, o por la combinación con materiales de cubrición.

- La jerarquía en el estudio de composición, desde la concepción integral, bajando escalonadamente por la unión de elementos parciales, hasta los detalles. Esta última puede entenderse bien como simple ayuda a la composición, bien siguiendo los principios propios de cierto estilo, o por coherencia con las propiedades del material. Se abre así un abanico de posibilidades entre la mera separación decorativa, hasta la completa fusión expresiva en todos los niveles jerárquicos.

9.4.- Cualidades intrínsecas de las construcciones metálicas. Elementos para su valoración estética y patrimonial.

Ya ha quedado patente en los anteriores epígrafes que la estética, en el dominio de la construcción, ha sido objeto de controversia para los ámbitos academicistas y profesionales. Definir conceptos sobre la entidad artística de realidades que se están desarrollando en ese momento siempre está expuesto a un debate de difícil progreso, y que solamente el paso del tiempo acaba por decidir. Cuando por otro lado, las realizaciones conllevan una cierta componente subjetiva de carácter negativo, como en el caso de las construcciones de carácter industrial o en ocasiones las obras públicas, con su manifiesta vocación funcional o productiva, la valoración de los *sentidos* estéticos que incluyen queda inicialmente muy reducida y en algunas ocasiones no resulta apreciada.

Al hilo de estos comentarios, pueden reseñarse los debates acaecidos durante I y II Congreso Nacional de Arquitectos en España (en 1881 y 1888)[291] y en el VI Congreso Internacional de Arquitectura de 1904[292], donde se mostraba una preocupación por las tendencias que los nuevos materiales parecían introducir, hablando incluso del "*Arte del ingeniero*" como el que tiende a la sencillez y a la lógica de la construcción. Se empezaron a analizar durante estas reuniones varias consideraciones en torno a las nociones que debían de tenerse en cuenta para este tipo de valoraciones, principalmente vinculadas a la relación entre las cualidades artísticas de determinados diseños y las propiedades del material, básicamente desde el conocimiento racional de este último. Aunque en principio se asumía como acertado este criterio de partida, existieron opiniones enfrentadas sobre el futuro al que podían llevar la simple aceptación de tales novedades constructivas.

Estas voces discordantes también aparecían varias décadas antes con las gigantes construcciones de hierro en las exposiciones universales; existió un núcleo de artistas e intelectuales que no entendían como materiales fruto de un proceso industrial podían ser elementos asociables a las Bellas Artes. Con el tiempo, no obstante, los nuevos materiales supusieron una ruptura y un cambio radical al que tuvo que hacer frente a una masa de cierta inercia tradicionalista y conservadora, pero que tuvo que acabar por adaptarse a un nuevo devenir marcado en gran parte por la economía.

Años más tarde, el arquitecto Teodoro Anasagasti zanjaba de manera particular con este problema, exponiendo su opinión en una informal entrevista publicada el año 1927 de una forma muy sucinta pero aclaratoria para el caso particular del hierro y hormigón: "*La estética es posterior a la obra. Se requieren varias obras concluidas para que de su contemplación nazcan las ideas estéticas sobre el conjunto*"[293]. En efecto y de manera casi universal (algo que no solo ocurre en el arte) una visión algo alejada de las situaciones permite obtener conclusiones que no se consiguen mientras solo se observan los detalles, o se está directamente implicado en éstas.

[291] Navascués, P. (2007). *Arquitectura e ingeniería del hierro*…, p. 21.

[292] "VI Congreso Internacional de Arquitectos celebrado en esta corte en el mes de Abril de 1904". La *Construcción Moderna. Revista quincenal de Arquitectura e Ingeniería*, Año II. Núm. 8 (1904), pp. 185-193

[293] "El espíritu nuevo en la vieja norma. Teodoro de Anasagasti". *La esfera*, Año XIV, Núm. 721 (1927), p. 8.

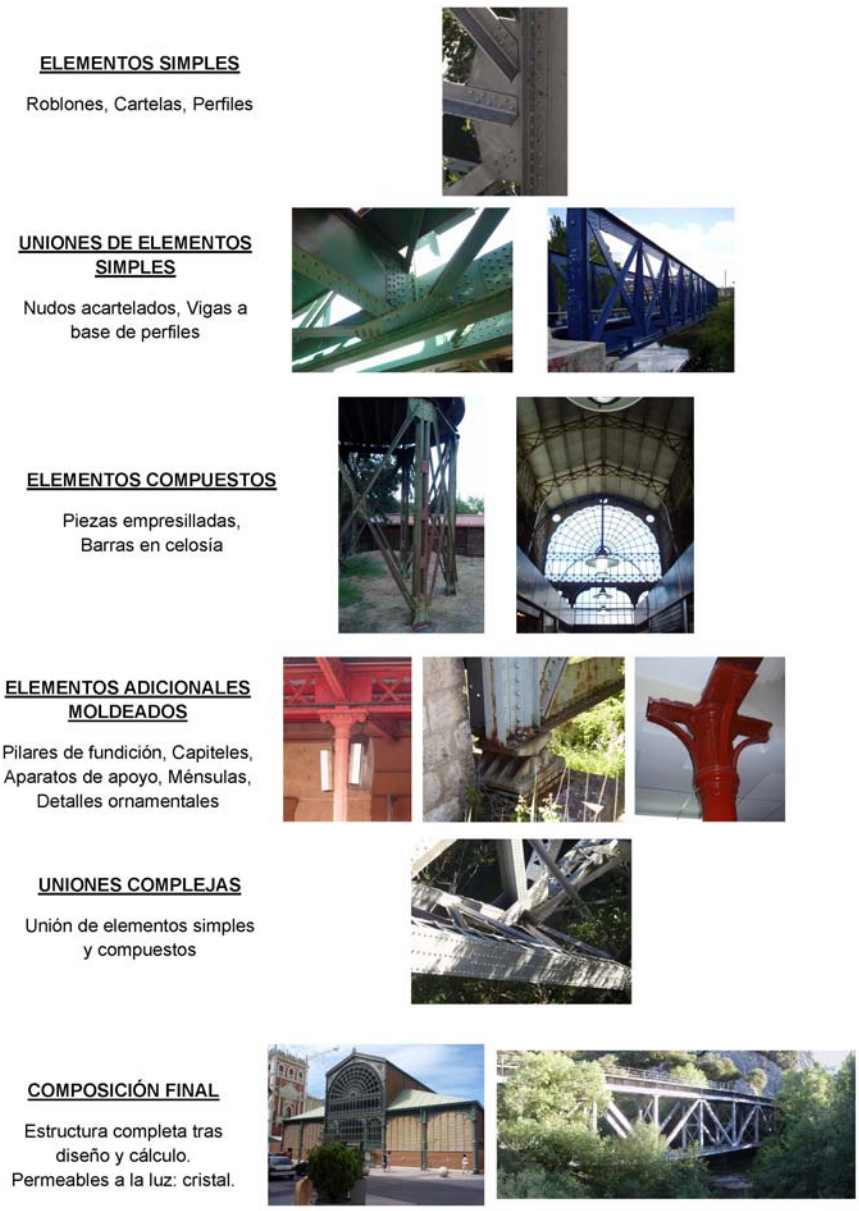
A lo largo de los diferentes apartados de esta Tesis se ha realizado un recorrido por los devenires económicos, técnicos y sociales de esta época, desde los hitos constructivos y avances científicos y tecnológicos más importantes, hasta las realizaciones más cercanas al ámbito geográfico objeto de estudio. Es ahora cuando, de forma más objetiva, pueden distinguirse las características propias del patrimonio metálico de aquella época (sus *sentidos*): deben de separarse y señalarse aquéllas que poseen de forma intrínseca y como tales han de ser totalmente reconocidas. Aunque algunos autores ya han comenzado a apuntar parte de éstos, no podía dejar esta ocasión para intentar realizar alguna aportación en esta dirección:

- En primer lugar debe de distinguirse la **sinceridad de su diseño**: en base a una necesidad funcional y sentadas unas bases de cálculo, se escogía la tipología más adecuada para conseguir de esta manera una solución sencilla, útil y robusta, en principio sin mayores aditamentos (ya que la combinación estructura-material posee un *sentido* estético por sí misma, en torno al valor de lo estrictamente necesario). Ciertos autores y principalmente en la primera etapa del desarrollo del material, tal como ya se ha señalado, procuraban ocultar las partes metálicas bajo un "cascarón" externo según los cánones académicos tradicionales. Posteriormente comenzaron a aprovecharse sus cualidades y se mostró la estructura de hierro de forma directa. Y sobre el concepto de diseño formal condicionado por un cálculo estricto, las **posibilidades de ornamentación** con el mismo material son muy amplias (normalmente asociadas a las variantes edificatorias más que a las ingenieriles), con lo que puede enriquecerse artísticamente la estructura simple hasta un nivel de detalle. En ciertas ocasiones se ha tachado a estos aditamentos como innecesarios, pero representan un recurso que adecuadamente utilizado permite dignificar y ennoblecer el resultado percibido de una forma global, ampliando la capacidad semántica del conjunto.

- Esta sinceridad de diseño redunda sobre la idea de **honestidad estructural**, que se adapta a un entorno a partir de un encaje previo, y va evolucionando hacia un refinamiento de la forma basado en cálculos y criterios técnicos. La posibilidad de enriquecimiento con detalles no tiene porqué enfrentarse a la sencillez de la concepción inicial.

- A pesar de incluir de forma novedosa las primeras aplicaciones de la prefabricación, los productos seriados y la estandarización, poseen no obstante una **gran carga artesanal visible directamente** que añade y amplía los parámetros de calidad y belleza que de por

sí otorga la fase de diseño. Así pueden señalarse las pruebas de tallado de los moldes de fundición, y en sobre todo el gran número de uniones roblonadas o atornilladas que eran requeridas en la mayoría de las ocasiones. Estas uniones se realizaban de forma individual y con métodos totalmente manuales. Es importante señalar la condición de **percepción directa** por el observador, ya que con otros materiales estos parámetros no resultan tan visibles en el resultado final, pudiendo únicamente intuirse de forma indirecta en el acabado superficial o por la complejidad de la forma definitiva .Por ejemplo el hormigón armado, donde no es directamente visible el encofrado, el apeado o la elaboración de la ferralla, a pesar de ser fases eminentemente manuales y que pueden llegar a ser realmente complejas en el caso ciertas formas exteriores, y en las que pueden esconderse por la masividad del elemento construido.



Jerarquía en los elementos de composición: desde el detalle hasta la obra completa.

- Presentan claros y hermosos **contrastes** entre la habitual monumentalidad del conjunto construido y la liviandad de los elementos que lo constituyen y los detalles constructivos que en muchas ocasiones incorporan, constituyendo nuevos *sentidos* artísticos. Los ejemplos de este tipo de patrimonio pueden ser disfrutados a muy diferentes niveles, desde los pequeños detalles hasta la obra completa (pasando por varias fases de complejidad, tal como se muestra en la figura anterior), y en ocasiones aprovechan experiencias de épocas anteriores para adaptarlas a las propiedades del metal, y consiguiendo de esta forma efectos hasta ese momento insospechados.

- En torno a la simetría y orden, la modulación de edificios (las naves industriales, analizadas más adelante, son un claro ejemplo de ello), y el uso de celosías tipo, principalmente en el caso de los puentes de ciertas luces. Aprovechando la seriación y los sistemas de prefabricación, estas ejecuciones pueden destacar también por la uniformidad y repetición de elementos parciales. Sobre estos principios formales consiguen **perspectivas rítmicas** entre partes de la propia estructura, e incluso los juegos de luces y sombras que de esta manera se originan al ser observadas desde distintas posiciones. Posibles ejemplos de esta característica son los el Puente de la línea de ferrocarril Valladolid-Ariza en Vadocondes (Burgos), bajo la firma de Teophile Seyrig, o el de la línea Santander-Mediterráneo en Trespaderne (Burgos), de José de Aguinaga.

- En muchas ocasiones se muestran como estructuras o edificaciones casi **permeables a la luz**, lo que permite aprovechar las características del vidrio como elemento de cubrición en algunos casos, consiguiendo elegantes efectos durante el día. Se identifica este valor de forma muy clara en las grandes marquesinas de ferrocarril, como la desaparecida en la Estación de Burgos (Grasset, 1901).

- En paralelo al desarrollo de la industria férrea surge, además, el **nacimiento** o bien la **evolución** dentro de sus cánones de ciertas **tipologías** que se involucran en torno a las nuevas tendencias de racionalización urbanística, coincidiendo temporalmente con numerosos intentos de planificación de las ciudades. En varios de estos ejemplos se pueden adivinar ciertas **componentes eclécticas y románticas** habituales en esta época, características que en cierta manera marcan los diseños de estas nuevas posibilidades tipológicas. Ya se ha indicado en distintos apartados cómo los responsables municipales muestran una creciente preocupación por los sistemas dotacionales y por su reparto equitativo por la geografía urbana (jardines, plazas, zonas de recreo), que se suman a un

notable interés demostrado hacia temas referentes a la higiene pública, el saneamiento y la salud en general. Se proyectan y construyen entonces numerosos mercados, kioscos para la música y elementos de mobiliario urbano con características novedosas y propias de esta etapa histórica, que coincide además con la llegada de los ferrocarriles a las ciudades Se levantan estaciones con marquesinas de diferentes dimensiones y formas, en función de la importancia de cada nudo en la red de trasporte ferroviario, junto a los talleres e instalaciones anejas que, según la ubicación, son necesarias. Los merados de abastos y templetes de Palencia y Burgos son (o fueron en su caso) buenos representantes de estas características.

También la entonces pujante **industria minera** aprovechó las capacidades del metal para construir sistemas de extracción y transporte. Es el caso del desmantelado castillete del Pozo Bárbara, en Barruelo de Santullán (Palencia), junto a otros en esa misma cuenca (Peragido, Peñacorba), del desaparecido castillete San Ignacio en San Adrián de Juarros, o del complejo sistema de trasporte de mineral mediante cables instalado en las minas de "El Tesorero" (Granada), posteriormente trasladadas a las burgalesas de Cerezo de Río Tirón.

La **nave** es un concepto nuevo que surge en esta época para integrar en un solo edificio todas las necesidades funcionales y de espacio que necesitaban las nuevas dotaciones fabriles. Se ejecutaron muchas de estas estructuras de distintos tamaños, según el volumen de producción, como se comprueba comparando las diferencias entre las enormes instalaciones construidas en el complejo de Cristalería Española, de Arija, o los pequeños módulos que se requerían en poblaciones como Miranda (los pabellones proyectados por Fermín Álamo), Palencia (la Azucarera Palentina y diversos almacenes), o Burgos (Escuela de Trabajo, los almacenes ferroviarios como los de la línea Santander-Mediterráneo). Su uso en las líneas de ferrocarril extendió este tipo de usos al ámbito rural (Ferrocarril Valladolid-Ariza).

Un caso particular lo constituyen las cubiertas industriales en diente de sierra o ***shed***, cuya forma se desarrolló de manera específica para favorecer la iluminación de las superficies interiores de fábricas, orientándose normalmente hacia el norte, y con sus particulares sistemas de atirantado y arriostrado. Ejemplos del uso de esta novedosa tipología de cubiertas dentadas son antigua factoría de "La Yutera" (Palencia), actualmente reconvertida en Centro Universitario, la Azucarera Leopoldo (en Miranda de Ebro), los Talleres de Palencia para los Ferrocarriles Secundarios, o los bloques del complejo de la Fábrica de Armas, también en Palencia.

El propio Canal de Castilla también fue objeto de reformas para sustituir las antiguas compuertas de madera por otras metálicas que facilitaran su conservación y mantenimiento.

- En muchas ocasiones debe de sumarse a los valores propios de las realizaciones los que heredan del propio **entorno** en que quedan integrados, consiguiendo así nuevas dotes de singularidad. Este aspecto es fácilmente identificable en el caso particular del patrimonio asociado a las obras públicas, con infraestructuras que en muchas ocasiones tuvieron que abrirse paso a través de parajes que hasta ese momento eran casi inaccesibles. Es el caso, por ejemplo, de la línea de ferrocarril Alar-Santander (en la provincia de Palencia atraviesa el bello desfiladero del Congosto y el paraje de Las Tuerces) o del ferrocarril Santander-Mediterráneo, cuando avanza sobre el valle del Ebro entre las localidades de Trespaderne y Oña (Burgos).

- Debe de tomarse conciencia sobre el **grado de experimentalidad** que alguna de ellas constituyen, determinando en algunos casos los primeros ejemplos de novedosas propuestas ingenieriles que describen grandes aportaciones o hitos en el propio progreso de la tecnología constructiva, y que más adelante fueron evolucionando hacia tipologías o elementos que actualmente forman parte habitual de las modernas redes de infraestructuras; un ejemplo claro son las obras de puentes colgantes, como el de Quintanilla-Escalada, en Burgos, o el de Dueñas, en Palencia.

  La generalización posterior ha sido la que, en ocasiones, restara importancia al significado real que poseían dentro de la Historia, siendo denostadas y condenadas al rigor del paso del tiempo sin mantenimiento alguno. El estudio cronológico a lo largo del s. XIX y principios del XX permite observar y comprender el devenir de los adelantos tanto en construcción como en cálculo de estructuras, y de la evolución de las patentes e innovadores sistemas que se utilizaron.

- Fuera de los *sentidos* estrictamente estéticos, también debe reconocerse valores alejados de la propia esencia constructiva. Hay que comprender de forma consciente la fuerte implicación de los procesos de diseño y ejecución con las dimensiones socioeconómicas, políticas y financieras. Muchas de ellas fueron un ejemplo de **importación y exportación** tanto de materiales como de conocimientos y profesionales a lo largo del continente europeo y americano, durante un momento en que las publicaciones de los distintos países hacían eco de o logros que se conseguían en lugares alejados y servían de motivación para nuevos y mayores retos constructivos nacionales. Ya se ha revisado anteriormente cómo las escuelas de ingeniería, las exposiciones universales, las revistas especializadas, los tratados de teoría y práctica constructiva…, constituyeron un continuo escaparate para los avances que se fueron realizando en muy diferentes ramas de la

técnica y permitían su aprovechamiento universal, junto a la creación y afianzamiento de nuevas redes y circuitos comerciales específicos a esta tecnología desde los centros productivos. En esta etapa se afianzaron las claves de los modelos de financiación, el sistema bancario, las posibilidades contractuales, y además su interpretación holística permite explicar sus consecuencias en los procesos de movimiento de población, la centralización de la producción industrial, los desarrollos periféricos, la especialización en el trabajo... Todos estos factores se incardinan en muchas de las realizaciones metálicas de este período, y resultan motivos adicionales a tener en cuenta para su valoración como parte de nuestra riqueza patrimonial.

En definitiva, aunque el testimonio de muchas de estas construcciones metálicas han quedado embebidas en el marco del ahora denominado Patrimonio Industrial, poseen una entidad propia que permite mezclar elementos procedentes de procesos productivos muy mecanizados con otros puramente arquitectónicos, determinando tipologías y tecnologías muy características e identificativas frente a otras que pueden caer fuera de estas particularidades. Son estos elementos identificadores, que no son atribuibles a todos estos ejemplos, los que pueden permitir definir un **subapartado casi independiente** dentro del patrimonio en que actualmente se les engloba, caracterizándose de forma preferente por el material que mayoritariamente les constituye y les dota de su propia personalidad.

Gran parte de los ejemplos del patrimonio metálico heredado poseen, por tanto, una *capacidad semántica* suficiente para lograr su reconocimiento, ya sea por sus propias dimensiones de la obra o por la calidad de sus detalles. Y todo ello, utilizando **un único material** que posee capacidad para resistir (mediante elementos muy esbeltos en comparación con otros) y ofrecer por sí mismo una rica variedad de posibilidades ornamentales, sin necesidad de enmascararse, simplemente apoyándose en el vidrio en algunas ocasiones para conseguir potenciar ciertos efectos visuales. Esta propiedad lo identifica, quizá de manera única junto a metales menos disponibles, respecto de otras novedades industriales posteriores que requieren el trabajo complementario de varios materiales para lograr un comportamiento estructural y funcional adecuado.

10.- Reseñas Biográficas: los protagonistas del mundo del hierro

Ya ha quedado expresamente reflejado en varios apartados anteriores que uno de los valores propios de las obras, con carácter no exclusivo de este lapso de la Historia, son las personas que se entregaron a su trabajo como proyectistas o durante la propia ejecución de las mismas. El siglo XIX incorpora una serie de ingredientes específicos que redundan sobre este aspecto, en particular para el caso de las tierras castellanas, tal como ha sido reseñado en el apartado 5: la dependencia tecnológica, la sombra del Antiguo Régimen, la idiosincrasia agraria y conservadora de sus habitantes, las vinculaciones religiosas, la carencia de recursos y mano de obra especializada… Pero fueron ellos, los propios campesinos de antaño, quienes se pusieron a las órdenes de los técnicos que llegaban desde el extranjero o de la capital de la nación para procurar el desarrollo de las infraestructuras.

Durante los primeros años los ingenieros se quejaron de que la disponibilidad de la población dependía del ciclo estacional y el calendario agrícola, e incluso se llegaron a importar cuadrillas de trabajadores desde otros países en las primeras etapas inversoras. Pero con el tiempo, la masa social despertó de su enclaustramiento y abrió los ojos ante el nuevo porvenir que la industrialización les ofrecía: se especializaron. Fueron a partir de entonces ellos quienes construyeron las obras de fábrica, excavaron trincheras entre tierra y roca, compactaron los rellenos, aprendieron a roblonar y a utilizar la nueva maquinaria, montaron y ensamblaron las piezas metálicas…

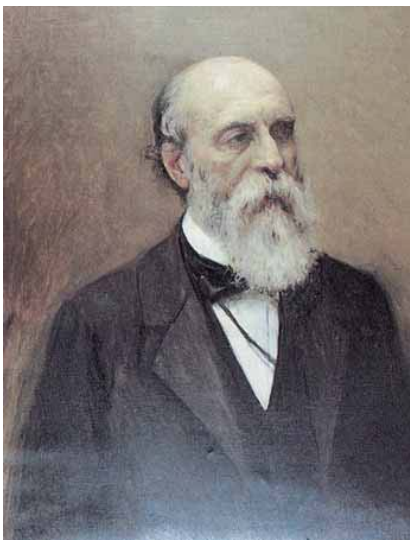
Las manos que levantaron los edificios, las estaciones, los mercados, abrieron las carreteras y los ferrocarriles aparecieron de la Castilla más profunda: un pueblo acostumbrado al rigor del clima, pero que empezaba a cansarse de los pocos beneficios que obtenían roturando las tierras de sus antepasados. A un lado de los escasos intentos de modernización de las labores hasta entonces artesanas (tejidos, papel, harina, minería, calderería…), éste fue el comienzo de la particular Revolución Industrial castellana. Esta fue la forma de independizarse del campo, de conseguir excedentes económicos y buscar nuevos horizontes en las ciudades, de aprender nuevos oficios y dar una mejor educación a sus descendientes.

Sin duda alguna, la gran formación, capacidad y habilidad de los técnicos que acometieron estos proyectos era la pieza clave que permitía el cumplimiento de los ajustados plazos y presupuestos. De muy diferentes formas lograban sacar adelante sus propósitos: ingenio, capacidad de improvisación, don de gentes, poderosa imaginación, fuerza de voluntad, pericia con los cálculos matemáticos, necesidad de llegar más lejos, capacidad de superación, lengua retórica, vastos conocimientos científicos, destreza psicológica, dotes artísticas, talante humanista... eran diferentes herramientas que no todos poseían, pero que en mayor o medida les permitían hacerse valer, convencer con argumentos y demostraciones, o sorprender con sus planos o dibujos.

La combinación de esa fuerza labradora, con las versadas y experimentadas mentes de los ingenieros y arquitectos, era de por sí una forma de especialización, un reparto de tareas en el que mientras unos asumían la responsabilidad del encargo, y los otros debían responder a sus detalladas órdenes a cada momento para cumplir los objetivos. De esta manera, algunos de estos técnicos tenían tiempo suficiente para completar su formación, acometer una carrera docente paralela, dedicarse a los negocios, mezclarse en la vida política, o investigar sobre alguna de sus múltiples inquietudes.

En el caso de las provincias de Palencia y Burgos, grandes personalidades proyectaron e inspeccionaron muchas de las obras incluidas en el catálogo de esta Tesis. No deja de ser fascinante el adentrarse en la vida de cada uno de ellos, para comprobar la complejidad de sus tareas, la forma de organizarse el tiempo y de adaptarse a los continuos cambios de domicilio o actividad, sumando al final de sus días una ingente producción en varias facetas de la existencia:

EDUARDO SAAVEDRA Y MORAGÁS



El Ingeniero de Caminos D. Eduardo Saavedra (Tarragona, 1829 - Madrid, 1912) fue una de las personalidades más respetadas del s. XIX, bastante representante de una serie de brillantes promociones que se titularon en la Escuela de Madrid[294]. Ingresó en la Escuela de Caminos de Madrid en 1846, estudiando junto a otras personalidades como Mateo Sagasta (más tarde Presidente del Gobierno), o José Echegaray (Nobel de Literatura en 1904, que llegó a ser Ministro de Hacienda y de Fomento, sumando los sillones de las Reales Academias de la Lengua y de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales).

Consiguió el título de ingeniería en 1851, como el número 1 de su promoción, y mientras ya había iniciado sus estudios de lengua árabe, acreditándose como "Regente de segunda clase" en este idioma en 1847. Su primer destino fue el Distrito de Burgos, dónde se hizo cargo de la delegación del ramo de Soria. Ya a finales de 1853, comienza a dar clases como profesor en la Escuela de Ingeniería, explicando durante cursos sucesivos Mecánica Aplicada, Construcción y Mecánica Racional. Saavedra escribió numerosos artículos y reseñas de las obras en las que trabajaba en la propia Revista de Obras Públicas desde su fundación, publicando además el libro Teoría de Puentes Colgados en 1853[295].

[294] La biografía se ha extraído de dos artículos monográficos sobre su vida publicados en la Revista de Obras Públicas e Ingeniería y territorio: Sáenz, C. (1966)."Biografía de Eduardo Saavedra". *Revista de Obras Públicas*, tomo I, Nº 3009, pp. 1-7; Mañas, J. (2007). "Eduardo Saavedra y su entorno". *Ingeniería y Territorio*, Nº 79, pp. 86-89.

[295] Saavedra, E. (1853), *Teoría de los puentes colgados*. Madrid: Imprenta de D. José C. de la Peña

Contribuyó además a la divulgación del patrimonio y la arqueología: llamó la atención sobre los claustros románicos de San Juan de Duero (Soria), y escribió una monografía sobre la vía romana entre Uxama y Augustobriga, traduciendo textos de historiadores y geógrafos romanos (entre ellos Antonino Caracalla), lo que le permitió localizar la posición de varias poblaciones celtibéricas hasta entonces desconocidas, incluyendo la de Numancia. Esta obra le permitió acceder a la Real Academia de la Historia en 1861, el mismo año de su publicación, e iniciándose una campaña de excavaciones con la cooperación del ingeniero.

En 1862, tras ser nombrado vocal de la Junta Consultiva de Policía Urbana y Edificios, comienza a estudiar y construir el ferrocarril entre Palencia y Ponferrada, siendo declarado supernumerario. Asciende a Jefe de la 1ª clase en 1865, pasando a ser profesor de Cálculo; un año más tarde explicará Geodesia, Arquitectura y Carreteras. Comienza en 1867 los estudios en la Escuela de Arquitectura, solicitando las correspondientes convalidaciones, y cuyo Director se ve obligado (dada la personalidad de que se trataba) a exceptuarle de cursar la parte de Estética y Filosofía del Dibujo, y entrando directamente en tercer curso.

En 1868, es nombrado Oficial del Ministerio de Fomento, siendo cesado de la Escuela, y entra en la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales un año más tarde. Ese mismo año fue nombrado Director General de obras Públicas, Agricultura, Industria y Comercio. En 1870, se le condecora con la Gran Cruz de Honor de Isabel la Católica, y en mayo obtiene el título de Arquitecto. En 1873, es nombrado vocal de la Junta Superior Consultiva de la Armada (y como tal fue parte recomisión Internacional para el estudio de soluciones al Canal de Suez). La Real Academia de la Lengua le concedió un sillón en 1878.

Ya en 1890, dirige su actividad a la Junta Consultiva de Obras Públicas. En 1892, asciende a Inspector de 1ª clase; en 1900, es nombrado Presidente de la Junta Consultiva, y ese mismo año se jubila como ingeniero. Mientras, también realizó algunos trabajos como arquitecto, reformando el edificio Nuevo Rezado, informando sobre la restauración del monasterio de Gradefes (León), instalando un pararrayos en la catedral de Sevilla, y aportando la curva "visoria" que aparece en los tratados de geometría para su aplicación en salas de espectáculos.

Destacó además por sus estudios arabistas, traducciones de monedas e inscripciones, los comentarios sobre geografía de la España del Edrisí, investigaciones sobre la Batalla de Guadalete, la marina musulmana, episodios medievales en torno a la Reconquista (Pelayo,

Almanzor, Ordoño II)... También dedicó parte de su tiempo a establecer la cronología de varios astrolabios arábigos y europeos conservados en museos. Renunció en varias ocasiones a la política de partidos.

Ya en el siglo XX, con una pérdida de visión importante, dictaba sus escritos y seguía dando conferencias de los temas más variados. Se conocen más de 200 publicaciones con su autoría, incluyendo artículos y libros.

ALFRED STANISTRETT JEE

Alfred S. Jee (Liverpool, 1816- Los Corrales, 1858) poseía experiencia acumulada en su país, comenzando como ingeniero residente en la línea Preston-Lancaster[296].

Durante su estancia en España, estaba reconocido como uno de los ingenieros ingleses de mayor éxito en su época; pupilo de Joseph Locke, trabajó también en la construcción de las líneas férreas Sheffield-Manchester y Huddersfield-Manchester, construyó los viaductos entre Dinting y Etherow, y diseñó y construyó, desde el principio hasta su puesta en servicio, el Túnel de Woodhead. Poseía una especial facilidad para los idiomas, lo que le permitió dirigirse directamente con los técnicos españoles durante la construcción de la línea del Ferrocarril entre Alar del Rey y Santander, usando terminología específica, lo cual le procuró cierta popularidad y respeto entre sus colegas españoles.

Murió a la temprana edad de 42 años, junto a su hermano Morland, en un accidente ocurrido durante un trayecto de prueba de la propia línea Alar-Santander[297].

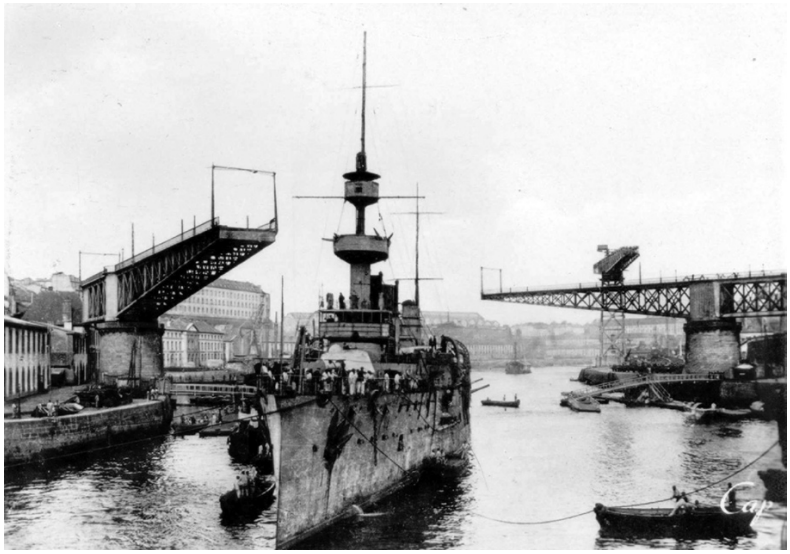
[296] *The Civil Engineer and Architects Journal, from October, 1837 to December, 1838*. London, 1838, p. 295

[297] Snell, Major S. (1921). *A story of railway pioneers; being an account of the inventions ..*, pp. 135-139

ALPHONSE OUDRY

El notabilísimo ingeniero francés Mr. Alphonse Oudry (1819–1869) tuvo una trayectoria muy reconocida a nivel internacional, e incluso ideó un sistema propio de puentes colgantes que fue incluido en los tratados de la época[298]. Quizá su obra más conocida sea el Pont d'Arcole, en París (1856) trabajando con Nicolas Cadiat, que consta de un arco rebajado de 80 m de luz, formado originalmente por palastros combinados en forma de cruces dobles, con una serie de tornapuntas a modo de celosía zigzagueante que permiten el apoyo del tablero sobre el arco[299].

También diseñó otro puente móvil basculante en Brest, sobre el río Penfeld (1861); disponía de dos voladizos de 84 m que se apoyaban sobre pilas de granito de 12 m de diámetro, bastando únicamente dos personas para accionar los mecanismos de izado. El puente fue destruido durante la Segunda Guerra Mundial[300].



Puente giratorio de Brest en 1937 – Archivos municipales de Brest, 3Fi083-067.

[298] Saavedra, E. (1864). *Teoría de los puentes colgados*..., p. 77

[299] Grattesat, G. (1984). *Ponts de France*. Paris, Presses Ponts et chaussées, p. 137; "Puentes nuevos de París". *Revista de Obras Públicas*, TOMO I, 22-05, p. 60. También: *Annales des Ponts et Chaussées - 4ème série - Mémoires et Documents -*, Tome 8, 1864, pp. 195-198.

[300] "Puente giratorio de Brest" *Revista de Obras Públicas*, TOMO I, 22-03, p. 273; Laubé, S. (2009), «Modélisation des documents numériques pour l'histoire des techniques: une perspective de recherche », *Documents pour l'histoire des techniques* [En línea], 18/ 2e semestre 2009. URL : http://dht.revues.org/160 [última consulta: 09.09.2011]

Como primera aplicación de su sistema de puentes colgados proyectó, antes de su paso por Castilla y León, el Puente Colgante de San Giovanni dei Fiorentini, sobre el río Tíber en Roma. Éste fue puesto en servicio el año 1863, justo a la vez que el propio tramo Palencia-León. Con este mismo sistema, Oudry presentó dos grandes proyectos: el paso del estrecho de Messina, con cuatro tramos de un kilómetro cada uno, y una propuesta similar para el cruce del canal de La Mancha, ente Francia e Inglaterra[301].

También tiene en su haber un proyecto no ejecutado de los propuestos para el Palacio de Exposiciones de París en 1867[302].

Por otra parte, también es conocido por su faceta de coleccionista de obras de arte, apareciendo su nombre en los catálogos e históricos de compra-venta de numerosos cuadros de diferentes épocas.

[301] Saavedra, E. (1864). *Teoría de los puentes colgados*…, p. 81; L'Abbé, M. (1863). "Pont du Tibre". *Les Mondes. Revue hebdomadaire des sciences* (París), Nº 14, t. II (5 de noviembre de 1863), pp. 361-362; "La Manche et le Dètroit de Messine". *Le Moniteur de la Mode* (París), Nº631 (abril de 1864), pp. 423-424.

[302] Vasseur, É. (2001), "L'Exposition universelle de 1867: un événement architectural à travers la presse spécialisée". *Livraisons d'histoire de l'architecture*. N°2, 2e semestre 2001. pp. 71-88. (doi: 10.3406/lha.2001.884). [última consulta: 11.09.2011]

GUSTAVE FRANÇOIS THÉOPHILE SEYRIG

Seyrig (Berlín, 1843-1923) fue un ingeniero alemán de gran talento (número uno de su promoción en la École Centrale des Arts et Manufactures). Procedía de familia adinerada, y fue captado como socio capitalista mayoritario y cofundador de la empresa Gustave Eiffel et Cíe (1868-1879). Durante varios trabajó años como técnico y calculista de la misma, para luego separarse de ella y continuar con la sociedad belga Willebroek, y finalmente crear su propia compañía constructora.

Mientras su padre vivía en Bruselas, ingresó en la Ecole Centrale de forma brillante en agosto de 1861, consiguiendo en tres años la especialidad en mecánica. Tras acabar sus estudios, permanecerá en París casi toda su vida, coordinando desde allí sus trabajos. Dentro de su prolífica trayectoria como proyectista, pueden destacarse la estación de Pest (1877), el Puente de María Pía en Oporto (1877), y el Puente de Viana do Castelo (1878), entre otras obras, mientras estaba asociado con Eiffel. Ya sin él, debe mencionarse sobre todo el Puente de Luiz I, también en Oporto (1885). Lemoine señala que también colaboró con Henri de Dion en la concepción del Vestíbulo de entrada a la exposición universal de París de 1878[303]. En 1879 recibe el premio anual de la Sociedad de Ingenieros Civiles de Francia de por su trabajo *Mémoire sur le Pont construit sur le Douro par M. G. Eiffel*[304].

[303] Gonzalez, E.; Sánchez, J.I. (1995). "Presencia de la escuela de Eiffel - Seyrig en el Duero...", pp. 39-41; Lemoine, B. (2002), *Gustave Eiffel*; Delfín Rodriguez Ruiz (versión española). Madrid: Ediciones AKAL, p. 36-57, 124-130.

[304] *Société des Ingénieurs Civils de France. Annuaire de 1906*, p.70.

En 1891, se abre la explotación de un funicular en París, de vía sencilla y ancho métrico, que proyectó en colaboración con el también ingeniero Mr. Bienvenu[305]. También existen noticias de un proyecto no ejecutado para un nuevo puente sobre el río Tajo en Lisboa en el año 1889, desde la Roca del Conde Obidos hasta Almada, colaborando con Edmond Bartissol[306], que consistía en una colosal solución metálica de más de 2 km de longitud, tanto para vehículos como ferrocarriles, y permitiendo el paso bajo su tablero del más grande de los barcos. Su elevado presupuesto impidió que el pueblo lisboeta pudiera disfrutar de una solución para el cruce del Tajo hasta 1967.

En España, además de los puentes de la línea Valladolid-Ariza, su empresa constructora fue la encargada de erigir el primer puente metálico sobre el Duero en Zamora[307] (1891), en la línea Plasencia-Astorga, y cuyos tramos fueron sustituidos el año 1933[308].

ZAMORA.—PUENTE DE HIERRO SOBRE EL DUERO, EN EL FERROCARRIL DE MALPARTIDA Á ASTORGA.

Imagen del Puente de Zamora durante su construcción en 1891, según grabado publicado en *La ilustración Española y Americana*.

[305] "Los diferentes motores mecánicos para tranvías y ferrocarriles secundarios", *Revista Ilustrada de Vías Férreas*, Madrid, 25 de enero de 1895, p. 21.

[306] Correia, F. (1934), "La capital lusitana va a tener su puente*", ABC, edición de Sevilla*, 18 de mayo de 1934, p. 16. Véase también: Escudier, J.-L. (1995), "Itinéraire d'un entrepreneur de travaux publics éclectique: Edmond Bartissol (1841-1916)", *Histoire, économie et société,* 14e année, n°2. pp. 229-251, (doi: 10.3406/hes.1995.1771). [última consulta: 12.09.2011]

[307] Martínez, E. (1891), "Zamora. Puente de hierro sobre el río Duero en el ferrocarril de Malpartida a Astorga", *La ilustración Española y Americana*, Año XXXV, Núm. XXII, 15 de Junio de 1891, pp. 363 y 372.

[308] "Corrimiento de los puentes". *Heraldo de Zamora*, 7 de Octubre de 1933.

Seyrig formó parte del comité de redacción de la revista "*Le Génie Civil*", y fue colaborador habitual de la Sociedad de Ingenieros Civiles. Fue también miembro (desde 1881) de la *Association francaise pour l'avancement des sciences*[309]. Escribió varios artículos y reseñas de índole técnica a lo largo de su vida, destacando la traducción al francés del libro *Éléments de Statique Graphique appliquée aux constructions*, de Müller-Breslau (Librairie Polytechnique Baudry et Cie, Éditeurs- Paris 1886), al que añadió una segunda parte dedicada a las vigas continuas.

Además de su faceta técnica, se le reconocen sus inquietudes hacia la arqueología, astronomía y psicología[310], siendo autor y traductor de varios textos de estas disciplinas[311].

[309] Según el resumen anual de esta organización en 1881, publicado un año más tarde, Seyrig tenía su despacho de Ingeniería Civil en el número 147 de la parisina Avenida de Wagram. Véase: *Association francaise pour l'avancement des sciences, Compte Rendu de la 10ª Session. Alger, 1881.* Paris: Secretaría de la Asociación, 1882, p. 109.

[310] Guillet, L. (1929), *Cent ans de la vie de l'Ecole Centrale – 1829-1929*. París: Editions artistiques de Paris, M. de Brunoff, p. 316.

[311] Puede consultarse la bibliografía de Seyrig en ABES (Agence Bibliographique de l'Enseignement Supérieur): http://www.idref.fr/035530707. [última consulta: 12.09.2011]

RAMON AGUINAGA ARRECHEA

Ramón Aguinaga Arrechea, nacido en Lesaka, inició su carrera profesional como ingeniero de caminos en 1878 en la provincia de Burgos. En 1897, fue encargado de la gestión Ferrocarril Anglo-Vasco-Navarro y más tarde fue nombrado director Canal de Isabel II de Madrid. Como parte de su actividad privada, impulso y presidió el Ferrocarril Eléctrico del Guadarrama (en 1919) y el Ferrocarril Santander-Mediterráneo[312]. Dispuso se despacho central en Madrid, desde el cual coordinaba los múltiples trabajos y proyectos en los que habitualmente se encontraba inmerso, contando para ello con colaboradores de confianza (y entre los cuales se encontraba su propio hijo, D. José de Aguinaga y Keller).

Como especialista en obras hidráulicas, fue el encargado de redactar un proyecto de captación de agua para la Compañía de Aguas de Burgos (1888), un informe para captación de aguas subálveas del río Torio en León (1918), y el proyecto de Abastecimiento de Aguas de León (1923). En el caso de Burgos, participó además como principal accionista de la empresa promotora de estas obras[313].

En 1893 participó como accionista de la sociedad Aguas de Arteta, realizando un modificado sobre el proyecto inicial de traída de aguas para la ciudad de Pamplona y trabajando como director facultativo de las obras. En este caso, trabajó también como promotor industrial, vendiendo posteriormente la idea de aprovechar el sobrante hidráulico para la producción de energía eléctrica (1895), y pidiendo a cambio no solamente los honorarios sino un porcentaje de los beneficios por su aportación y la consecución de las licencias. De forma similar trabajó también en el abastecimiento de Irún[314].

[312] Citado en: De los Cobos, F. (2004), "Aventureros ferroviarios. Notas sobre la financiación de la red secundaria de los ferrocarriles españoles: El caso de Richard Preece Williams*". Cuadernos de Estudios Empresariales* (Madrid), Núm. 14, p. 19. Véase también: Aranguren, J. (1992), *Automotores españoles (1906-1991)*, p. 519.

[313] Coronas, L. J., "El abastecimiento de agua potable a las capitales de Castilla y León: entre la concesión y la municipalización (1886-1959)". *IX Congreso Internacional de la Asociación Española de Historia Económica*. Murcia, 9, 10, 11 y 12 de septiembre de 2008.

[314] Matés, J. M. (2008), "Las empresas de abastecimiento de agua en la España del norte (1840-1970)", *La modernización económica de los ayuntamientos: servicios públicos, finanzas y gobiernos municipales* / coord. por Luis González Ruiz, Juan Manuel Matés Barco, 2008, págs. 269-298; Garrues-Irurzun, J. (2008), "Public utility of water and private service of production and distribution of electricity in Pamplona, 1893-1961", *Munich*

Se tiene constancia de su trabajo como redactor del proyecto de ferrocarril de Pamplona a Irún por los valles de Ulzama y Bidasoa (1895)[315]. La descripción de este proyecto queda reflejada en varios artículos publicados por el propio ingeniero en la revista de Obras Públicas durante el año 1896. Aunque se aprobó, nunca llegó a construirse. Pero en 1912 fue rescatada la idea por el francés Mr. Mourgues, comenzando ese mismo año las obras e inaugurándose el tramo Irún-Santisteban en 1916. Ese mismo año se inician las obras del Ferrocarril de Estella, por Vitoria, a los Mártires, y cuyo estudio fue encargado también a D. Ramón Aguinaga[316].

Personal RePEc Archive (MPRA), Paper No. 17950, posted 21. October 2009 [En línea] URL: http://mpra.ub.uni-muenchen.de/17950/. [última consulta: 11.09.2011]

[315] Berodia, R. (2007), "El ferrocarril del Bidasoa, 1.916 – 1956", *Boletín del grupo cultural Luis de Uranzu*, año 2007. Ver también: "Provincia de Navarra. Red de Ferrocarriles Secundarios". *Revista de Obras Públicas*, Tomo I, 10-04, 1896, p. 234.

[316] Mugica, S. (1916), *Geografía de Guipúzcoa*. Barcelona: Alberto Martín. (Geografía del País Vasco-Navarro / Dirigida por Francisco Carreras Candi), pp. 527-532.

JOSE AGUINAGA Y KELLER

Hijo del también ingeniero D. Ramón Aguinaga, participó con éste en varios de sus negocios y proyectos. Tras dirigir las obras de la línea férrea de Guadarrama, de Cercedilla hasta Navacerrada (inaugurada por Alfonso XIII en 1923) en 1930 proyectó y promovió el ferrocarril entre Navacerrada y Cotos, revisándolo en 1941 e inaugurándose finalmente en 1964[317]. Fue presidente del Consejo de Administración del Ferrocarril Eléctrico de Guadarrama hasta su muerte, así como de la firma Comercial JAK, S.A. En Cercedilla se reconoció su trabajo otorgándole el nombre de la calle junto a la que circula la línea de Ferrocarril.

Entre 1920 y 1924 participó junto con su padre en los estudios de adaptación a vía ancha del ferrocarril Ontaneda-Burgos-Soria Calatayud, para inmediatamente hacer las funciones de director facultativo de las obras, firmando los sucesivos proyectos de replanteo de las numerosas obras de fábrica y estructuras de esta línea. La concesión finalmente aceptada no incluyó el tramo Ontaneda-Santander, y posteriormente se eliminó la sección entre Cidad y Ontaneda. El tramo completo se terminó en 1930[318].

En 1941 fue nombrado Subdirector General Adjunto de la Red Nacional de Ferrocarriles Españoles. En 1951 fue ascendido al cago de Director General de Ferrocarriles[319].

Fue también colaborador activo del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, como Vocal del Consejo Técnico Administrativo del Instituto Nacional del Combustible, participando como ponente en algunas conferencias[320].

Recibió la Gran Cruz del Mérito Civil, falleciendo en Madrid, el 28 de junio de 1971[321].

[317] Leralta, J. (2002), Ma*drid: cuentos, leyendas y anécdotas. Volumen 2*. Madrid: Sílex Ediciones, pp. 19-21; Noticia en *ABC*, 20 de Octubre de 1964, pp. 69-70.

[318] Santos, L.; Lalana, J. L. (2009), *Ferrocarril y Territorio: el caso de la Sección 7ª del Santander-Mediterráneo*. V Congreso de Historia Ferroviaria, Palma, 14-45 de octubre de 2009, pp. 13-17.

[319] Noticias en *ABC, edición de Sevilla*, 28 de marzo de 1914, p. 4; y 28 de julio de 1951, p. 7.

[320] Memoria del CSIC, año 1950, p. 484, y Memoria del CSIC, año 1951, p. 584.

[321] Noticia en *ABC,* 29 de junio de 1971, p. 94.

CHARLES BLACKER. VIGNOLES

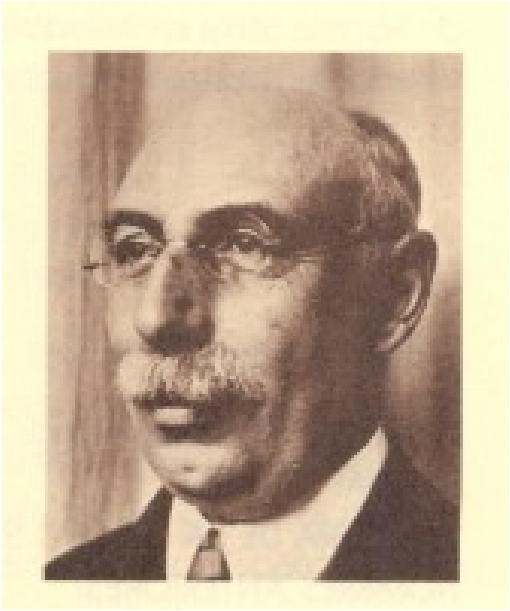
El apellido del ingeniero inglés Charles B. Vignoles (Woodbrook, 1793 - Hythe 1875), ha pasado a la Historia por ser el inventor del carril de base plana que ha derivado en el tipo estándar utilizado actualmente en todo el mundo para la construcción de ferrocarriles (carril tipo *Vignoles*). Aunque se le ha reconocido universalmente esta invención, no está claro si, simplemente, fue el introductor de esta tecnología en Europa desde los Estados Unidos. Dentro de su faceta creativa también desarrolló, junto a John Ericsson un sistema de ferrocarril de montaña (1830). Nacido en Woodbrook, descendiente de familia francesa, fue prisionero de guerra siendo niño mientras vivía en Guadaloupe (Indias Occidentales, colonia británica del Caribe).

Tras este suceso retornó a Inglaterra poniéndose bajo el cuidado de sus abuelos, iniciando carrera militar. Durante su servicio en activo viajó a Canadá, Escocia, y Carolina del Sur, donde comenzó con trabajos de topografía (después de luchar con Simón Bolívar por la independencia de la colonia española). Tras volver de nuevo a Londres, fue contratado en 1825 como técnico en la línea Liverpool-Manchester; trabajó con Thomas Telford en el Canal de Oxford (consiguiendo reducir el trazado un 13%), mientras trabajaba en el Túnel de Newhold y varios puentes metálicos.

Propuso mejoras en el Túnel del Támesis, proyectado por el afamado Isambard Brunel, y en 1929 fue designado como ingeniero del tramo St. Helens-Runcorn Gap y de la línea de Parkside a Wigan. Posteriormente fue responsable del diseño y supervisión de la línea Dublín-Kingstown (1832-1839), y trabajó en numerosos ferrocarriles en Europa y Suramérica. Entre 1849 y 1853 trabajó en el diseño y construcción de un puente colgante de 800 m con siete vanos sobre el río Dniéper en Kiev. Al final de su carrera, y tras su paso por España, fue nombrado Presidente de la Institución de Ingenieros Civiles (1870-1871)[322].

[322] Véase: Skempton, Alek (2002). *Biographical dictionary of civil engineers. Volume 1, 1500 to 1830*. London: Thomas Telford Publishing, pp. 747-748. Para conocer la biografía completa de este ingeniero puede consultarse: Vignoles, K.H. (1982). *Charles Blacker Vignoles: Romantic Engineer*. Cambrige: Cambridge University Press.

JUAN AGAPITO Y REVILLA



Juan Agapito y Revilla (Valladolid, 1867 - ibídem, 1944), estudió en la Escuela de Arquitectura de Madrid, titulándose en 1892. En 1893 fue nombrado Arquitecto Municipal de Palencia, puesto que mantendrá hasta el año 1900, cuando accede a esta mima plaza de técnico en Valladolid, ciudad donde residió casi toda su vida, en la calle Núñez de Arce. Fue reconocido como arquitecto e historiador, realizando numerosas investigaciones y publicaciones en este campo.

En Palencia participó en las obras de las Escuelas del Bario de la Puebla (1895), la restauración del ábside de la Catedral (1896), reformó fachadas, proyectó el sistema de abastecimiento (1899)[323], y construyó el Mercado de la Plaza de Abastos (1898), magnífico exponente de la Arquitectura del Hierro en esta ciudad. En esta ciudad fue también el Arquitecto Diocesano durante el período 1898-1900[324].

Ya en su ciudad natal, creó y organizó el Cuerpo de Bomberos, participó en el desvío del río Esgueva, mejoró la red de saneamiento y pavimentó calles, y construyó la Iglesia de la Pilarica (1906).

[323] Coronas, L.J. (2008), "El abastecimiento de agua potable a las capitales de Castilla y León…".

[324] González, J. A.; Hermoso, J. L. (1999), *Jerónimo Arroyo. Arquitecto*. Palencia: La Editora del Carrión, p. 236.

Durante su vida, su trabajo fue reconocido en diversas ocasiones: consiguió los premios de los Juegos Florales de Palencia (1901) y Burgos (1902), así como Diploma de Honor en la Exposición Regional de Palencia de 1903, y Medalla de Oro en la Exposición Nacional de Bellas Artes de Valladolid[325].

También accedió al cargo de Director del Museo Provincial de Bellas Artes de Valladolid (1923-1931)[326], fue miembro de la Real Academia de Bellas Artes de la Purísima Concepción, y presidente de la Comisión Provincial de Monumentos de Valladolid[327].

Posee una amplia y extensa bibliografía, como autor de numerosos libros y artículos de historia, arte y reseñas técnicas, destacando su aportación a la Semana Santa vallisoletana con su apoyo a las cofradías[328].

[325] Ibídem, pp. 224-225.

[326] Burrieza, J. (2007). Texto introductorio en: Agapito y Revilla, Juan (1925). *Las cofradías, las procesiones y los pasos de Semana Santa en Valladolid*. (Reedición de la obra) Valladolid: Editorial MAXTOR, p. XIX.

[327] De la Cruz, J. (2009), La huella de un arquitecto. *Diario Palentino*, 22 de julio de 2007.

[328] Una bibliografía detallada está disponible en:

http://dialnet.unirioja.es/servlet/busquedadoc?t=juan+agapito+y+revilla&db=1&td=todo

[última consulta: 02.03.2011], a la que deben añadirse otros artículos y obras no indexadas relacionadas en: González, J. A. ; Hermoso, J. L. (1999), *Jerónimo Arroyo: Arquitecto*... , pp. 224-225.

SATURNINO MARTÍNEZ RUIZ

Saturnino Martínez Ruiz[329] (Calahorra 1842-Burgos 1930), titulado en 1869 por la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando. Tras sus estudios se presenta a la plaza de Arquitecto Provincial de Córdoba en 1870, pero el puesto es concedido a su colega Rafael de Luque y Lubián. A lo largo del período 1873-1877 vive en la ciudad Logroño, redactando varios proyectos de urbanismo y viviendas[330].

En 1876 es nombrado Arquitecto Provincial por la Corporación Provincial de Soria, lo que le autorizaba para prestar servicios para el Ayuntamiento de la propia capital. También fue nombrado Arquitecto Diocesano de Burgo de Osma. Su etapa en Soria se desarrolla entre los años 1877 y 1887, realizando varios proyectos de viviendas particulares y reformas, otros de índole urbanística (ensanche de calles, aceras), ingeniería hidráulica (reparación de acueductos), edificios públicos (matadero de Soria, Juzgados municipales, fielato y matadero de Burgo de Osma).

También durante estos años aparece en como aludido en los registros de la Comisión de Antigüedades de la Real Academia de la Historia[331], en los informes relativos a la iglesia de San Juan de Duero (1877) y al monasterio de Santa María de la Huerta (1887). En 1888 es nombrado Arquitecto Municipal de Burgos, trasladando su residencia a esta ciudad. Ostentaría este cargo hasta 1923, para posteriormente ejercer de Arquitecto Consultor hasta su fallecimiento en 1930.

[329] Extraído de: Mateos, A. J. (2009), "El panteón de Plácido Madorrán en el cementerio de La Planilla de Calahorra". *Kalakorikos: Revista para el estudio, defensa, protección y divulgación del patrimonio histórico, artístico y cultural de Calahorra y su entorno*, Nº 14, 2009, págs. 335-372.

[330] Sirva como ejemplo la reforma de la fachada de la casa de D. Celso Plazón en el año 1876. Álvarez Clavijo, Mª Teresa (2007), *La casa de Chapiteles en Logroño*. Instituto de Estudios Riojanos (IER).

[331] Álvarez-, J.; Cardito, L. M. (2000), *Comisión de Antigüedades de la Real Academia de la Historia: catálogo e índices. Castilla y León*. Real Academia de la Historia. Comisión de Antigüedades, pp. 330,340-341.

En esta última fase de su vida llevó a cabo numerosas ejecuciones en la capital burgalesa, de entre las que destacan el Templete del Espolón (1897), el tristemente desaparecido Mercado de Abastos (1899) y el Palacio de la Capitanía General (1908)[332]. En 1893 incluso se le encargó el proyecto de una urna para la custodia de los restos del Cid Campeador, aunque no hay constancias de su ejecución[333].

[332] González, J. L. (1998), "Dificultades para un descanso eterno: los huesos viajeros del Cid". *Boletín de la Institución Fernán González*, Nº 217, págs. 393-414.

[333] Martín, J. J. (1988), "Fernando Sánchez-Moreno del Moral, Historia del Palacio de Capitanía General de Burgos y sus antecesores". *Boletín del Seminario de Estudios de Arte y Arqueología: BSAA*, Tomo 54, págs. 553-554.

JERÓNIMO ARROYO LÓPEZ

Jerónimo Arroyo (Palencia 1871 – íbidem 1946) creció en el seno de una familia acomodada. Hijo de un médico de la capital palentina que le animaba para continuar su vocación sanitaria, realizó sus estudios de Bachiller en el Instituto General y Técnico de Palencia entre los años 1882 y 1884[334], tras los cuales convenció a su padre e ingresó en la Escuela General Preparatoria de Ingenieros y Arquitectos de la Universidad Central de Madrid.

El año 1892 consigue ingresar en la Escuela de Arquitectura de Madrid, pero en dos años no consigue aprobar ni una sola asignatura. Se traslada a Barcelona, centrándose en los estudios, y compatibilizando la carrera en la Escuela Superior con un trabajo como delineante. Finalmente se titula en 1899, y ese mismo año consigue la plaza de Arquitecto Provincial (cargo que ya venía desempeñando desde 1898, antes incluso de ser oficialmente Arquitecto).

[334] González, J. A.; Hermoso, J. L. (1999), *Jerónimo Arroyo: Arquitecto*… , pp. 36-38

En 1900 es nombrado Arquitecto Municipal interino y Arquitecto diocesano sustituyendo a Juan Agapito y Revilla. Arroyo ejerció de Arquitecto Municipal durante tres etapas distintas (1900, 1901 y de 1907 a 1908) asumiendo este cargo en funciones desde su plaza provincial cada vez que existía una vacante en ese puesto.

Sus primeras obras fueron la Fábrica de la Azucarera en Villamuriel de Cerrato y la Fábrica de piedra Artificial J.A.L.A. (Jerónimo Arroyo López Arquitecto)[335]. Esta última es una referencia de la personalidad de emprendedora de este arquitecto, una faceta comercial y empresarial que será un denominador común en el resto de su vida. Con esta obra (acabada en 1901) recibiría además la Medalla de Oro y Gran Diploma en la Exposición Regional de Palencia de 1903. Su empresa llegó a tener sucursales en Segovia, Alcalá de Henares, Madrid y Málaga. Esta acertada inclusión en el mundo industrial fue el germen que le impulsará un año más tarde (1902) a asociarse con Mariano Gallego y fundar los Talleres Arroyo y Gallego[336]. Ésta se dedicaría a las aplicaciones constructivas de la fundición de hierro y la forja, la carpintería de madera y la maquinaria agrícola.

Arroyo aprovechó su posición acomodada para complementar, de forma elegante, sus negocios con su profesión de arquitecto: él mismo se proporcionaba sus materiales aprovechándolos para enriquecer y embellecer de forma exquisita sus proyectos, principalmente mediante cuidados los remates de piedra artificial del Maestro Germán Calvo Fernández.

Fundador de la Empresa Hidroeléctrica Saltos del Duero y del Diario Liberal "*El Progreso de Castilla*"[337], tuvo además una notable trayectoria política llegando a ser Diputado a Cortes por el distrito de Carrión, e incluso Senador del Reino, y Concejal del Ayuntamiento de Palencia. Fue también Caballero de la Orden de Isabel La Católica[338]. En distintas etapas,

[335] Íbidem, pp. 59-61.

[336] Íbidem, p. 62

[337] Arrechea, J. (2000), *Arquitectura. Historia del Arte en Castilla y León, Tomo VIII. Arte Contemporáneo*. Valladolid: Ámbito Ediciones, p. 27.

[338] González, J. A.; Hermoso, J. L. (1999), *Jerónimo Arroyo: Arquitecto*... , p. 265.

ocupó el cargo de presidente de la Sociedad Electricista de Palencia y de la Electra Popular Vallisoletana[339].

Pero este arquitecto es recordado sobre todo por ser el introductor de las ideas modernistas en su ciudad natal, herederas de su etapa catalana (en la que estuvo en contacto con las obras de Antonio Gaudí, Puig y Cadafalch, Doménech i Montaner), e influenciado por su viaje de bodas por Europa, visitando París. No obstante, este modernismo no fue excluyente de las tendencias eclécticas, regionalistas y los "revival" historicistas, como las que también se plasmaron en los proyectos de los grandes influyentes de esta etapa.

Su prolífica obra engalanó el centro de Palencia con bellas fachadas: sutiles medievalismos (Centro Politécnico San Isidro, 1901; Villa Luz, 1094; Noviciado de las Hermanitas de los pobres desamparados), los guiños secesionistas (Instituto General y Técnico de Palencia, 1914), el neoplateresco (Palacio de la Diputación, 1914; Escuelas de Becerril de Campos, 1904, Casa de Correos y Telégrafos de Valladolid, 1922), el neorrománico (Hospital Psiquiátrico , 1902), el neogótico (Asilo de San Joaquín y Santa Eduviges, 1911; Asilo de Santa Catalina de Saldaña, 1908; Proyecto de la residencia de los Padres Jesuitas).

También dejó su huella en varios edificios religiosos, realizando reformas y reparaciones (entre las que destacan las de la catedral de Palencia y la torre de la Iglesia de Alar del Rey), y otros de nueva planta como la Iglesia de la Rubia de Valladolid, y los monumentos de la Inmaculada y el de Cristo Rey en el Cerro del Otero. También son muy apreciados sus trabajos en viviendas como la Casa del Príncipe (Valladolid, 1906); la Casa para Dámaso Alonso (1913); la Casa para Víctor C. Barrios (1913); Casa para Ignacio Martínez Azcoitia (1913); el propio Estudio del Arquitecto (1913); o villas como la mencionada Villa Luz (1904), o la Villa El Cercado, entre otras. Igualmente trabajó en el abastecimiento de Palencia (retomando los trabajos de Juan Agapito), y proyectó fuentes, casinos, bancos…[340]

[339] Íbidem, pp. 256-257.

[340] Una relación completa de sus obras puede obtenerse en: González, J. A.; Hermoso, J. L. (1999), *Jerónimo Arroyo: Arquitecto*… , pp. 205-216.

11.- Conclusiones

Dentro de las construcciones estudiadas que se reseñan en el catálogo, pueden establecerse relaciones generales entre las ejecuciones dentro del contexto tecnológico e innovador en que se iniciaron. Estas se enmarcan dentro de los criterios generales que habitualmente se destacan a nivel general para esta etapa de la Historia de la Construcción (los que caracterizan a la evolución y generalización del uso del hierro y acero), particularizándose al ámbito geográfico del trabajo principalmente en función del proceso de desarrollo de las infraestructuras de carácter público que se fueron promoviendo a lo largo del s. XIX y principios del XX.

En general pueden realizarse las siguientes consideraciones para el caso de las provincias objeto de trabajo:

1- En una etapa inicial, hasta 1860, se aplicó el hierro con tres criterios:

   a. Para sustituir a otros materiales de uso ya generalizado (madera y piedra) en las mismas posiciones y con los mismos parámetros, o muy parecidos, que los que hasta ese momento se utilizaban, adoptando modelos un tanto conservadores (aunque aprovechando las características resistentes que permitían secciones más esbeltas) hasta que las experiencias acumuladas y los avances en los métodos de cálculo fueron consolidándose.

   b. En la repetición de celosías usadas con anterioridad en los ferrocarriles americanos con vigas de madera para la construcción de nuevos puentes metálicos en las primeras líneas de ferrocarril, como se constata en los pasos proyectados para la línea Venta de Baños-Santander (1857).

   c. La tipología de puente colgante se desarrolló muy pronto para aprovechar las características del material a tracción, aunque fue rápidamente relegada por sus problemas de conservación asociados y la ignorancia sobre su comportamiento frente a mayores cargas o rachas de viento. Dentro de las dos provincias de estudio tan sólo he podido contrastar la ejecución del Puente Colgante de Dueñas (Andrés de Mendizábal, 1845),

las referencias de otro que debió estar situado en la carretera Burgos-Santander sobre el río Ebro a la altura de Quintanilla-Escalada (Cipriano Martínez de Velasco, 1847), y (aunque de un período muy posterior) la pasarela existente en Nogales de Pisuerga (Alberto Corral, 1921).

2- Posteriormente fueron ampliándose los campos de aplicación, consiguiéndose mayores luces en todos los ámbitos. Se generalizó en marquesinas de estaciones de ferrocarril, mercados municipales, y se introduce el concepto de nave, aplicándose sobre todo en las cubiertas con tirantes o elementos de contrarresto para evitar los empujes horizontales sobre las fábricas de cerramiento. También se establecen las celosías Pratt y de cruces de san Andrés para puentes ferroviarios, y se ejecutan algunas experiencias con puentes de carretera. Dentro de estas posibilidades se encuentran, la fábrica de la Azucarera Palentina (Jerónimo Arroyo, 1901), los almacenes de la línea Valladolid-Ariza junto a sus puentes sobre el Duero y el Riaza (Seiryg, 1893), los mercados de abastos de Palencia (Juan Agapito y Revilla, 1898) y Burgos (Saturnino Martínez, 1903), las marquesinas de las estaciones de Burgos (Enrique Grasset, 1901), Miranda (Charles Vignoles, 1861) y Palencia (1863) o el puente de carretera sobre el río Nela en Trespaderne (Ramón de Aguinaga, 1883). Por otra parte, en este momento se comienzan a introducir nuevos criterios de ornamentación y ordenación urbana, con la construcción de los templetes de Burgos (Saturnino Martínez, 1898) o Palencia (Juan Petrement, 1888). Incluso en el Canal de Castilla se renovaron las compuertas con perfiles y chapas metálicas.

3- Cuando los procedimientos productivos para la obtención de perfiles mejoran y los transportes dejan de ser elementos críticos en la economía de la ejecución, siendo la mano de obra para las uniones un parámetro más restrictivo, se utilizan vigas de alma llena para formar entramados bidireccionales con piezas de entrevigado y elementos adicionales de arriostrado. Sólo en grandes vanos se recurre a las celosías, donde la de tipo Warren entra como una opción más, y óptima en algunos casos, así como la tipología de puente arco-cuerda. Ejemplos de esta forma de construir se encuentran en los puentes de la línea Santander-Mediterráneo (José y Ramón de Aguinaga, 1927-1930), el puente sobre el río Bañuelos (Eustaquio de Zabala, 1901), los puentes de la línea de Ferrocarriles Secundarios (1912), o el Puente Abilio Calderón (Luis Morales y Eduardo Jungairiño, 1909). Ejemplos más tempranos los constituyen los pasos del ferrocarril de La Robla (Manuel Oráa, 1891-1892). En todos los casos, aunque el

alma llena se utilizó para puentes de varios tramos, siempre se ejecutaron como vanos biapoyados. Los que continúan en uso han sido reforzados posteriormente.

4- La finalización de las grandes infraestructuras obliga a dar salida a este material a nivel de pequeño consumidor, para intentar su generalización en cualquier tipología estructural. Este hecho coincidió aproximadamente con la entrada en juego del hormigón armado como material de construcción que llegó en fuerte competencia, por lo que muchas veces se mezclan su utilización y es más difícil encontrar referencias claras. En este apartado entran los forjados metálicos para luces no aptas para el hormigón, o las grandes cubiertas en edificaciones fabriles y salas de cine. Ejemplos de este momento pueden ser la Yutera Palentina (1938) o el Cine-Teatro Ortega (1936), ambas del arquitecto Luis Carlón Méndez-Pombo en Palencia capital. También pueden incluirse las rehabilitaciones en la Catedral de Burgos (Vicente Lampérez y Julián Apráiz, 1912-1929) como referencias en el aprovechamiento de esta tecnología aprovechando sus características resistentes. De igual manera puede reseñarse el uso en reformas de antiguas instalaciones, como la del Teatro Principal de Palencia (Fernando Unamuno y Lizárraga, 1938) o la Reforma de la Cárcel Vieja para Audiencia (Jacobo Romero, 1917) también en la capital palentina, en los que se utilizaron perfiles seriados para algunos entramados de forjado y cargaderos[341].

Existe un salto cualitativo ente la primera y segunda de las etapas señaladas, que puede corresponderse a una particularización local a la propuesta de clasificación realizada por el profesor Navascués en la Colección *Summa Artis*[342]. No obstante la generalización en fases homogéneas puede resultar en cierto modo artificial, ya que influían múltiples variables en las propuestas de los proyectistas que algunas veces no respondían a las razones que se han señalado. Las experiencias anteriores, la disponibilidad de material, o las ofertas de los contratistas, influían mucho en la decisión sobre una u otra tipología. En cualquier caso la

[341] Fernando Esteban Saturnino de Unamuno Lizarraga (bautizado el 4-VIII-1892 en la parroquia San Nicolás de la villa de Bilbao), hijo del escritor y filósofo Don Miguel de Unamuno, fue Arquitecto del Ayuntamiento de Palencia. Respecto a las obras de reforma, se han consultado los Expedientes del Archivo Municipal de Palencia (A.M.P.):

Signatura 2674-5 (1938), sobre la Reforma del Teatro Principal.

Signatura 2673-1 (1917), sobre la Reforma de la Cárcel Vieja para Audiencia Provincial

[342] Navascués, P. (1994). *Arquitectura Española 1808-1914*. Colección Summa Artis, XX. Madrid, Espasa Calpe. En este caso, Navascués señala el salto en la cronología a nivel nacional en el año 1868.

reflexión sobre la evolución de los métodos de cálculo y la progresiva implantación de la industria siderúrgica en el país permiten explicar muchos de los casos, así como el notable número de construcciones que se llevaron a cabo.

Respecto a los puentes en hierro y acero, se comprueba que sí existen una serie de fases evolutivas asociadas sobre todo al conocimiento teórico de las estructuras y principalmente a las distintas patentes de celosías que entraron en juego durante su desarrollo, además de la propia evolución de las calidades del material. Y puede hacerse una revisión bastante completa de las diferentes tipologías conocidas a lo largo del s. XIX sin salir del ámbito geográfico de las provincias de Burgos y Palencia, tanto en pasos ferroviarios como de carretera (muchos de los cuales todavía pueden contemplarse en la actualidad).

En el catálogo se han incluido todas las referencias encontradas sobre puentes, de la forma más exhaustiva posible, lo que permite ilustrar las múltiples opciones manejadas por los ingenieros encargados de su ejecución, distribuyéndose temporalmente en el período comprendido entre los años 1845 y 1929. De todos ellos destacan, por una parte, las experiencias con puentes colgantes (en particular el de Dueñas sobre el río Pisuerga, considerado el de mayor vida útil de toda España). Durante un determinado momento las provincias de Palencia y Burgos acumularon aproximadamente el 40% de todas las estructuras en servicio de esta tipología en todo el país. Del puente de Quintanilla Escalada, poco o nada se había escrito en la bibliografía especializada sobre esta época (únicamente referencias a un puente colgante que debió de existir en Burgos, tal como señala Navascués en más de una de sus publicaciones).

Tan sólo existe un puente de tipo *bow-string*, el ya centenario "Puente de Abilio Calderón" en Palencia Capital, concebido para sustituir a un maltrecho (pero joven) puente de madera. Las vicisitudes que motivaron su construcción (promovida por el entonces diputado por Palencia y Director General de Obras Públicas, D. Abilio Calderón) fueron objeto de controversia social y ácidas críticas durante su fase de gestación, y continuaron incluso años después de su inauguración.

La celosía Pratt existente aún hoy en la salida de la capital palentina, es la sexta estructura de este tipo más antigua en España (fue construida tan sólo diez años después de las primeras ejecutadas en la línea Játiva-Valencia). Si revisamos el catálogo de José Luis García Mateo, podemos comprobar que se trata de la segunda celosía más antigua en esta

tipología que todavía está en uso en todo el país[343]. También hay que señalar que las desgraciadamente desaparecidas celosías Town de la línea Alar del Rey-Santander (cuyo técnico encargado fue Mr. Alfred Jee), fueron las primeras de esta tipología construidas íntegramente en hierro en todo el país.

Por otro lado, la autoría de varias de ellas responde a ingenieros de reconocido prestigio y trayectoria a nivel internacional:

- Los puentes en celosía Pratt del tramo Palencia-León fueron obra de Mr. Alphonse Oudry, conocido por su parisino Pont d'Arcole, que entre otros logros inventó un sistema de puentes colgados que fue reseñado en tratados especializados de mediados del siglo XIX.
- El Puente de Hierro o del Inglés en Miranda de Ebro es diseño del inglés Mr. Charles B. Vignoles, autor también de la estación de esta ciudad, cuyo apellido da nombre al carril estándar usado en ferrocarriles de todo el mundo. Trabajó en algunas ocasiones con Telford, y llegó a ser el presidente de la Institución de Ingenieros Civiles (I.C.E.)
- Las celosías, Pratt y Cruz de San Andrés, de la línea Valladolid-Ariza corresponden a en diseño y construcción a Theòphile Seyrig, socio y calculista de Eiffel durante varios años; éste fue autor de dos de los puentes en arco metálico más importantes de todo el mundo: María Pía y Luiz I, ambos en la ciudad de Oporto, y los cuales sirvieron de referencia para Eiffel: inspirándose en las formas del primero para el de Garabit; y aplicando parte del desarrollo teórico-conceptual de la pilas de alzado curvo (que había llevado a cabo con Wilhelm Nördling para los Viaduc de Neuvial, en 1868, y Viaduc de Rouzat, 1869)[344], finalmente entregó estas poderosas armas a Noguier y Koechlin[345] para el diseño de la famosa Torre Eiffel.

En lo referente a estaciones de ferrocarril, las grandes marquesinas de la comunidad de Castilla y León dispusieron de cerchas tipo Polonceau, y de esta tipología era la de Burgos

[343] Tan sólo la del Júcar sigue utilizándose, aunque no he podido comprobar si se trata de una reconstrucción posterior. El resto han sido sustituidas por otras estructuras modernas (hormigón o acero), y el paso sobre el Barranco Belcaire está fuera de uso tras la construcción de la variante de Alta Velocidad.

[344] LEMOINE, Bertrand (2002), *Gustave Eiffel*..., pp. 34. Considero en este punto que la Historia, una vez más, está escrita por una parte de la misma: ha sido enormemente injusta respecto al reconocimiento de Teophile Seyrig y otros calculistas como auténticos artistas estructurales, y padres (si no total, al menos conceptualmente) de los diseños más afamados de Eiffel.

[345] Ibídem, pp. 87-88.

(finalizada en 1901 según proyecto de Grasset). En éstas, factores como la luminosidad, el gálibo libre y la funcionalidad eran características ineludibles durante la fase de proyecto. La acertada combinación de hierro y cristal permitía obtener estructuras de gran esbeltez en sus soportes, cubriendo amplias luces con pórticos sin columnas intermedias, y asegurando simultáneamente una adecuada ventilación, conexión con el edificio principal e iluminación natural. La armadura Polonceau simple permitía cumplir estos requisitos de manera económica cuando no había condicionantes excesivos de anchuras a cubrir; es por eso que fue la solución más utilizada para ciudades de mediano tamaño.

La Estación de Miranda de Ebro es una de las más antiguas de todo el país, ya que en muchas otras ocasiones se recurría a edificios de tipo provisional y fueron más tarde sustituidas por las de carácter definitivo. Por sus especiales singularidades estilísticas, extrapoladas por importación de las primeras estaciones inglesas a través del ingeniero Charles Vignoles y la casa F. Braby & Co., su adecuado mantenimiento debe ser una prioridad.

Respecto a la arquitectura puramente urbana, incluyendo a las construcciones civiles, las residenciales y las industriales, destaca la figura del Arquitecto Municipal como artífice de la mayor parte de las realizaciones importantes en las ciudades durante los últimos años del siglo XIX y las primeras décadas del XX. Durante una época en la que no existía un número elevado de técnicos de prestigio reconocido para dirigir los proyectos que se requerían para cubrir las necesidades de la población, fueron estas figuras las encargadas de acumular una gran carga de trabajo de diseño y dirección de obras, que compaginaban en algunos casos con otras actividades empresariales paralelas o estudios profesionales propios.

Este es el caso de los arquitectos que mayor número de realizaciones presentan en esta etapa (sirvan los nombres de Jerónimo Arroyo, Juan Agapito y Revilla, Fermín Álamo o Saturnino Martínez para ilustrar esta afirmación). He podido constatar que los tratados constructivos fueron una fuente real de estas posibilidades, sobre todo en la ejecución de detalles, así como también servían de inspiración los catálogos de las casas de prefabricados y otras experiencias ya ejecutadas en distintas poblaciones que servían de referencia. Un claro ejemplo de este último caso se puede comprobar al realizar la comparación entre los kioscos de las poblaciones de Palencia (1888) y Portugalete (1912), siendo el vizcaíno una réplica exacta del construido en la capital castellana unos años antes. Las publicaciones de Cesar Daly, Rondelet, Durand y Violet-le-duc, influencian a muchos de los arquitectos e incluso ingenieros en la concepción de las nuevas formas que la sociedad iba exigiendo,

cabalgando entre el academicismo y las posibilidades que, progresivamente, iban ofreciendo los nuevos materiales, la tecnología siderúrgica y los conocimientos científicos en el campo de las estructuras.

En estos casos, deben considérese además las corrientes estilísticas que reinaban en cada momento constructivo (especialmente en el caso residencial y civil), y que se reflejan en numerosos detalles arquitectónicos: calados de fundición y cresterías, con reminiscencias exóticas, victorianas o góticas, que evolucionan incluso hacia el *art noveau*; referencias historicistas y regionalistas, en las fachadas de muchos de los edificios civiles y residenciales, incluyendo las estaciones, los teatros y hospitales, relacionados con el pasado local en que se integran (uso del lenguaje plástico hispano-árabe en elementos de componente neomudéjar; ventanales y perspectivas neorenacentistas; generalización de los recursos neoclásicos; monumentalismo francés; guiños modernistas de diferente origen...). Se observa una importante componente ecléctica en la mayoría de ellos, habitual en la arquitectura de esta época, de lectura romántica, y en el que se inserta el modelo de la villa como posibilidad de encuentro con la vida campestre. La iglesia neorrománica de San Nicolás en Miranda de Ebro (Ramón Aníbal y Pablo Cantó, 1939-1945) es quizá el mejor ejemplo de referencia historicista pura, junto al proyecto no ejecutado de farola monumental neogótica de Saturnino Martínez para la plaza de la Catedral de Burgos (1902). En este apartado hay cabida también para vario ejemplos de los comienzos del racionalismo formal y diseños puramente funcionalistas: es el caso de las estructuras de las estaciones, los talleres, las naves industriales y las instalaciones fabriles, así como en los propios mercados de abastos en los que la planta basilical resulta un esquema básico que evoluciona sobre la forma del solar.

Me hubiera podido incluir algún tipo de análisis sobre la posible evolución de la forma de las piezas sometidas a compresión (bielas), en lo referente a su diferente grosor y espesor respecto a las que trabajan estrictamente a tracción (tirantes)[346], pero tras un análisis cronológico de la documentación no he podido establecer ninguna correlación en los términos que yo esperaba. Debería realizarse un análisis en mayor profundidad para poder comprobar si, efectivamente, hay alguna linealidad en cuanto a grosores de las barras, espesores y formas. En principio las piezas a compresión incluso podían ser ovaladas, dotando de mayor sección en la parte central, para luego (a medida que se comprendían los diferentes conceptos de pandeo, pandeo lateral y abolladura) ir afinando cada una de estas variables, favoreciéndolas o penalizándolas en cada caso. La realidad es que, en muchas

[346] Una buena introducción a estos matices y la evolución general de las piezas de las armaduras o cerchas la podemos obtener en: González, E. M. (2007). "Arquitectura Preindustrial, Industrial y del Hierro"..., p. 216.

ocasiones, la disponibilidad de material, la economía de ejecución o facilidad de montaje eran los factores decisivos, sobre todo cuando las dimensiones de las estructuras no requerían excesiva precisión en los cálculos, pero sí soluciones funcionales.

Por otra parte, otra de mis intenciones con este trabajo era la de conocer, analizar y sentar una base de reflexión sobre los valores estéticos y valorables correspondientes al patrimonio metálico que hemos heredado (en el mejor de los casos) de este etapa constructiva. En este apartado he reflexionado sobre el concepto de *capacidad semántica* de la obra construida, un término acuñado por Mukařovský y cuyo significado ahonda sobre los *sentidos estéticos* que una determinada obra de arte es capaz de acumular (un agregado de valores que al pasar al plano consciente de la percepción, aumenta la resistencia de ese objeto material al paso del tiempo). Tanto Walter Adorno, como otros teóricos de la crítica artística moderna orientada a las obras públicas (Miguel Aguiló, David P. Billington), han utilizado esquemas conceptuales similares utilizando diferente terminología a la hora de juzgar la importancia de ciertas realizaciones históricas.

La *capacidad semántica* que posee una determinada obra determinará finalmente la intemporalidad de la misma, o la abocará a ser olvidada o relegada a una posición poco relevante. He concluido en este apartado que la puesta en valor de las cualidades y en algunos casos singulares características del patrimonio, en particular el metálico, necesita de una base inicial sobre las elementos que definen su estética y exigen un reconocimiento previo a su crítica valorativa; entre éstos debe destacarse su fidelidad a un modelo estructural previo, su grado de singularidad o experimentalidad, una importante participación artesanal, la delicadeza de sus detalles constructivos, y los grandes contrastes que se consiguen a nivel de conjunto, además de otros aspectos relacionados con su importante aportación a la desarrollo de la ciencia y técnica tal como hoy la conocemos.

Si revisamos las biografías de varios de los técnicos que participaron en las construcciones ejecutadas en Palencia y Burgos (Saavedra, Vignoles, Oudry, Agapito y Revilla, Seyrig), encontramos personalidades muy especiales: se trata de humanistas con gran vocación por el aprendizaje de distintas disciplinas, apasionados por su trabajo, y que en algunos casos llegaron a destacar (incluso siendo reconocidos por ello) en ramas del conocimiento muy alejadas de su condición (arqueología, psicología, filosofía, política….). Las vidas de algunos de ellos, que reflejan seres humanos íntegros y ansiosos por llenar su existencia de nuevas experiencias enriquecedoras, deben ser reconocidas y puestas como ejemplo a seguir.

Finalmente debe destacarse que es esta fase de la Historia cuando comienzan a fraguarse las bases del sistema financiero y empresarial que ha ido desarrollándose hasta nuestros días, surgiendo en muchas ocasiones, como todavía hoy puede comprobarse, los efectos de ciertas maniobras especulativas en la promoción de algunas de ellas, y por otra parte la planificación de otras de un claro contenido estratégico. Puede decirse de manera concluyente que las construcciones ejecutadas durante el nacimiento y desarrollo de la industria siderúrgica poseen valores amplios, tanto por su interés artístico, como por su significado en la Historia Económica y Tecnológica más reciente hasta la actualidad.

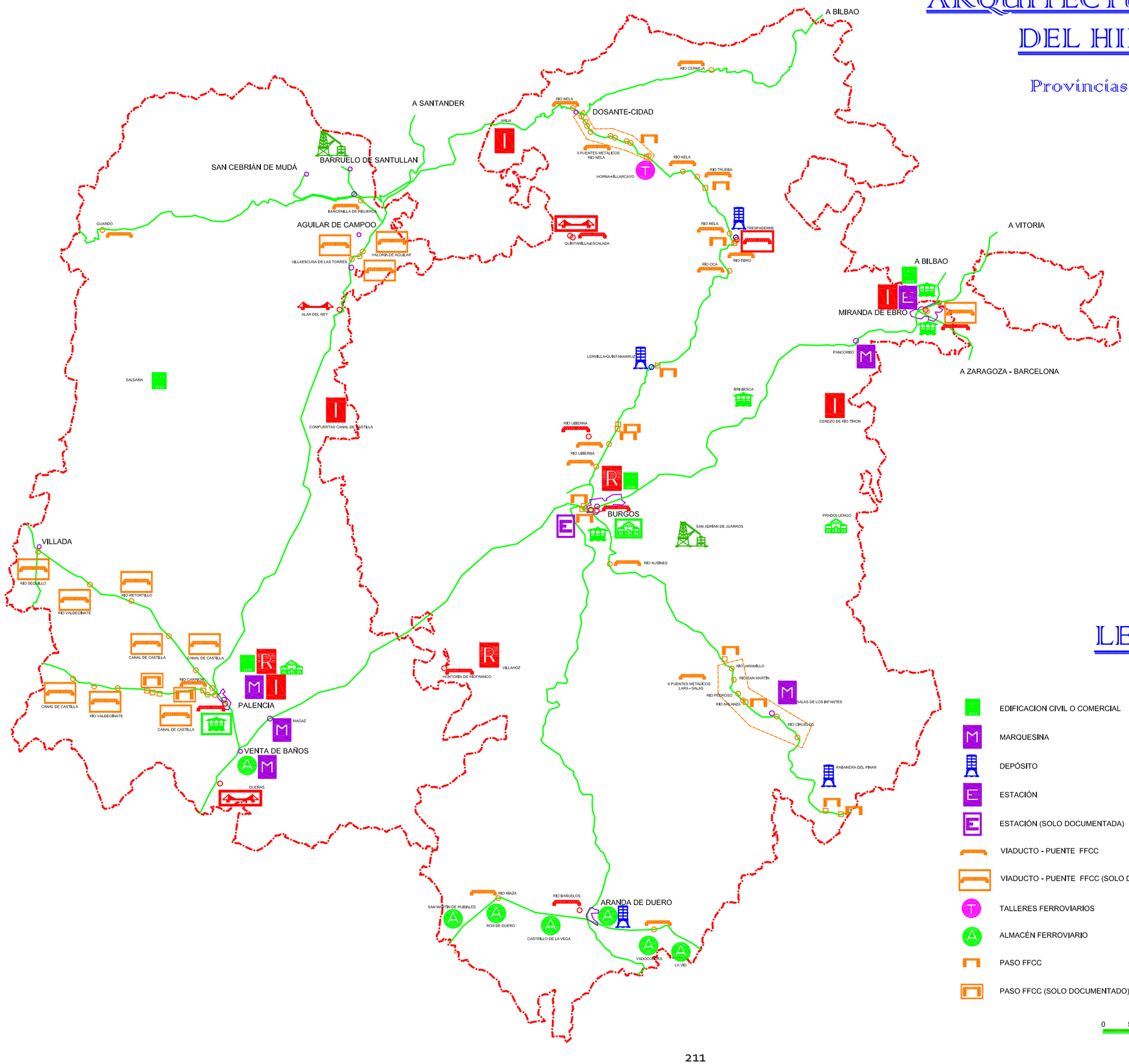
En definitiva, con los resultados obtenidos puede señalarse que los objetivos de partida han sido esencialmente completados, de forma que este trabajo de catalogación y síntesis puede servir como herramienta básica para nuevos y futuros proyectos de investigación, en aras de comprender colectivamente las realidades ocultas en nuestro pasado, y explicar su influencia en el momento que, hoy en día, nos corresponde atender y construir de manera activa.

ANEXO:

Catálogo de las Provincias de Burgos y Palencia

ARQUITECTURA E INGENIERIA DEL HIERRO 1830-1940

Provincias de Burgos y Palencia



LEYENDA

- EDIFICACION CIVIL O COMERCIAL
- MARQUESINA
- DEPÓSITO
- ESTACIÓN
- ESTACIÓN (SOLO DOCUMENTADA)
- VIADUCTO - PUENTE FFCC
- VIADUCTO - PUENTE FFCC (SOLO DOCUMENTADO)
- TALLERES FERROVIARIOS
- ALMACÉN FERROVIARIO
- PASO FFCC
- PASO FFCC (SOLO DOCUMENTADO)
- RESTAURACION
- INDUSTRIAS
- TEMPLETE - KIOSKO
- TEMPLETE - KIOSKO (SOLO DOCUMENTADO)
- VIADUCTO - PUENTE CARRETERA
- VIADUCTO - PUENTE CARRETERA (SOLO DOCUMENTADO)
- PUENTE-PASARELA COLGANTE
- PUENTE COLGANTE (SOLO DOCUMENTADO)
- MERCADO
- MERCADO (SOLO DOCUMENTADO)
- COMPLEJO MINERO

0 5 10 15 20 Km

INDICE del CATÁLOGO

PROVINCIA DE BURGOS 219

1.- ESTACIONES 221

Antigua Estación de Burgos 223

Estación de Miranda de Ebro 228

2.- MERCADOS 235

Antiguo Mercado Norte de Burgos 237

Mercado "Teodoro Córdoba" de Pradoluengo 242

Proyecto de Mercado en la Plaza de la Libertad de Burgos 245

Proyecto de Mercado en la Calle San Pablo de Burgos 249

Proyecto de Mercado tras el Palacio de Justicia de Burgos 252

3.- PUENTES DE FERROCARRIL 255

FFCC Bilbao-Tudela

Puente de hierro o del inglés en Miranda de Ebro 257

FFCC Bilbao-La Robla

Puente sobre el río Nela en Ahedo de las Pueblas 261

Puente sobre el río Cerneja en Bercedo de Montija 264

FFCC Valladolid-Ariza

Puente sobre el río Riaza en Berlangas de Roa 267

Puente sobre el río Duero en Vadocondes 270

FFCC Santander-Mediterráneo

Puentes sobre el río Ciruelos en Castrillo de la Reina y Salas de los Infantes 273

Puentes sobre el río Pedroso, Arlanza y Jaramillo 276

Puente sobre el río San Martín en Jaramillo Quemado 280

Paso sobre camino en Villaespasa 283

Puente sobre el río Ausines en Modúbar de la Emparedada 286

Paso sobre el FFCC Madrid Irún en Burgos 290

Puente sobre el río Ebro en Trespaderne 293

Paso sobre la carretera BU-550 en Trespaderne 296

Puente sobre el río Trueba en Medina de Pomar 298

Puente sobre el río Nela en Medina de Pomar 301

Puente sobre el río Nela en Cigüenza, Villarcayo 304

Puente sobre el río Nela en Villarcayo, PK 352+068 307

Puente sobre el río Nela en Puentedey, Merindad de Valdeporres 310

Puente sobre el río Nela en Merindad de Valdeporres, PK 358+779 313

Puente sobre el río Nela en Merindad de Valdeporres, PK 365+319 316

Otros puentes y pasos del Santander-Mediterráneo en la provincia de Burgos 319

4.- PUENTES DE CARRETERA Y PASARELAS 325

Puente colgante de Quintanilla Escalada 327

Proyecto de Puente de Hierro en Burgos 330

Puente sobre el río Nela en Trespaderne 332

Ampliación y antepecho del Puente San Pablo de Burgos 336

Ensanche del Puente Santa María de Burgos 339

Puente sobre el río Bañuelos en Aranda de Duero 341

Acueducto de la "Central Eléctrica el Porvenir" en Quintanilla Escalada 344

Puente sobre el río Arlanza en Hontoria de Riofranco 347

Ensanche del puente Carlos III en Miranda de Ebro 350

Puente sobre el cauce molinar de Ubierna 353

5.- TEMPLETES O KIOSCOS 355

Templete del Paseo del Espolón de Burgos 357

Templete de Briviesca 361

Templete del Parque Antonio Machado en Miranda de Ebro 365

Templete de la Plaza de España en Miranda de Ebro 368

6.- EDIFICACIONES E INSTALACIONES INDUSTRIALES O FABRILES 373

Poblado Industrial de "Cristalería Española" en Ariza 375

Tranvía aéreo "Sulfatos Españoles" entre Cerezo de Río Tirón y Pancorbo 382

Azucarera Leopoldo en Miranda de Ebro 387

Pabellones de Fermín Álamo 389

Castillete pozo San Ignacio en San Adrian de Juarros 391

7.- EDIFICACIONES CIVILES O COMERCIALES 395

Capilla de la Facultad de Teología de Burgos 397

Marquesina Colegio Sagrados Corazones de Miranda de Ebro 401

Escuela elemental de Trabajo de Burgos 403

Hotel París de Burgos 406

Teatro-Salón Apolo en Miranda de Ebro 408

Ampliación del Ayuntamiento de Miranda de Ebro 410

Edificio de Viviendas en la Calle Francisco Cantera de Miranda de Ebro 412

Estación de Autobuses de Burgos 414

Iglesia de San Nicolás de Miranda de Ebro 418

Escaparates de establecimiento comerciales de Miranda de Ebro 420

8.- REHABILITACIONES Y RESTAURACIONES 423

Columna de hierro en la calle la Paloma de Burgos 425

Rehabilitaciones de la Catedral de Burgos 427

Restauración de la cubierta de la iglesia de Villahoz 431

9.- CONSTRUCCIONES ASOCIADAS AL FERROCARRIL 435

Muelles de la línea de ferrocarril Valladolid-Ariza 437

Depósitos Estación Aranda de Duero-Chelva 441

Depósitos de la línea Santander-Mediterráneo 443

Talleres de la Estación de Horna-Villarcayo 446

10.- MARQUESINAS, GALERÍAS Y MOBILIARIO URBANO 449

Marquesina Hotel Norte y Londres de Burgos 451

Proyecto de Marquesina para mercado en la Llana de Afuera de Burgos 454

Proyectos de Marquesina para el Teatro Principal de Burgos 456

Marquesina en la Calle Real Allende de Miranda de Ebro 458

Marquesina Hotel Sabadell de Burgos 460

Piezas de Mobiliario Urbano en Burgos 463

PROVINCIA DE PALENCIA 465

1.- ESTACIONES 467

Marquesina de la Estación de Venta de Baños 469

Estación de Palencia 472

Marquesina de la Estación de Magaz 476

Edificaciones del proyecto de Ferrocarril entre Palencia y Guardo 478

2.- MERCADOS 483

Mercado de Abastos de Palencia 485

3.- PUENTES DE FERROCARRIL 489

FFCC Alar del Rey-Santander

Puente del Conjuradero 491

Puente de La Horadada 494

Puente del Congosto o de Valoria 497

FFCC Palencia-La Coruña

Puente sobre el río Carrión y otros puentes de la línea Palencia-La Coruña 500

FFCC Bilbao-La Robla

Puente de Barcenilla de Pisuerga 504

Puente de Guardo 507

FFCC Secundarios de Castilla

Puente sobre el río Carrión 510

Puentes sobre el Canal de Castilla 513

Puentes sobre el río Valdeginate 517

Otras estructuras de la línea de FFCC Secundarios 519

4.- PUENTES DE CARRETERA Y PASARELAS 521

Puente colgante de Dueñas 523

Puente "Abilio Calderón" 526

Pasarela Colgante en Alar del Rey 531

5.- TEMPLETES O KIOSCOS 535

Templete del parque del Salón 537

6.- EDIFICACIONES E INSTALACIONES INDUSTRIALES O FABRILES 543

Castilletes en los pozos mineros de Barruelo de Santullán 545

Compuertas y Barcazas del Canal de Castilla 550

Fábrica de la Azucarera Palentina 554

Naves de los Talleres de Palencia 558

Ampliación del almacén "La Cubana" de Palencia 560

Depósitos de combustible y lubricantes de CAMPSA en Palencia 562

Naves de la Yutera Palentina 564

Fábrica Nacional de Armas de Palencia 568

7.- EDIFICACIONES CIVILES O COMERCIALES 571

Farmacia del Dr. Fuentes en Palencia 573

Instituto Jorge Manrique de Palencia 575

Otros proyectos de Jerónimo Arroyo en la provincia de Palencia 578

Reforma de la casa de la viuda de Isasmendi en Palencia 582

Obras de Fermín Azcue en Palencia 584

Teatro-Cine Ortega de Palencia 586

8.- REHABILITACIONES Y RESTAURACIONES 589

Reformas de la Catedral de Palencia 591

PROVINCIA DE BURGOS

1. Estaciones de ferrocarril

LA ANTIGUA ESTACIÓN DE FERROCARRIL DE BURGOS.

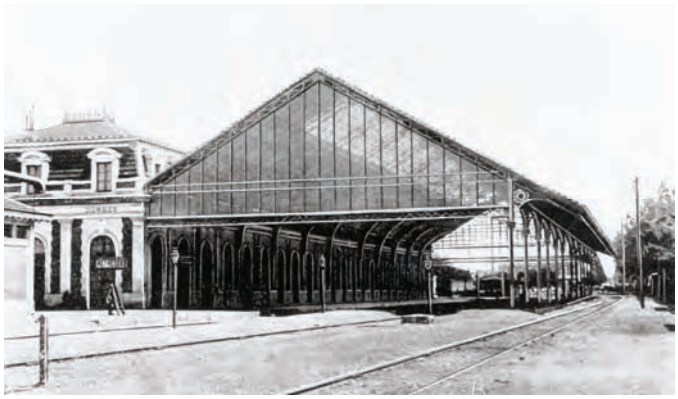
AÑO: 1901

TIPOLOGÍA: Marquesinas metálicas

ATRIBUIDO A: Enrique Grasset y Echevarría

La antigua estación de trenes de Burgos, con la configuración que todavía hoy puede adivinarse en los edificios existentes en el centro de la ciudad, se construyó bajo las condiciones previstas en el proyecto firmado por Enrique Grasset Echevarría en 1901 en la misma ubicación en que se encontraban las instalaciones iniciales que fueron ejecutadas con carácter provisional bajo el diseño de los ingenieros francesas Durand y Letourneur, y que data de 1861. Grasset ingresó en la compañía del Norte en 1904, siendo el responsable de diseño de varias cubiertas metálicas de estaciones en esta época (Valladolid, Valencia).

La gran marquesina de hierro fue desmantelada con las reformas llevadas a cabo entre los años 1958 y 1961. Este emplazamiento continuó hasta la ejecución definitiva de la variante ferroviaria de la ciudad inaugurada en 2008, trasladándola a las afueras.

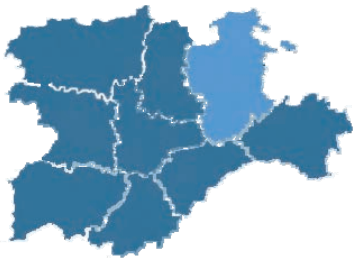


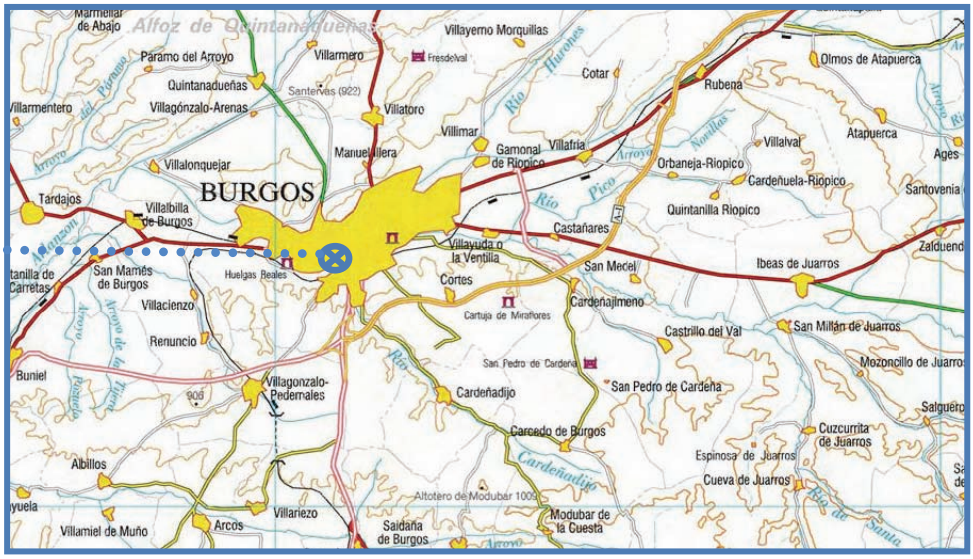
AMB, FO-22874-1

AMB, FO-22874-2

UBICACIÓN

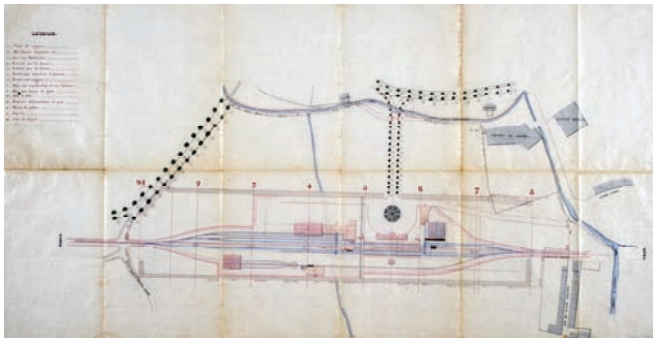
Núcleo urbano de Burgos capital.





ESQUEMA ESTRUCTURAL

Del conjunto de construcciones que formaban parte del complejo ferroviario de Burgos, merece ser destacada la gran marquesina metálica que existió hasta mediados del siglo XX. Su diseño permitía un gálibo mínimo vertical de 5 m desde la rasante del edificio de viajeros. Su diseño presentaba un magnífico ejemplo ce cubierta con armadura atirantada tipo Polonceau, que permitía cubrir una luz entre pilares de 22,80 m, llegando hasta los 27 si sumamos el vuelo hacia el exterior que se añadía desde éstos.

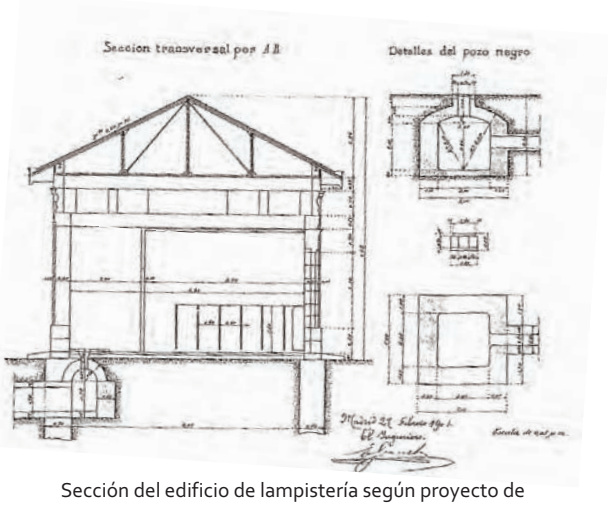


Levantamiento de la Estación inicial de Burgos, por los ingenieros Letourneur y Durand, en 1861. AMB, 18-599

Los pórticos biapoyados consistían en sendos esbeltos pilares de fundición, de 20 cm de diámetro, que presentaban una altura de 4,80 m hasta los decorados capiteles desde los que nacían unas espectaculares cartelas profusamente decoradas con motivos vegetales de líneas curvas, redondeando las uniones soporte-viga y dotando de la necesaria rigidez y resistencia al conjunto en esta dirección. Los encuentros se suavizaban de esta manera con piezas de fundición que dotaban un radio de unión de 4,20 m en la parte cubierta y de 1,80 m en el correspondiente a la parte volada. Si bien el pórtico parece apoyarse en la fachada del edificio de viajeros, disponía de una fila de pilares adosados a ésta que lo independizaban estructuralmente del resto del edificio. La prolongación de las columnas hasta la propia cubierta debida al mencionado sistema de acartelado, hacía que ascendieran casi otros 3 m adicionales, llegando a una altura total de soportes de 7,70 m, punto en el que se acometía al encuentro con el par principal y desde el que nacían los tirantes de la cercha con una rótula especialmente diseñada.

Las vigas principales del par se componían de una celosía en forma de sierra de 70 cm de canto, que repetía un diente cada 95 cm (formado por un montante vertical y otra barra horizontal) y sobre la que se apoyaba una serie de planchas galvanizadas que formaban la cubierta con una inclinación del 60 %. Los 9 m centrales incluían una linterna que ascendía otros 75 cm y que en este caso se cubría con una cristalería estriada para permitir la entrada de luz y poder iluminar así tanto los propios andenes como los ventanales de los despachos que se albergaban en el interior. El atirantado de cada plano se conseguía mediante barras de sección redonda que unían los extremos de las cabezas de pilar con la cumbrera, de forma que se introducía como apoyo un punto en medio de cada viga incluyendo en este lugar una barra a compresión de 2,5 m de longitud que funcionaba como biela. El par se cerraba con un nuevo tirante horizontal de aproximadamente 9,50 m que hacía de contrarresto uniendo los extremos de las señaladas bielas. La armadura Polonceau se completaba con un pendolón que sujetaba al contrarresto desde la cumbrera, .atando a la cúspide al templador que permitía introducir la tensión al conjunto. Las correas unían los pórticos en sentido longitudinal con un intereje de 1,90 m.

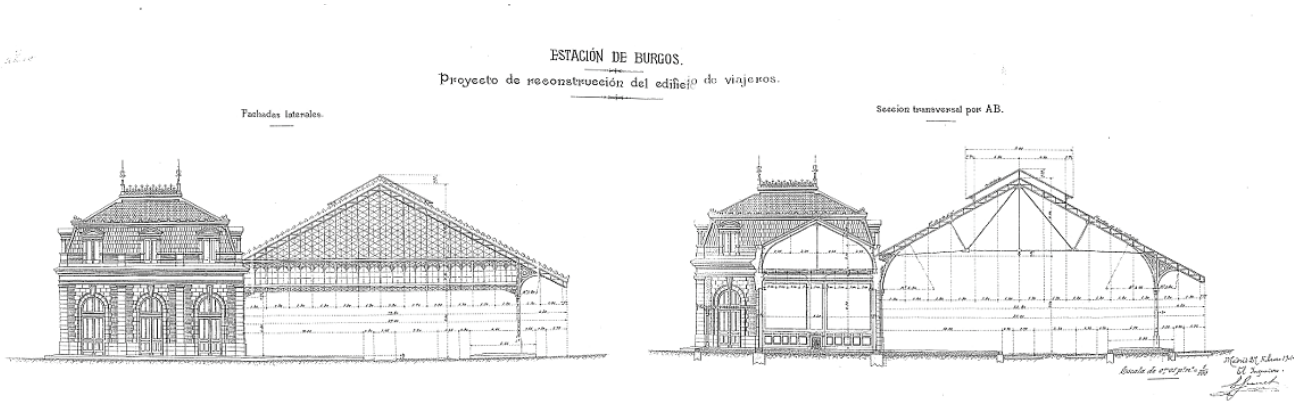
Imagen de la fachada principal de la estación con las marquesinas frontales a ambos lados de la entrada. AMB, FO-28388



Sección del edificio de lampistería según proyecto de Grasset.

Los pórticos testeros, por su condición de exteriores y configurar parte de la fachada, poseían una configuración especial, con un frontón cerrado con ventanales formando una celosía de triángulos rematados superiormente con elementos de crestería decorativa. Inferiormente se cerraba mediante un dintel horizontal a la altura del alero de la cubierta del edificio de viajeros y se prolongaba 2,20 m hacia abajo, hasta una cota algo superior a los capiteles de las columnas de los propios pórticos. Este dintel que se armaba mediante una serie de 24 arcos de medio punto de 90 cm de diámetro dibujados mediante planchas decoradas de función y dos celosías de cruces enmarcadas en recuadros de 45 cm de lado, una por encima y otra por debajo de las mencionadas arcadas frontales.

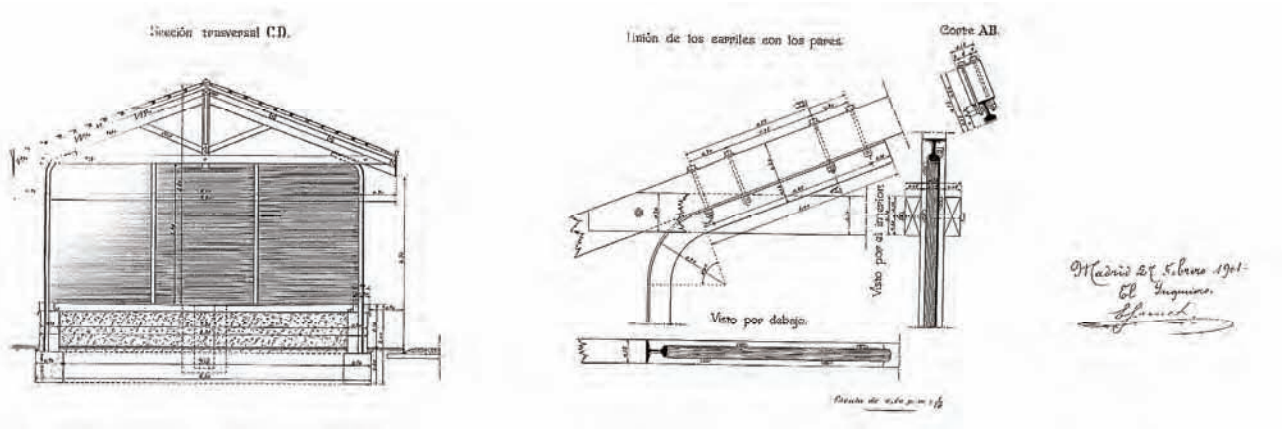
El edificio también incluía una marquesina baja en la fachada principal de acceso, a ambos lados de la puerta de entrada al vestíbulo. Ésta se apoyaba en fachada y en una serie de pilares exteriores de 3,5 m de altura aproximadamente. Los pilares, de cuidada y decorada fundición con cartelas, sujetaban una celosía en cruz de san Andrés de unos 30 cm de canto que se repetía también en dirección longitudinal en el extremo volado, tal como puede verse en fotografías de época, siguiendo en este caso una sección variable que le otorgaba un cierto aspecto de arco rebajado, apoyándose en las fachadas que sobresalían en esos puntos. Así, mediante dos pilares intermedios a 7,5 m de los extremos y separados 8 m entre ellos, cada uno de los dos tejadillos laterales permitía resguardar 4 m en su interior más otro metro adicional en voladizo, todo ello cubierto con una chapa similar a la marquesina de los andenes.



Plano de alzado y sección de la marquesina con las cerchas Polonceau.

También la estructura metálica está presente en el interior de las estructuras resistentes de algunas de las construcciones del complejo:

- Una cubierta metálica mediante vigas armadas en el edificio principal, cuyas correas eran también viguetas metálicas en sección doble T, con una luz total de 9,40 m y presentando los nudos extremos redondeados o acartelados para dotar a estas secciones de mayor canto, hasta solidarizarse y formar un todo-uno con el dintel inclinado que apoyaba sobre la fábrica inferior.



- Un forjado de viguetas metálicas bajo la misma para formar el cielo raso del vestíbulo, sostenido con un tirante adicional intermedio a modo de pendolón que lo ataba a la cumbrera.

- La cercha metálica de cubierta del pabellón para retretes y lampistería, con una luz total de 7,50 m, con una armadura formada por 3 montantes verticales, y cordón inferior y 2 tirantes desde cumbrera, todo ello a base de perfiles y chapas metálicas con las correspondientes cartelas en los nudos de unión.

- Una nave metálica ejecutada en 1925 como almacén para la línea Santander-Mediterráneo, de estructura completamente metálica, y cuya integridad se ha mantenido hasta el desmantelamiento de las instalaciones con motivo del nuevo desvío del ferrocarril al norte del a ciudad. Este bloque poseía pilares formados por perfiles fuertemente arriostrados mediante presillas en cruz, y se dividía en diez pórticos cerrados mediante cubiertas en celosía triangulada que incluían una linterna superior.

En el proyecto de Grasset se adivinan otras construcciones menores en los que también se aprovecha la tecnología metálica, algunos con los propios carriles curvados sobre los que se apoyaban pares de madera. También durante la etapa en que la estación estuvo en funcionamiento fueron erigiéndose distintos almacenes o naves auxiliares para intercambio de mercancías, acopio de productos o muelles especializados, para los que en algunos casos fue escogida la estructura metálica en la formación de las propias cubiertas.

Fotografía de la construcción de un almacén para la línea Santander- Mediterráneo en 1925. Aspecto de esta nave antes de su demolición.

El Diario ABC recogió en los años 1905 y 1906 dos instantáneas que permiten obtener una idea de la marquesina desde el interior, aclarando la disposición de las cerchas tipo Polonceau que sostenían la cubierta y descubriendo la claridad que permitían los elementos de cubrición.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

Fondo Documental del Archivo Municipal de Burgos

AD-5299-2; 18-599

Fondo gráfico Archivo Municipal de Burgos

FO-22874-1; FO-22874-2; FO-28388;

IGLESIAS ROUCO, LENA SALADINA

Burgos en el siglo XIX. Arquitectura y Urbanismo (1813-1900)

Universidad de Valladolid, 1979

NAVASCUES PALACIO, PEDRO

Introducción al Arte Español. El siglo XIX. Bajo el signo del romanticismo

Editorial Silex, 1992

NAVASCUÉS PALACIO, PEDRO.

Arquitectura e ingeniería del hierro en España (1814-1936)

FUNDACIÓN IBERDROLA, Ediciones El Viso, 2007.

Archivo Histórico Provincial de Burgos

Álbum de fotos de la construcción de la línea Santander – Mediterráneo, AEO'G , Burgos N. Spain 1925-1926

Fotografías: V-19 y V-202

GARCIVAL, GONZALO

Estaciones de ferrocarril de España

Espasa Calpe, 1995

PALIZA MONDUATE, MARÍA TERESA

La arquitectura civil desde el Clasicismo hasta el Art Decó

Patrimonio Arquitectónico de Castilla y León, Tomo IV. Arquitectura Civil

Junta de Castilla y León, 2007.

Diario ABC

Burgos. Aspecto del interior de la estación a la llegada del Ministro de Fomento, 10-5-1906.

Burgos. La estación invadida por el pueblo al paso del tren real, 27-5-1906.

LA ESTACIÓN DE FERROCARRIL DE MIRANDA DE EBRO.

AÑO: 1862

TIPOLOGÍA: Pórticos de fundición empotrado-apoyados

ATRIBUIDO A: Charles Blacker Vignoles

El complejo ferroviario del nudo Miranda se mantiene en su situación original desde 1862, momento en que se termina de edificar una estación común para las líneas Madrid-Irún y Tudela-Bilbao. Diseñada por el célebre ingeniero Charles B. Vignoles (famoso por ser el introductor del carril con su nombre en Europa y por la invención de una tipología de ferrocarril de montaña), y construida con piezas de fundición llegadas desde Londres, posee notables coincidencias con diversos elementos de estaciones victorianas inglesas como Kettering, Wellingborough,Teignmouth, Brookwood...La desaparición del vapor provocó el desmantelamiento de las cocheras y la rotonda que también incluía el conjunto inicial de las instalaciones. Su posición ha estado íntimamente ligada al desarrollo urbanístico de la ciudad, ya desde los primeros trabajos de ordenación iniciados con Keller en 1903.

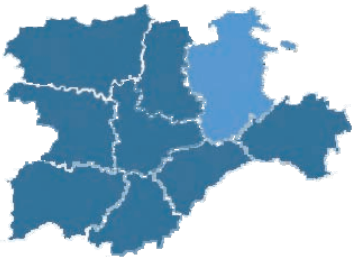
Panorámica actual del edificio de viajeros de la estación de Miranda de Ebro.

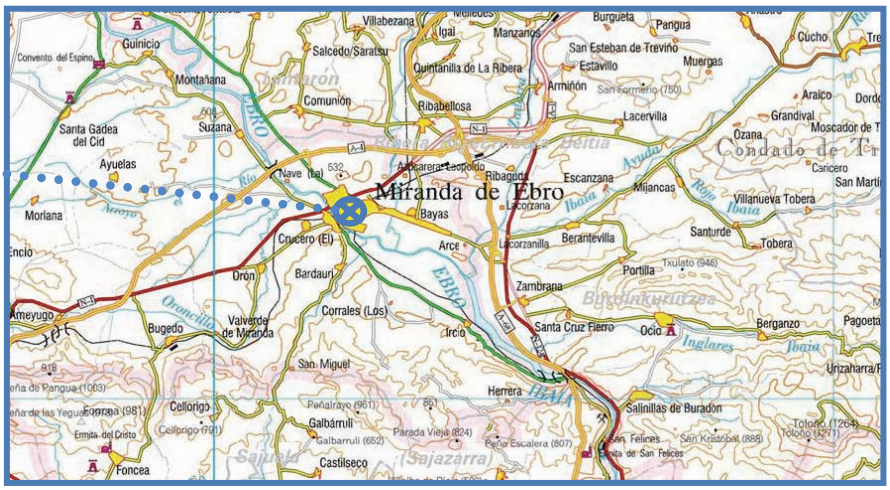
La estación tras su construcción (1863). Laurent.

Vista de los antiguos andenes y trenes a vapor (1885). IMH.

UBICACIÓN

Núcleo Urbano de Miranda de Ebro (Burgos)





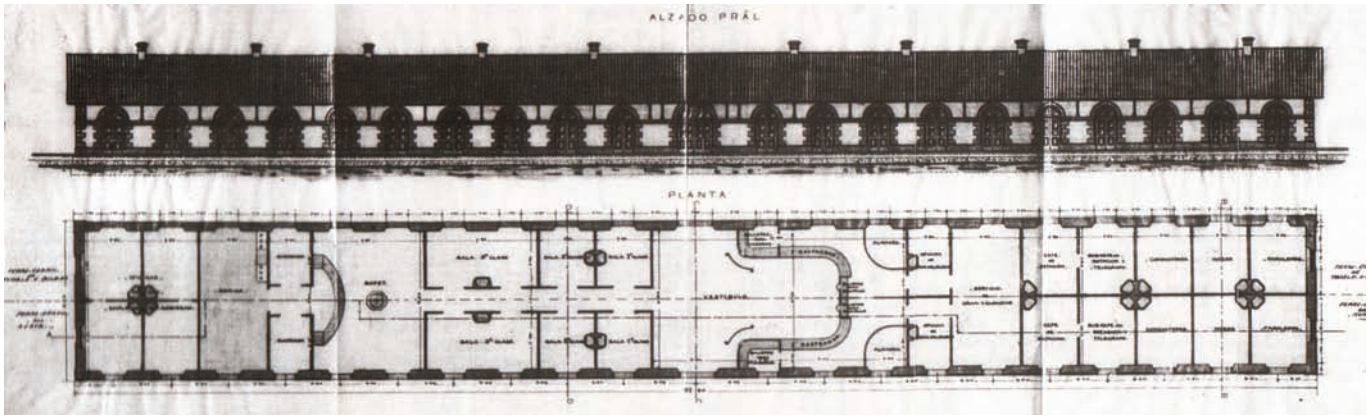
ESQUEMA ESTRUCTURAL

DISTRIBUCIÓN Y ORGANIZACIÓN ESTRUCTURAL: El edificio presenta una planta rectangular, con disposición longitudinal con los andenes, con la peculiaridad de servir de forma conjunta para los viajeros de dos líneas independientes, y que en su momento fueron gestionadas por compañías separadas: Madrid-Irún, al norte, y Tudela-Bilbao, que discurre por la parte meridional del mismo.

Con una longitud total de 87 metros, su anchura se divide en tres bloques: dos marquesinas laterales de 10 metros y el propio edificio de las dependencias, de 11 metros de ancho. El bloque central ha sufrido variaciones respecto a la configuración original adaptándose a las necesidades actuales de los usuarios y empleados. Además de los cambios de distribución en planta de las propias dependencias y la supresión de algunas de ellas (en un primer momento se separaba a los pasajeros de 1ª, 2ª ó 3ª clases), se recreció una planta en el núcleo más interior. No obstante, la fábrica de bloque central no contiene elementos metálicos.

En lo que respecta a la parte metálica de la estructura, las marquesinas, se disponen a lo largo de los andenes de forma simétrica a la entrada principal al vestíbulo, único elemento que rompe de forma trasversal con el resto del conjunto. Se trata de un total de 24 pórticos idénticos para cada una de los andenes principales, los cuales se distribuyen de forma regular, separados 4 metros entre sí, salvo los correspondientes al tejadillo de entrada al vestíbulo en su punto medio. En este caso se trata de de cuatro cuchillos, de los cuales los laterales se separan 1 metro de los otros dos centrales, que distan 4,20 metros entre sí. El resto, hasta alcanzar los 87 metros totales, lo constituyen sendos aleros de cierre en ambos extremos.

Pórticos longitudinales



Alzado y planta del edificio principal según el proyecto de Vignoles.

Alzado de uno de los pilares.

PILARES: Se trata de pilares de fundición de 15 cm de anchura y una altura total de 5 metros, contando los remates y refuerzos superiores de los nudos con momento máximo. Si bien los fustes son lisos, tanto la base como el capitel presentan molduras decorativas fundidas en la misma pieza.

En la base de alguno de ellos todavía puede verse el sello de los talleres ingleses donde fueron fundidos: "F. BRABY & Cº. LONDON". Los apoyos presentan un diámetro que supone aproximadamente el doble al resto del fuste.

Las columnas sólo se presentan en la parte exterior de la estructura, apoyándose directamente sobre los muros de fachada del edificio que contiene las dependencias ferroviarias.

Las dimensiones de los pilares, en comparación con el resto de edificio, resultan de gran esbeltez, otorgando una sensación de gran ligereza a la sección transversal, como si la cubierta superior se sujetara a sí misma, definiendo por otra parte una marcada línea de fuga cuando se intenta observar la profundidad del andén con ciertas perspectivas.

Pórtico testero.

VIGAS PÓRTICO Y CUBIERTA: Cada uno de los 24 pórticos laterales sostiene la cubierta mediante vigas armadas, montadas mediante palastros y perfiles roblonados, con un canto de 25 centímetros

Las vigas que conforman el pórtico a dos aguas, salvan una luz total de 10 m, mediante barras de 5,60 m cada una, con un desnivel entre la unión con los pilares y la línea cumbrera de 2,75 m.

Los puntos de concentración de esfuerzos, es decir, los nudos en los que se unen vigas y pilares entre sí, disponen de unos arcos que sirven de refuerzo de las secciones más solicitadas, profusamente decorados con motivos vegetales calados en el macizo fundido. Éstos se repiten en todas las direcciones: trasversales, según la dirección de los esfuerzos principales, y longitudinales, siguiendo la línea testera que define la viga riostra de cierre paralela al andén. También existen en la parte en ménsula bajo los aleros, de forma que los puntos de unión pilar-viga están rodeados de estas filigranas en las cuatro direcciones ortogonales al mismo. La longitud de estos refuerzos en vigas y pilares es de aproximadamente 1,45 metros.

Perspectiva de la repetición de los pórticos.

Detalle de las cartelas en los nudos de apoyo.

Detalle de los pórticos en la zona de cumbrera.

La cumbrera también presenta este tipo de refuerzos ornamentados, adoptando en este caso una curva tangente e las directrices de las vigas del pórtico, con un desarrollo total de unos 4 metros en curva entre las secciones de tangencia.

De esta manera las vigas se encuentran reforzadas en la mayor parte de su longitud, aproximadamente en un 70% del total, consiguiendo de esta forma una solución de uniones suavizadas, que a ojos del espectador no posee puntos angulosos en su conjunto, y generando un efecto de arco rebajado desde una perspectiva suficientemente alejada. El comportamiento estructural consigue de esta manera ser de forma similar al efecto visual que se pretende, al dejar únicamente un 30 % de las vigas en desarrollo lineal estricto.

Rosetón de remate entre pórticos en el acceso al vestíbulo.

Entrada principal de la estación.

La marquesina transversal del vestíbulo posee una configuración propia que la separa de la repetición en sentido longitudinal, duplicando los pórticos en la zona central, y aumentando la decoración en el hueco entre los mismos mediante remates con forma de rosetón, marcando la anchura necesaria para alojar a la entrada principal a las dependencias interiores.

Los pórticos extremos, junto al frontal del vestíbulo, se cierran mediante un dintel que soporta una cristalera en forma de cuadrícula, simétrica desde su eje central.

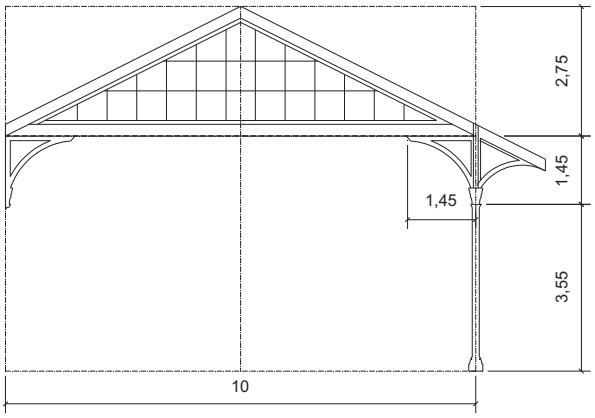
La cubierta superior protege al andén sobre correas también metálicas, disponiendo de lucernarios en el tercio central de las dos aguas que definen los pórticos.

CONJUNTO ARQUITECTÓNICO DEL EDIFICIO DE VIAJEROS: El edificio que puede visitarse en la actualidad es la solución definitivamente adoptada para dar servicio a los viajeros de las dos líneas que convergen en el nudo de Miranda. De forma previa esta distribución, fueron estudiadas otras formas de conseguir que las dos compañías implicadas pudieran funcionar de forma independiente y sin suponer obstáculos a los usuarios de sus trenes, entre los que destaca el proyecto redactado por el ingeniero Manuel Esttibaus (de marzo de 1.860, y con sucesivas reformas en los dos años posteriores), en el cual se preveían dos estaciones independientes unidas por un paso superior que daba acceso a los andenes principales de ambas, junto a un tercer andén central común. Las molestias que el uso de este paso podía generar entre los viajeros que tuvieran que intercambiar la línea hicieron desistir de esta idea, transformándola en un paso a nivel cubierto, sustentado por una doble hilera de columnas de fundición de altura suficiente para asegurar el gálibo mínimo de los trenes.

Interior de la marquesina.

Si bien la concepción inicial era aceptada por todas las partes, existía una fuerte convicción para buscar una solución de estación única, común para las dos compañías concesionarias de las líneas, reduciendo de esta forma la inversión inicial y mejorando la funcionalidad del propio edificio en los trasbordos. El proyecto definitivo fue redactado, como ya se ha mencionado por Charles B. Vignoles, firmado en julio de 1862 con fecha idéntica a la estación de Logroño, también ideada por el mismo autor.

La empresa que se encargó de la construcción fue la compañía inglesa Thomas Brassey, adjudicataria de las obras de toda la línea Tudela-Bilbao. El sello inglés queda patente en la arquitectura de la estación, con fuertes similitudes con estaciones británicas clasificadas dentro del gótico victoriano; de hecho, la estructura metálica se ejecutó a partir de las piezas trasportadas desde las funciones londinenses propiedad de Frederick Braby, heredando consigo las formas y hábitos constructivos propios de las islas británicas en esa época.



Alzado de la marquesina de los andenes laterales, y detalle de la placa de los talleres Zorita

Las primeras ideas barajaban la posibilidad de adoptar una solución de marquesina completamente en ménsula, empotrada en la fachada del edificio principal, y sin la presencia de las columnas de fundición, pero con anchuras lógicamente mucho más reducidas (entorno a los tres metros y medio) a diferencia de la estructura definitiva, con luces de 10 m, que permitía cubrir los andenes por completo.

En el resto del edificio se mezclan materiales pétreos, con el ladrillo y la madera del Báltico labrada... La iluminación natural se asegura con múltiples huecos en fachada a través de los cuales, y mediante los lucernarios previstos en la cubierta de los andenes.

La cadencia repetitiva, rítmica y acompasada de los paseos porticados evoca sensaciones de respiro, agudizadas por la propia amplitud de estos pasillos cubiertos, y que recuerdan al propio movimiento de las máquinas ferroviarias. So características propias de las construcciones semi-industrializadas, de concepción racional, buscando las ventajas de la seriación, prefabricación y estandarización propias de la época, pero sin menoscabo de aunar estos criterios puramente económicos con los artístico-arquitectónicos, para lo cual no falta el cuidado en los detalles de las filigranas, o de los remates en como el típico lambrequín de madera en las cornisas de los aleros.

MARQUESINAS DE LAS VÍAS LATERALES: Las exigencias de los usuarios y el tráfico de las líneas hicieron necesario ampliar la superficie cubierta hacia los andenes centrales.

Durante los años veinte del siglo pasado, se construyeron nuevas marquesinas metálicas en esta ubicación, y de forma simétrica para ambas líneas.

Se trata de sendas estructuras fabricadas en los talleres de Zorita (Valladolid), mediante perfilería estandarizada, formando piezas complejas mediante celosías, tanto en las en vigas en ménsula como en los soportes. Todas las uniones son roblonadas, incluyendo cartelas de chapa para rigidizar y conseguir sección suficiente para la transmisión de esfuerzos.

Los voladizos presentan una estudiada y cuidada forma curva, dotando de mayor calidad a acabado del conjunto. La gran cantidad de remaches roblonados que presentan dan una idea del trabajo artesanal necesario durante su ejecución.

Celosía longitudinal de la marquesina secundaria.

OTROS EDIFICIOS: Las instalaciones ferroviarias se completaban con una serie de edificios aledaños, necesarios para el trasiego de mercancías y la reparación de maquinaria. Los diseños de estos edificios estaban estandarizados, es decir, existía una especie de colección por tamaños de la cual escogía el más adecuado para la situación y necesidades particulares de la ubicación.

Dentro de éstos se encuentra el almacén de mercancías de la línea Madrid-Irún, de uso común para las dos Compañías que gestionaban la estación, y cuya cubierta consistía en una techumbre de cinc acanalado apoyado sobre columnas de función de altura suficiente para las operaciones que en ellas se realizaban.

Interiormente disponían de un espacio diáfano, con una planta de 50 x 6 m, elaborando de mampostería en los muros y cimientos, sillería en los zócalos de las bases, rematado con ladrillo y madera del Báltico y roble del país (que configuraban la estructura de cerchas de las cubiertas). La parte exterior volaba tres metros a cada lado, apoyándose sobre las mencionadas columnas de fundición.

Idénticas características poseía el almacén de la línea Tudela-Bilbao, diferenciándose en su superficie total, que en este caso era de 320 metros cuadrados.

De mayor envergadura e importancia logística era el edificio de cocheras y talleres de recomposición de locomotoras, común para ambas líneas, idéntico al de la estación de Logroño. En este caso también existían elementos metálicos en el diseño estructural.

No obstante, la presencia del hierro en estas dependencias era menor que el edificio principal de viajeros, sin poseer en este caso la entidad suficiente como para considerarla propiamente dentro de la arquitectura de este material, si bien sí encuadrarían dentro del marco más general de tipología industrial.

Vista aérea del complejo ferroviario de Miranda.

La estación a principios del s XX. AMB, FC-0805

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

Fototeca "Teodoro Sáez". Instituto Municipal de Historia. Miranda de Ebro (IMH)

ADAPTACION DEL PLAN GENERAL DE ORDENACIÓN URBANA MIRANDA DE EBRO

Catálogo de bienes protegidos, ficha E-1. UTE EPYPSA-URBAM, 2005

VÉLEZ CHAURRI, J.J.

"La estación de ferrocarril de Miranda. Una estación victoriana en la ribera del Ebro"

Miranda: Historia y Ferrocarril. Instituto Municipal de Historia, 1997.

FRANCISCO JAVIER RODRIGUEZ LAZARO Y JOSE MARIA CORONADO TORDESILLAS

Obras Públicas de España. Fotografías de J. Laurent 1858-1870

Universidad de Castilla La Mancha, 2003.

Fondo Gráfico del Archivo Municipal de Burgos.

Fondo Cortés: FC-0805

NAVASCUES PALACIO, PEDRO

Introducción al Arte Español. El siglo XIX. Bajo el signo del romanticismo

Editorial Silex, 1992

NAVASCUÉS PALACIO, PEDRO.

Arquitectura e ingeniería del hierro en España (1814-1936)

FUNDACIÓN IBERDROLA, Ediciones El Viso, 2007.

IGLESIAS ROUCO; LENA S.

Arquitectura contemporánea. Génesis y desarrollo 1760-1960.

Historia de Burgos (IV) Edad Contemporánea (TOMO 4)

Caja de Burgos, 2007.

DIEZ JAVIZ, CARLOS; JULIAN VIGALONDO, ALBERTO

Miranda de Ebro. Historia del Urbanismo y Guía de Arquitectura.

Ayuntamiento de Miranda de Ebro. 2001.

2. Mercados de abastos

ANTIGUO MERCADO NORTE DE BURGOS.

AÑO: Proyecto de 1899

Inauguración en 1903

TIPOLOGÍA: Estructura vista con pórticos de hierro y acero

ATRIBUIDO A: Saturnino Martínez Ruiz

OBSERVACIONES:

Se amplió lateralmente con una marquesina hacia el exterior en el año 1920, y se proyectó una frontal en 1931.

Fue demolido en 1967 por el estado ruinoso en que se encontraba, inaugurándose el nuevo mercado de la Plaza de España.

El antiguo Mercado Norte de Burgos se erigía en la Calle Santocildes con una planta rectangular y cubierta a dos aguas con linterna superior ligeramente elevada.

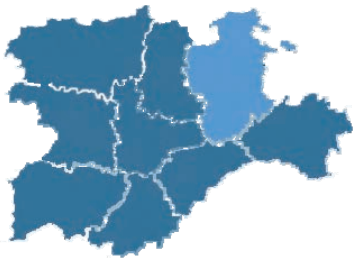
Sobre su alzado principal presentaba dos recrecidos faldones laterales que permitieron ampliar el número de puestos en el exterior hasta la construcción del moderno mercado en la ubicación actual de la Plaza de España.

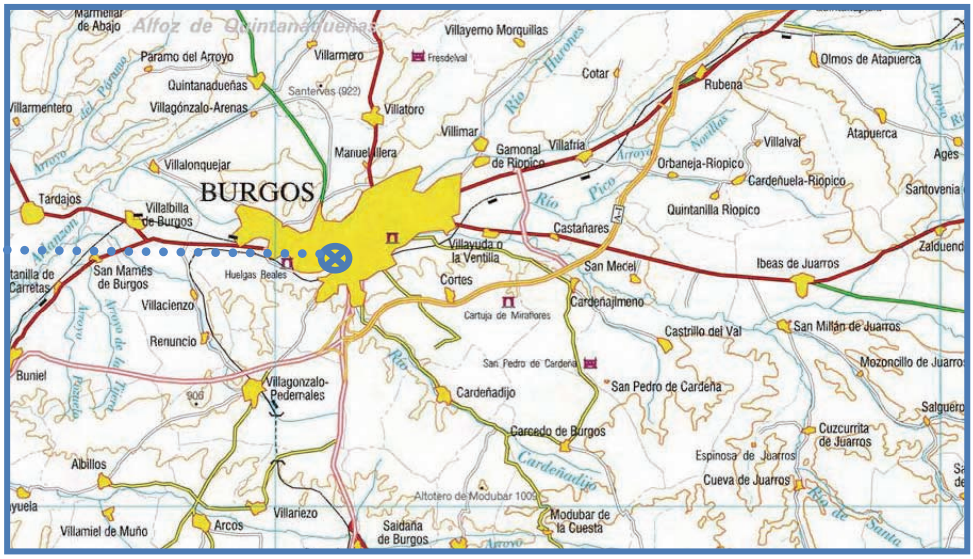
Se trata del más austero y sencillo de todos los diseños de mercado que realizó Saturnino Ruiz para el Ayuntamiento de la capital burgalesa.

Aspecto del Mercado de Santocildes, tras su ampliación con marquesina lateral (AMB, FO-18364)

UBICACIÓN

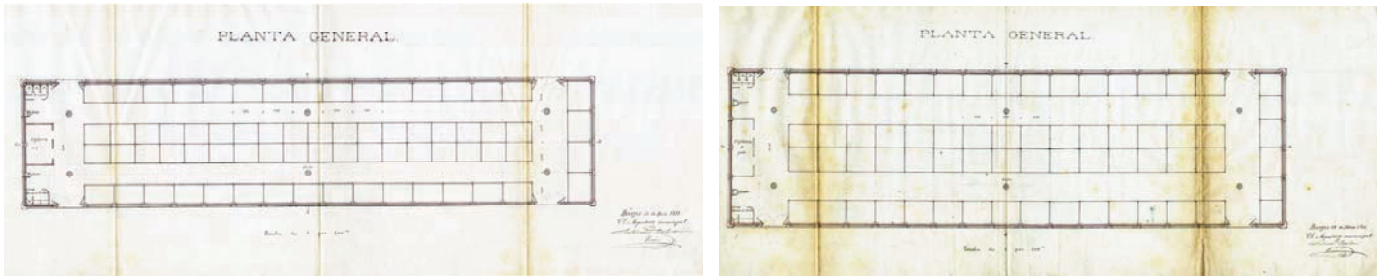
Núcleo urbano de Burgos capital.





ESQUEMA ESTRUCTURAL

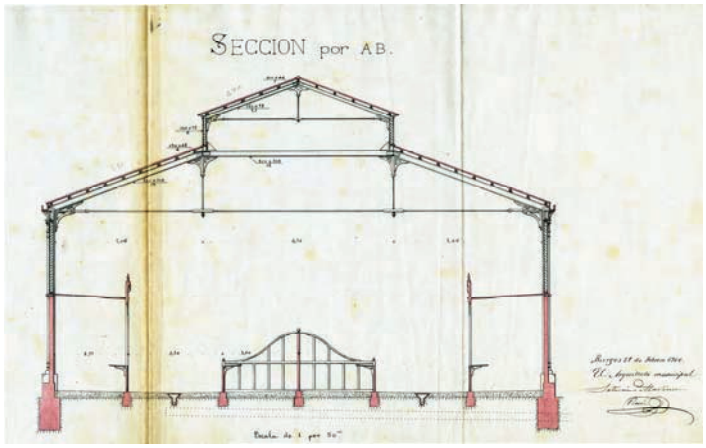
El proyecto que sirvió de base de la licitación se conserva en muy buenas condiciones, redactado por el entonces arquitecto municipal Saturnino Martínez Ruiz el año 1899. Éste incluye los planos de distribución, vistas generales y detalles constructivos correspondientes a las distintas unidades de obra. El edificio consistía básicamente en una nave de planta rectangular de 761 m^2 de superficie, con 60,40 m de largo por 12,60 m de ancho, quedando las puertas principales en las fachadas longitudinales con objeto de evitar exponer estos huecos a la cara norte. No obstante, se observan mínimas discrepancias ente los datos recogidos en la memoria del proyecto y la definición acotada de los planos debido a una modificación introducida sobre el documento original a modo de apéndice en 1900, si bien a efectos globales no constituyen un problema para concebir el volumen total que tuvo la obra con una anchura final de 17,4 m para permitir pasillos mayores. El número de puestos definitivo fue de 66 frente a los 70 inicialmente propuestos.



Planta inicial y definitiva del mercado Norte de Burgos.

El contratista principal de las obras fue don Valentín Marcos Salas, y según consta en los documentos municipales el acta de recepción definitiva se firmó el cinco de febrero de 1904 tras comprobación "in situ" del correcto acabado de las mismas.

PORTICOS PRINCIPALES:

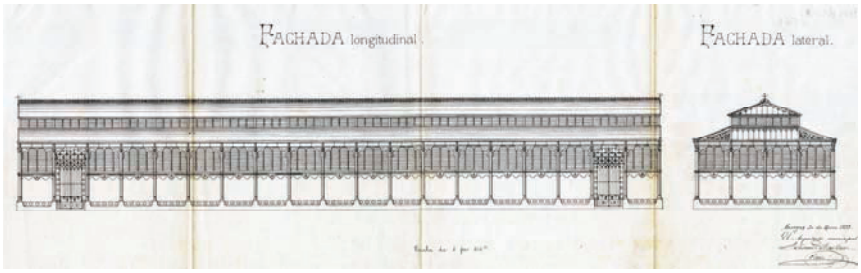


Sección transversal del mercado donde se distingue la estructura básica de sustentación: pilares, pares principal y secundario, junto a los tirantes y viga de contrarresto superior.

La estructura repite un total de 20 pórticos transversales biapoyados a dos aguas, formados por columnas de fundición de 5,50 m de altura, cuya sección presenta una forma hueca en U, semicircular en la parte exterior de la edificación, prolongándose hacia la menor dimensión de un rectángulo de 0,195x0,11 m en la parte interior del mercado. Estos soportes rectos fueron proyectados con un cuidados diseño con motivos vegetales en el capitel, y añadiendo adornos y molduras en las basas y a media altura del fuste, definidos únicamente para la parte vista de estos elementos. Se aprovechaba así la capacidad estética que permite dotar de curiosas y atractivas formas mediante hierro fundido y enfriado en moldes previamente vaciados.

Los pares de cubierta formaban una armadura compuesta por dos faldones principales de vigas de acero Bessemer (que ya en estos momentos se usaba comercialmente en las piezas a flexión), con una sección en doble T de 0,20 m de canto. Estas vigas inclinadas daban forma a las aguas, con una longitud de 3,50 m cada uno, dejando entre los mismos un hueco intermedio de 6,5 m que se cubría mediante una serie de vigas horizontales de contrarresto de idénticas características mecánicas.

Sobre esta parte central se sostenía una linterna que sobresalía por la parte superior y se elevaba mediante columnillas o pies derechos de 0,14 m de canto, que configuraban un par secundario en la zona más elevada. Este tejadillo se ejecutó mediante perfiles de acero en doble T de 0,1 m de canto, también de acero. La cubierta se completaba con un estudiado sistema de uniones y tirantes. Todos los nudos se reforzaban mediante cartelas de diseño específico según su posición, los cuales incluían huecos pasantes desde los que se suspendían directamente los tirantes (mediante discos de sujeción) o bien se disponían una serie de bielas previas que articulaban dichas uniones. Este último caso se observa en los tirantes horizontales, los que funcionaban realmente como tales, mientas que los pendolones que se suspendían del techo (a nivel del caballón y el contrarresto) sujetaban a los horizontales en su posición a la altura de unos nudos intermedios, desde los que se conseguía introducir la tensión necesaria mediante un sistema roscado. Estos atirantados se dispusieron a la altura de las uniones pilar-par, tanto a la altura del capitel de las columnas principales como de los pies de la linterna superior.



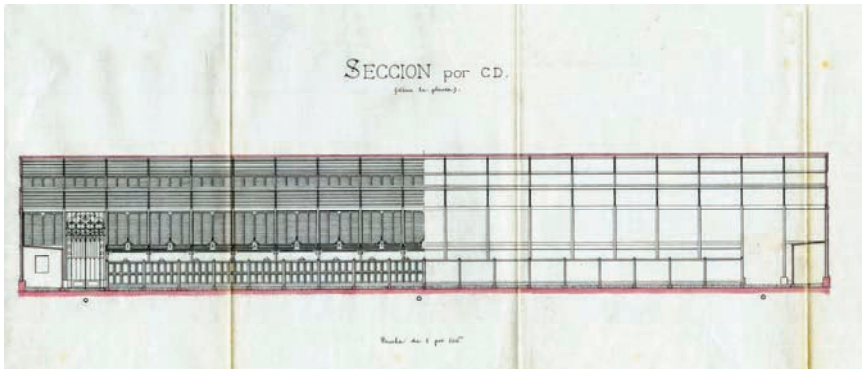
Diseño de las fachadas lateral y longitudinal.

El propio arquitecto explica en la memoria descriptiva que la justificación de la solución de la cubierta sobrevino de la imposibilidad de resistir toda la estructura apoyándola únicamente con los soportes laterales, de modo que se apoyó en la experiencia del mercado de Florencia para evitar la introducción de nuevos pilares interiores y conseguir así un espacio libre y luminoso.

Los pórticos testeros, las fachadas laterales, poseían una configuración especial por tratarse de caras vistas y expuestas. De esta manera incluían tres pilares intermedios de idéntica disposición que los laterales, dando continuidad a la fachada exterior del edificio por todos sus lados. Estas fachadas incluían ornamentación en el frontis de la linterna superior, con un escudo coronado y rodeado de filigranas de inspiración vegetal y con un remate final en la cumbrera.

PORTICOS LONGITUDINALES:

La edificación se arriostraba para conseguir un mejor funcionamiento conjunto mediante una serie de vigas armadas de hierro que unían los intercolumnios por la parte más alta de los capiteles y servían de apoyo a las vigas inclinadas de la cubierta. Estas vigas riostras se armaron con angulares en escuadra, de 0,05 m de anchura, que ataban a planchas de palastro. Mediante otras ménsulas de fundición calada, se elaboró la composición de la fachada de modo que con estas piezas se sostenían a su vez el alero y el canalón de pluviales, dando la sensación de que se trata de arcos polilobulados. Esta disposición se pretendía repetir en las fachadas laterales dando mayor homogeneidad al diseño al hacer un recorrido perimetral por el exterior del mismo, pero el posterior aumento de anchura hizo que parte del efecto se perdiera en la construcción definitiva.



Alzado y sección longitudinales, con las vigas de arriostrado que forman los pórticos en esta dirección, y el sistema de lamas que cerraban la fachada asegurando ventilación e iluminación.

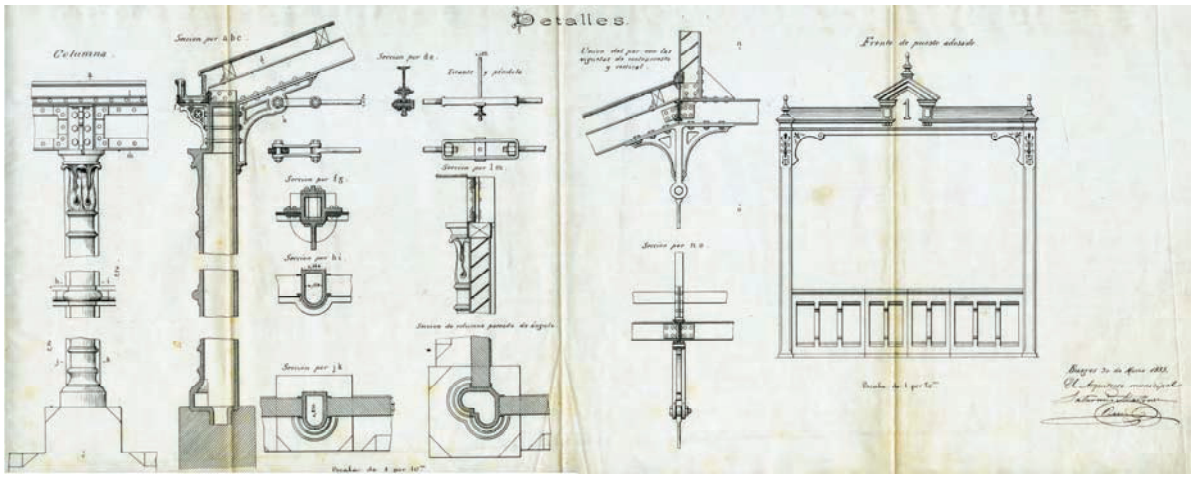
También en la cúspide se dispuso de una viguetilla longitudinal de atado en doble T, a lo que se sumaba un cerramiento longitudinal hasta 3,00 m altura de sobre la solera entre las columnas ejecutado mediante una fábrica de ladrillo prensado apoyada sobre zócalo corrido, que además de su misión divisoria permitía rigidizar los pórticos en esta dirección.

Las columnillas de la linterna se unían a la viga de contrarresto mediante escuadras de chapa, rigidizando de esta manera la parte más elevada del mercado. Los accesos, como ya se ha indicado, se abrían desde estas largas fachadas longitudinales, dos a cada lado y ubicadas en ambos extremos de las mismas, evitando de esta manera general una corriente con el viento dominante de componente norte que podría generarse con tal solución.

La cubierta se formaba mediante listones de madera sobre los que se grapaban planchas de zinc dispuestas a libre dilatación. Este mismo metal se empleó en los remates y cresterías de cumbrera.

OTROS ELEMENTOS:

El uso del metal también se aplicó a otros elementos secundarios, como las piezas para formar los canalones de agua, las puertas de entrada, o las piezas y marcos de sujeción de las lamas o persianas. Este último detalle, el de las persianas exteriores fue también objeto de cuidadoso estudio por el proyectista que pretendía en todo momento dotar de gran iluminación y correcta ventilación al interior del mercado de abastos. Para ello dispuso de placas de cristal esmerilado, las cuales permitían el paso de la luz pero filtraban en cierto modo los rayos solares que podían perjudicar a las mercancías que en éste se vendieran.



Diversos detalles constructivos para la resolución de nudos.

Este sistema se utilizó para conseguir los citados efectos en los costados, mientras que las fachadas laterales se cubrieron con planchas del mismo cristal en aras a proteger y dar abrigo al interior de los ya mencionados fríos vientos del norte. También se usó la fundición en las rejillas y los sifones de recogida de aguas, así como las puertas de entrada a los distintos puestos de venta que se construyeron.

Tal como se observa en los detalles de los planos, muchas de las uniones exigían placas adicionales para el roblonado en los nudos, si bien algunas de ellas se modificaron para su atado mediante tornillos tal como se explica en el anteriormente señalado apéndice a la memoria fechado en 1900.

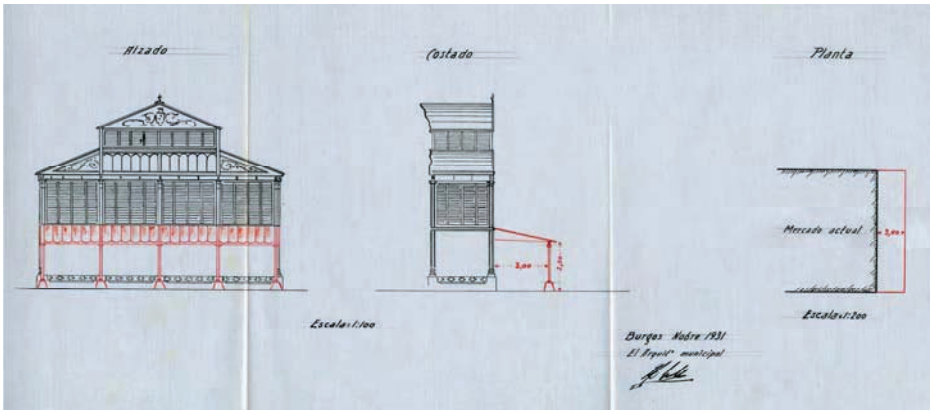
El aspecto de las fachadas del edificio fue deteriorándose tras años de uso (FO-23562-1 y 2).

PROYECTOS DE AMPLIACIÓN:

El año 1920 se proyecta y ejecuta una ampliación de la superficie para venta mediante la colocación de dos marquesinas adosadas en las fachadas del edificio. Las estructura compuesta de vigas inclinadas que se apoyaban por una parte en las fachadas laterales, y se sostenían mediante pilares de fundición en la otra se cubrió con chapas de zinc de manera similar a la cubierta principal de edificio.

Las reclamaciones de los comerciantes hicieron que, años más tarde, también se proyectara una nueva ampliación de la marquesina en la fachada norte. Esta modificación se diseñó en 1931 para garantizar unas condiciones mínimas de comodidad e higiene a los puestos que de forma habitual se agrupaban por entonces en aquella parte del edificio. Incluso el año 1940 un nutrido grupo de almacenistas de la ciudad suplicaba se ejecutara esta solución para así poder reservar sus mercancías protegidas de las inclemencias del tiempo. No obstante, la falta de presupuesto municipal hizo que, aunque se entendía la justificación de esta inversión, no se llevara acabo nunca.

El mercado era un punto de referencia para el comercio en la ciudad (AMB FC-0787).



Propuesta de ampliación exterior en uno de los pórticos testeros de 1931.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

Fondo Documental del Archivo Municipal de Burgos

18-1566; 18-1547; 1-1466

Fondo Gráfico del Archivo Municipal de Burgos.

Fondo general: FO-18364, FO-23562-1 y FO-23562-2

Fondo Cortés: FC-0787

IGLESIAS ROUCO, LENA SALADINA

Burgos en el siglo XIX. Arquitectura y Urbanismo (1813-1900)

Universidad de Valladolid, 1979

CASTAÑER MUÑOZ, ESTEBAN

La Arquitectura del Hierro en España. Los mercados del siglo XIX

Monografías de la Real Academia de Ingeniería, 2006.

MERCADO "TEODORO CÓRDOBA" DE PRADOLUENGO

AÑO: 1928

DIMENSIONES: Pórticos de 10 m de luz

TIPOLOGÍA: Pórticos

ATRIBUIDO A: ¿?

OBSERVACIONES:

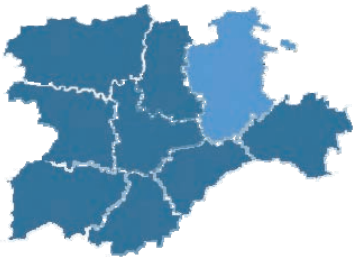
Tras una fuerte nevada, tuvo que ser reconstruido completamente en 1935.

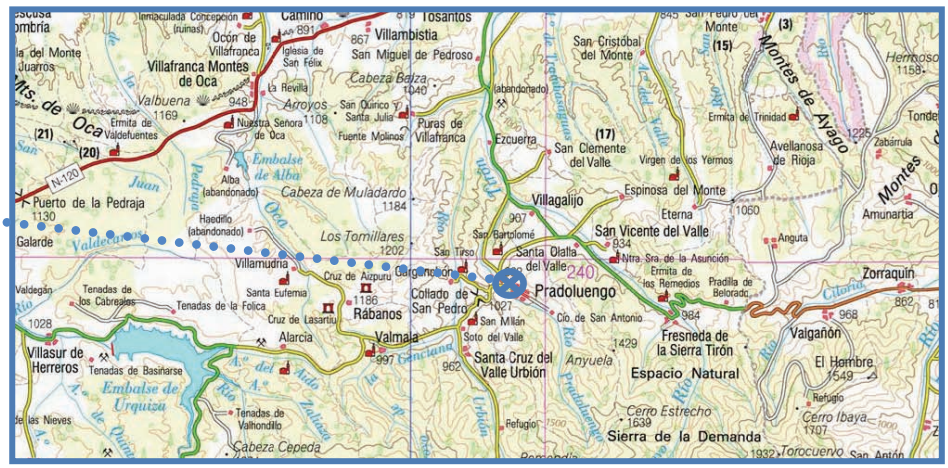
Tal como se señala en la placa de su fachada, el edificio fue construido y donado por un fabricante de bayetas, D. Teodoro Córdoba. Con posterioridad han sido cubiertas las fachadas laterales con cristaleras, dejando de esta manera un recinto cerrado que alberga en su interior diferentes puestos de venta.

Fotografía del mercado en la actualidad.

UBICACIÓN

Núcleo urbano de Pradoluengo (Burgos)





ESQUEMA ESTRUCTURAL

En el año 1928, don Teodoro Córdoba propone al Ayuntamiento de Pradoluengo la construcción de un nuevo mercado público cubierto totalmente a su cuenta, para poder atender así las necesidades del vecindario de esta localidad que el existente no permitía conseguir, y aportando para ello un diseño de la Casa Marrodán de Logroño. Plantea, en definitiva, desmantelar el hasta entonces utilizado (que también era metálico, con pilares de fundición un vigas de celosía), y cubrir con una estructura parte de la superficie de éste y del lavadero contiguo en el centro de la población. Para ello envía una carta directamente a D. Daniel Alcalde, concejal de esta institución (de la cual era entonces alcalde D. Miguel Zaldo).

Interior del mercado

En pocos años, 1934, una gran nevada provocó el derrumbamiento completo de la estructura, que no puedo soportar la carga y acabó rompiendo la base de los pilares. Este acontecimiento hizo necesario su reconstrucción por parte de la misma casa, según contrato aceptado por el pleno en marzo de 1935, y cuya obra se prolongó durante varios meses. El edificio definitivamente construido posee una planta rectangular de 38,8 m de largo por 10,36 m de ancho, flanqueado por dos muros de carga testeros que dan forma al conjunto. Interiormente el desarrollo longitudinal se organiza con un total de 9 pórticos metálicos separados 3,8 m entre sí y 4 m de los testeros, con pilares rectangulares divididos en tres tramos que se unen mediante recrecidos decorativos. De esta forma la parte central de cada columna posee algo más de la mitad de la longitud total del soporte. Sobre estas columnas se alza la serie de cerchas metálicas que compone la cubierta, que mediante una celosía en N a la inglesa, cubren la luz total del pórtico. Estos cuchillos se arman con una pareja de péndolas y jabalcones por cada lado, todos ellos de sección angular, sin tirante intermedio, de forma que el cordón inferior presenta un ligero peraltado en el tercio central.

Alzado de una de las arcadas longitudinales.

Las uniones quedan materializadas en todo caso mediante cartelas de chapa en los nudos, permaneciendo cosidos los distintos perfiles a éstas mediante roblones. Adicionalmente, en cada esquina de los pórticos se presenta un jabalcón adicional que une el nudo extremo con el pilar, reforzando de esta manera los triángulos extremos.

Exteriormente, la cubierta se prolonga en un pequeño voladizo o ménsula unos 70 cm a cada lado del mismo, mediante una pareja de escuadras curvadas que se arman interiormente con un aro de chapa. En sentido longitudinal, la estructura queda arriostrada mediante una serie de arcos rebajados que incorporan una nueva fila de nueve aros para formar el dintel, aumentando su diámetro hacia los lados. De igual manera las correas superiores permiten el atado del conjunto, quedando firmemente apoyados en los muros de carga laterales.

Modificaciones posteriores, éstas de finales del siglo XX, permitieron adaptarlo a las nuevas exigencias que los establecimientos debían de ir realizando para la venta al público: introdujeron un cerramiento exterior con la distribución interior de puestos y cambiaron las chapas de cubierta para mejorar sus características de aislamiento y ventilación.

Antiguo mercado con el lavadero adyacente.

La nevada de 1934 provocó el derrumbe completo de la estructura.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

SAINZ VARONA, CARLOS

Postales antiguas de la provincia de Burgos

Diario de Burgos, Cajacírculo, Excma. Diputación Provincial de Burgos, 2005

MARTÍN GARCÍA, JUAN JOSÉ

El desarrollo de la industria textil lanera en Pradoluengo (1720-1939)

Tesis Doctoral. Universidad de Burgos, 2005.

Fondo Documental del Archivo Municipal de Pradoluengo

Libros de Actas y Sesiones. Signaturas 202 (12 de enero de 1928) y 207 (24 de marzo y 2 de septiembre de 1935)

Expedientes de obras. Signaturas 1156 y 4100

En la Villa de Pradoluengo. Crónica Gráfica. Volumen I (1889-1942)

Asociación Cultural Recreativa Oropesa (A.C.R.O.), 1995

Archivo fotográfico de la Asociación Cultural Recreativa Oropesa (A.C.R.O.)

PROYECTOS DE MERCADO EN LA PLAZA DE LA LIBERTAD. BURGOS.

AÑO: dos proyectos (1889 y 1892)

TIPOLOGÍA: Estructura vista de hierro y acero.

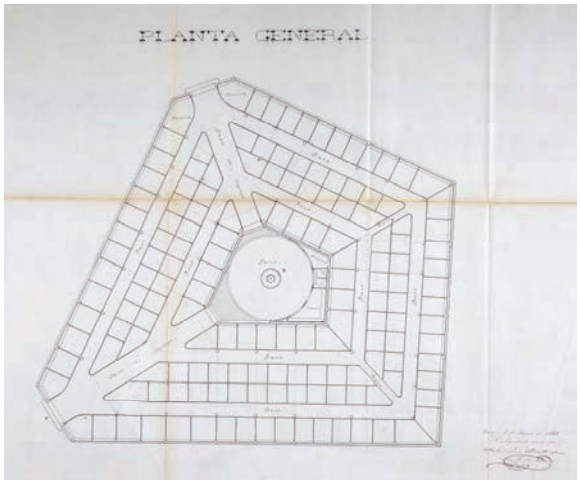
ATRIBUIDO A: Saturnino Martínez Ruiz

OBSERVACIONES:

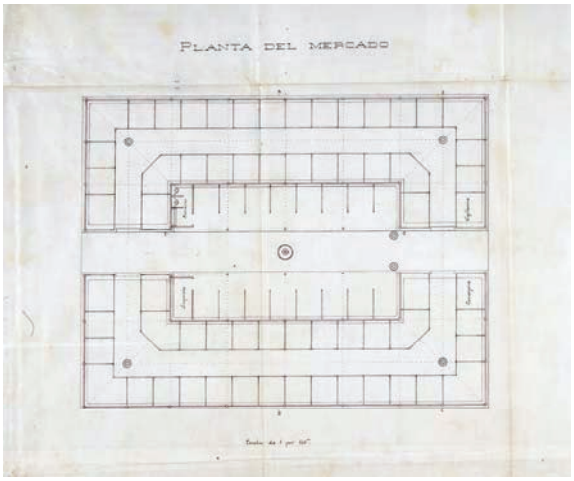
Ninguno de los proyectos redactados se llegó a construir.

La plaza de la Libertad fue objeto de dos estudios diferentes para alojar un mercado cubierto, considerando su posición estratégica en el interior de la ciudad, aunque ninguno de los dos proyectos vio finalmente la luz, dado los problemas advertidos por los vecinos de esta zona que esperaban una excesiva ocupación de las calles.

Así, el primer proyecto de 1889 proponía una planta irregular adaptada a la propia forma de la plaza, mientras que el segundo (de 1892) recortaba sus dimensiones hasta dotarlo de planta rectangular.



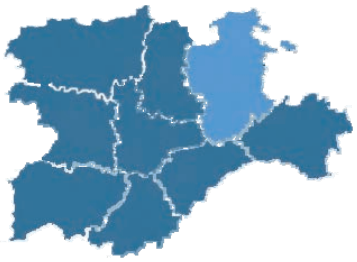
Planta del primer proyecto (1889)

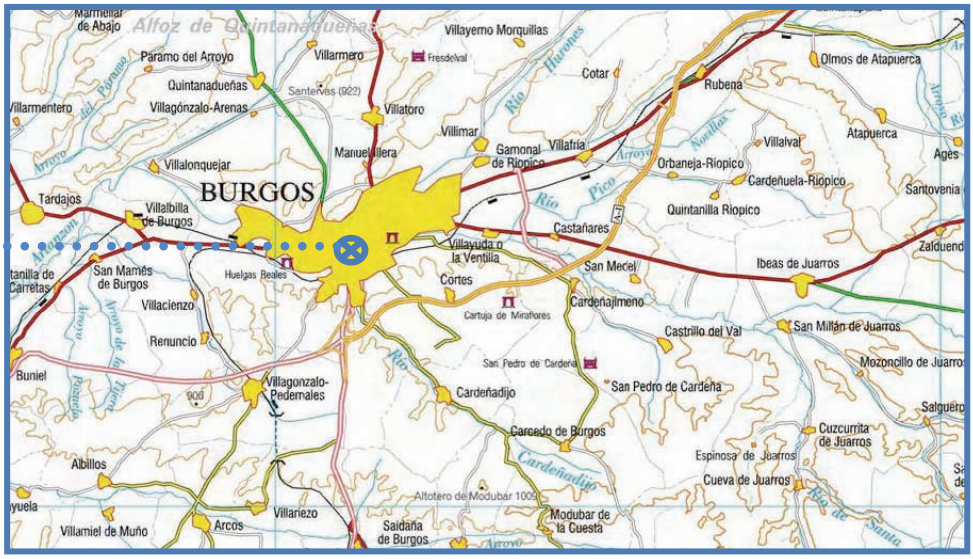


El segundo proyecto era rectangular (1892)

UBICACIÓN

Núcleo urbano de Burgos capital.

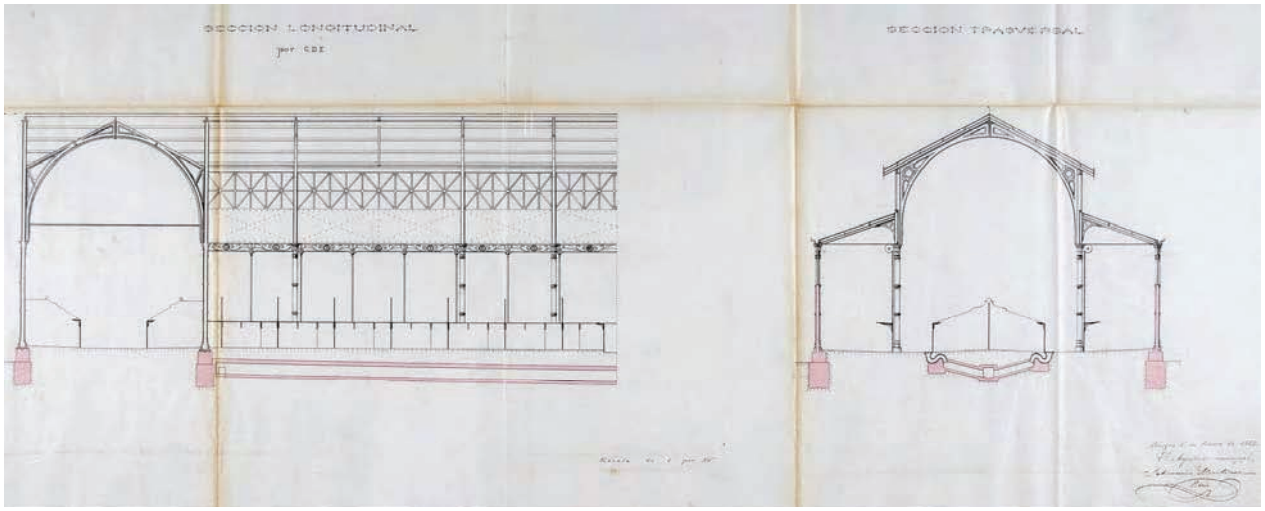




ESQUEMA ESTRUCTURAL

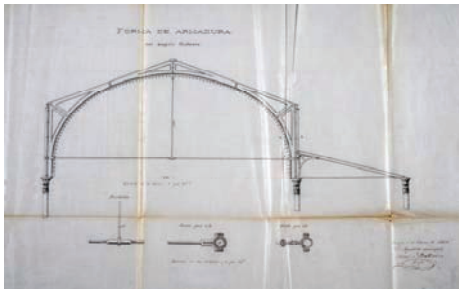
PRIMER PROYECTO

Del primero de los proyectos merece la pena destacar, por su singularidad respecto al resto de propuestas realizadas en distintas ubicaciones en la ciudad, la forma de adaptarse a la planta de la plaza en la que se pretendía ejecutar. Para ello el arquitecto municipal estudia en la memoria, de forma general para otros proyectos de este tipo, las tipologías de mercados de los que existen noticias, incluyendo datos de su diseño, materiales y dimensiones, tamaños y objetivos particulares. Establece un breve tratado histórico sobre las necesidades que se han resuelto desde épocas remotas, desde las soluciones de griegos y romanos, para luego señalar las últimas construcciones que eran conocidas en esa época, con objeto de aprovechar las disposiciones propuestas en otros lugares y adaptarlas al problema localizado que pretendía resolver en este emplazamiento.



Secciones longitudinal y transversal de la primera propuesta.

Los planos dejan ver una nave principal de que recorre un perímetro pentagonal irregular, con un patio central que albergaba una fuente pública. Sobre esta nave se adosaban dos laterales más pequeñas, apoyadas sobre la de mayor altura. La estructura señalada se rompía con dos nuevas naves que hacían de pasillo de entrada en prolongación de dos puertas de acceso que se ubicaban en dos esquinas del señalado polígono.

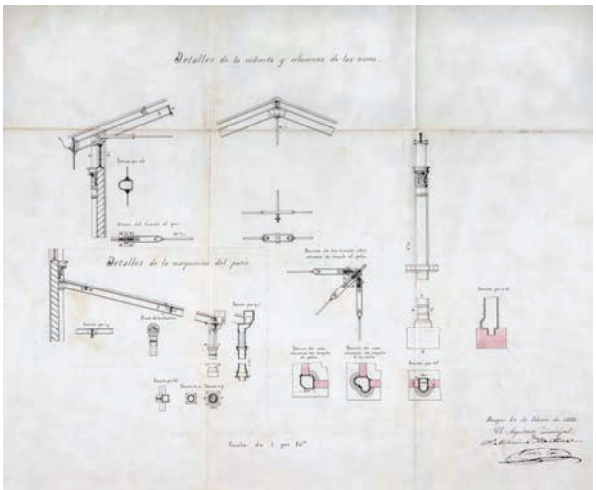


La estructura de cubierta es similar a la ejecutada en el Mercado de Palencia con la salvedad de los tirantes

La nave perimetral de mayor altura se diseñaba con pórticos de 8,6 m de anchura entre los pilares principales, con una cubierta formada por un cuchillo de vigas armadas formadas por piezas metálicas que adoptaban forma curva por su parte inferior, con una cuidada disposición constructiva de las piezas resistentes en seis partes buscando efectos estéticos y facilidad constructiva, de forma visible desde el interior del mercado de abastos.

La distancia entre pórticos no era constante, adaptándose a las especiales formas y encuentros que debían de resolverse, además de a la posición prevista interiormente para los puestos de venta (los pilares se hacían coincidir con la separaciones de los puestos en la distribución interior). Los pilares se diseñaban con una completa decoración tanto en basa, fuste y capitel (molduras a distintas alturas y motivos vegetales).

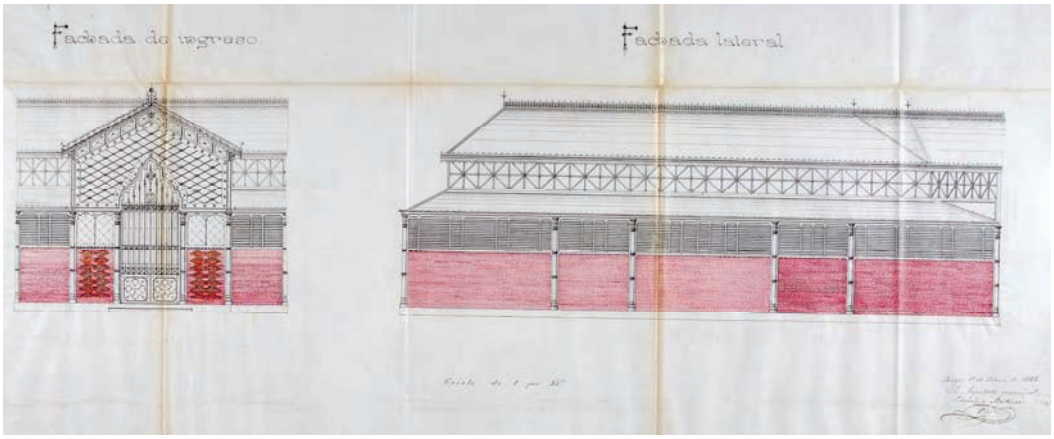
Se formaba así una especie de bóveda, donde las formas curvas (elípticas) pasan a ser los arcos que, aparentemente colgando de la parte más alta, sostenían y transmitían las cargas verticales hacia los soportes de fundición. Se intentaba de esta manera adaptar las tipologías conocidas para los materiales clásicos en las formas ya habituales en arquitectura (arcos y pilas), aunque se introducen tirantes intermedios que atan las cabezas de los pilares, mediante un sistema de barras redondas que se sujetaban mediante anillos que rodeaban a los cuchillos armados, y un pendolón que sostenía a un templador desde la cumbrera en el punto medio de la barra a tracción. Esta opción recuerda mucho a la ejecutada en los pasillos de conexión entre pabellones que Victor Baltard ejecutó en Las Halles de París. Así la luz de la nave principal permitía albergar bajo su cubierta dos puestos de venta y dos pasillos laterales, dejando espacio para incluir dos nuevos puestos más (uno a cada lado) mediante la ampliación que se conseguía con las naves que se apoyaban en este cuerpo básico.



Diversos detalles constructivos.

Las dimensiones en altura iban desde los 5 m de los pilares, sobre los que se apoyaban las cubiertas laterales y la cubierta superior, hasta la cota de cumbrera que ascendía a una cota de 11 m sobre rasante. Los tejados laterales se atirantaban también mediante redondos que unen los capiteles de los pilares interiores con los de las líneas exteriores, sobre los cuales también se sostenían los faldones laterales que salvaban una diferencia de aproximadamente 1,5 m de altura en su formación, y a los cuales se incluía una cartela para rigidizar el encuentro con la nave mayor.

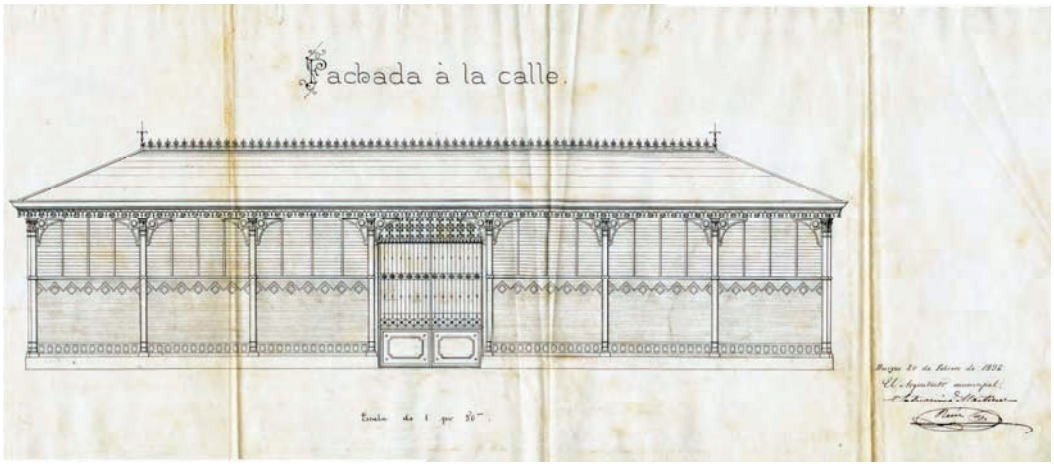
El arriostrado de los pórticos se realizaba mediante las correas de cubierta, una celosía longitudinal que hacía las veces de linterna en los costados (situada en el salto entre la nave principal y las secundarias), así como otras piezas que enmarcaban los ventanales que generaban los espacios entre columnas y que se rellenaban con un sistema de persianas o lamas de cristal esmerilado.



Fachadas frontal y lateral en el primero de los proyectos.

SEGUNDO PROYECTO

La excesiva superficie ocupada por la primera propuesta obliga a rehacer el estudio, partiendo de las mismas consideraciones que se indicaban en la memoria original, pero introduciendo como premisa el mantener unos pasillos laterales mínimos de 10 m (separación entre edificios cercanos) para permitir una correcta circulación por las calles existentes, previendo una superficie rectangular cubierta de 574 metros cuadrados. Los materiales y disposiciones constructivas descritas en la memoria y presupuesto son similares a los previstos en el primer proyecto.



Plano de fachada de la segunda de las propuestas de mercado.

La distribución interior se realizaba en este caso mediante un patio central de 170 metros cuadrados que servía de pasillo distribuidor, y del que nacían otros dos pasillos laterales de 3,1 m de anchura rodeando el perímetro del edificio. La parte cubierta se formaba mediante unas naves que rodeaban el patio y que albergaban dos filas de puestos, una a cada lado del pasillo central, además de la tapada en la zona del patio mediante una marquesina interior. Las naves se formaban mediante una serie de pórticos biapoyados a dos aguas, con delicados pilares de fundición que incluían numerosos detalles decorativos hasta una altura de 5 m, punto en el que nacían los pares de cubierta también metálicos hasta el caballón de cumbrera, previsto a 6,5 m sobre la rasante interior. La menor altura total responde también a las inquietudes que los vecinos habían mostrado con la propuesta anterior en esta plaza, pero asegurando una correcta ventilación interior.

Los pórticos se separaban a unas distancias que varían entre 3,15 y 4,20 m, para adaptarse a las formas prismáticas y los encuentros de naves. Los ya mencionados pilares de fundición estaban dispuestos a 6,30 m, contrarrestando el empuje lateral con tirantillos redondos de 22 mm de diámetro, los cuales se unían a los capiteles mediante bielas en forma de diapasón, y quedando sujetos por el templador que, dispuesto en su punto medio, se sostenía desde cumbrera mediante un pendolón del mismo diámetro que el propio tirante.

Los pares se preveían formar mediante vigas de hierro laminado en sección doble T de 12 cm de ascuadría, y de igual manera se ejecutaban las marquesinas previstas para el patio interior y las diagonales de encuentro de naves. El arriostrado longitudinal se conseguía con la combinación de varios elementos constructivos:

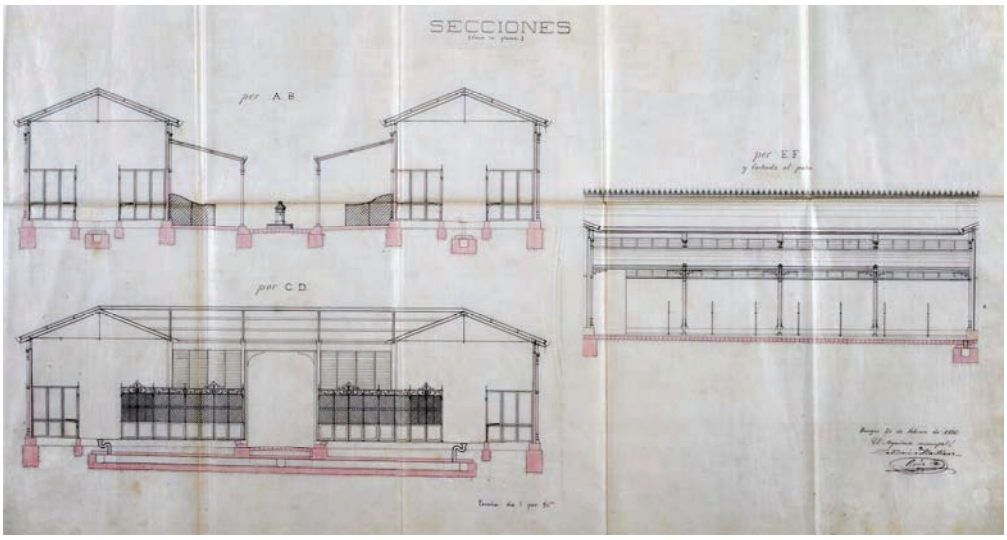
- Un zócalo inferior de ladrillo de 2,4 m de altura, en los intercolumnios, para lo cual se diseñaban aletas en los pilares que permitían albergar esa fábrica con la mínima holgura posible.

- Vigas en doble T que unían los caballones de los pares principales en las naves largas y cortas.

- Barras metálicas que rodeaban al edificio enmarcando las partes huecas a la altura del zócalo y el alero de las fachadas, reforzándose las esquinas superiores de las columnas mediante cartelas en forma de ménsulas curvas, con dibujos en relieves decorativos.

Las correas usadas para formar los aleros de cubierta, mediante perfiles en U en las naves principales (longitudinales o largas y transversales o cortas) y viguetillas doble T para la marquesina del patio.

También se pretendía usar la tecnología metálica en el resto de elementos interiores del mercado: columnillas de hierro macizo para la formación de los puestos de venta, con enrejados de hierro dulce en los frentes y techos, chapas de palastro en las separaciones entre ellos y chapas de hierro con baño de porcelana para los mostradores. E incluso piezas de hierro eran las que formaban los bastidores y sujeciones de las lamas o persianas de cristal esmerilado con las que se cubrían los grandes huecos de fachada, con objeto de permitir la ventilación y la correcta iluminación del edificio.



Plano de secciones transversales

Finalmente, la techumbre de la cubierta se proyectaba con chapas de zinc a libre dilatación, con un estudiado y justificado sistema de grapado para evitar el rasgado del metal por efectos de la temperatura o insolación, rematado todo ello con crestería de cumbrera también de zinc (para evitar la formación de una pila galvánica al entrar en contacto con hierro, que aceleraría la corrosión).

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

Fondo Documental del Archivo Municipal de Burgos

17-4214

IGLESIAS ROUCO, LENA SALADINA

Burgos en el siglo XIX. Arquitectura y Urbanismo (1813-1900)

Universidad de Valladolid, 1979

CASTAÑER MUÑOZ, ESTEBAN

La Arquitectura del Hierro en España. Los mercados del siglo XIX

Monografías de la Real Academia de Ingeniería, 2006.

PROYECTO DE MERCADO EN LA CALLE SAN PABLO. BURGOS.

AÑO: 1899

TIPOLOGÍA: Estructura vista de hierro y acero

ATRIBUIDO A: Saturnino Martínez Ruiz

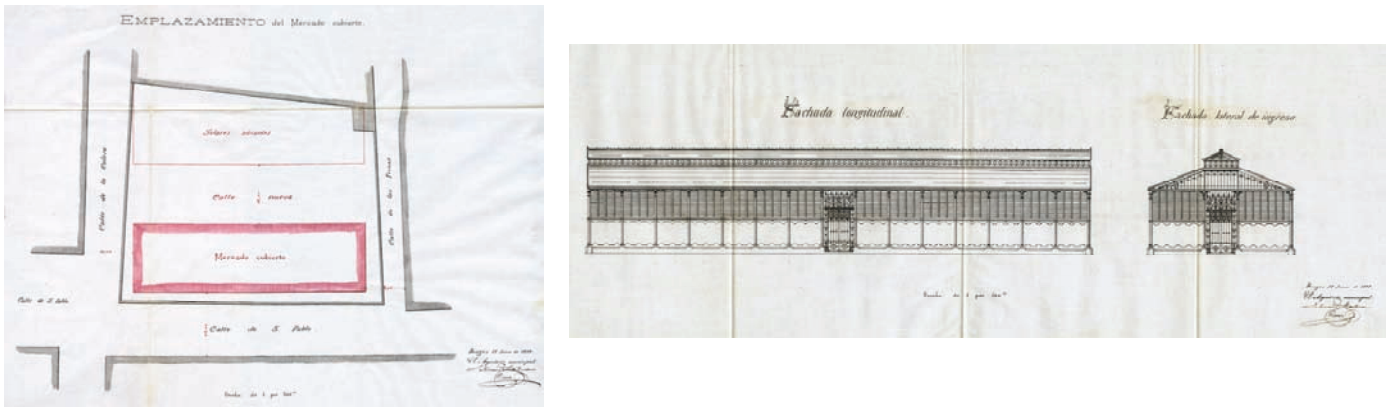
OBSERVACIONES:

Nunca se llegó a ejecutar el proyecto por discrepancias con la propiedad de los terrenos.

Se trata de uno de los varios proyectos que no fructificó, aun cuando las necesidades de puestos de venta justificaban la búsqueda de distintas ubicaciones para los comerciantes.

La propiedad de los terrenos, que se llamaban la Huerta de la Mitra, correspondía al Arzobispado de Burgos.

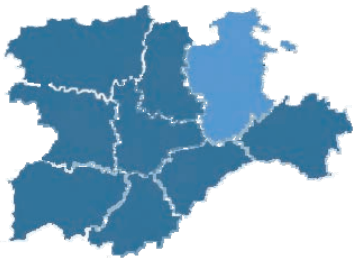
Su diseño resulta muy similar al proyecto del Mercado Norte, que fue el único que finalmente consiguió erigirse.

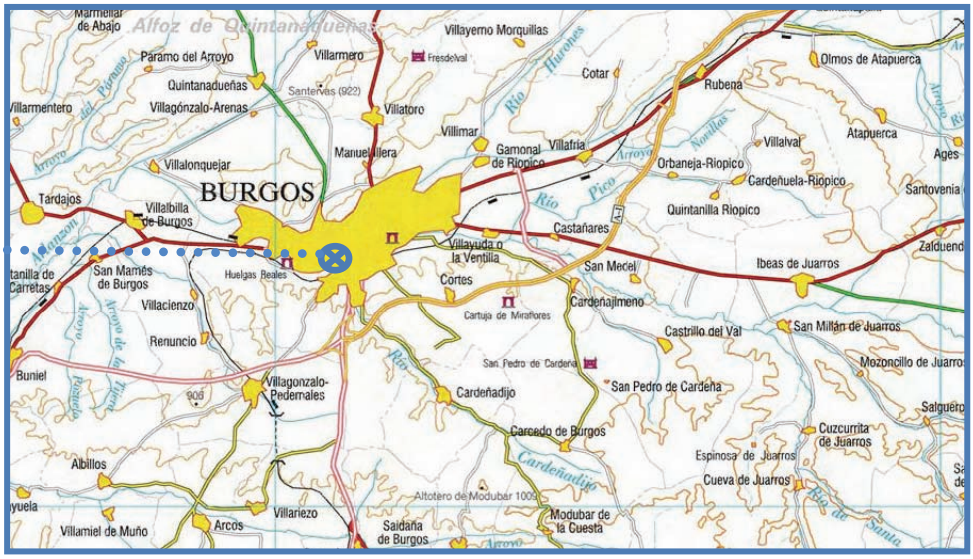


Emplazamiento y alzado del mercado según el proyecto de Saturnino Martínez (AMB, 18-4555)

UBICACIÓN

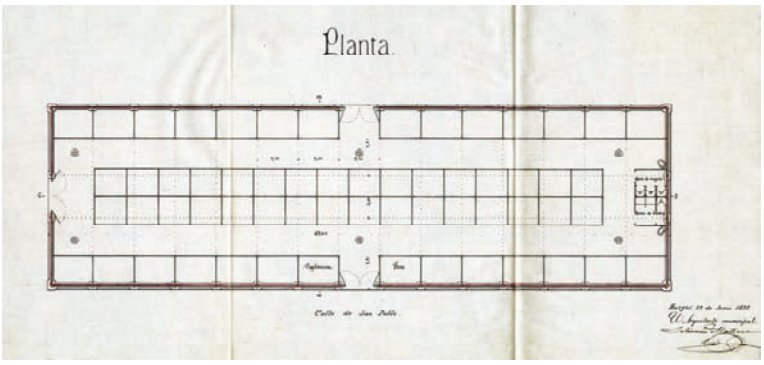
Núcleo urbano de Burgos capital.





ESQUEMA ESTRUCTURAL

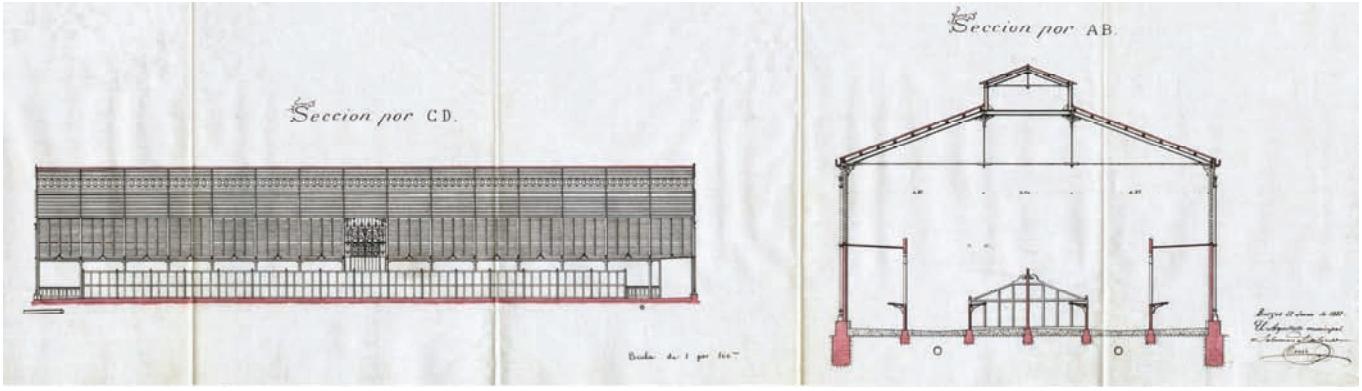
De forma casi paralela al proyecto de la plaza del General Santocildes, el Mercado Norte, Saturnino Martínez (entre otras opciones) redacta otro muy similar en la Calle San Pablo para aprovechar el solar que en ese momento ocupaba el denominado Huerto de la Mitra. Con una planta rectangular de 47 m de longitud y 13,6 m de anchura, preveía tres puertas al exterior en el centro de respectivas fachadas. La parte más larga se orientaba en sentido de la mencionada calle, quedando los lados laterales en la Calle de la Calera y de las Trinas, y su interior se albergaba espacio suficiente para 60 puestos de venta.



Planta del mercado propuesto por Saturnino Martínez para la C/ San Pablo.

PORTICOS PRINCIPALES:

Los pórticos principales guardan una gran similitud con el señalado Mercado Norte: nave de dos aguas biapoyada con una pequeña linterna superior. Los detalles de los planos existentes demuestran un cuidado aprovechamiento de las posibilidades de la fundición, habitual en la propia Arquitectura del Hierro como estilo utilizado para este tipo de edificios. En este caso se preveían 16 pórticos en total, con columnas de hierro fundido decoradas con relieves de hojas y rebordes salientes en los ábacos, junto a formas torneadas y curvas a la altura de la base del pilar.



Secciones longitudinal y transversal, con el esquema de los pórticos.

Los fustes de las columnas presentaban sección hueca en forma de U, de 5,50 m de altura, y sobre ellos se apoyaban vigas inclinadas de acero Bessemer de sección doble T y 16 cm de canto, con una viga central de contrarresto de idéntica escuadría que cubría una luz de 3,10 m. Las vigas inclinadas conformaban el par principal y sobre el contrarresto se proyectaba una linterna también de acero, con pies derechos y vigas previstas con sección doble T de 0,12 m de canto. La unión al contrarresto de la linterna se realizaba mediante escuadras de enlace roblonadas a ambas partes, y también se utilizaba la fundición para las molduras decorativas que formaban el alero superior.

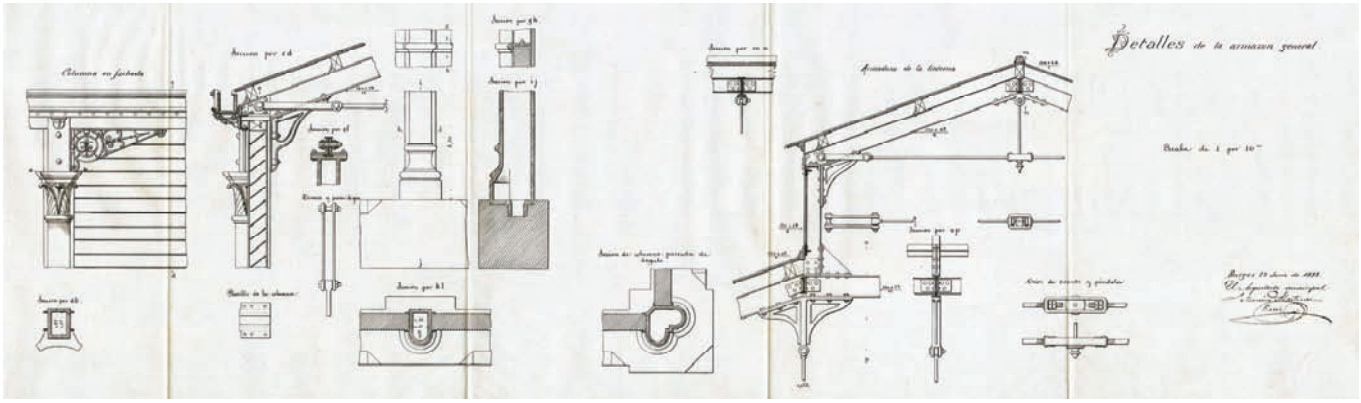
Para cubrir la luz total de la nave sin apoyos intermedios, el arquitecto proponía un atirantado transversal a cota de aleros de cubierta principal y linterna, con un sistema de pendolones y tirantes para los que se diseñaban piezas especiales en los puntos de unión. Los nudos se reforzaban mediante cartelas de fundición con formas de escuadras curvas, roblonándose para asegurar la continuidad de los esfuerzos. Este sistema es similar, si no idéntico por las diferencias derivadas de las propias dimensiones del mercado, al que se ejecutó definitivamente en el Mercado Norte.

La fachada lateral de acceso, con el hueco de la puerta, era algo diferente con decoración similar a la de las fachadas laterales y pilares para formar la entrada. Incluía además un frontis superior con dibujos en relieve, y un gran ventanal trapecial cuyos vértices exteriores se remataban con filigranas geométricas, vegetales y flechas.

PORTICOS LONGITUDINALES:

Para conseguir un funcionamiento conjunto de la estructura, se planteaba la disposición de una serie de vigas para atar y relacionar los vértices de los pares principales a la altura de su encuentro con el contrarresto (doble T de 0,12 m), así como otra viguetilla a la altura del caballón de la linterna, en este caso dobles T de 10 cm.

En las fachadas largas este arriostrado se proponía mediante una serie de molduras de fundición decorativas a la altura del canalón, con formas que buscaban la sensación de arcadas al observar la edificación desde cierta distancia. Este efecto no se conseguía en las fachadas laterales, más cortas, ya que la distancia entre las columnas era mayor y la apariencia que se lograba era la de simples cartelas.



Detalles de los nudos y cartelas, de tipología similar a la de los otros mercados que se intentaron promover en aquél momento.

También se disponía una moldura a media altura, para atar los fustes en estos puntos y servir de marco a la zona reservada a las persianas, separándolas del murete inferior ejecutado con fábrica. Estas persianas o lamas, estaban previstas de cristal esmerilado, por la luminosidad que permitía introducir en el interior de las estancias huecas conseguidas con el atirantado, de forma paralela a una adecuada ventilación, pero persiguiendo minimizar los perniciosos efectos que la luz directa podría generar sobre los perecederos y frescos que se pretendían comerciar en su interior.

La formación de la cubierta se conseguía mediante chapas de zinc grapadas a listones que se sujetaban a las vigas con escuadrillas, y también se proponía rematar la cumbrera con crestería. Otro detalle a reseñar que el hueco longitudinal de la linterna, que no disponía de las lamas anteriormente descritas, sino planchas de cristal que tapaban totalmente este hueco. Para ello también se usaban perfiles de acero en T en los marcos de esta parte.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

Fondo Documental del Archivo Municipal de Burgos

18-4555

CASTAÑER MUÑOZ, ESTEBAN

La Arquitectura del Hierro en España. Los mercados del siglo XIX

Monografías de la Real Academia de Ingeniería, 2006.

PROYECTO DE MERCADO TRAS EL PALACIO DE JUSTICIA. BURGOS.

AÑO: 1899

TIPOLOGÍA: Estructura vista de hierro y acero

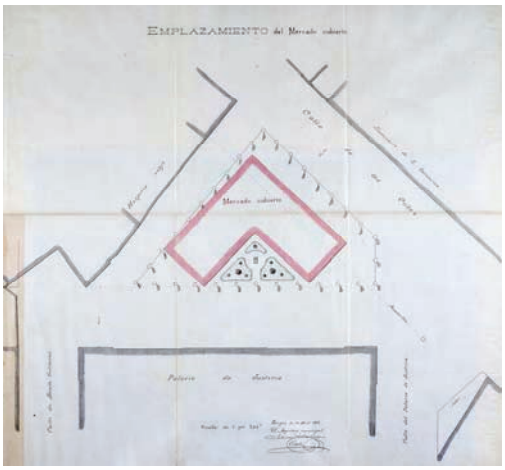
ATRIBUIDO A: Saturnino Martínez Ruiz

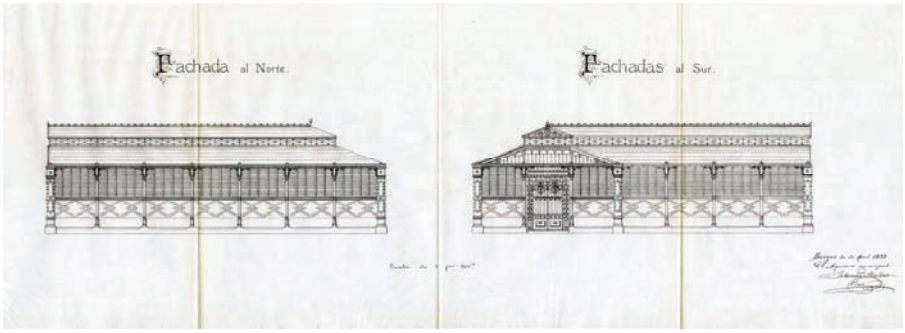
OBSERVACIONES:

Nunca se llegó a ejecutar el proyecto.

Dentro de los esfuerzos municipales por conseguir superficie para comercio, se buscaban las posibles ubicaciones disponibles para este tipo de edificios.

Las traseras del Palacio de Justicia fue uno de los espacios que se estudiaron, y el diseño buscó adaptarse de forma eficiente al solar existente. El proyecto nunca vio la luz y quedó archivado.

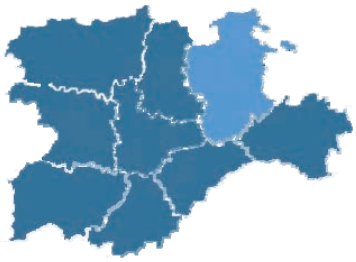


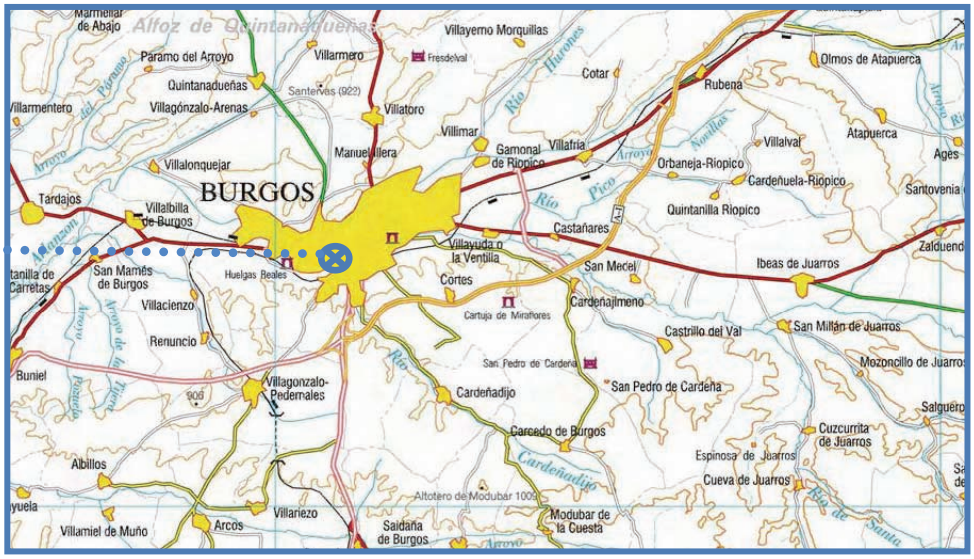


Emplazamiento y fachadas norte y sur en los planos del proyecto (AMB, 18-4554)

UBICACIÓN

Núcleo urbano de Burgos capital.





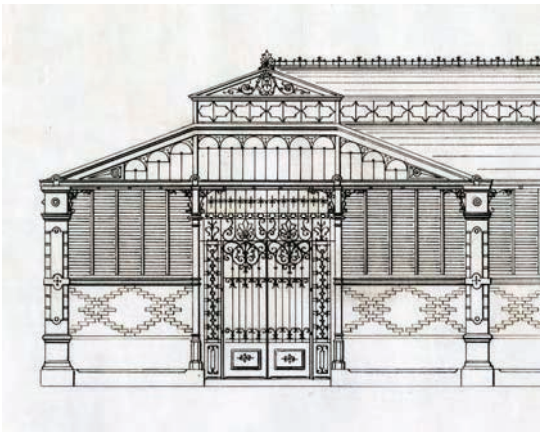
ESQUEMA ESTRUCTURAL

Se trata otro de los proyectos de Saturnino Martínez en su figura de arquitecto municipal. El diseño de partida repite básicamente la serie de propuestas que formuló casi simultáneamente en varias localizaciones ese mismo año, pero no por ello se pueden dejar de observar los notables esfuerzos del proyectista por dotar de diferencias que otorgaran a cada uno de ellos una propia personalidad, sobre todo en los cuidados detalles arquitectónicos que pueden comprobarse en la delineación de los planos, y en las energías gastadas a la hora de definir ciertas consideraciones constructivas que eran particulares en cada caso.

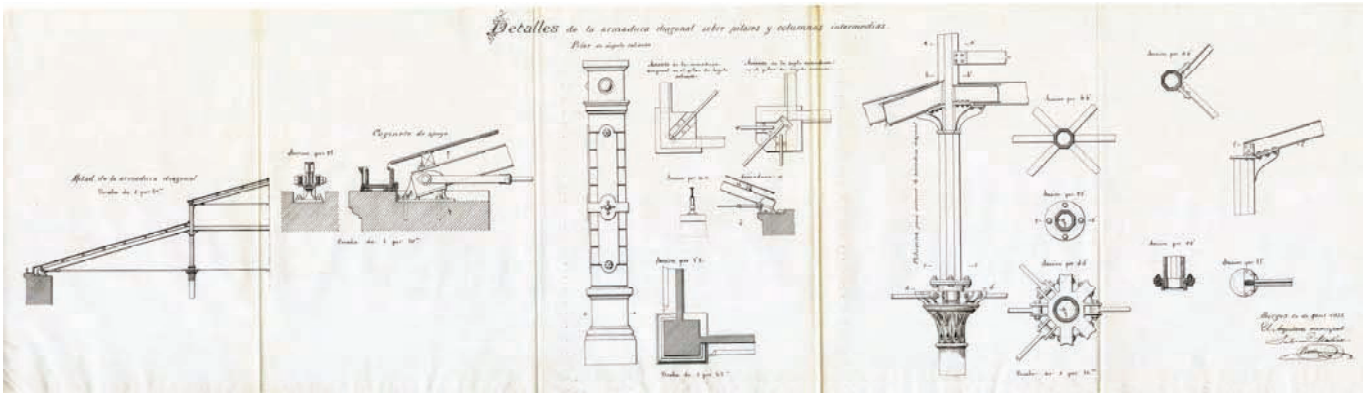
Ya en la memoria, se expone que se utilizaban muchas de las conclusiones y datos del estudio realizado para la Plaza del General Santocildes. En este caso, según se deduce de los planos que se conservan, la planta del mercado era una L de brazos simétricos, cuyos lados mayores (los exteriores) alcanzaban los 28,5 m mientras que los interiores, más cortos, se prolongaban a lo largo de 17,2 m.

PORTICOS PRINCIPALES:

Con una luz total de 12 m entre ejes de las columnas de fundición de 5,50 m de altura, se proyectaban las dos naves perpendiculares de la mencionada L, con 5 pórticos cada una, mientras que el encuentro de las mismas se resolvía con un aparejo especial en esa diagonal. Tal como se describe en la memoria del proyecto, los soportes se disponen a una separación mayor que en la propuesta del Mercado Norte que, como se ha advertido, sirvió de base para esta nueva posibilidad que se planteaba. En este caso esta distancia llegaba a los 4,30 m entre ejes, por lo que se proponía un ligero aumento de la sección mecánica resistente hasta llegar a un diámetro de 18 cm, si bien en todo momento existían una reserva resistente respecto a la sección estrictamente necesaria para hacer frente a los esfuerzos puros de compresión que llegaban desde las partes superiores del edificio. Este suplemento se justificaba para poder soportar también cualquier tipo de empujes laterales o reacciones no previstas en dirección horizontal, de igual manera que se incluyen la correcta conexión o *relación* (como así indica el propio Saturnino Ruiz en sus descripciones) con el resto de fábricas con las que se combinan en el conjunto de las naves, sin menoscabo de tener presente en todo momento que el acabado final debía de ser decorativo.



Alzado del pórtico testero.



Detalles de pilares y nudos de encuentro par-columna.

Las mencionadas columnas permitirían la formación de los pórticos principales a dos aguas, biapoyados, con una linterna sobresaliendo por su parte más alta. La cubierta preveía un sistema atirantado como en el resto de mercados que proponía, enlazando vigas de directriz recta en doble T de 0,18 cm de canto que formaban el par principal, dotándolas de la adecuada pendiente de evacuación de las aguas (20 grados respecto a la horizontal). Estas vigas de acero Bessemer se prolongaban desde los capiteles de las columnas hasta la cota de formación de la linterna, nudo en el que insistirían sobre una viga de contrarresto de idéntica sección y que relacionaba los dos faldones a esta altura. Las cabezas superiores de las columnas se proponían unir por otra parte por un sistema atirantado que incluía unas piezas especiales en estos puntos a modo de bielas en diapasón, de modo que pudiera asegurarse la unión al redondo de 30 mm que se proponía como tirante. La tensión se introducía desde unas piezas intermedias llamadas templadores que disponían de un sistema roscado para recortar la longitud de las barras redondas que se unían en esta sección. El par secundario, el más alto, se formaba mediante perfiles doble T de acero de 12 cm de canto formando los pies derechos de 0,80 m que elevaban este segundo cuerpo sobre la cubierta principal. Desde este punto se cerraba superiormente la estructura con perfiles de la misma escuadría y se completaba el atirantado horizontal sujetándolo con dos pendolones desde los extremos del contrarresto.

Un sistema similar al anteriormente descrito se usaba en este tejadillo superior, con redondos de 16 mm, y un nuevo pendolón que sujetaba el templador desde la cumbrera, la cual se alzaba a una cota de 9,5 m sobre rasante interior. Todos los nudos de unión se reforzaban mediante cartelas de fundición de formas curvas y aligeradas, de dimensiones ajustadas a las de los elementos que unían y pretendían rigidizar.

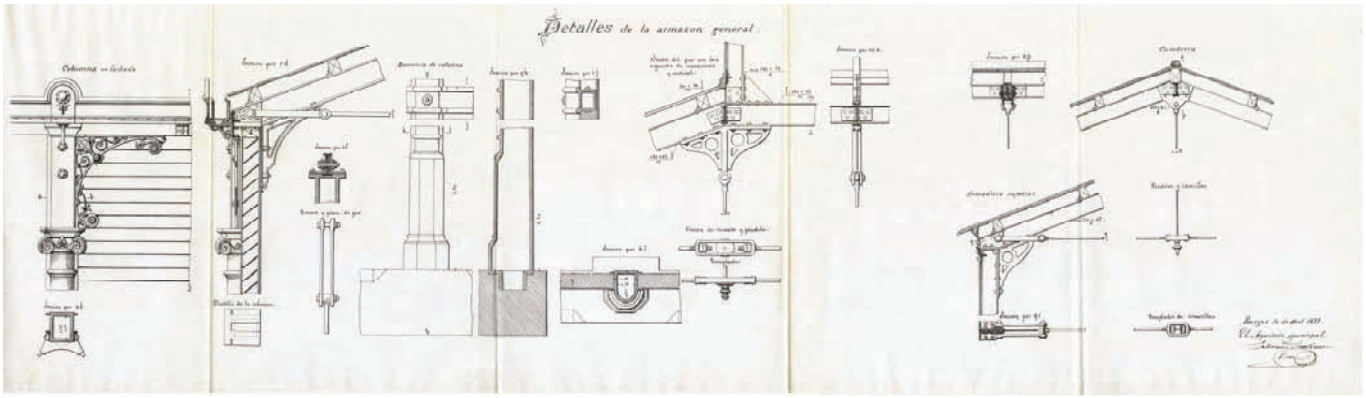
Este conjunto de armaduras se repetían en ambos brazos de la planta en L, hasta el encuentro de ambas naves en la línea diagonal. En esta parte era necesario recurrir a un pilar intermedio dado que la anchura de este pórtico pasaba de los 12 a los 18 m, situándose este soporte en el punto en que convergían las líneas de pilares de los dos sentidos. De esta manera se conseguía dar la continuidad de la repetición de pórticos en las dos direcciones ortogonales, acumulando en este nudo cuatro tirantes: dos correspondientes a los propios de las naves (los descritos anteriormente), y otros dos en la dirección de la diagonal de encuentro (propio de este pórtico especial oblicuo). Esta columna adicional se alzaba con una altura de 5,97 m sobre la solera del mercado, dotada en su capitel de los añadidos necesarios para poder alojar todos los elementos que en ella se unían.

Por otro lado, todos los pilares de encuentro, en esquina, se diseñaban en fábrica de sillería y no fundición, para dotarles de la rigidez necesaria en los cruces de la diagonal ante empujes laterales, armonizándose el conjunto con la repetición de los mismos en las esquinas de las fachadas de acceso. Los testeros se completaban así con los mencionados elementos de sillar, las puertas de acceso, un ventanal trapecial en el frontón principal y decoración en el superior correspondiente a la linterna, mediante relieves de fundición sobre palastro, entre los cuales debía aparecer el escudo de la Ciudad.

PORTICOS LONGITUDINALES:

El arriostramiento se proponía mediante varios elementos que formaban parte del cerramiento exterior del mercado:

- Un zócalo perimetral de 3 m de altura, el cual estaba proyectado mediante un tabique de ladrillo prensado de media asta, para lo cual se diseñaban una serie de pletinas en las columnas que permitieran introducir entre ellas esta fábrica
- Un sistema de atado con perfiles en U que unían los pilares a modo friso, que unidos a los platillos superiores de los capiteles de los pilares dispondrían de una serie de ménsulas de las que se sostendrían los canalones de recogida de aguas de lluvia.
- Unas grandes cartelas de fundición calada con dibujos vegetales que, dispuestas bajo los mencionados perfiles en U y unidos a éstos, enmarcaban los espacios entre las columnas decorando los grandes ventanales que quedaban entre los aleros y la imposta del zócalo inferior.



Detalles de las uniones con cartelas y del pendolón de cumbrera.

La unión de pórticos a la altura de cubierta pretendía resolverse con nuevas viguetas doble T de 0,14 m de escuadría en el caballón de encuentro de los pares principales con el contrarresto, relacionando todos estos puntos hasta la diagonal entre las naves. De igual manera se conectaban las cumbreras de los pares superiores, esta vez con barras de 0,1 m de canto.

El conjunto se completaba con la formación de una cubierta mediante chapas de zinc, que se unían a una serie de listones dispuestos sobre los pares mediante piezas metálicas en escuadra. De igual forma se proyectaba un remate final a modo de crestería en la cúspide, cerrando los huecos mediante cristal esmerilado, bien en grandes planchas (como en los frontones de las dos entradas y el hueco de la linterna) bien en forma de lamas o persianas sujetas a bastidores especialmente diseñados (como en el resto de ventanales que dejaban los espacios entre columnas). Finalmente, el presupuesto del proyecto también enumera de forma exhaustiva todas las piezas especiales que, de forma adicional, eran necesarias para la completa ejecución de las obras metálicas, incluyendo chapas de palastro, platillos de base, ménsulas, escuadras y dobles escuadras, tornillería...

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

Fondo Documental del Archivo Municipal de Burgos

18-4554

CASTAÑER MUÑOZ, ESTEBAN

La Arquitectura del Hierro en España. Los mercados del siglo XIX

Monografías de la Real Academia de Ingeniería, 2006.

3. Puentes metálicos de ferrocarril

EL PUENTE DE HIERRO O DEL INGLÉS DE MIRANDA DE EBRO.

AÑO: 1862

LONGITUD: 80 m

Nº VANOS: 4 vanos de 20 m

TIPOLOGÍA: Originalmente, celosía metálica en cruz de san Andrés

ATRIBUIDO A: Charles Blacker Vignoles

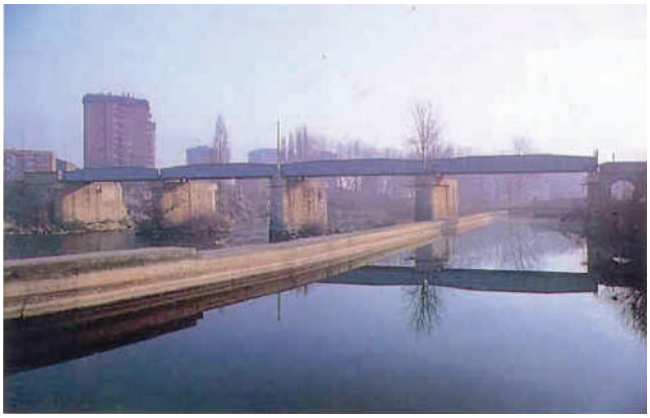
OBSERVACIONES:

Fue remodelado, construyendo otra estructura con chapas de acero (vigas de alma llena), desguazando paralelamente el original de Vignoles. Con la construcción de la variante ferroviaria, la segunda estructura se desmontó en 1990 y transformado en un puente para vehículos, de hormigón, diseñado por el ingeniero Juan Miguel Ruiz.

Esta estructura formó parte de la línea ferroviaria Bilbao-Tudela, en cuya construcción participó el célebre ingeniero inglés Charles B. Vignoles que fue el responsable de su diseño y ejecución, con perfiles de hierro forjado. Las piezas de la celosía original fueron sustituidas por vigas de alma llena dentro de las operaciones de mantenimiento llevadas a cabo durante el s. XX.

La reforma urbanística integral llevada a cabo en 1990 incluyó en desmantelado de todos los tramos metálicos que conservaba este puente para adaptarlo a las necesidades del tráfico rodado.

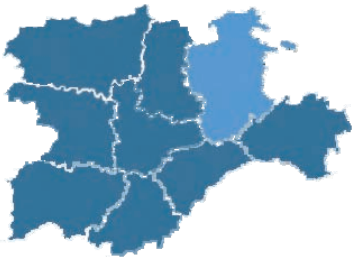
Aspecto original del puente (1863). Laurent.

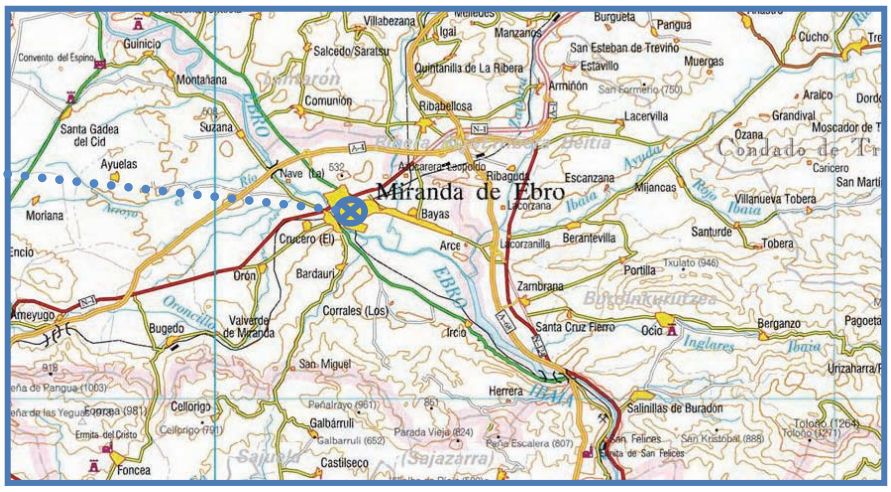


Vista del puente antes de su demolición, con las vigas remodeladas.

UBICACIÓN

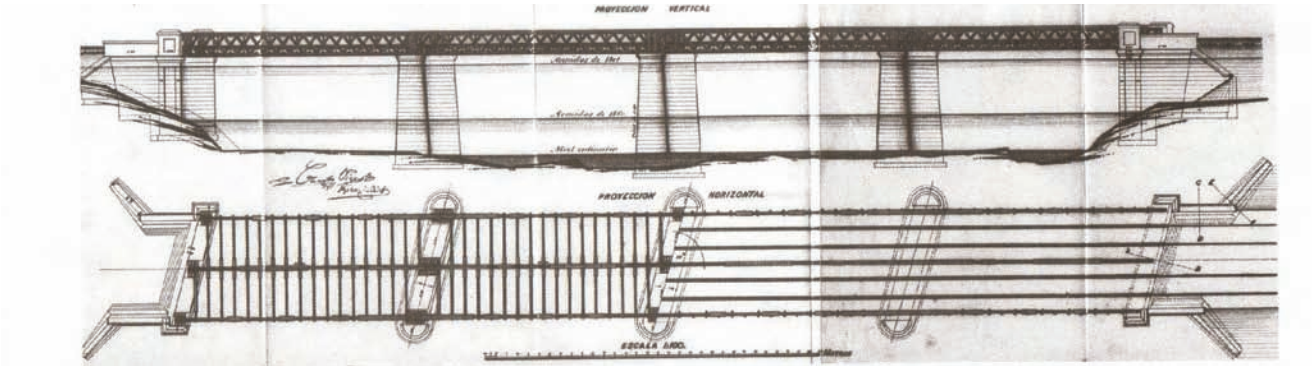
Núcleo Urbano de Miranda de Ebro (Burgos)





ESQUEMA ESTRUCTURAL

El proyecto de construcción fue redactado en el año 1860 para el cruce de la línea de Ferrocarril Tudela-Bilbao sobre el río Ebro, situándolo sobre el punto kilométrico 105,420 de la misma. En su memoria señala las condiciones de diseño tenidas en cuenta, incluyendo las cotas de máxima avenida previsibles teniendo en cuenta las mayores elevaciones que se recordaban hasta entonces (crecidas de los años 1801 y 1860. Sobre un estudio comparativo inicial con la posibilidad de salvar el cauce mediante un puente de fábrica con arcos rebajados de piedra, se propusieron las vigas metálicas con objeto de aumentar la superficie de desagüe disponible hasta los 770 m^2.



Planos de alzado y planta con el diseño de Vignoles.

Vignoles poseía anteriores experiencias con esta tipología constructiva, a las cuales y otras ejecuciones hace referencia para realizar el diseño definitivo de las celosías a utilizar. Finalmente se proyectó un paso de cuatro vanos con pilas de fábrica en sillería de piedra arenisca, al igual que en los estribos, disponiendo cada uno de los tramos 20 m de luz entre apoyos. Las vigas consistían en dos cordones entrelazados por una serie de cruces de san Andrés que alojaban un tablero en su cara inferior. En particular se diseñaban tres vigas, dos laterales y una central, que permitían dos vías paralelas sobre el Ebro. El canto mecánico de las laterales era de 1,98 m, mientras que la intermedia era algo superior ascendiendo a los 2,28 m, entre las cuales se apoyaban 70 travesaños metálicos sobre las que gravitaban traviesas y carriles anclados a los travesaño con pernos en el borde superior de los mismos.

Perspectiva de la celosía diseñada por Vignoles (1898). IMH.

Instantánea en los años veinte. Colección Ramón Ojeda. IMH.

Las imágenes más antiguas de este puente responden al esquema detallado en los planos de proyecto, como puede observarse en la fotografía de Laurent de 1863. En los apoyos se macizaba el alma mediante palastros que independizaban cada uno de los vanos biapoyados con una junta intermedia. Posteriormente se realizó una remodelación integral en uno de los carriles que sustituyó la celosía por vigas metálicas de alma llena con un canto reducido en los extremos. Esta configuración, teniendo en cuanta además las mejores características del material con el paso de los años, permitía disminuir la altura de la sección necesaria, y dotaba e la estructura de un perfil poligonal muy característico.

Trabajos de demolición de la estructura.

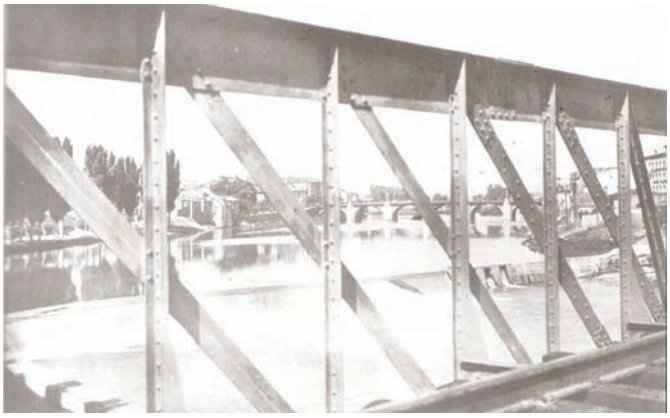
Las imágenes más antiguas de este puente responden al esquema detallado en los planos de proyecto, como puede observarse en la fotografía de Laurent de 1863. En los apoyos se macizaba el alma mediante palastros que independizaban cada uno de los vanos biapoyados con una junta intermedia. Posteriormente se realizó una remodelación integral en uno de los carriles que sustituyó la celosía por vigas metálicas de alma llena con un canto reducido en los extremos. Esta configuración, teniendo en cuanta además las mejores características del material con el paso de los años, permitía disminuir la altura de la sección necesaria, y dotaba e la estructura de un perfil poligonal muy característico.

De la revisión de las fotografías disponibles también llama la tención también resultan llamativos varios detalles:

- Por un lado, durante algún momento coexistieron dos estructuras metálicas con distinta edad, un carril que conservaba la celosía y otro que disponía de dos nuevas vigas de alma llena.

Fotografía de 1960 con las estructuras en celosía, a la izquierda y remodelada a la derecha.

- En segundo lugar, llama la atención que varias instantáneas sacadas desde el interior del puente permiten ver una celosía algo diferente a la de las primeras que se conservan de su alzado. Desde esta perspectiva no se veían cruces completas, sino que aparecía una celosía tipo Pratt con montantes verticales adicionales que cruzaban a las diagonales por sus puntos medios. Puede deducirse, asumiendo la veracidad de todas las fotografías, que pudo haber algún trabajo de mantenimiento que cambiara parte de las diagonales del puente original introduciendo en su lugar las mencionadas montantes con cierta equidistancia.



Fotografía desde el interior del puente de hierro con montantes verticales.

En cualquier caso la presión urbanística y la barrera que el ferrocarril suponía para el desarrollo ordenado de la ciudad de Miranda hizo necesario planificar una variante a su trazado para liberar el suelo que cruzaba hasta ese momento. De esta manera en 1990 se desmantelaban las piezas metálicas, conservando únicamente los apoyos, para convertirlo en un tablero de hormigón armado que actualmente permite el tráfico viario entre ambas márgenes.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

PASO A PASO LA RONDA

Ayuntamiento de Miranda de Ebro, 1990

Fototeca "Teodoro Sáez" y Colección Ramón Ojeda. Instituto Municipal de Historia. Miranda de Ebro

de GARCIA MATEO, JOSE LUIS

"Inventario de Puentes Ferroviarios de España"

Editorial DOCE CALLES (2005)

VÉLEZ CHAURRI, JOSÉ JAVIER

"El puente del "Inglés" y el puente del "Francés" de Miranda. La arquitectura tradicional frente a la tecnología del hierro"

Miranda: Historia y Ferrocarril. Instituto Municipal de Historia, 1997.

MONTES LÓPEZ, LUIS

"El Recuerdos de un fogonero de vapor"

Miranda: Historia y Ferrocarril. Instituto Municipal de Historia, 1997.

FRANCISCO JAVIER RODRIGUEZ LAZARO Y JOSE MARIA CORONADO TORDESILLAS

Obras Públicas de España. Fotografías de J. Laurent 1858-1870

Universidad de Castilla La Mancha, 2003.

MIRANDA DE EBRO...

Instituto Municipal de Historia, 2002.

IGLESIAS ROUCO; LENA S.

Arquitectura contemporánea. Génesis y desarrollo 1760-1960.

Historia de Burgos (IV) Edad Contemporánea (TOMO 4)

Caja de Burgos, 2007.

PUENTE METÁLICO SOBRE EL RIO NELA EN AHEDO DE LAS PUEBLAS. FFCC BILBAO-LA ROBLA.

AÑO: 1891

LONGITUD: 16,4 m

Nº VANOS: 2 tramos oblicuos de 8,20 m

TIPOLOGÍA: Vigas de alma llena.

ATRIBUIDO A: Manuel Oraá

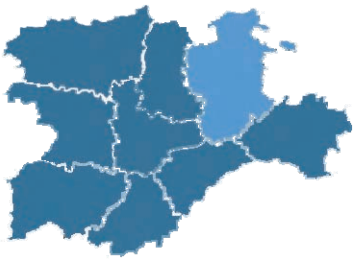
OBSERVACIONES:

En 1929 se reforzó mediante un suplemento inferior diseñado por Guillermo Barandiarán.

Este paso continúa en servicio en la actualidad, y al igual que otros puentes de esta línea, ha sido recientemente revisado, limpiado y repintado. En este caso, además se han ejecutado diversas mejoras en pilas y estribos.

UBICACIÓN

Núcleo urbano de Merindad de Valdeporres (Burgos)



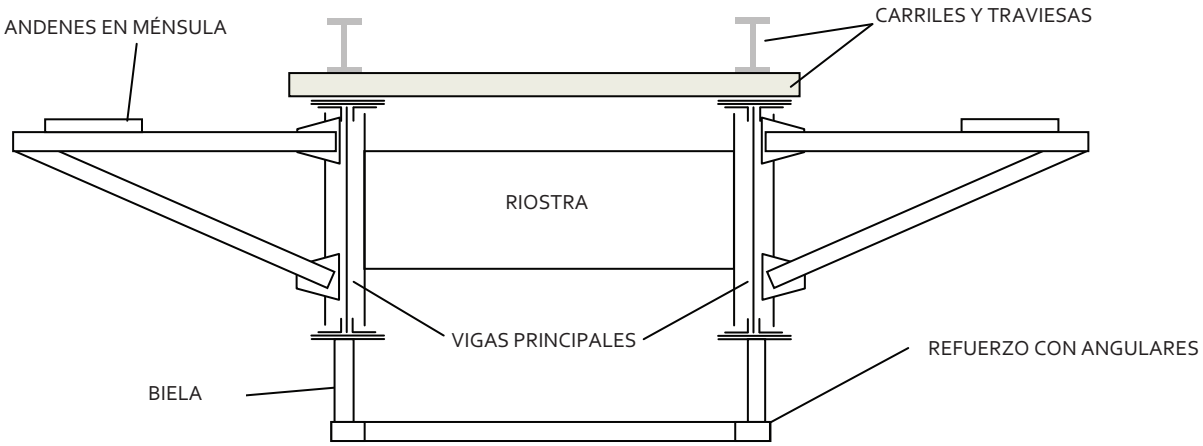
ESQUEMA ESTRUCTURAL

La historia de su construcción original es paralela a la del resto de pasos del ferrocarril minero de La Robla. Tras su implantación según el diseño de Manuel Oraá, y su adjudicación a la empresa belga "Fumet", tuvieron que ser finalmente construidos por los vizcaínos talleres Zorroza por renuncia de la casa foránea. Con posterioridad, tuvieron que adaptase a las nuevas características y cargas del material rodante, por lo que fue objeto de un recálculo por parte de Guillermo Barandiarán en 1929. El refuerzo derivado de este nuevo diseño lo llevó a cabo el taller de D. Silvino Sainz. Finalmente, en el año 2008 la empresa Tecsa fue adjudicataria de las últimas reformas y modernizaciones.

El puente sobre el Nela consta de dos vanos de 8,20 m entre apoyos cada uno y una pila central de 2 metros de anchura. Cada uno de estos dos vanos consta de dos vigas principales armadas mediante perfiles angulares simples y palastro, que se disponen a la altura de los propios carriles para recibir directamente las cargas verticales del tren. Longitudinalmente poseen una serie de secciones de rigidización a modo de montantes, que mejoran el comportamiento de la sección llena frente a cargas descentradas, disponiendo además de una serie de chapas cubrejuntas. Transversalmente la sección se arriostra mediante cuatro travesaños, dos en apoyo y dos intermedios, en doble T en cada vano que mantienen las vigas unidas a la distancia de diseño. A estas riostras se suma una celosía a base de escuadras formando cruces de san Andrés entre cada pareja de riostras.

Los refuerzos inferiores sobresalen con dos bielas intermedias en cada viga.

La sección se completa con una con unas ménsulas laterales a la altura de los montantes de rigidización que dotan de espacio adicional para montar paseos peatonales en cada uno de los lados. Estos andenes en voladizo están formados por dos barras de sección en escuadra que se unen mediante cartelas a la viga principal. El sistema de barras descrito permitió dotar de la solidez necesaria al conjunto, aunque posteriormente fue necesario reforzar cada uno de los vanos para dotarles de mayor canto en el centro. La solución adoptada recuerda al sistema de vigas compuestas Polonceau: mediante dos bielas que se dispusieron a la altura de las riostras centrales, se conseguían que las barras de refuerzo (una pareja de escuadras por viga) quedaran alejadas de la estructura inicial para conseguir disponer el material en la zona necesaria para resistir las tracciones derivadas de la flexión, esto es la cara inferior del tercio central. Desde los extremos de estas bielas también se añadieron dos nuevos tirantes, compuestos por idénticos pares de angulares que se unieron con los extremos en los apoyos, y cerrando de esta manera el refuerzo para su correcto funcionamiento.



La estudiada disposición de los refuerzos se aseguró mediante una nueva triangulación inferior que evitara deformaciones no deseadas en sentido lateral, consiguiendo además aumentar la rigidez de todo el conjunto.

Vista inferior de la estructura, con el sistema de arriostrado mediante angulares.

El conjunto de barras con los sistemas de arriostrado descritos confeccionan una estructura global sólida pero ligera, que tras los años de servicio no presenta patologías por deformaciones o abolladuras inesperadas, trabajando cada uno de los vanos biapoyados de forma eficiente y solidaria. Todas las uniones de la estructura se ejecutaron mediante roblones, y las vigas acometen directamente a las fábricas de apoyo de forma esviada para dar prioridad al flujo del cauce del río Nela en este punto de cruce.

Detalle de las vigas en la zona de apoyos.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

FERNÁNDEZ DÍAZ-SARABIA, PEDRO.

"El ferrocarril hullero de La Robla a Valmaseda 1890-1972"

Junta de Castilla y León. Consejería de Educación y Cultura (2003)

FERNANDEZ LOPEZ, JAVIER; ZAITA, CARMELO

El ferrocarril de la Robla

Aldaba Ediciones (1987)

PUENTE METÁLICO SOBRE EL RIO CERNEJA EN BERCEDO DE MONTIJA. FFCC BILBAO-LA ROBLA.

AÑO: 1892

LONGITUD: 33 m

Nº VANOS: 3 tramos de 11 m

TIPOLOGÍA: Vigas de alma llena.

ATRIBUIDO A: Manuel Oraá

OBSERVACIONES:

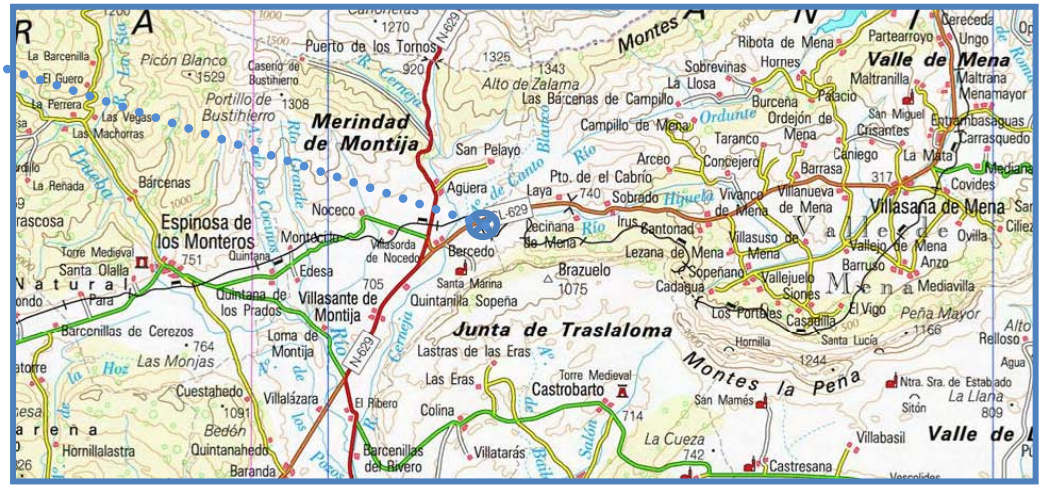
En 1929 se reforzó mediante un suplemento inferior diseñado por Guillermo Barandiarán.

El puente se sitúa muy cerca del emplazamiento de la estación de Bercedo de Montija, en dirección Bilbao. En este caso el cauce del río discurre por uno de los vanos laterales, mientras la vegetación cubre gran parte de sus alrededores. Es otro de los ejemplos de sección de alma llena correspondientes al conocido como Ferrocarril de La Robla.

Panorámica de uno de los vanos laterales.

UBICACIÓN

Núcleo urbano de Merindad de Montija (Burgos)

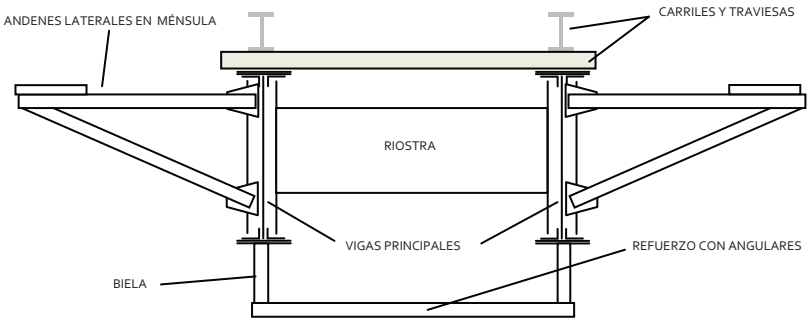


ESQUEMA ESTRUCTURAL

Su aspecto es muy similar al de la obra de cruce de este ferrocarril sobre el río Nela en cuanto a sección transversal, diferenciándose en el número de vanos y luces de cada uno de ellos. Diseñado inicialmente por Manuel Oraá, fue construido por los talleres bilbaínos Zorroza aprovechando parte del material de la casa Fumet (de Bélgica, la primera adjudicataria que luego abandonaría la obra), encargándose de la parte de fábrica a Teodoro de Ortueta. El refuerzo o suplemento inferior es posterior, de 1929, proyectado por Guillermo Barandiarán y ejecutado por Silvino Sáinz. Se mejoró de esta manera la capacidad resistente del mismo y se adaptó a las mayores exigencias que, con el paso del tiempo, se pedían a estructuras de este tipo a medida que aumentaba la potencia y capacidad de las locomotoras.

Panorámica extendida de la estructura, con uno de los refuerzos inferiores en primer plano.

Así, la estructura se organiza en torno a tres vanos iguales de 11 m de luz cada uno, biapoyándose en elementos de fábrica en cada uno de sus extremos: estribos en ambas márgenes y dos pilas intermedias de 2 metros de anchura. Su sección se puede esquematizar con dos vigas de alma llena, armadas con angulares y palastro, con los correspondientes cubrejuntas en los empalmes intermedios, ampliada lateralmente con una serie de ménsulas sobre las que se dispusieron paseos peatonales en ambos lados del paso. Longitudinalmente cada una de las vigas presenta elementos de rigidización para controlar la flexión lateral, mediante tres montantes de chapa intermedios, aprovechándose estos suplementos para montar sobre ellos los ya mencionados voladizos mediante unas cartelas en las que conectan dos angulares formando un triángulo indeformable.



Llama la atención que, a pesar de tratarse de vanos de tres metros más largos que el puente de Ahedo de las Pueblas, de similar configuración, el número de secciones de rigidización es inferior (tres por vano sobre el Cerneja frente a los cinco sobre el Nela), al igual que vuelos de apoyo previstos para los andenes peatonales. En cuanto al sistema de arriostrado, dispone de viguetas doble T transversales que atan las vigas principales manteniendo invariable su intereje y dotando de solidez al conjunto. Posee además de un sistema de cruces de san Andrés a la altura de las alas inferiores, formando recuadros de rigidización mediante angulares que se cruzan entre sí, cerrando su perímetro con nuevas barras en escuadra adicionales para la dirección transversal.

El refuerzo inferior se diseñó de manera similar al del puente sobre el Nela, mediante dos bielas verticales por vano que dividen su luz en tres partes, disponiendo en el tercio central una pareja de escuadras adosadas que aumentan la inercia de las vigas primitivas, cerrándose mediante una prolongación en diagonal hacia cada uno de los extremos de los tramos biapoyados. De esta manera se consigue aumentar el canto en la zona donde los esfuerzos de flexión así lo exigen, mientras que las diagonales laterales sirven para cerrar la celosía y recoger las tracciones de la parte central, comprimiendo de esta manera las bielas verticales. La sección de estas piezas comprimidas está ampliamente acartelada y presenta chapas en las dos direcciones principales, disposición necesaria para evitar posibles efectos de pandeo. También mediante nuevas cruces de san Andrés se procuró rigidizar esta parte inferior, impidiéndose posibles desplazamientos indeseados por cargas no simétricas o abolladuras localizadas en alguna de sus barras.

Todas las uniones, tanto las de la parte original como los añadidos del s. XX, son roblonadas. Estéticamente, el conjunto de las vigas y refuerzo no resulta enfrentado, si que se complementan entre sí de manera que (una vez más) la fidelidad a los resultados de un cálculo que busca sencillamente la racionalidad estructural consigue virtudes adicionales para la globalidad proyectada.

Frente a otros puentes de esta misma línea, presenta actualmente un descuidado aspecto cubierto de herrumbre, testigo de los años de servicio continuado que seguramente verá en poco tiempo remozado su aspecto externo con simples operaciones de limpieza y mantenimiento.

Vista inferior de la estructura desde uno de los estribos. Se observa el refuerzo inferior con angulares arriostrados mediante cruces.

El cauce del río Cerneja discurre bajo uno de los vanos laterales.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

FERNÁNDEZ DÍAZ-SARABIA, PEDRO.

"El ferrocarril hullero de La Robla a Valmaseda 1890-1972"

Junta de Castilla y León. Consejería de Educación y Cultura (2003)

FERNANDEZ LOPEZ, JAVIER; ZAITA, CARMELO

El ferrocarril de la Robla

Aldaba Ediciones (1987)

PUENTE SOBRE EL RÍO RIAZA. ROA DE DUERO-BERLANGAS DE ROA. FFCC VALLADOLID-ARIZA

AÑO: 1893

LONGITUD: 50 m

Nº VANOS: 2 vanos de 25 m

TIPOLOGÍA: Celosía en Cruz de San Andrés

ATRIBUIDO A: Thèophile Seyrig

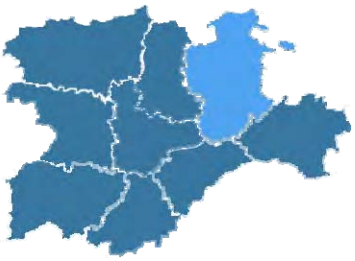
Se trata de una de las únicas celosías con tablero intermedio de la línea Valladolid-Ariza., en el que se aprovechan los travesaños arriostramiento de las vigas para apoyar los carriles. Con objeto de racionalizar la ejecución de conjunto de estructuras metálicas de este ferrocarril, su esquema se repite en otros puentes de un solo vano al final del trazado de la línea.

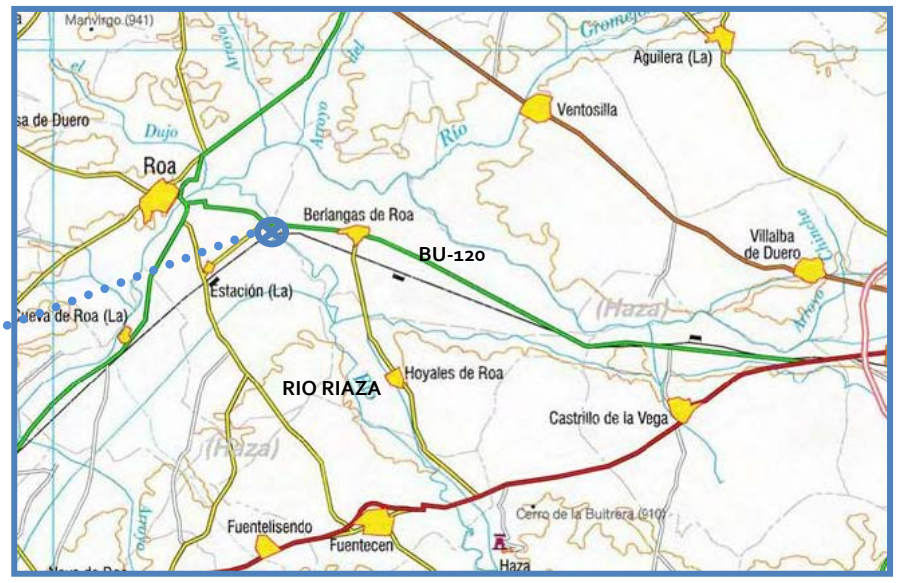
Se sitúa de forma paralela al puente existente en el trazado de la carretera BU-120 sobre el río Riaza.

Panorámica de la celosía de arriostrado inferior.

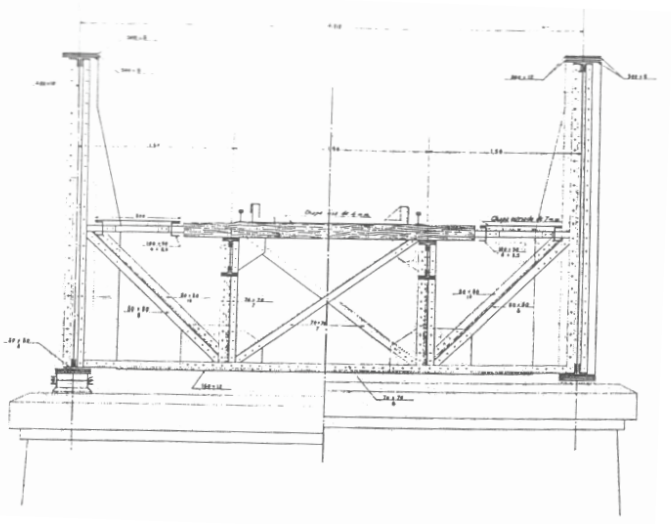
UBICACIÓN

Municipio de Roa de Duero (Burgos)



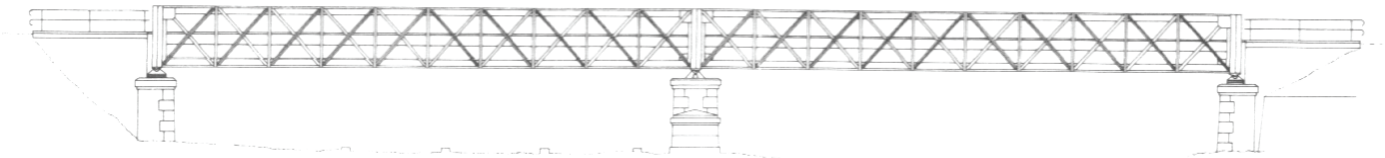


ESQUEMA ESTRUCTURAL



VIGAS: Se trata de dos cuchillos en celosía tipo Cruz de San Andrés, paralelos y unidos transversalmente mediante un entramado de perfiles que arriostran y atan el conjunto lateralmente. Son dos vanos simétricos de 25 metros cada uno, con un canto de 2,88 m y vigas riostras cada 2,85 m. Se caracteriza por ser el único de la línea con tablero intermedio, a media altura del canto de la viga y por cuestiones de sección hidráulica, disponiéndose el cordón superior a una cota similar a la de la barandilla de coronación del antepecho adyacente en ambas márgenes del río Riaza.

La estructura fue objeto de rehabilitación según proyecto del año 1926, en el que se refuerzan las vigas riostras y se modificaron los paseos laterales.



Sección transversal del puente señalado en el proyecto de refuerzo de 1926, y alzado según levantamiento de González Fraile.

Estado actual de la celosía.

El funcionamiento conjunto se puede estudiar como el de una viga continua, ya que posee platabandas de refuerzo en el cordón superior justo en el punto de apoyo central, a pesar de que también las posee a la altura del centro de vano. Los cordones están constituidos por vigas armadas con sección en T, formadas con palastros de acero en el alma y alas, y unidas mediante angulares. Diagonales y montantes se conforman mediante angulares unidos por una de sus alas, a las cuales se une una nueva chapa entre ellos o bien adosada a las alas exentas, aumentando de esta manera la sección resistente y su rigidez. Los años, y el paso de las cargas del ferrocarril, han provocado distintas patologías sobre los mismos, principalmente por abolladura de las alas y el alma.

Síntomas de abolladura localizada en montantes.

Los nudos se resuelven mediante cartelas de palastro sobre las que acometen las distintas barras, tanto para las cerchas principales en sentido longitudinal como para los entramados y arriostramientos transversales.

Las uniones en todo caso se realizaron mediante roblones, en muchos de los cuales se detectan aplastamientos localizados o desgarros, especialmente en las barras de menor sección resistente y, por tanto, sobre las que es posible una mayor concentración de tensiones en situación de servicio.

Detalle de uno de los aparatos de apoyo.

APOYOS: La estructura dispone de apoyos puntuales en estribos y pilas, materializados mediante una articulación fija en la pila y otras dos de rodillos en los extremos para absorber los movimientos longitudinales por dilatación. La propia forma y características de estos mecanismos, idénticos al del resto de los de la línea, refuerza la idea de que el ingeniero constructor fue el mismo en todas ellos, si bien en este puente no se reconoce ninguna placa que permita confirmarlo.

Estribos y pilas son magníficas obras de fábrica, con impostas de cuidada ejecución y sillares de doble tizón en esquinas.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

GONZALEZ FRAILE, EDUARDO; SANCHEZ RIVERA, JOSE IGNACIO.

"Presencia de la escuela de Eiffel - Seyrig en el Duero. Los Puentes del Ferrocarril de Ariza";

Anales de la Arquitectura, 1995, (6): 33-53.

de GARCIA MATEO, JOSE LUIS

"Inventario de Puentes Ferroviarios de España"

Editorial DOCE CALLES (2005)

PUENTE METÁLICO SOBRE EL RÍO DUERO. VADOCONDES. FFCC VALLADOLID-ARIZA

AÑO: 1893

LONGITUD: 61 m

Nº VANOS: 1 vano de 61 m

TIPOLOGÍA: Celosía tipo Pratt

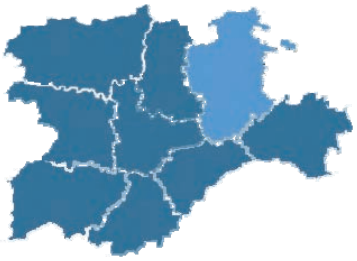
ATRIBUIDO A: Thèophile Seyrig

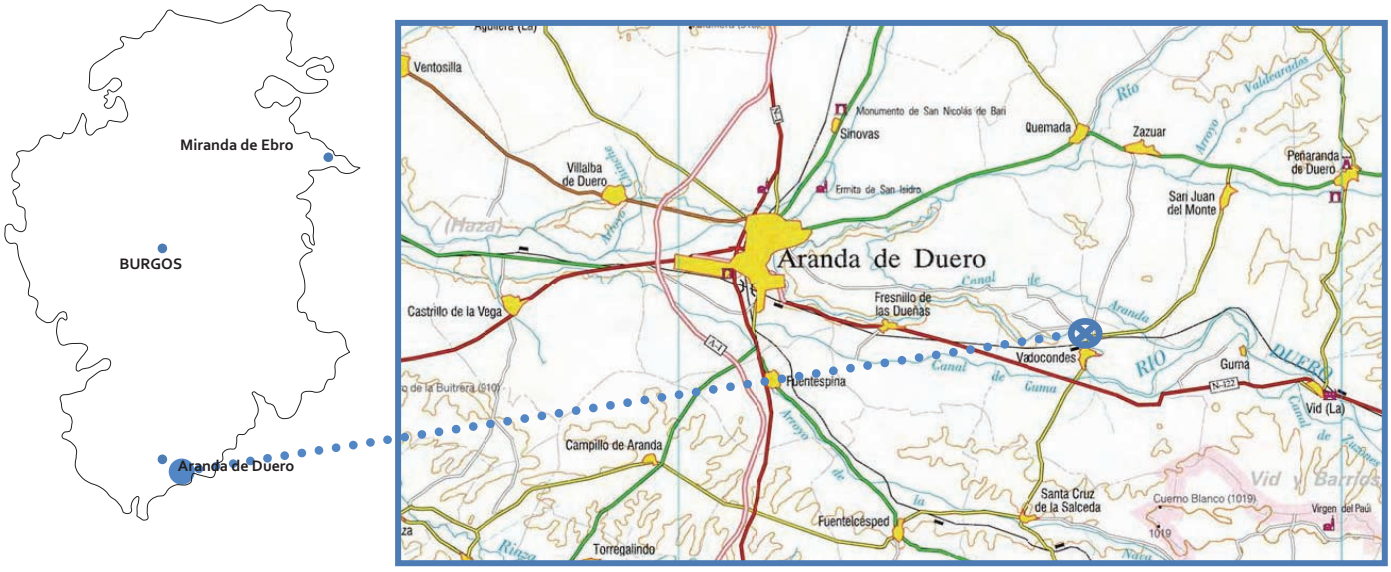
Otra de las magníficas estructuras proyectadas por Seyrig para la línea Valladolid-Ariza para cruzar sobre el río Duero, diseñada como celosía tipo Pratt.

En este caso una prolongación con unos estribos de fábrica con dos arcos para alivio de avenidas excepcionales y permitir una zona de servicio inferior, de manera similar a otras realizaciones en este ferrocarril (por ejemplo en Peñafiel sobre el río Duratón).

UBICACIÓN

Municipio de Vadocondes (Burgos)





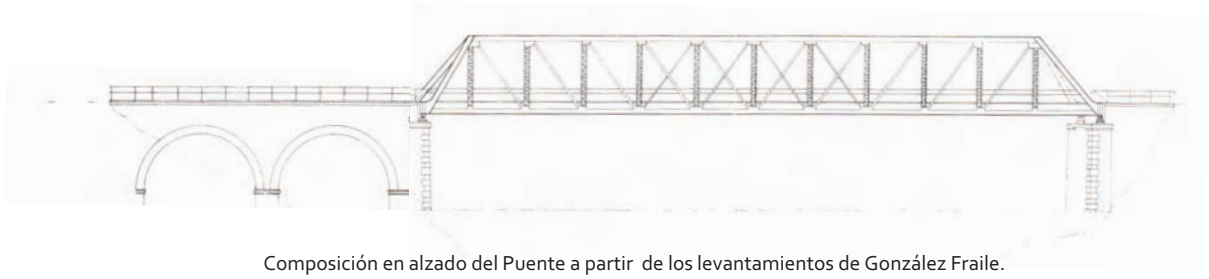
ESQUEMA ESTRUCTURAL

VIGAS: Las celosías tipo Pratt fueron la tipología escogida por Seyrig para los puentes de un solo vano, diseñando para ello un puente tipo de 60 m de luz. En este caso, para el de Vadocondes, la anchura de la llanura de inundación del río exigió prolongar la estructura de paso mediante un estribo de muros en vuelta al que se dotó de permeabilidad transversal para permitir la evacuación de las aguas en caso de crecidas.

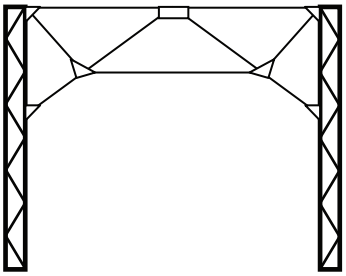
La estructura se compone de dos vigas de 61 m de largo y casi 7 m de canto total, organizándose con un cordón superior que se repliega con una diagonal hacia cada uno de los apoyos extremos, y otro inferior que une estos dos nudos finales. En general todas las uniones se resuelven con nudos de aristas vivas, salvo en las conexiones finales que se suavizan con una forma curva para adaptar la forma de la diagonal a la horizontal de la cota de la plataforma.

El tablero se desarrolla en la parte inferior, ligeramente por encima del cordón traccionado. Ambos cordones están ejecutados con sección doble T mediante un armado de palastros y angulares perfectamente roblonados. El entramado resistente se completa con una serie de montantes verticales y diagonales, de manera que su alzado responde a una secuencia de tres módulos a cada lado que responden la viga Pratt, mientras que la parte central se rigidiza con cuatro módulos arriostrados mediante cruces de san Andrés.

En los cuchillos Pratt se distingue la diferente sección con que se dota a los cordones y la triangulación interior, y de la muy distinta disposición constructiva entre montantes y diagonales.



Composición en alzado del Puente a partir de los levantamientos de González Fraile.



Alzado esquemático de la celosía superior.

En cualquier caso, las diagonales también disponen de sección doble T (de menor escuadría que los cordones), y las montantes están resueltas con cuatro escuadras empresilladas siguiendo una celosía de chapas en cada una de las caras, formando una sección cuadrada compuesta. Esta solución resulta especialmente atractiva por la sensación de ligereza que se confiere a las barras verticales, permitiendo el paso de la luz a su través. El arriostrado y el funcionamiento conjunto de la viga se consiguen mediante nuevas celosías en sentido transversal a la altura de cada montante. El diseño de éstas permite asegurar el correcto atado de los cuchillos principales, a la vez que dotan al puente de espacio suficiente para el gálibo requerido. Para ello se utilizan perfiles angulares, de sección muy ajustada: un tirante superior y dos barras a modo de tornapuntas que unen el punto medio de éste con las barras verticales en ambos lados, quedando estos últimos rigidizados mediante tres nuevas barras.

En general, los nudos se resuelven mediante cartelas de dimensiones adecuadas al número y tamaño de las diferentes barras que sobre éstos acometen, tanto para las vigas principales en sentido longitudinal como para los entramados transversales.

APOYOS: La estructura dispone de aparatos de apoyo en estribos mediante una articulación fija en uno de los lados y otra con rodillos en el extremo opuesto, que permite los movimientos por variaciones de temperatura. Estos dispositivos responden a las soluciones incorporadas en el resto de puentes de la línea, lo que indica que la ejecución correspondió a una misma casa constructora en todos ellos.

Detalle de uno de los numerosos nudos acartelados. Pueden apreciarse las chapas cubrejuntas y la meticulosidad en las uniones roblonadas.

La visibilidad del puente es diferente en función de la época del año en que lo visitemos, dada la frondosidad de la vegetación de ribera que lo rodea.

La perspectiva de la "caja" que se forma desde el interior de este tipo de puentes es uno de sus grandes atractivos visuales. Sus dimensiones casi monumentales, unido a la esbeltez de las barras que lo constituyen, elaboran una agradable contraste entre la rigidez que insinúa la sección de su entramado resistente y la ligereza que aparentan por su transparencia. La multitud de huecos que deja el método constructivo permiten ver a su través en un delicado juego de luces y sobras en repeticiones rítmicas y secuenciales.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

GONZALEZ FRAILE, EDUARDO; SANCHEZ RIVERA, JOSE IGNACIO.

"Presencia de la escuela de Eiffel - Seyrig en el Duero. Los Puentes del Ferrocarril de Ariza";

Anales de la Arquitectura, 1995, (6): 33-53.

de GARCIA MATEO, JOSE LUIS

"Inventario de Puentes Ferroviarios de España"

Editorial DOCE CALLES (2005)

PUENTES METÁLICOS SOBRE EL RÍO CIRUELOS PK 181+251 EN CASTRILLO DE LA REINA; y PK 190+455 EN SALAS DE LOS INFANTES. FFCC SANTANDER-MEDITERRÁNEO

AÑO: 1927

LONGITUDES: 22 m en Salas de los Infantes

11 m en Castrillo de la Reina

Nº VANOS: 2 vanos de 11 m, en Salas; 1 en Castrillo

TIPOLOGÍA: Vigas de alma llena

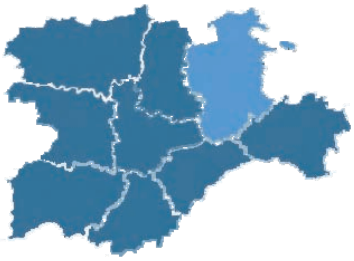
ATRIBUIDO A: José de Aguinaga

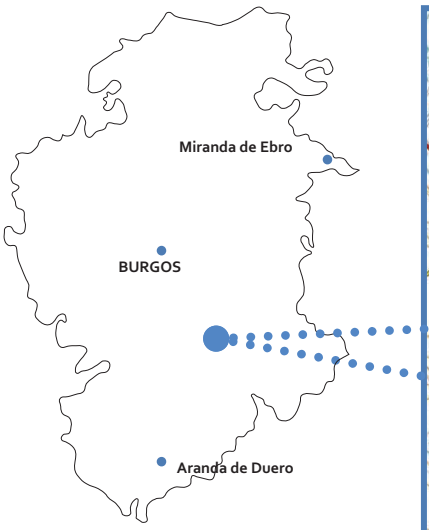
Fotografía del puente de Salas durante su construcción

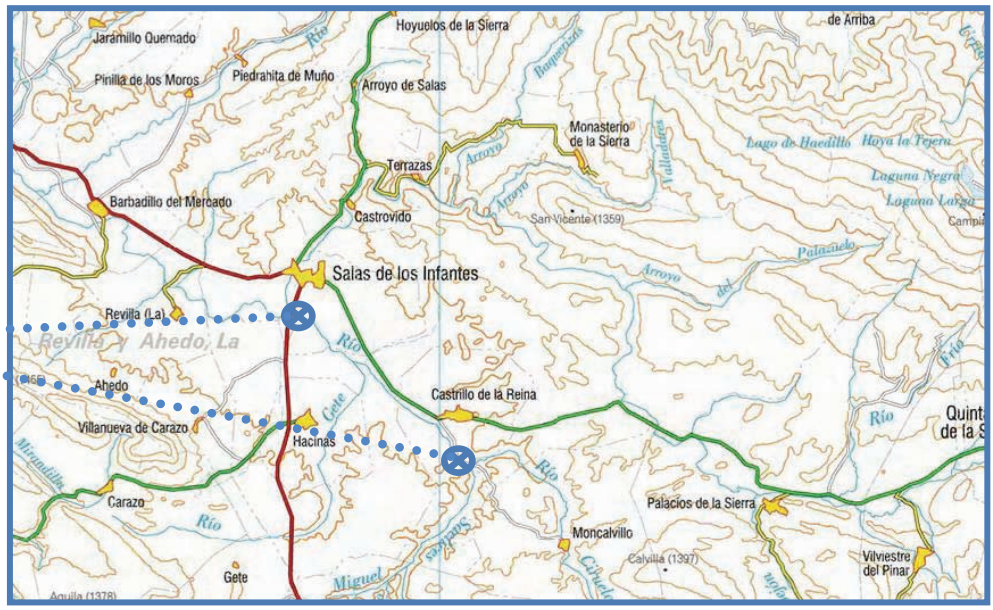
Ambas estructuras permiten el cruce sobre el cauce del Ciruelos mediante vanos biapoyados de 11 m de longitud, y constituyen otros dos ejemplos de los numerosísimos tramos metálicos de la línea.

UBICACIÓN

Municipios de Castrillo de la Reina y Salas de los Infantes (Burgos)





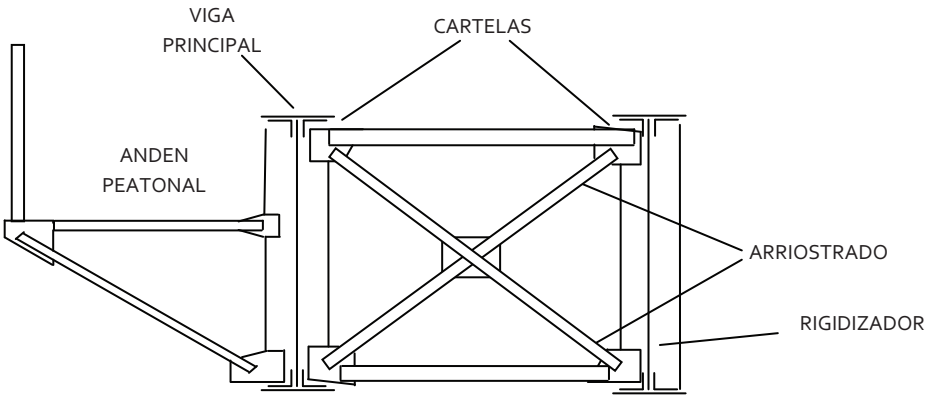


ESQUEMA ESTRUCTURAL

Los tramos metálicos presentan una solución similar a otro paso situado en Cigüenza, al norte de la provincia de Burgos, tal y como se describe en el proyecto de replanteo de este último. El autor de su proyecto fue por tanto el mismo ingeniero, D Ramón de Aguinaga, y además utilizó el mismo patrón estructural que en los ríos Ausines y Ubierna, con vanos de idénticas luces.

Alzado del puente de Salas y detalle de las placas de apoyo empotradas en la fábrica de uno de los estribos.

Los tramos biapoyados se organizan así con el esquema habitual en la línea: dos vigas armadas de alma llena, ensambladas a partir de perfiles angulares y chapas para dotarlas de una sección en doble T que permite salvar la luz completa ayudándose de una serie de montantes verticales que rigidizan el alma frente a posibles cargas descentradas.



Aspecto del andén lateral para peatones en el puente de Salas de los Infantes.

En sentido longitudinal se desarrolla un sistema de arriostrado mediante recuadros con cruces de san Andrés que se repite a la altura de las montantes, presentando además un pasillo peatonal en uno de los lados, con ménsulas voladas con piso de madera.

En Castrillo de la Reina se salva el cauce con un vano único que, como en otros casos de este tipo, quedó preparado para su posible duplicación simétrica.

El puente sobre el río Ciruelos en Castrillo de la Reina durante su construcción.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

de GARCIA MATEO, JOSE LUIS

"Inventario de Puentes Ferroviarios de España"

Editorial DOCE CALLES (2005)

Inventario de puentes y pasos del Ferrocarril Santander Mediterráneo

www.FCSM.es, (2008)

Perfil longitudinal Línea de Calatayud-Cidad

Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles, Vías y Obras (1947)

Archivo Histórico Provincial de Burgos

Álbum de fotos de la construcción de la línea Santander – Mediterráneo, AEO'G , Burgos N. Spain 1925-1926

Fotografías: V-5; V-13 y V-14

Archivo de la Diputación Provincial de Burgos

OS. 1 (1/5) Proyecto de FFCC Estratégico de Burgos a Soria y Calatayud (1911)

Fondo Documental del Archivo General de la Administración

AGA (4) 102 CAJA 24/9772

PUENTES METÁLICOS SOBRE EL RÍO PEDROSO PK 199+268; RÍO ARLANZA PK 197+007 y RÍO JARAMILLO PK 203+191. FFCC SANTANDER-MEDITERRÁNEO

AÑO: 1927

LONGITUDES: 63.4 m en el Pedroso y Arlanza, y 15.85 para el Jaramillo

Nº VANOS: vanos de 15.85 m (4 en el Pedroso y Arlanza, 1 en el Jaramillo)

TIPOLOGÍA: Vigas de alma llena

ATRIBUIDO A: José de Aguinaga

El ingeniero Ramón de Aguinaga realizó una definición única para todos los tramos de estos tres puentes, organizándolos mediante luces idénticas para aprovechar los cálculos y planos, y simplificando además su construcción en taller.

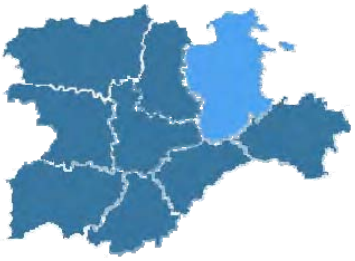
Alzado del puente sobre el Arlanza

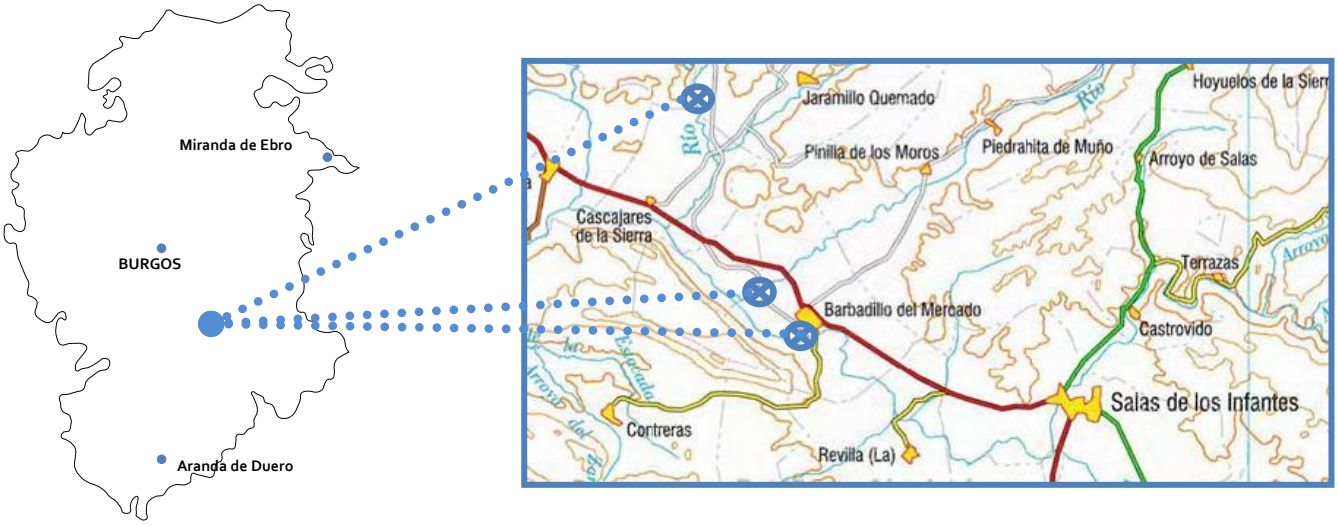
Perspectiva general de la estructura sobre el Pedroso.

Panorámica de la estructura sobre el río Jaramillo.

UBICACIÓN

Municipios de Barbadillo del Mercado y Jaramillo Quemado (Burgos)





ESQUEMA ESTRUCTURAL

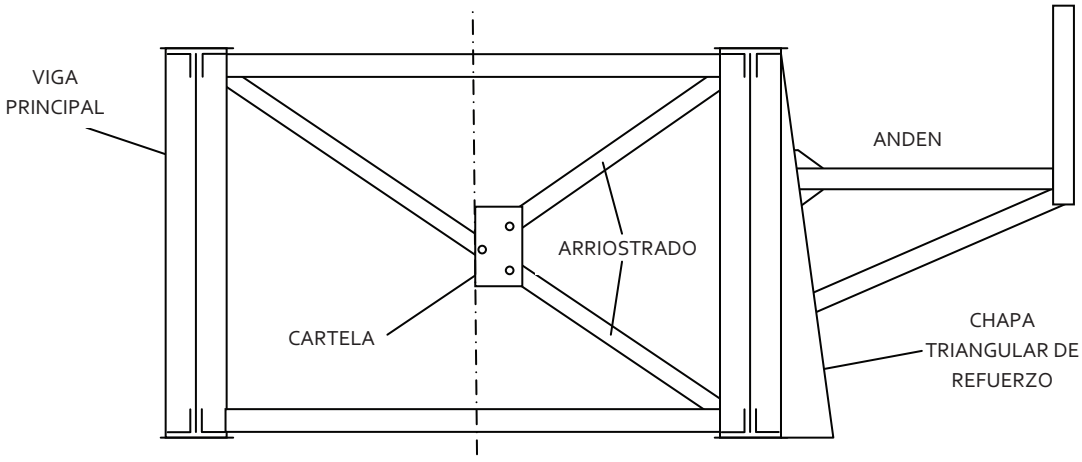
El proyecto de replanteo redactado por José de Aguinaga, y supervisado por su padre Ramón, en 1926 indica que se aprovecha una única definición de un tramo de 15 m de luz para los pasos necesarios en tres puntos: el río Pedroso, el río Arlanza y el río Jaramillo. Por otra parte, en la misma memoria propone aumentar el número de vanos inicialmente propuesto para el Pedroso de los tres del proyecto inicial a cuatro, hasta una luz total de 60 m.

Para todos los casos, el alzado del tramo tipo consta de dos vigas armadas montadas mediante cuatro angulares 152x127x13,5 con un alma intermedia de palastro de 1800x10 mm, cuyas alas constan de dos platabandas simétricas. Ambos cuchillos se separan una distancia de 1,90 m en sentido transversal y presentan un refuerzo vertical mediante montantes ejecutadas con angulares 85x85x10 y 110x90x10, a una separación que varía en su desarrollo entre 1,247 y 1,295 m. Los cubrejuntas se materializan con chapas 1480x90x10, quedando toda la perfilería unida mediante roblones para una correcta transmisión de los esfuerzos.

Celosías de arriostrado en los puentes sobre el Pedroso (izq.), Arlanza (centro) y Jaramillo (drcha.)

El arriostrado horizontal se consigue mediante barras adicionales que forman una celosía interior entre ambas vigas: dos angulares 75x75x10 generan un marco a la altura de los montantes de refuerzo, que se triangulan con más escuadras de idéntica escuadría entre sus extremos. A estas diagonales se añaden otras desde su punto medio, con sección en L 85x75x10, con una cartela rectangular que permite su unión en el centro.

Sobre estas mismas secciones, y lateralmente, se organiza una ménsula que exige una cartela de montaje adicional en chapa, permitiendo la formación del andén peatonal con escuadras de dimensiones 85x75x10 y 75x75x10, repitiendo estas últimas en vertical para construir una barandilla que sobresale por encima del tablero.



Las traviesas apoyan directamente sobre la cabeza superior de las vigas principales y sirven de asiento a los carriles que se anclan encima de éstas. En cuanto a los apoyos, se dispusieron de aparatos que permiten, mediante rodillos, absorber los movimientos derivados de las variaciones de temperatura

Celosías de arriostrado en los puentes sobre el Pedroso (izquierda), y Arlanza (derecha).

Dentro de la colección de fotografías que se tomaron durante la construcción de la línea y que se conserva en el Archivo Histórico provincial de Burgos existe una gran cantidad de imágenes de estos puentes: desde la excavación de los cimientos, la ejecución de pilas y estribos, y la posterior colocación de los cuchillos metálicos entre los puntos de apoyo (con las estructuras provisionales de madera y las grúas pontoneras).

Secuencia de construcción del puente sobre el Pedroso.

La construcción del paso sobre el río Arlanza. En la primera fotografía se observa el punto de ubicación del puente durante las crecidas del río meses antes del comienzo de las obras.

Vigas del puente sobre el río Jaramillo, desde el roblonado en la estación de Burgos hasta su izado y colocación en el punto definitivo.

La estructura sobre el Jaramillo permite las vigas armadas desde su parte inferior, similares para el resto de casos, con el sistema de arriostrado entre ellas.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

de GARCIA MATEO, JOSE LUIS

"Inventario de Puentes Ferroviarios de España"

Editorial DOCE CALLES (2005)

Inventario de puentes y pasos del Ferrocarril Santander Mediterráneo

www.FCSM.es, (2008)

Perfil longitudinal Línea de Calatayud-Cidad

Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles, Vías y Obras (1947)

Archivo Histórico Provincial de Burgos

Álbum de fotos de la construcción de la línea Santander – Mediterráneo, AEO'G , Burgos N. Spain 1925-1926

Fotografías Río Pedroso: V-111, V-114, V-133, V-134, V-162 y V-164

Fotografías Río Arlanza: V-87, V-108, V-109, V-159, V-160 y V-161

Fotografías Río Jaramillo: V-202, V-205 y V-206

Archivo de la Diputación Provincial de Burgos

OS. 1 (1/5) Proyecto de FFCC Estratégico de Burgos a Soria y Calatayud (1911)

Fondo documental Archivo General de la Administración

AGA (4) 102 CAJA 24/9116

PUENTE METÁLICO SOBRE EL RÍO SAN MARTIN PK 205+383. FFCC SANTANDER-MEDITERRÁNEO

AÑO: 1927

LONGITUD: 44 m

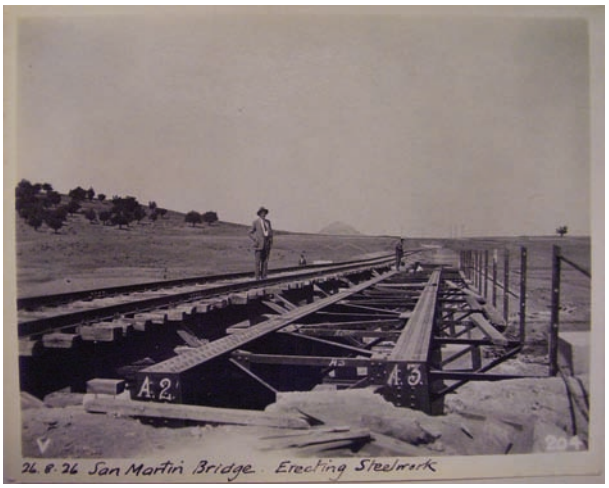
Nº VANOS: 4 vanos de 10.85 m

TIPOLOGÍA: Vigas de alma llena

ATRIBUIDO A: José de Aguinaga

Uno de los numerosos cruces de este ferrocarril con los cauces fluviales existentes en la provincia de Burgos, al este del núcleo de Hortigüela.

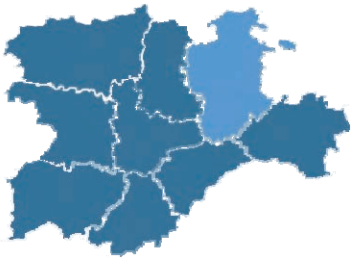
Puente sobre el Río San Martín

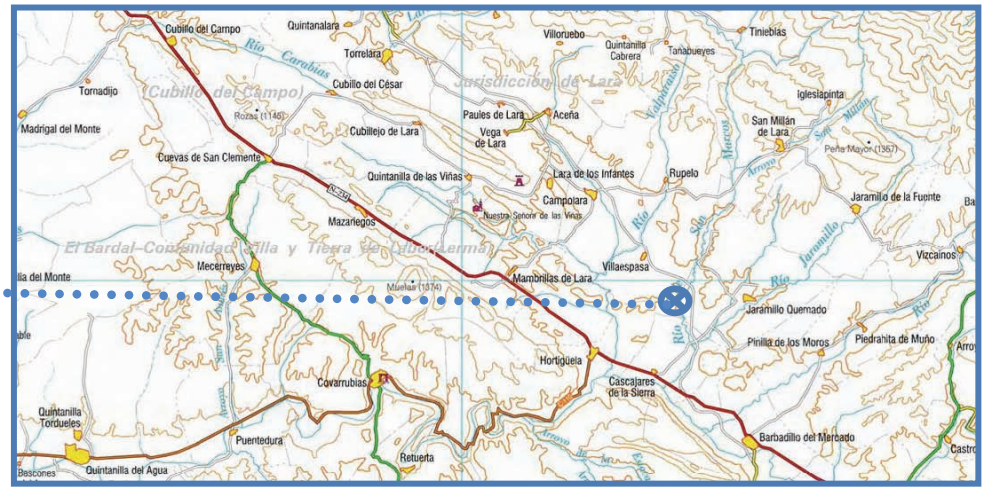


La estructura metálica durante su construcción en 1926.

UBICACIÓN

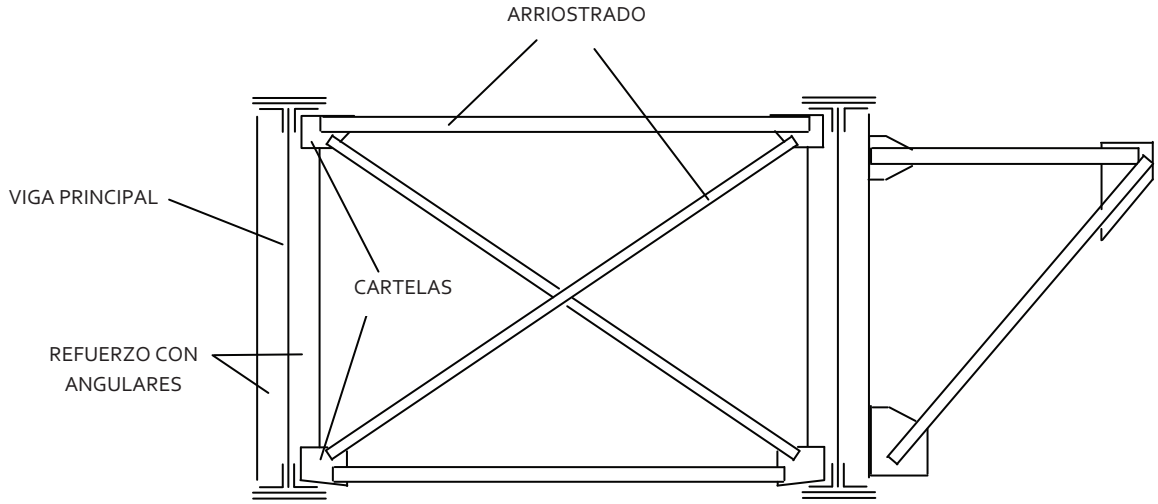
Municipio de Jaramillo Quemado (Burgos)





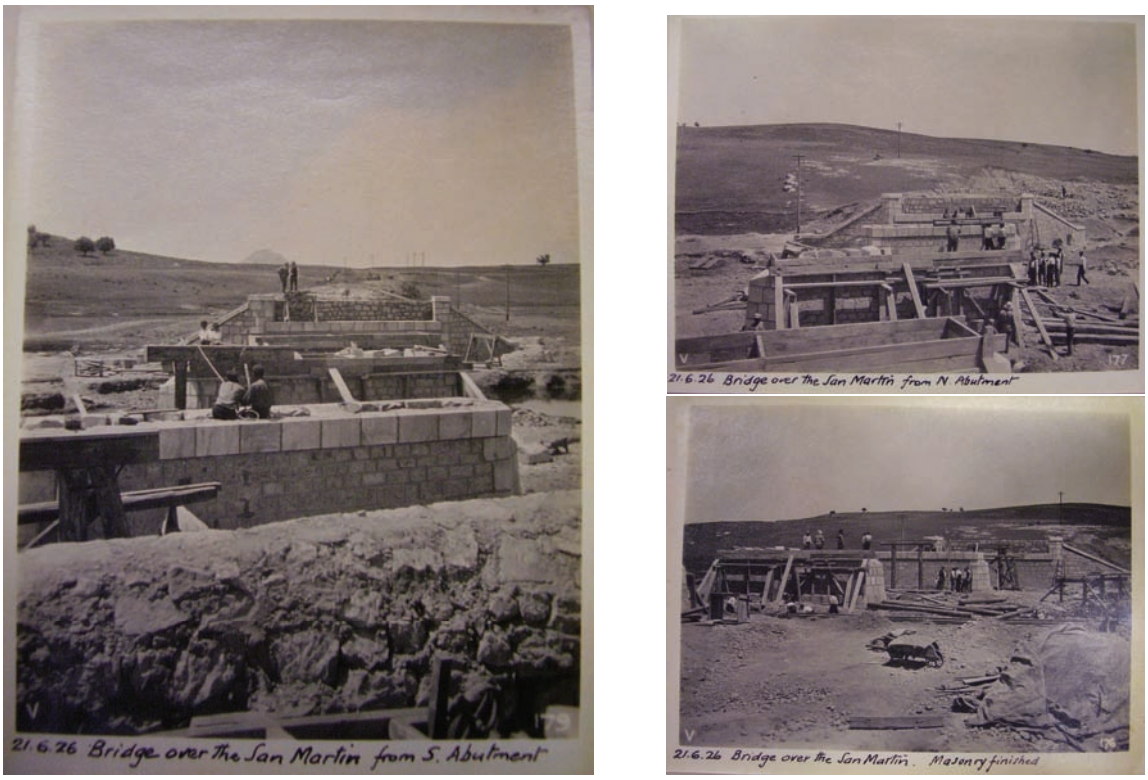
ESQUEMA ESTRUCTURAL

El puente consta de 4 vanos iguales de 10 metros de luz cada uno, solucionados mediante dos vigas metálicas de 1,20 m de canto cada una con un esquema organizativo idéntico al de correspondiente al paso sobre el Río Ausines. Las vigas o cuchillos principales se disponen apoyados a una distancia de 1,90 m en sentido transversal y están armados con cuatro angulares y platabandas en las alas de 350 mm de anchura, disponiendo rigidizadores materializados con nuevas escuadras 90x75x10 mm colocados en sentido vertical.



En cuanto a los elementos de arriostrado, posee una serie de barras horizontales que atan las cabezas entre sí con sección angular, de 75x75x10 mm. Mediante piezas de idéntica escuadría se cierran cruces de san Andrés que se unen al resto de elementos con cartelas en las esquinas de estos recuadros, y presentando un andén lateral con una barandilla de 1,30 m para el recorrido peatonal.

La colección de fotografías que se conserva en el Archivo Provincial de Burgos permiten conocer el proceso de su construcción y los vanos temporales de madera que se ejecutaron para permitir el paso de trenes para el trasporte de materiales, balasto y piezas metálicas que se acopiaban en la estación de la capital:



Secuencia de la construcción de los estribos y pilas.

Estructura provisional de madera y paso de un tren cargado de balasto.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

WAIS, FRANCISCO.

"Historia de los ferrocarriles españoles".

Editora Nacional (1974).

de GARCIA MATEO, JOSE LUIS

"Inventario de Puentes Ferroviarios de España"

Editorial DOCE CALLES (2005)

Inventario de puentes y pasos del Ferrocarril Santander Mediterráneo

www.FCSM.es, (2008)

Perfil longitudinal Línea de Calatayud-Cidad

Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles, Vías y Obras (1947)

Archivo Histórico Provincial de Burgos

Álbum de fotos de la construcción de la línea Santander – Mediterráneo, AEO'G , Burgos N. Spain 1925-1926

Fotografías: V-176, V-177, V-179, V-193, V-203 y V-204

Archivo de la Diputación Provincial de Burgos

OS. 1 (1/5) Proyecto de FFCC Estratégico de Burgos a Soria y Calatayud (1911)

Fondo documental Archivo General de la Administración

AGA (4) 102 CAJA 24/11580

PASO SOBRE CAMINO. PK 207+862. FFCC SANTANDER-MEDITERRÁNEO

AÑO: 1927

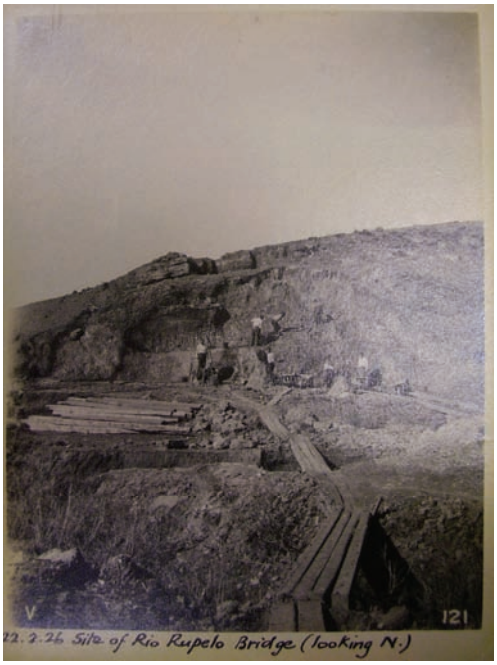
LONGITUD: 5.0 m

Nº VANOS: 1 vano de 5.0 m

TIPOLOGÍA: Vigas de alma llena

ATRIBUIDO A: José de Aguinaga

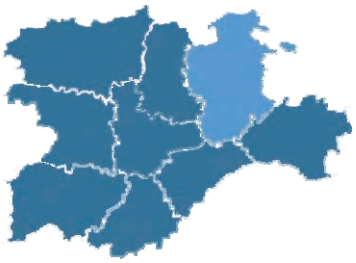
Los documentos que se conservan sobre el proyecto y construcción de este paso identifican al cauce anexo como el río Rupelo, si bien en la cartografía actual aparece bajo la denominación Valparaíso. El tramo metálico corresponde a un camino paralelo al río, y resulta un buen ejemplo de los vanos cortos utilizados en diferentes pasos de la línea.

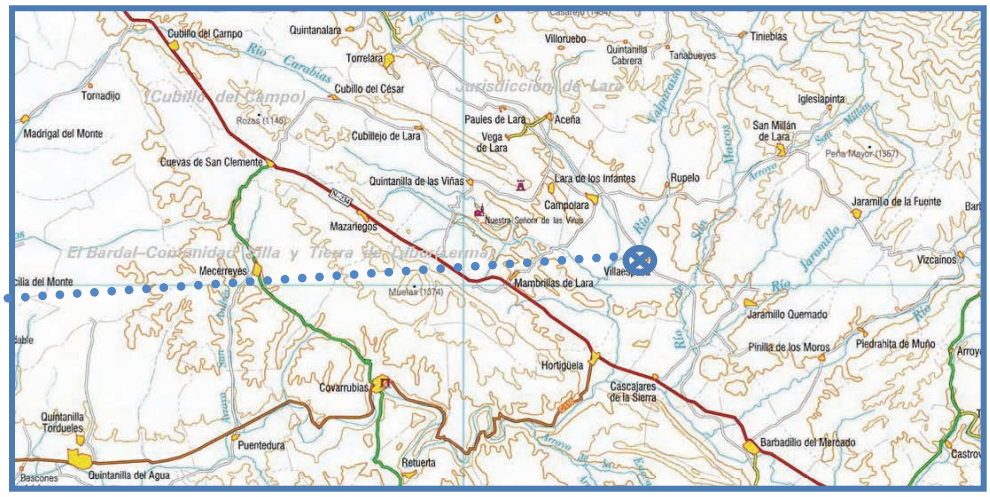


Fotografías de las obras de implantación del puente.

UBICACIÓN

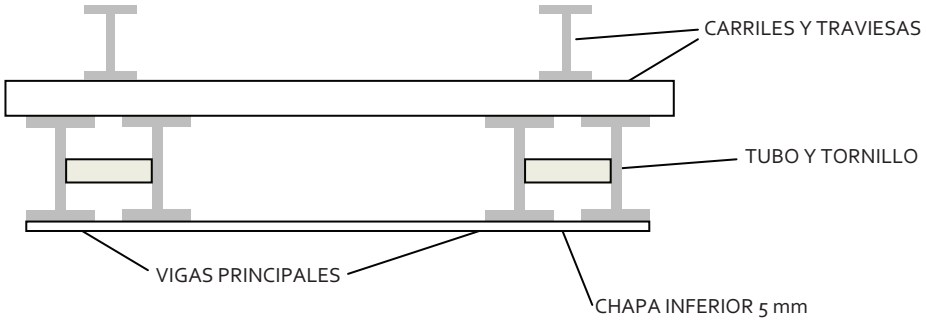
Municipio de Villaespasa (Burgos)





ESQUEMA ESTRUCTURAL

El paso se desarrolla en dos vanos, uno metálico de 5 metros, acompañado de un arco de fábrica de 8 m (el correspondiente al cruce sobre el río) tal como consta en el Proyecto de Replanteo firmado por D. José de Aguinaga. El tramo metálico dispone de una organización singular si lo comparamos con otros de mayor longitud en la misma línea. Se trata de un tablero compuesto de cuatro viguetas agrupadas de dos en dos, dispuestas de esta manera en cada lado de la estructura, y con una sección doble T de 458 mm de canto y 153 de anchura. Cada uno de los grupos se mantiene unido con tornillos de 32 mm que los atraviesan, y cuya separación se define mediante unos tubos de 78 mm de diámetro.



Las cabezas inferiores de las vigas se unen con una chapa de 5 mm que separa los ejes de las piezas compuestas 1,90 m entre ellas. Adicionalmente, dispone de un andén lateral formado por dos perfiles en U de 204 mm de canto y 77 mm de ancho sobre las que apoya un entarimado para uso peatonal, incluyendo una barandilla de 1,4 m de altura cosida al alma de uno de estos perfiles en U.

Imágenes de la excavación del estribo sur con una estructura provisional de madera al fondo.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

de GARCIA MATEO, JOSE LUIS

"Inventario de Puentes Ferroviarios de España"

Editorial DOCE CALLES (2005)

Inventario de puentes y pasos del Ferrocarril Santander Mediterráneo

www.FCSM.es, (2008)

Perfil longitudinal Línea de Calatayud-Cidad

Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles, Vías y Obras (1947)

Archivo de la Diputación Provincial de Burgos

OS. 1 (1/5) Proyecto de FFCC Estratégico de Burgos a Soria y Calatayud (1911)

Fondo documental Archivo General de la Administración

AGA (4) 102 CAJA 24/9377

Archivo Histórico Provincial de Burgos

Álbum de fotos de la construcción de la línea Santander – Mediterráneo, AEO'G , Burgos N. Spain 1925-1926

Fotografías: V-188, V-121, V-172, V-173

PUENTE METÁLICO SOBRE EL RÍO AUSINES PK 234+430. FFCC SANTANDER-MEDITERRÁNEO

AÑO: 1927

LONGITUD: 11 m

Nº VANOS: 1 vano de 11 m

TIPOLOGÍA: Vigas de alma llena

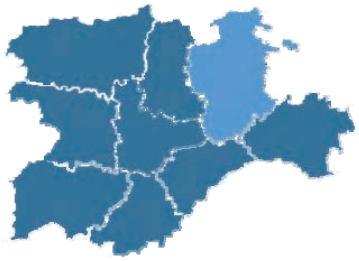
ATRIBUIDO A: José de Aguinaga

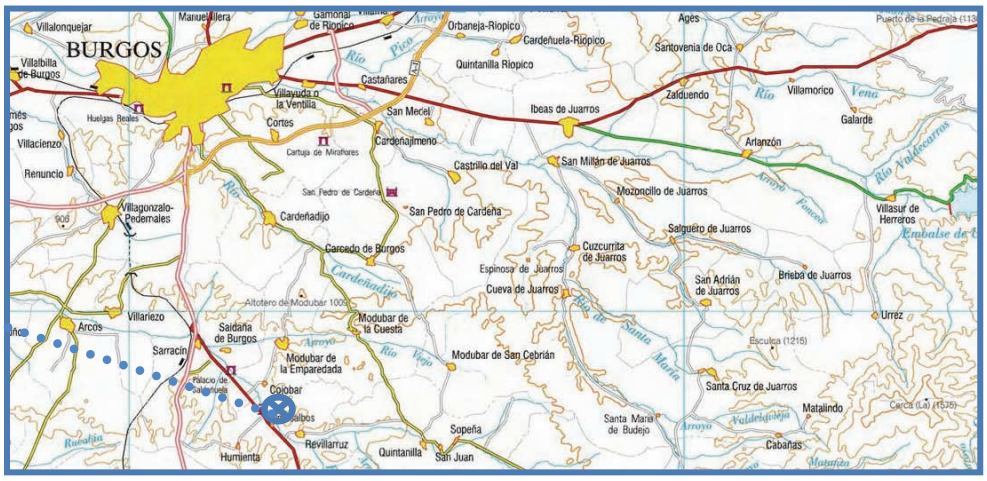
El primero de los cauces que cruza el Santander-Mediterráneo al sur de la ciudad de Burgos es el río Ausines, a la altura de la población de Cojobar. La estructura continúa con la tipología de vigas armadas propia de la línea y que con tantos ejemplos salpica la geografía de la provincia burgalesa.

Panorámica de la estructura sobre el río Ausines.

UBICACIÓN

Municipio de Modúbar de la Emparedada (Burgos)





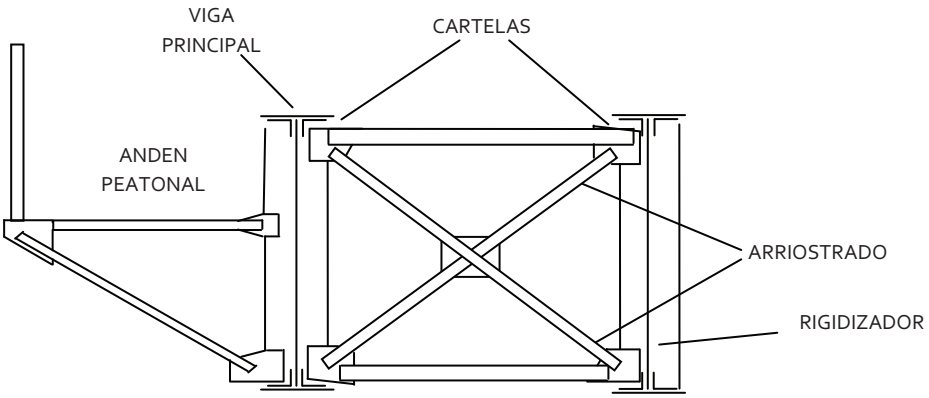
ESQUEMA ESTRUCTURAL

La estructura del paso fue proyectada en 1925 por el mismo ingeniero que diseñó el resto de puentes de este ferrocarril, don José de Aguinaga, siguiendo criterios homogéneos de cálculo y disposición de perfiles y chapas para su definición. En este caso, la memoria señala que la anchura prevista desde el inicio era suficiente para el correcto desagüe del caudal atravesado, pero se observó durante el replanteo una altura de resguardo algo escasa; se propuso por tanto una rectificación de las cotas de apoyo para elevar el perfil longitudinal en ese punto, modificándose y ajustándose la rasante en los metros adyacentes al mismo, pero manteniéndose en todo caso la luz de cálculo prevista de 11 m, que fue la utilizada en los cálculos.

La estructura desde uno de los estribos, dejando visible las ménsulas del andén lateral en voladizo.

Aspecto del puente en las inmediaciones de Cojobar.

Con estas premisas iniciales, el paso se organiza con una oblicuidad de 16 º mediante dos vigas armadas paralelas de alma llena, montándose a partir de perfiles angulares y palastro para dotarlas de sección doble T. El alma de cada viga, ejecutado mediante planchas de 90x75 y 11 mm de espesor, se rigidizó con una serie de chapas verticales para contrarrestar los esfuerzos debidos a cargas descentradas que pudieran a deformar la sección en sentido transversal. También se observan en el alzado las correspondientes chapas cubrejuntas con las que se taparon los huecos entre los cortes de las planchas longitudinales.



El canto total así definido es de 1,24 m medidos entre las alas, quedando separados ambos cuchillos 1,90 m en sentido transversal y apoyando las traviesas de madera directamente sobre las alas superiores.

El arriostrado se ejecutó a través de una serie de cruces a partir de de escuadras de 75x75 y 100 mm de espesor que, a modo de diagonales, unían los extremos opuestos de las almas a la altura de los propios montantes verticales de rigidización. En estas mismas secciones se formaron unos recuadros transversales, para lo cual se cerraron superior e inferiormente con nuevos angulares de idéntica escuadría que las descritas para las diagonales. Con una cartela rectangular se aseguró la correcta unión de las diagonales en punto medio, evitándose con esta triangulación que se formaran mecanismos estructurales internos (limitando la posibilidad de distorsión de estos recuadros). La memoria de cálculo recoge una serie de comprobaciones resistentes para justificar las dimensiones de la sección pésima frente a las cargas muertas y móviles previstas, analizándose los valores de momentos flectores y esfuerzos cortantes con estas hipótesis de partida.

En cuanto a los apoyos, se realizan de forma directa sobre unas placas de chapa empotradas en los propios estribos, disponiendo de unos pernos de anclaje ajustados a las placas en uno de los extremos pero dejando la holgura suficiente en el lado opuesto para permitir la libre dilatación, y evitándose así los efectos derivados de los cambios de temperatura.

En uno de los laterales, sobresalen lateralmente una serie de ménsulas en voladizo ejecutadas también con perfiles en ángulos, éstos de 85x75 y 1 mm de espesor, armando un triángulo en cuyo vértice exterior se eleva un nuevo perfil que permite la formación de una barandilla. Esta ménsula conformaba la solución estructural prevista para el andén peatonal, cuyo piso se materializó con una serie de listones de madera para permitir el paso de los encargados de conservación, y reservándose el lado opuesto para una posible duplicación simétrica de la vía y dejando previsto, para este supuesto, una anchura suficiente en los estribos.

Durante su construcción, siguiendo un método utilizado en otros pasos de la línea y tal como puede comprobarse en las fotografías que se realizaron para el seguimiento de las obras, se utilizó un vano temporal de madera que permitió el cruce de un vía provisional a través de la cual se podían transportar materiales y obreros hasta puntos más alejados de la traza.

Secuencia de imágenes durante la construcción del puente, desde la excavación de los cimientos, la ejecución de los estribos de fábrica y la implantación de un vano provisional de madera.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

de GARCIA MATEO, JOSE LUIS

"Inventario de Puentes Ferroviarios de España"

Editorial DOCE CALLES (2005)

Inventario de puentes y pasos del Ferrocarril Santander Mediterráneo

www.FCSM.es, (2008)

Perfil longitudinal Línea de Calatayud-Cidad

Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles, Vías y Obras (1947)

Archivo Histórico Provincial de Burgos

Álbum de fotos de la construcción de la línea Santander – Mediterráneo, AEO'G , Burgos N. Spain 1925-1926

Fotografías: V-59 (I y II), V-79, V-123 y V-124

Archivo de la Diputación Provincial de Burgos

OS. 1 (1/5) Proyecto de FFCC Estratégico de Burgos a Soria y Calatayud (1911)

Fondo Documental del Archivo General de la Administración

AGA (4) 102 CAJA 24/09116

PASO SOBRE FFCC MADRID-IRUN PK 253+428. FFCC SANTANDER-MEDITERRÁNEO

AÑO: 1928

LONGITUD: 26.82 m

Nº VANOS: 2 vanos oblicuos de 13,41 m

TIPOLOGÍA: Vigas de alma llena

ATRIBUIDO A: José de Aguinaga

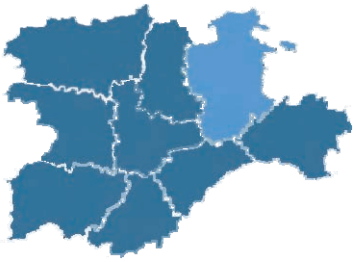
La línea Santander-Mediterráneo cruza sobre el antiguo trazado de la línea Madrid-Irún, por la que cruzaban los trenes hacia la ciudad de Burgos antes de la puesta en servicio de la variante ferroviaria. El paso dispone de dos cuchillos de alma llena laterales, con un tablero inferior ejecutado con el sistema de "hierro Zorés".

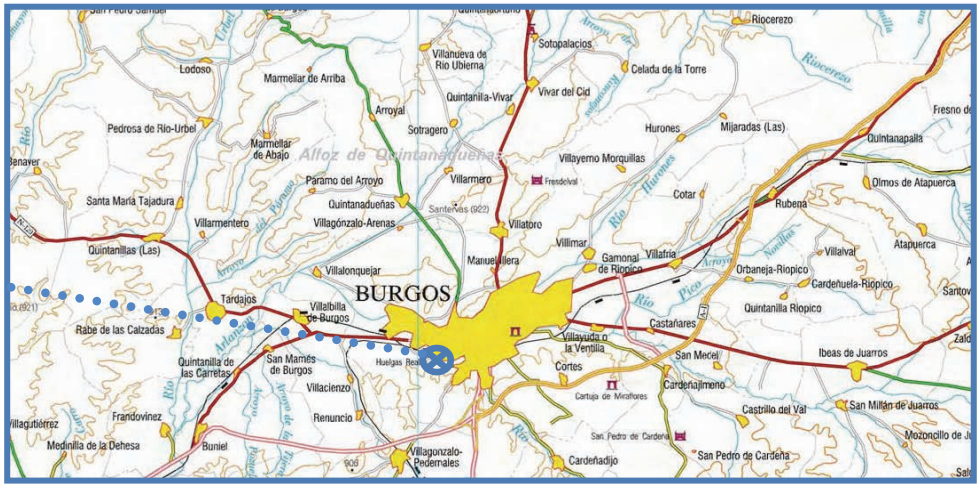
Alzado de la estructura.

Cruce de una locomotora por las líneas de ferrocarril.

UBICACIÓN

Casco urbano de la capital de Burgos





ESQUEMA ESTRUCTURAL

Se sitúa en las inmediaciones de la ciudad de Burgos, sobre un trazado en curva de 300 m de radio, quedando en el punto de cruce una oblicuidad entre las líneas de 56 º y 30 '. Al igual que la gran mayoría de los tramos de este ferrocarril, la parte resistente se organiza con dos vigas principales de alma llena, que en este caso poseen 1,40 m de canto y una luz de 13,41 m entre apoyos.

Las vigas presentan un alma llena con rigidizadores verticales.

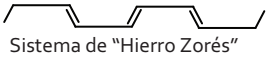
Vista superior del tablero en curva, quedando el punto de quiebro sobre el apoyo central

La sección de las vigas es una doble T armada con 4 escuadras 150x150x16, chapa para formar el alma de 18 mm de espesor, y platabandas en las cabezas superior e inferior, de 360x18 mm, disponiendo solo una en las partes extremas y dos capas en el resto de su desarrollo. El alma dispone además de una serie de refuerzos adicionales que rigidizan la sección en vertical, ejecutados con angulares 120x80x12 a modo de montantes distribuidos a lo largo de la luz que en los extremos y apoyos se multiplican: se forma una cruz con estas escuadras y se añade una platabanda adicional entre las mismas. Se asegura así el correcto funcionamiento y mantenimiento de la forma en los puntos de concentración de cargas puntuales. En el lado derecho según el sentido norte de la marcha, dispone de una serie de cartelas adosadas a los mencionados montantes que permiten unir a ellas las ménsulas sobre las que se apoya el andén, de manera análoga a otros pasos existentes entre Burgos y Salas de los Infantes.

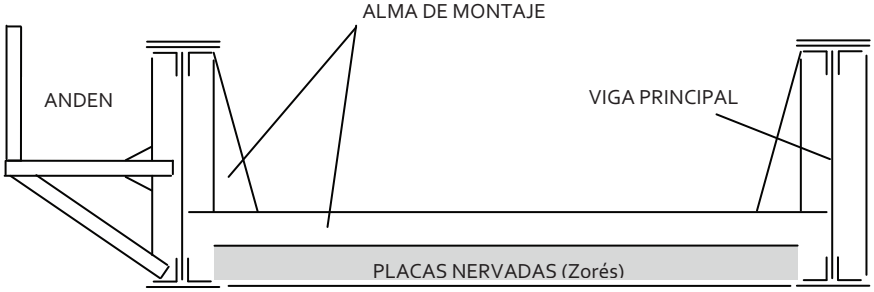
Los apoyos se realizan sobre los estribos, siendo uno de ellos fijo y el otro sobre placa, ya que la luz reducida del puente (inferior a los 15 m) permite asumir esta tipología para permitir una cierta libertad de movimientos por efectos térmicos.

La estructura presenta un marcado esviaje en los apoyos. En la imagen se aprecia además el sistema de chapas "Zorés".

Los cuchillos principales se separan 4,40 m entre sí, y presenta un sistema especial para la formación del tablero, repetido tan solo en el paso sobre la antigua carretera de Valladolid. El piso se forma en la cara inferior de las vigas, mediante placas de acero de un perfil especial que la memoria del Proyecto de Replanteo del puente denomina "hierro Zorés". En particular, son una serie de placas de forma poligonal que unidas como si fuesen tejas, y apoyando los extremos en las cabezas o alas inferiores anteriormente señalados, dibujan una especie de greca que sirve de fondo de tablero dándole forma nervada desde abajo. Las partes convexas están rellenas de un mortero hasta enrasar con las otras, quedando todas sujetas por una serie de chapas adicionales de montaje que se cosen a las vigas por medio de cartelas intermedias (almas de montaje) reforzadas mediante casquillos y escuadras convenientemente roblonadas.



Sistema de "Hierro Zorés"



FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

de GARCIA MATEO, JOSE LUIS

"Inventario de Puentes Ferroviarios de España"

Editorial DOCE CALLES (2005)

Inventario de puentes y pasos del Ferrocarril Santander Mediterráneo

www.FCSM.es, (2008)

Perfil longitudinal Línea de Calatayud-Cidad

Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles, Vías y Obras (1947)

Fondo Documental del Archivo General de la Administración

AGA (4) 102 CAJA 24/11421

PUENTE METÁLICO SOBRE EL RÍO EBRO PK 320+133. TRESPADERNE. FFCC SANTANDER-MEDITERRÁNEO

AÑO: 1929

LONGITUD: 61,6 m

Nº VANOS: 1 vano de 61,6 m

TIPOLOGÍA: Celosía tipo Warren con montantes

ATRIBUIDO A: José de Aguinaga

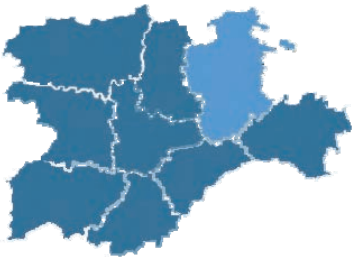
Este puente, uno de los más espectaculares y mejor conservados de la provincia de Burgos, cruza sobre el cauce del río Ebro en las cercanías del núcleo de Trespaderne. El río avanza sobre el valle hacia el norte, generando un corredor natural que conecta la carretera N-232 desde la desembocadura del Oca, hasta su encuentro con el Nela. Este recorrido ha sido utilizado como paso, y aprovechado como tal por los caminos de conexión con esa zona. Así, la carretera BU-550 discurre paralela al cauce, apoyada a media ladera en las escarpadas pendientes del mencionado valle, y de igual forma el trazado del Santander- Mediterráneo lo aprovechó para avanzar entre las estaciones de Trespaderne y Oña, abriéndose paso por el desfiladero de la Horadada a través de túneles.

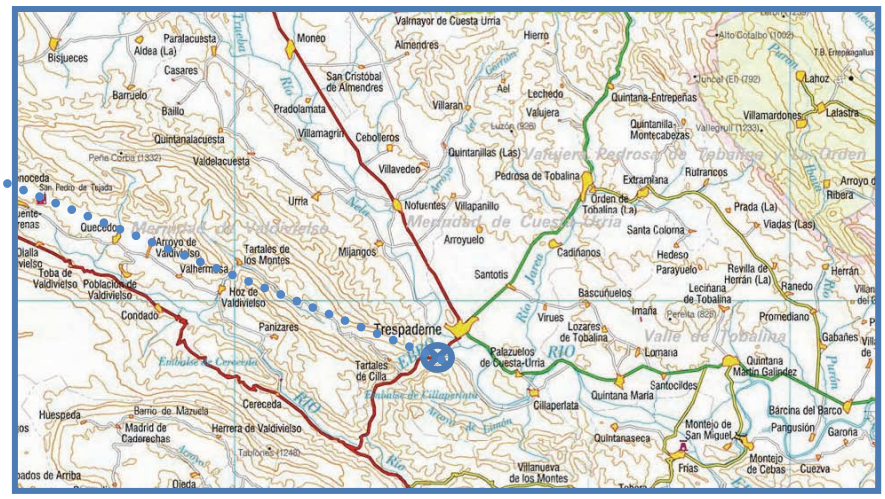
La vegetación tapa una visión completa del puente, 80 años después de su entrada en servicio.

Foto del puente a principios del s. XX. AMB, FO-11136

UBICACIÓN

Municipio de Trespaderne (Burgos)





ESQUEMA ESTRUCTURAL

El paso incluye en realidad dos vanos completamente independientes: el primero sobre la propia carretera BU-550, desde la cual puede accederse hasta esta zona desde la nacional N-232, y el segundo el ya señalado sobre el cauce del Ebro. No obstante, la estructura que destaca por su espectacularidad y envergadura corresponde al cruce del río, visible desde ambas márgenes del mismo con un canto que cuelga inferiormente desde los apoyos laterales.

Aspecto actual de la estructura, una de las pocas sobre las que se han realizado trabajos de conservación en la línea Santander-Mediterráneo durante los últimos años.

En la actualidad todavía es posible ver cruzar al Meritren, el tren turístico del as Merindades, sobre estos pasos metálicos. Unos de las últimas mercancías transportadas a través de las vías que sostienen fue un cargamento especial con piezas de la Central Nuclear de Santa María de Garoña entre Nofuentes y Burgos, llevado a cabo en el año 1988 (3 años después del cierre de la línea).

La memoria del proyecto de replanteo, firmado por José de Aguinaga en 1928, realiza una completa descripción de puente osbre el Ebro, incluyendo la discretización previa, el esquema del modelo de partida y los cálculos realizados para su diseño a partir de perfiles comerciales.

El paso dispone de un solo tramo de 60 m de luz entre paramentos y 61,6 entre apoyos, totalmente metálico, y disponiendo de un resguardo teórico de 2,40 m respecto al máximo nivel de avenidas que se preveía en para el Ebro en el apartado de cálculos. Respecto a la tipología, se escogió una celosía Warren reforzándola con montantes verticales, con un canto de 8,30 m medidos entre ejes de los cordones superior e inferior.

La sección del cordón superior es de un cajón sin fondo, formado por dos vigas compuestas de dos angulares 80x80x10 en la parte superior, un alma de canto variable entre 600 y 900 mm y 15 mm de espesor, y un nuevo angular de mayor escuadría en la parte exterior inferior (150x150x16), quedando unidos los dos angulares superiores mediante una platabanda de 740x12 mm. La parte inferior se ata mediante celosías de angulares de 75x75x10 mm.

Detalles de la celosía Pratt y de la ejecución de nudos en el cordón inferior.

De forma simétrica, el cordón inferior queda armado con dos nuevas vigas compuestas separadas por montantes en U. Cada una de éstas se compone de dos angulares 150x150x16 y un alma de 600x20 mm de canto constante, y quedan enlazadas lateralmente mediante celosías de 70x12. La estructura se completa con la celosía principal que ata los cordones, formada por una serie de montantes verticales en sección doble T, ejecutados con 4 angulares de 100x100x12 y un alma llena de 480x12 mm, con platabandas en ambas alas. Respecto a las barras diagonales son de perfil rectangular con 4 angulares de 90x90x11 en los vértices, chapas en 2 de las caras laterales y celosías de empresillado en las otras dos (estos ejecutados con planchas de 75x12 mm).

Las barras extremas (las que cierran la estructura en ambos lados) están reforzadas con barras adicionales de sección doble T, una en su parte media, y otras formando dos diafragmas. El piso se completa con viguetas transversales que unen los nudos de la viga Warren, y una serie de largueros que soportan el peso de la superestructura. Las viguetas son doble T, armadas con 4 angulares 150x150x16 y alma de 1000x12 mm, y los largueros similares pero con escuadras 120x120x13 y alma 960x12 mm con dos platabandas adicionales, y separados en este caso 1,9 m entre ellos, con arriostrado horizontal mediante angulares que atan las cabezas superior e inferior, junto a otras piezas inclinadas que consiguen la triangulación. También disponen de elementos para su arriostrado vertical, con angulares 75x75x10 que forman cruces de San Andrés para formar marcos rígidos A estos largueros se unen las ménsulas que forman los andenes laterales, ejecutados con chapa estriada, y dotando de 75cm de anchura libre para el paso de peatones.

Con celosías similares a las anteriormente descritas se consigue rigidizar la parte inferior de la estructura. En dirección transversal, se observa la disposición de bastidores dobles mediante angulares 150x150x16 perpendiculares a las vigas, a los que se unen diagonales con idéntica escuadría para cerrar el recuadro en cruz de san Andrés.

Respecto a los apoyos, la construcción incluye cojinetes de acero moldeado con refuerzos en forma de gruesas cartelas previstos en la misma pieza, que descansan sobre rodillos (en uno de los lados) o directamente en el estribo (en el lado opuesto), para cuya cimentación se aprovechó en la medida de lo posible la gran cantidad de piedra sana que aflora en ambos márgenes del Ebro en este punto, vistiendo simplemente con sillería caliza para disponer de caras de apoyo planas para las vigas.

Detalle de uno de los aparatos de apoyo y una de las múltiples cartelas ejecutadas para la unión de las barras.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

de GARCIA MATEO, JOSE LUIS

"Inventario de Puentes Ferroviarios de España"

Editorial DOCE CALLES (2005)

Archivo General de la Administración, (4) 102 CAJA 24/10565

Inventario de puentes y pasos del Ferrocarril Santander Mediterráneo

www.FCSM.es, (2008)

Perfil longitudinal Línea de Calatayud-Cidad

Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles, Vías y Obras (1947)

Fondo Gráfico del Archivo Municipal de Burgos

AMB, FO-11136

PASO SOBRE CARRETERA BU-550 PK 320+197. FFCC SANTANDER-MEDITERRÁNEO

AÑO: 1929

LONGITUD: 13.58 m

Nº VANOS: 1 vano de 13,58 m

TIPOLOGÍA: Vigas de alma llena

ATRIBUIDO A: José de Aguinaga

OBSERVACIONES: Fue reconstruido para adaptarlo a la nueva vía verde de las Merindades, que pretende utilizar el corredor del antiguo FFCC.

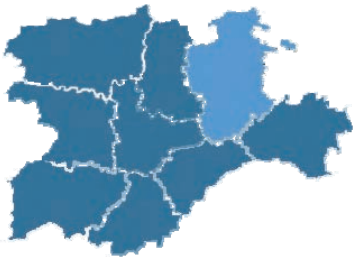
Corresponde al vano corto adyacente al puente sobre el río Ebro, que permite el cruce con la carretera BU-550 que conecta la localidad de Trespaderne desde la N-232, discurriendo superiormente a la misma.

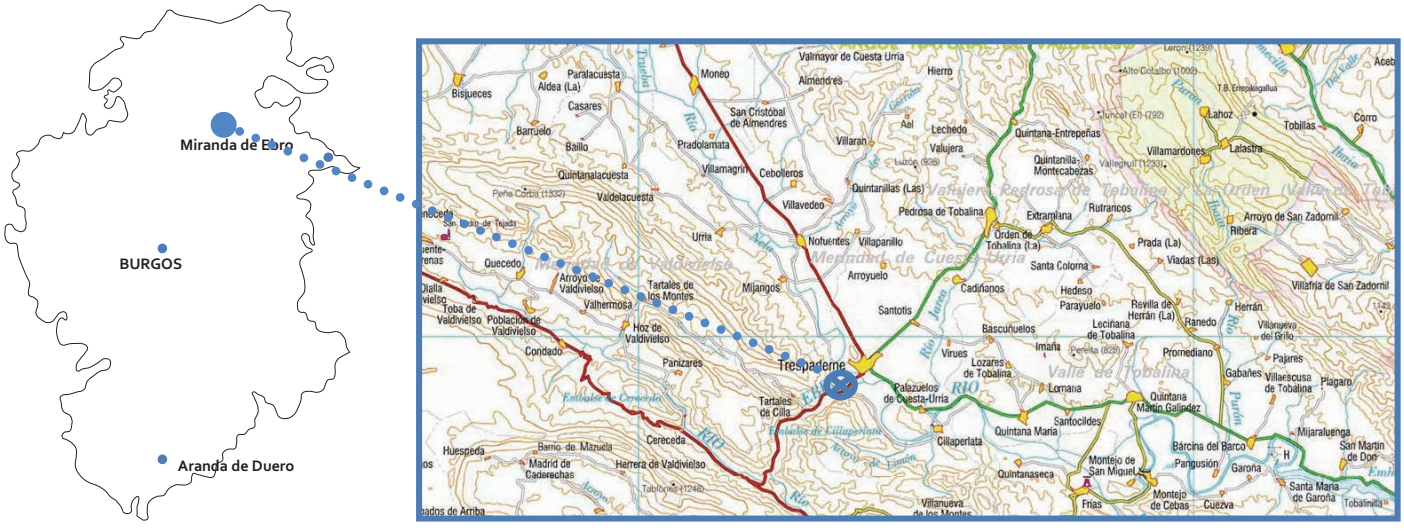
Recientemente ha sufrido una reconstrucción de sus vigas para poder mantenerla en servicio, y asegurar de esta manera el poder utilizarlo con destinos turísticos y recreativos.

Aspecto del paso tras su renovación.

UBICACIÓN

Municipio de Trespaderne (Burgos)





ESQUEMA ESTRUCTURAL

Detalle del nuevo aparto de apoyo.

La estructura que puede verse en la actualidad presenta unas vigas colgadas de canto variable, siendo menores en los apoyos con una pequeña zona de transición hasta la parte central del vano. Esta tipología no se corresponde con ninguno del resto de pasos de la línea de dimensiones similares, por lo que parece ser el resultado de la adaptación del paso a las nuevas consideraciones y exigencias normativas para estos tipo de pasos, mucho más restrictivos en lo que a magnitud y número de cargas de cálculo que los utilizados en el diseño original.

Alzado general del paso inferior.

Es de suponer que las vigas primitivas serían, como en el resto de casos revisados en esta infraestructura lineal, de canto constante ajustado al espacio que disponen en los estribos y reforzado interiormente con montantes para rigidizar la sección. De manera análoga a otros puentes, dispondría de dos cuchillos principales en doble T, armados mediante angulares y chapas convenientemente unidas mediante roblones, y arriostrados interiormente con travesaños de forma similar y distinta escuadría, incluso con piezas adicionales que ataran todo ello triangulando en sentido longitudinal. No obstante llama la atención el reducido espacio disponible en los apoyos para disponer de piezas especiales en estos puntos, por lo que puede pensarse que pudo haber algún recrecido en estas zonas, o bien el apoyo se cometía directamente sobre placas, dada la reducida dimensión de la estructura.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

de GARCIA MATEO, JOSE LUIS

"Inventario de Puentes Ferroviarios de España"

Editorial DOCE CALLES (2005)

Inventario de puentes y pasos del Ferrocarril Santander Mediterráneo

www.FCSM.es, (2008)

Perfil longitudinal Línea de Calatayud-Cidad

Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles, Vías y Obras (1947)

PUENTE METÁLICO SOBRE EL RÍO TRUEBA PK 335+837. FFCC SANTANDER-MEDITERRÁNEO

AÑO: 1930

LONGITUD: 42 m

Nº VANOS: 2 vanos oblicuos de 21 m

TIPOLOGÍA: Vigas de alma llena

ATRIBUIDO A: José de Aguinaga

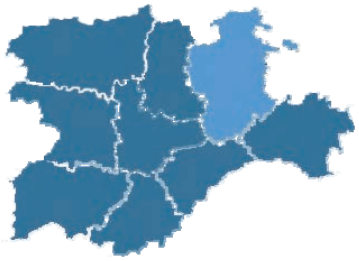
La línea de ferrocarril Santander-Mediterráneo cruza sobre el río Trueba al sur de la localidad de Medina de Pomar. Este cruce se salva mediante una estructura de vigas de alma llena siguiendo un esquema típico en el resto de puentes del trazado, presentando en este caso apoyos esviados respecto al eje de su desarrollo.

La estructura se encuentra rodeada de vegetación

Vista lateral del puente sobre el río Trueba.

UBICACIÓN

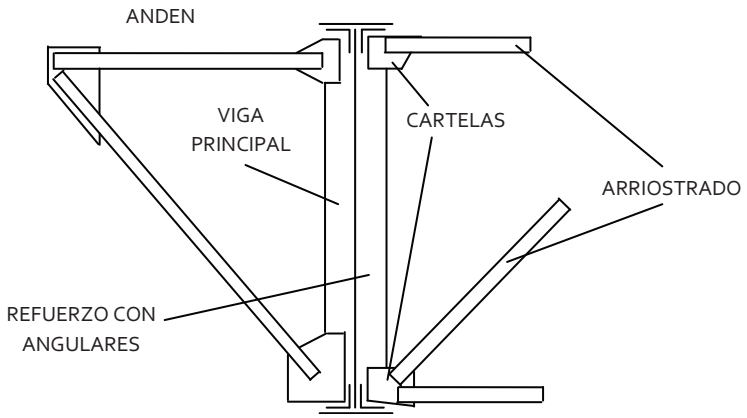
Municipio de Medina de Pomar (Burgos)



ESQUEMA ESTRUCTURAL

Este puente se compone de dos vanos metálicos esviados, de 19,6 m de luz cada uno, a los que se suman dos arcos de fábrica adicionales para evacuación de avenidas excepcionales, de 7,5 m de longitud cada uno. Los tramos de acero consisten en vigas rectas armadas con perfiles y palastros, los cuales no fueron calculados de forma expresa, ya que se aprovecharon los realizados en su momento para la definición de unos de los puentes sobre el río Nela, de similar organización estructural pero mayor longitud (tal como señaló el autor del Proyecto de Replanteo correspondiente a este paso, José de Aguinaga, en 1928).

De esta manera la sección transversal se compone de dos cuchillos en doble T, mediante cuatro escuadras 150x150x16, y platabandas de 350x12 en las cabezas superior e inferior, junto a una chapa adicional para formar el alma resistente que se refuerza puntualmente con montantes verticales. Estos elementos de rigidización se materializan con angulares 120x80x10 mm que se repiten también en las secciones de apoyo.



El arriostrado de las vigas longitudinales se efectúa con cruces de san Andrés y enmarcadas con perfiles que permiten la formación del tablero sobre el que apoyan las traviesas que sostienen los carriles, todos ellos con angulares 75x75x10 y añadiendo cartelas adicionales para permitir las uniones roblonadas de las piezas que lo componen. Sobre estas mismas secciones arriostradas, el puente posee un andén peatonal en uno de sus lados. Las traviesas de madera se apoyan directamente sobre las vigas principales.

Detalle del apoyo en estribo y del asiento de las traviesas sobre los cuchillos armados.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

de GARCIA MATEO, JOSE LUIS

"Inventario de Puentes Ferroviarios de España"

Editorial DOCE CALLES (2005)

Inventario de puentes y pasos del Ferrocarril Santander Mediterráneo

www.FCSM.es, (2008)

Perfil longitudinal Línea de Calatayud-Cidad

Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles, Vías y Obras (1947)

Fondo documental del Archivo General de la Administración

AGA (4) 102 CAJA 24/9772

AGA (4) 102 CAJA 24/8764

PUENTE METÁLICO SOBRE EL RÍO NELA PK 338+939. FFCC SANTANDER-MEDITERRÁNEO

AÑO: 1930

LONGITUD: 42 m

Nº VANOS: 2 vanos oblicuos de 21 m

TIPOLOGÍA: Vigas de alma llena

ATRIBUIDO A: José de Aguinaga

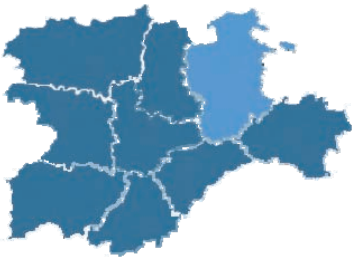
Otro de los numerosos puentes de alma llena que pueden todavía verse en el trazado de la línea Santander-Mediterráneo sobre el cauce del Nela.

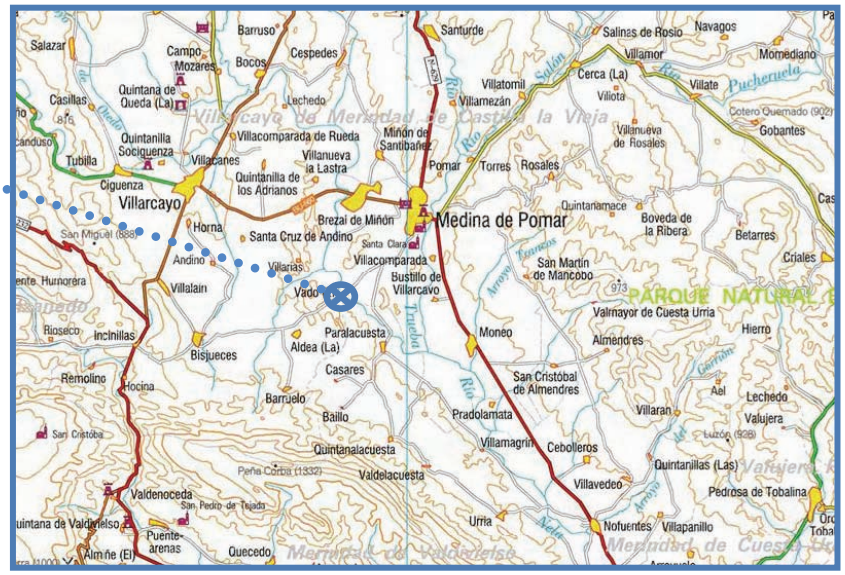
La vía dispone de encarriladores al acercarse al paso.

Las vigas se refuerzan con rigidizadores, particularmente en los apoyos

UBICACIÓN

Municipio de Medina de Pomar (Burgos)





ESQUEMA ESTRUCTURAL

Este puente consta de 2 tramos ortogonales de 21 metros cada uno, y organizados mediante 2 grandes vigas metálicas principales de sección doble T, con alma llena y canto variable, con una serie de chapas de rigidización a modo de montantes que permiten controlar las cargas laterales evitando el pandeo en esta dirección. Sus cabezas se componen con angulares tamaño 150x150x18 y las alas se componen mediante platabandas de chapa de 520x16 mm. Entre estas vigas, se presenta el piso en la parte inferior sostenido mediante viguetas o travesaños que unen las descritas piezas principales. Estas viguetas son también metálicas, separadas 3,10 m entre sí y con una forma doble T armada con 4 escuadras de 150x150x18 y alma de 550x12, que sostienen a su vez a los largueros longitudinales que se separan 1,90 m entre sí y permiten sujetar las traviesas y carriles sobre ellos.

Al igual que para la mayoría de los pasos de esta línea, existen documentos sobre el proyecto de su replanteo redactados por el ingeniero encargado de la definición de sus estructuras, D. José de Aguinaga, depositados en el Archivo General de la Administración de Alcalá de Henares.

Vistas de los cuchillos armados desde el interior y exterior de la estructura, con el sistema de montantes verticales.

Las largueros tienen una forma similar a las otras barras, pero los angulares son más pequeños (120x120x13) y el la chapa del alma es de 532x14 mm. Respecto al sistema de arriostrado, solo posee una triangulación inferior mediante angulares uniendo puntos extremos de los travesaños consecutivos, tal como se describe y justifica en la memoria del proyecto.

En cuanto a los apoyos, las vigas principales se apoyan en los estribos y pilas a través de rótulas, las cuales en uno de los extremos quedan empotradas en la fábrica funcionando como apoyos fijos, mientras que en el opuesto quedan sobre 4 rodillos que permiten moverse libremente a la estructura en caso de dilatación o contracción por efectos térmicos.

El puente también posee un andén en uno de los lados, el cual está formado de unas ménsulas metálicas sobre los que apoya un piso de tablones de madera de manera análoga a los construidos en los demás pasos de la línea.

Detalle de uno de los apoyos

El pasillo peatonal se encuentra actualmente casi oculto tras la vegetación.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

de GARCIA MATEO, JOSE LUIS

"Inventario de Puentes Ferroviarios de España"

Editorial DOCE CALLES (2005)

Inventario de puentes y pasos del Ferrocarril Santander Mediterráneo

www.FCSM.es, (2008)

Perfil longitudinal Línea de Calatayud-Cidad

Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles, Vías y Obras (1947)

Fondo documental del Archivo General de la Administración

AGA (4) 102 CAJA 24/12953

PUENTE METÁLICO SOBRE EL RÍO NELA PK 347+986. CIGÜENZA. FFCC SANTANDER-MEDITERRÁNEO

AÑO: 1930

LONGITUD:51 m

Nº VANOS: 2 vanos de 21 m + 1 vano de 8,9 m

TIPOLOGÍA: Vigas de alma llena

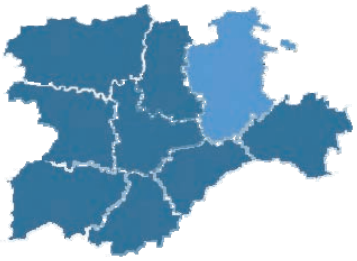
ATRIBUIDO A: José de Aguinaga

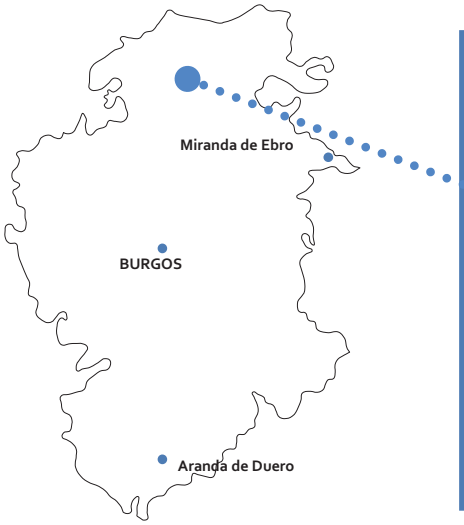
Desde las propias calles de la localidad de Cigüenza puede disfrutarse del imponente alzado del puente que, en su día, sirvió para que los trenes cruzaran sobre el río Nela y la carretera que discurre paralela a éste.

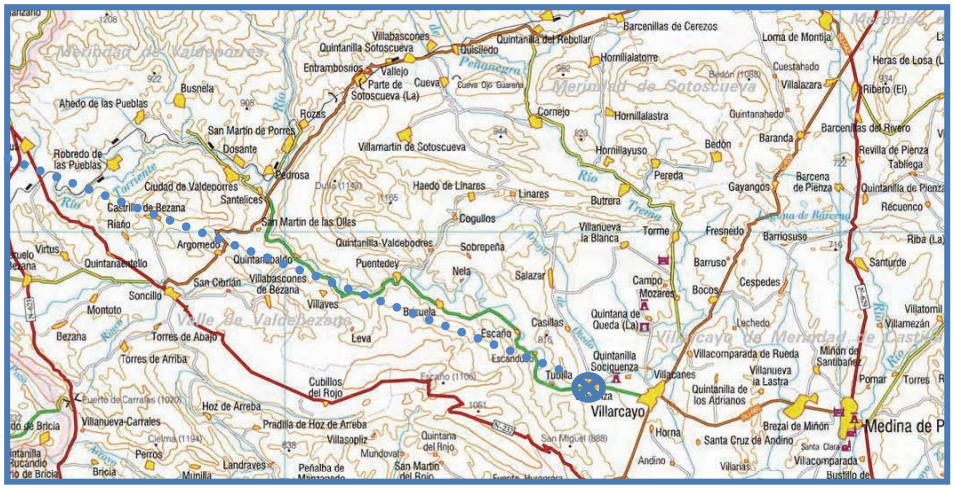
Panorámica extendida que permite contemplar la totalidad del puente metálico, desde la margen izquierda del río Nela.

UBICACIÓN

Municipio de Merindad de Valdeporres (Burgos)





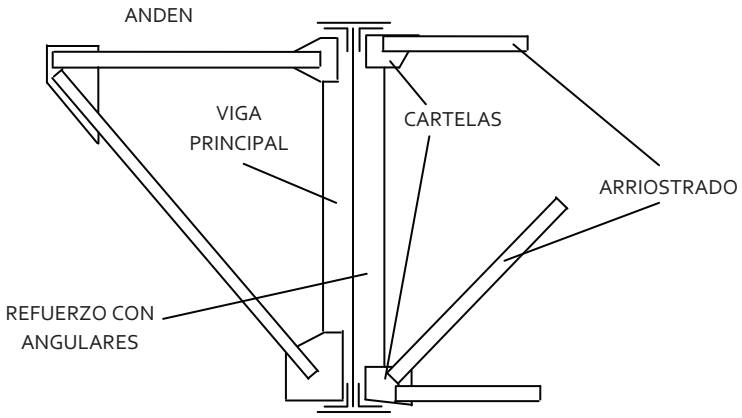


ESQUEMA ESTRUCTURAL

Este puente, según explica Ramón de Aguinaga en la memoria redactada para su Proyecto de Replanteo de 1928, consta de 2 tramos metálicos oblicuos de 21 m de luz cada uno, más un tercero más corto de 8,9 m en cuyo diseño se aprovecha la definición de otros ya construidos anteriormente en tramos anteriores (en particular varios puentes de 10 m de luz correspondientes a los pasos situados en el río Ausines, el río Ciruelos y Ubierna).

El apoyo ha sido colonizado por trepaderas que tapizan el alzado de sus paramentos.

Vista del arriostrado en celosía desde el inferior del puente.



La sección transversal de los vanos largos está formada por dos vigas principales, armadas con perfiles metálicos simples y chapas laminadas. Cada una consta de cuatro escuadras 150x150x16, con platabandas de 350x12 mm para la formación de las alas y una nueva chapa que integraba el alma resistente reforzada mediante montantes verticales. Estos rigidizadores se arman con 2 angulares 120x80x10 mm, dispuestos también en los puntos de apoyo donde se concentran las cargas verticales correspondientes a las reacciones.

Entre estas dos vigas disponen de un sistema de arriostrado con cruces de san Andrés enmarcadas con piezas adicionales superiores e inferiores que atan las cabezas. Estas misma piezas horizontales permiten la formación del tablero en la parte superior, y se ejecutaron con perfiles angulares 75x75x10 mm en todas las posiciones, repitiendo este sistema a la altura de los montantes y añadiendo cartelas en los puntos de unión que permitieron el cosido de los perfiles entre sí mediante roblones.

Perspectiva lateral del puente.

Detalle de uno de los apoyos en estribo.

Lateralmente, y en estas mismas secciones, existe un andén peatonal ejecutado con nuevos angulares: unos oblicuos desde la cabeza inferior de la viga con una escuadría 75x75x10 mm, y otras horizontales algo mayores, 80x80x10. Las cartelas son de chapa de 10 mm de espesor.

Alzado del vano corto sobre la carretera.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

de GARCIA MATEO, JOSE LUIS

"Inventario de Puentes Ferroviarios de España"

Editorial DOCE CALLES (2005)

Inventario de puentes y pasos del Ferrocarril Santander Mediterráneo

www.FCSM.es, (2008)

Perfil longitudinal Línea de Calatayud-Cidad

Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles, Vías y Obras (1947)

Fondo Documental del Archivo General de la Administración

AGA (4) 102 CAJA 24/9772

PUENTE METÁLICO SOBRE EL RÍO NELA PK 352+068. FFCC SANTANDER-MEDITERRÁNEO

AÑO: 1930

LONGITUD: 44 m

Nº VANOS: 3 vanos oblicuos de 14,1 m

TIPOLOGÍA: Vigas de alma llena

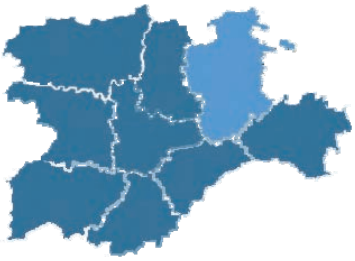
ATRIBUIDO A: José de Aguinaga

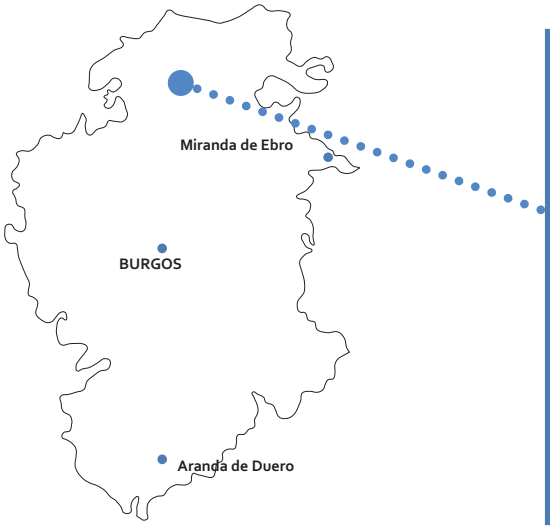
Se trata de uno de los numerosos puentes ejecutados con vigas de alma llena ejecutados para el trazado de la línea Santander Mediterráneo para cruzar sobre el río Nela.

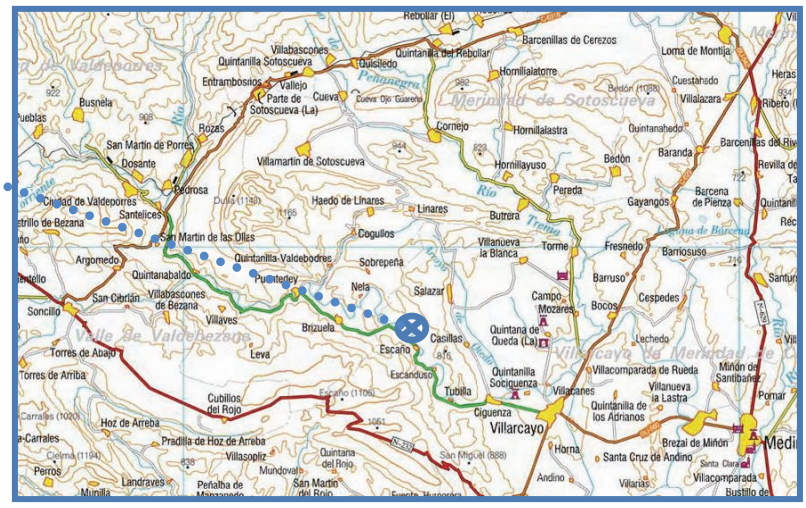
Perspectiva de las vigas del puente, donde se puede apreciar el refuerzo previsto en los apoyos.

UBICACIÓN

Municipio de Villarcayo (Burgos)







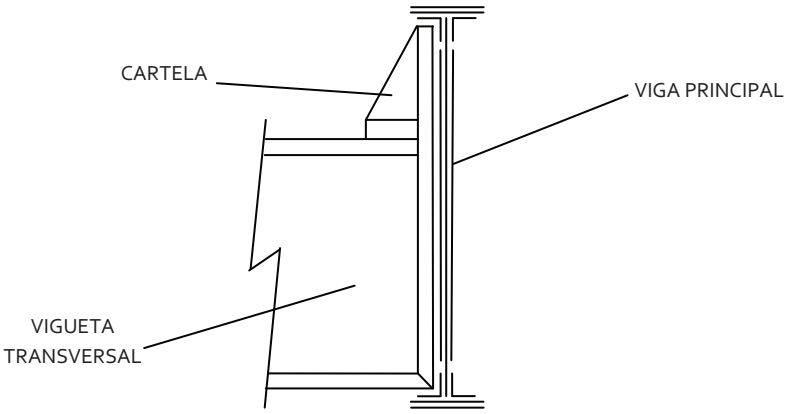
ESQUEMA ESTRUCTURAL

El proyecto de replanteo de esta estructura fue redactado por el ingeniero José de Aguinaga en 1928, e incluye la descripción del puente junto al cálculo de los distintos elementos que lo componen, así como los planos de definición necesarios para su ejecución.

El puente consta de tres vanos ortogonales, con 13,2 m cada uno, cada uno de los cuales se organiza mediante 2 vigas principales en los lados. Estas vigas son perfiles armados de alma llena en sección doble T, compuestos mediante 4 angulares 150x150x16, un alma de 1250x12 mm y una serie de platabandas de 480x16 (en particular, 4 chapas en la parte central y 2 en las extremas).

El alma se refuerza montantes de 2 ó 4 angulares de diferentes secciones. Las vigas se separan lateralmente 3,40 m, mientras el piso superior está formado con tableros de largueros en doble T, también armados con angulares (éstos de menor escuadría, 120x120x11), con alma de 739x12 mm, y separados entre ellos 1,90 m entre ejes. A estos o largueros o se unen las viguetas transversales de similar sección (4 angulares 120x120x11 y alma de 750x12). Por otro lado los mencionados largueros se arriostran con montantes y diagonales de 75x75x10 y verticalmente con nuevos montantes y riostras de idéntico perfil. El atado de las vigas principales se logra mediante angulares de idéntico tamaño que se unen formando cruces de san Andrés y enlazando diagonalmente los extremos de las viguetas transversales consecutivas.

Vista desde unos de los estribos.



Los apoyos se logran mediante placas de asiento sobre pilas y estribos, que mediante pernos se unen a estas fábricas empotrándose en ellas, y disponiendo de orificios ovalados para permitir el juego de sus piezas por efectos de variación de temperatura.

En uno de sus lados, el piso o tablero superior incluye un andén sobre ménsulas unidas a los montantes de la viga principal, similar a otros de los que pueden encontrarse a lo largo de la línea. Las uniones están ejecutadas mediante roblones, y pueden encontrarse varias piezas adicionales en el acabado constructivo final (remates, cartelas y refuerzos), que permiten asegurar el conjunto y garantizar el funcionamiento homogéneo del puente.

Panorámica extendida del alzado del paso.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

de GARCIA MATEO, JOSE LUIS

"Inventario de Puentes Ferroviarios de España"

Editorial DOCE CALLES (2005)

Inventario de puentes y pasos del Ferrocarril Santander Mediterráneo

www.FCSM.es, (2008)

Perfil longitudinal Línea de Calatayud-Cidad

Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles, Vías y Obras (1947)

Fondo documental del Archivo General de la Administración

AGA (4) 102 CAJA 24/13314

PUENTE METÁLICO SOBRE EL RÍO NELA PK 356+639. PUENTEDEY. FFCC SANTANDER-MEDITERRÁNEO

AÑO: 1930

LONGITUD: 32 m

Nº VANOS: 2 vanos de 15,9 m

TIPOLOGÍA: Vigas de alma llena

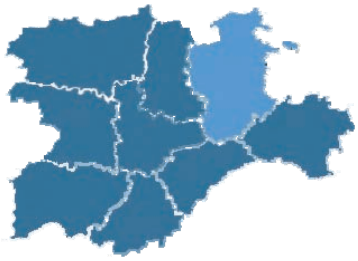
ATRIBUIDO A: José de Aguinaga

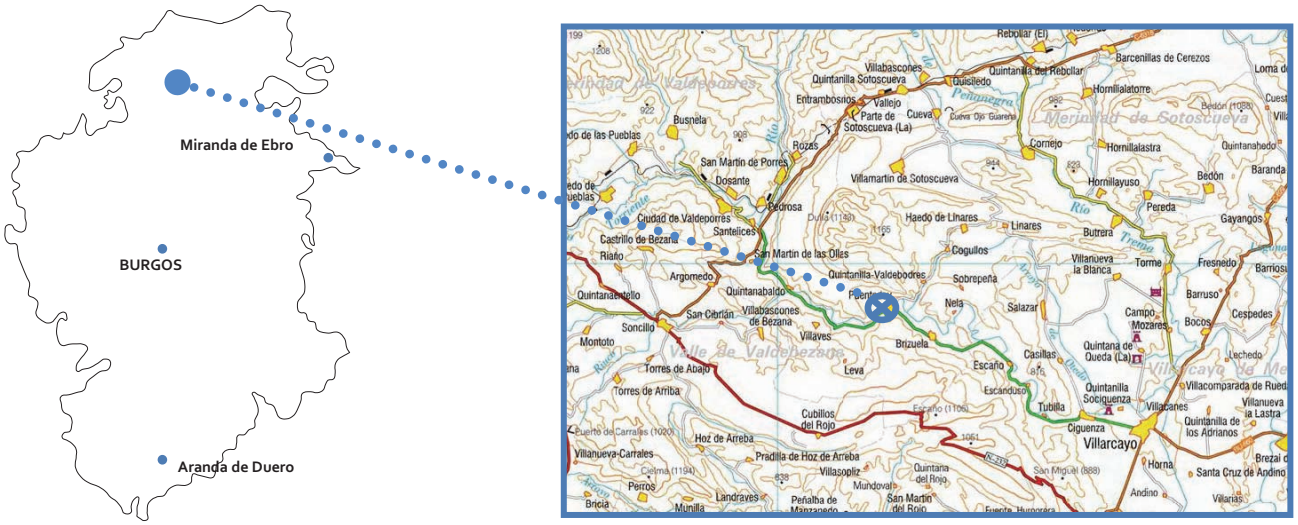
El pintoresco pueblo de Puentedey incluye entre sus encantos una de las estructuras que se construyeron para el cruce de los trenes de la línea Santander-Mediterráneo sobre el río Nela.

Perspectiva del tablero desde uno de sus estribos.

UBICACIÓN

Municipio de Merindad de Valdeporres (Burgos)



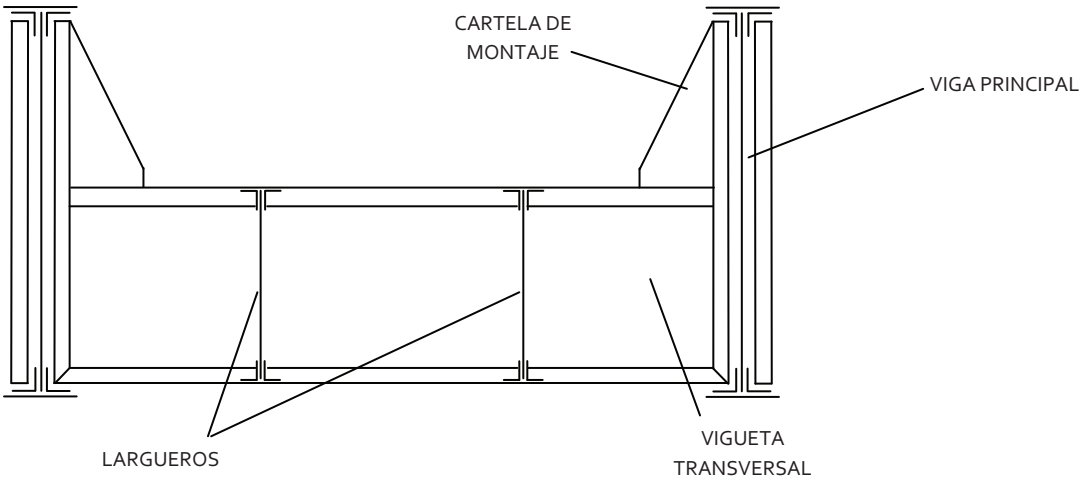


ESQUEMA ESTRUCTURAL

El proyecto de este paso, que consta de dos tramos de 15,90 m de luz entre apoyos, se basa en la definición prevista para el puente sobre el río Trueba según consta en la memoria redactada al efecto por D. José de Aguinaga en el año 1929. Su diseño también posee dos vigas principales en las que el tablero apoya inferiormente, a través de una serie de viguetas transversales que se cosen a las mismas mediante unas cartelas o almas de montaje adicionales.

Panorámica extendida de uno de los vanos desde la margen izquierda del río Nela.

La vigas tienen una sección doble T armada mediante 4 perfiles angulares 150x150x16 mm, y presentan una sección llena con un alma de chapa (1700x12 mm) y dos platabandas 500x10 mm en las alas. La separación entre ambos cuchillos es de 4,20 m, distancia que se mantiene constante mediante las señaladas viguetas transversales que acometen la parte inferior de las almas, con una sección también en doble T ejecutada mediante 4 escuadras 150x150x16 y un alma de 850x10, dispuestas a 3,18 m de separación unas de otras. En estas secciones, las vigas se refuerzan con elementos de rigidizado, incluyendo unos montantes verticales que se materializan con nuevos angulares 120x150x12 a ambos lados del alma.



Además a estos travesaños se cosen longitudinalmente dos largueros centrados, a una distancia de 1,8 m entre sí, y armados también con perfiles y chapas (cuatro angulares 120x80x12 y un alma de 700x12). Sobre estos largueros, que se prolongan entre los apoyos extremos, se disponen las y traviesas que sostienen los carriles.

Detalle de uno de los aparatos de apoyo.

Aspecto actual del tablero cubierto de balasto.

El cálculo de cada tramo se realiza suponiendo que cada vano funciona como biapoyado entre estribos y pilas. Respecto a los apoyos, son fijos en una de las fábricas y móviles en la otra, con un sistema de cojinetes con cuatro rodillos para permitir el movimiento necesario para la libre dilatación del conjunto.

Además a estos travesaños se cosen longitudinalmente dos largueros centrados, a una distancia de 1,8 m entre sí, y armados también con perfiles y chapas (cuatro angulares 120x80x12 y un alma de 700x12). Sobre estos largueros, que se prolongan entre los apoyos extremos, se disponen las y traviesas que sostienen los carriles.

Imágenes del puente en servicio. Colección Sainz Varona.

El cálculo de cada tramo se realiza suponiendo que cada vano funciona como biapoyado entre estribos y pilas. Respecto a los apoyos, son fijos en una de las fábricas y móviles en la otra, con un sistema de cojinetes con cuatro rodillos para permitir el movimiento necesario para la libre dilatación del conjunto.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

de GARCIA MATEO, JOSE LUIS

"Inventario de Puentes Ferroviarios de España"

Editorial DOCE CALLES (2005)

Inventario de puentes y pasos del Ferrocarril Santander Mediterráneo

www.FCSM.es, (2008)

Perfil longitudinal Línea de Calatayud-Cidad

Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles, Vías y Obras (1947)

VARONA SAINZ; CARLOS

Postales antiguas de la provincia de Burgos

Diario de Burgos, Cajacírculo, Excma. Diputación Provincial de Burgos (2005)

Fondo Documental del Archivo General de la Administración

AGA (4) 102 CAJA 24/8764

PUENTE METÁLICO SOBRE EL RÍO NELA PK 358+779. FFCC SANTANDER-MEDITERRÁNEO

AÑO: 1930

LONGITUD: 63 m

Nº VANOS: 3 vanos oblicuos de 21 m

TIPOLOGÍA: Vigas de alma llena

ATRIBUIDO A: José de Aguinaga

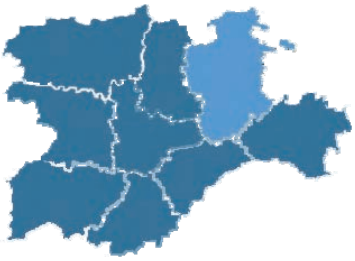
La línea Santander –Mediterráneo se caracteriza por sus puentes de vigas armadas de alma llena. Este paso es uno de los tantos que responden a esta tipología constructiva que salpican la geografía de la provincia burgalesa.

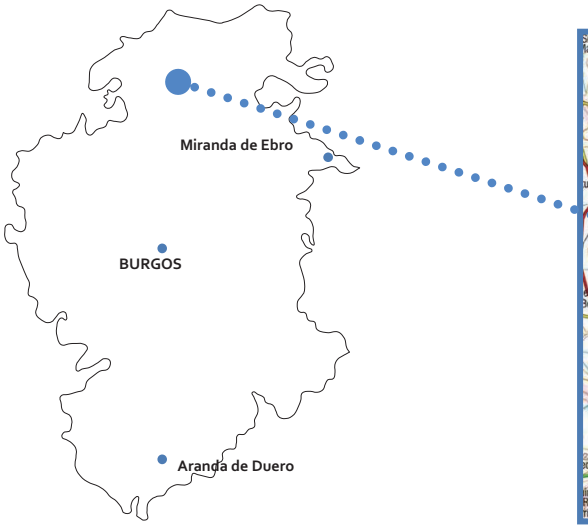
El puente se oculta entre la vegetación a la espera del observador

Las vigas roblonadas, fabricadas con piezas de palastro macizo unidas mediante perfiles, componen un todo de gran rigidez.

UBICACIÓN

Municipio de Merindad de Valdeporres (Burgos)





ESQUEMA ESTRUCTURAL

El paso consta de 3 tramos oblicuos de 21 m de luz, armados con dos vigas principales metálicas de perfil doble T, montadas con 4 angulares de 150x150x16, con platabandas 500x14 mm en las alas y un alma llena de chapa de 2100x12 mm reforzada mediante una serie de montantes a base de angulares 120x80x10.

Perspectiva lateral del puente.

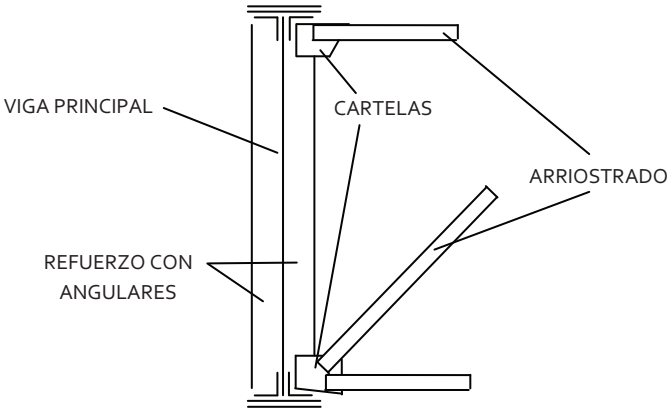
Vista superior desde uno se los estribos.

Dada su oblicuidad, José de Aguinaga señala en su memoria justificativa su preferencia por las estructuras metálicas sobre otras de fábrica y hormigón en masa, indicando además sus reservas por la entonces novedosa tecnología del hormigón armado hasta que pudiera comprobarse con experiencias acumuladas. Las uniones se resuelven mediante roblonado de las piezas, añadiendo las chapas o piezas suplementarias necesarias en cada caso para garantizar la integridad y durabilidad de las mismas bajo carga.

Las vigas se disponen a 2,20 m de separación entre ejes, apoyándose sobre unas placas intermedias las traviesas que soportan los carriles. Horizontalmente también se proyecta un arriostrado mediante angulares 80x80x10 ortogonales a las vigas que, uniendo las cabezas de los montantes verticales, triangulan y forman cruces de san Andrés que rigidizan cada uno de estos recuadros que se generan. En vertical también dispone de piezas inclinadas que forman alguna de las diagonales de los rectángulos antes mencionados.

Respecto a los apoyos, las vigas descansan sobre sistemas móviles con rodillos y otros fijos empotrados en las pilas o estribos, permitiendo con su combinación una cierta libertad de movimientos en caso de dilataciones o contracciones por temperatura.

Fotografía de uno de los puntos de apoyo laterales. Puede apreciarse la oblicuidad de las pilas en el segundo plano.



FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

de GARCIA MATEO, JOSE LUIS

"Inventario de Puentes Ferroviarios de España"

Editorial DOCE CALLES (2005)

Inventario de puentes y pasos del Ferrocarril Santander Mediterráneo

www.FCSM.es, (2008)

Perfil longitudinal Línea de Calatayud-Cidad

Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles, Vías y Obras (1947)

Fondo Documental del Archivo General de la Administración

AGA (4) 102 CAJA 24/9903

PUENTE METÁLICO SOBRE EL RÍO NELA PK 365+319. FFCC SANTANDER-MEDITERRÁNEO

AÑO: 1930

LONGITUD: 21m

Nº VANOS: 1 vano de 21 m

TIPOLOGÍA: Vigas de alma llena con voladizo exterior peatonal

ATRIBUIDO A: José de Aguinaga

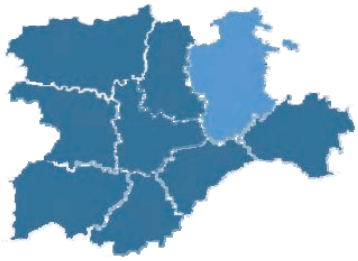
Sencilla estructura que sigue el esquema propio de esta línea de ferrocarril, con dos cuchillos de alma llena paralelos armados mediantes piezas simples roblonadas entre sí. Se trata del último de los puentes de la línea, unos kilómetros antes del tramo final cerca del túnel de la Engaña.

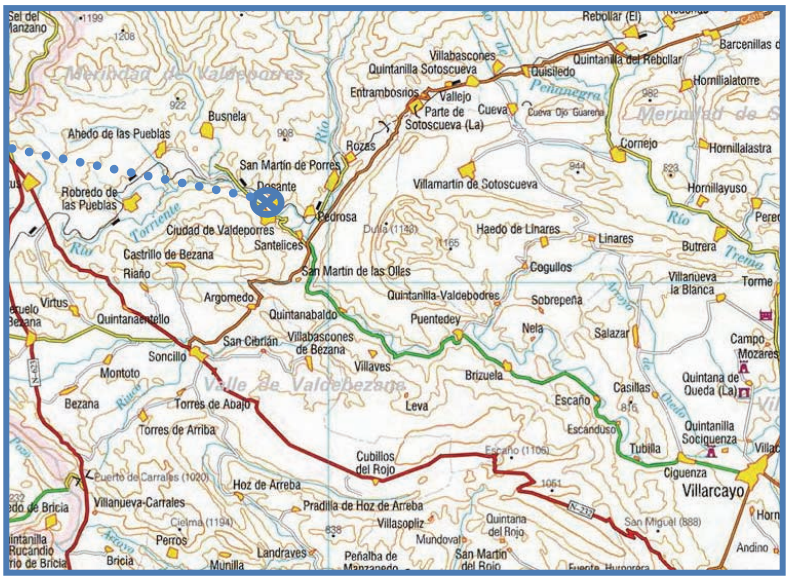
Fotografía panorámica del puente en la actualidad

El estado del entablado de madera permite ver la estructura del voladizo lateral exterior.

UBICACIÓN

Municipio de Merindad de Valdeporres (Burgos)



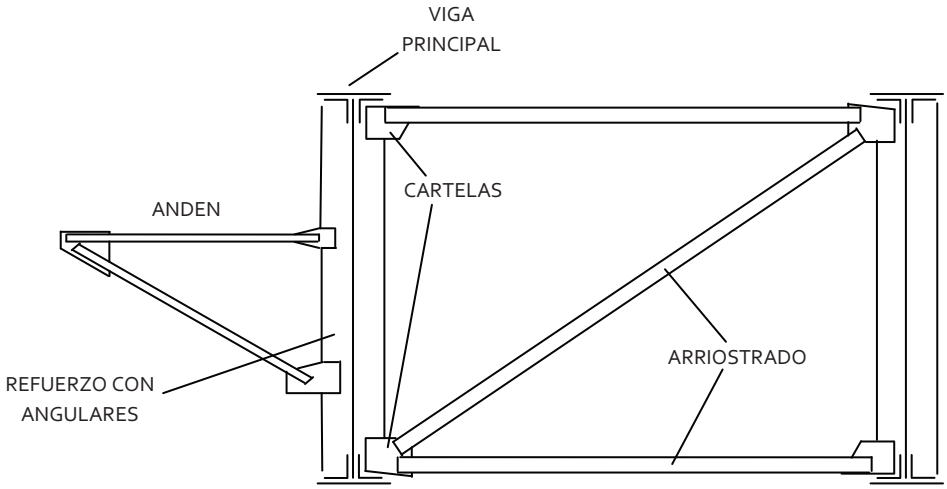


ESQUEMA ESTRUCTURAL

La descripción del puente realizada por D. José de Aguinaga en el Proyecto de Replanteo de 1928 indica que consta de 1 tramo metálico de 21 metros de luz teórica, para cuya definición se aprovecharon los cálculos ya realizados para otros diseñados anteriormente para el río Nela y Trueba.

Las obras de fábrica del Santander-Mediterráneo estaban preparadas para una posible duplicación de la vía.

La solución ejecutada consta de dos vigas principales, de alma llena y sección doble T, armadas con angulares 150x150x16 mm, un alma de 2100 mm de canto y dos platabandas de 500x12 mm para formar cada una de las cabezas inferior o superior. La sección se rigidiza con montantes verticales que constan de angulares 120x80x10 mm en ambas caras del alma.



Las vigas quedan separadas 2,20 m mediante elementos de arriostrado ejecutados con nuevos angulares, en este caso con una escuadría de 75x75x10 mm, que atan las alas junto a otras barras diagonales de igual sección que cierran la triangulación, cosiendo sus extremos con cartelas de palastro. El puente se remata con un andén lateral de 1,53 m de anchura, sostenido con ménsulas atadas a los montantes mediante cartelas, y armadas con angulares de secciones 75x75x10 y 80x80x10 mm.

Detalle de las diagonales de arriostrado a la altura de los apoyos

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

de GARCIA MATEO, JOSE LUIS

"Inventario de Puentes Ferroviarios de España"

Editorial DOCE CALLES (2005)

Inventario de puentes y pasos del Ferrocarril Santander Mediterráneo

www.FCSM.es, (2008)

Perfil longitudinal Línea de Calatayud-Cidad

Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles, Vías y Obras (1947)

Fondo Documental del Archivo General de la Administración

AGA (4) 102 CAJA 24/8764

OTROS PUENTES Y PASOS DEL FFCC SANTANDER-MEDITERRÁNEO EN LA PROVINCIA DE BURGOS

AÑOS: 1927-1930

TIPOLOGÍA: Vigas de alma llena

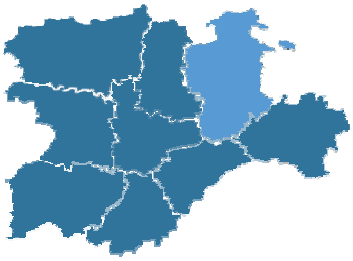
ATRIBUIDO A: José de Aguinaga

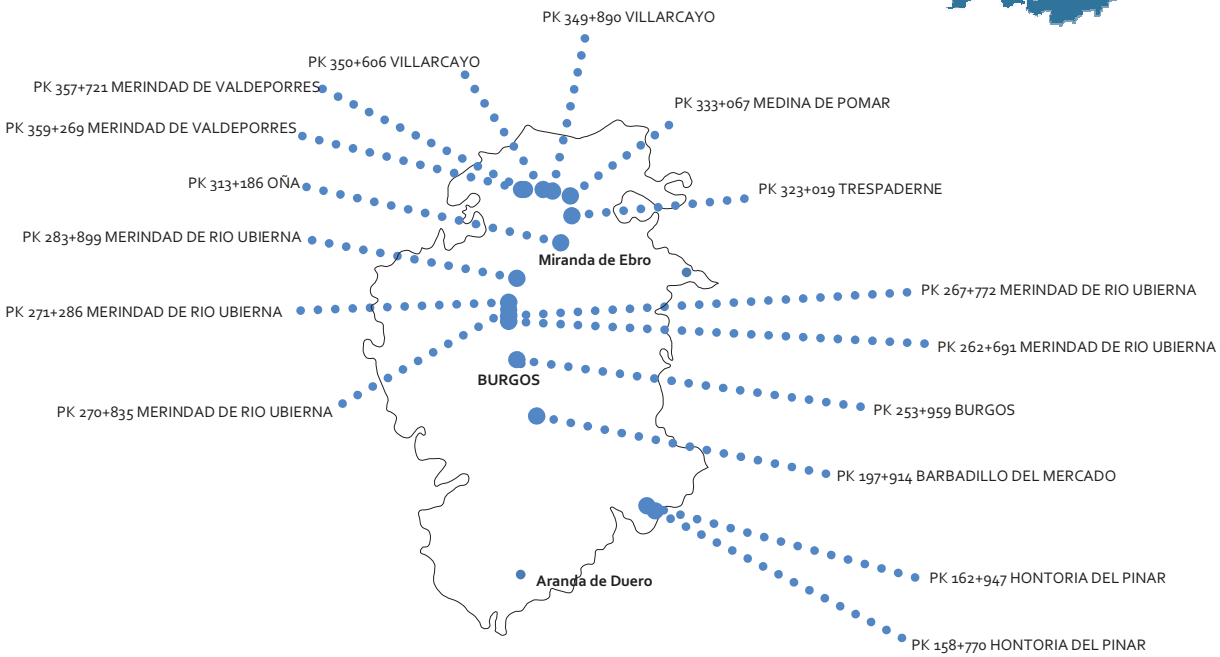
Esta línea de ferrocarril posee hasta otros 16 pasos de camino y puentes sobre los diferentes cauces que cruza a lo largo de su trazado en la provincia de Burgos. José de Aguinaga fue el responsable de su diseño, aprovechando en varias ocasiones definiciones de otras estructuras con tramos de similares dimensiones, de las cuales alguna de ellas ya estaba construida o en proceso de ejecución. El ingeniero racionalizaba así el proceso de cálculo teniendo en cuenta las dificultades observadas en otros puntos del ferrocarril, o haciendo referencia directamente a otros proyectos que ya habían sido realizados.

Uno de los ejemplos de estas estructuras, sobre el río Nela en el PK 349+890 de la línea, con la configuración típica de vigas de alma llena.

UBICACIÓN

Varios municipios de la provincia de Burgos





ESQUEMA ESTRUCTURAL

La lista de realizaciones de esta línea incluye, además de varias estructuras mediante arcos de fábrica en diversos puntos de su trazado, una gran cantidad de tramos metálicos de distintas longitudes y disposiciones transversales, siempre solucionadas mediante un esquema de vigas de alma llena. Aparecen estructuras con luces que varían entre los 4,20 m hasta los 21 m, con puentes de 2, 3 y hasta 4 tramos. Todas ellas fueron proyectadas por el Ingeniero de Caminos José de Aguinaga, asesorado y supervisado por su padre don Ramón.

P.K.	Descripción	Término Municipal	Nº vanos y Longitud	Año
359+269	Puente sobre el río Nela	Merindad de Valdeporres	2 tramos oblicuos de 19,60 m	1930
357+721	Puente sobre el río Nela	Merindad de Valdeporres	3 tramos oblicuos de 14,85 m	
350+606	Puente sobre el río Nela	Villarcayo	3 tramos normales de 14,85 m	
349+890	Puente sobre el río Nela	Villarcayo	2 tramos oblicuos de 22 m	
333+067	Paso Inferior Camino a Moneo	Medina de Pomar	1 tramo normal de 4,20 m	
323+019	Puente sobre el río Nela	Trespaderne	4 tramos normales de 13 m	
313+186	Puente sobre el río Oca	Oña	2 tramos oblicuos de 21 m	1929
283+899	Paso Inferior Calle de Lermilla	Merindad de Río Ubierna	1 tramo normal de 5,40 m	
271+286	Paso Inferior Carretera de Bilbao	Merindad de Río Ubierna	1 tramo oblicuo de 8,60 m	1928
270+835	Paso Inferior Camino de la Mota	Merindad de Río Ubierna	1 tramo normal de 4,20 m	
267+772	Puente sobre el río Ubierna	Merindad de Río Ubierna	1 tramo oblicuo de 11 m	
262+691	Puente sobre el río Ubierna	Merindad de Río Ubierna	2 tramos de 10,60 m	
253+959	Paso Inferior Carretera de Valladolid	Burgos	1 tramo oblicuo de 11 m	
197+914	Paso Inferior de camino	Barbadillo del Mercado	1 tramo de 10 m	1927
162+947	Paso Inferior de camino	Hontoria del Pinar	1 tramo de 6,40 m	
158+770	Paso Inferior Carretera de Burgos a Soria	Hontoria del Pinar	1 tramo de 12,09 m	

Las secciones transversales responden a las habituales en el resto del trazado, configurando una tipología y estética propias para la línea: dos cuchillos en paralelo, armados mediante perfiles simples y chapas roblonadas entre sí. Vanos cortos, como el de Lermilla, se ejecutaron directamente con perfiles seriados. También es una constante en todas ellas la previsión de su posible duplicación, dotando para ello de la suficiente anchura a las obras de fábrica construidas en cada caso, tanto estribos como pilas.

El paso en Plaza del General Mola de Hontoria del Pinar (PK 162+947) se encuentra actualmente desmantelado.

Paso sobre la antigua carretera de Valladolid en Burgos. La capa de balasto se apoya sobre chapas grecadas tipo "Zorés"

El arriostrado transversal responde también a un esquema muy similar en prácticamente todos los casos, adaptándose a las condiciones geométricas particulares de cada unos de ellos. El sistema general consiste en una serie de recuadros realizados con montantes verticales y largueros transversales, separados a distancias variables en función de las luces a salvar, y sobre los cuales se suman en la mayoría de ocasiones dos diagonales a modo de cruz de San Andrés, uniéndose con una cartela en su punto medio. En vanos cortos estos recuadros y cruces se disponen en planta, por la reducida sección de las vigas, mientras que para luces mayores y con vigas de mayor canto, el arriostrado en dirección transversal. Las estructuras más grandes, entre 15 y 22 m de longitud, poseen un sistema de rigidización masivo, mediante un entramado de vigas de alma llena que se desarrollan ortogonalmente en sentido longitudinal y transversal.

Perspectivas de los puentes sobre el río Ubierna (PK's 262+691, arriba, y 267+691, abajo). A su derecha, los respectivos sistemas de arriostrado interior siguen el mismo criterio: cruces de san Andrés rigidizados en su punto medio. En cada caso, la separación entre estos recuadros es diferente, diferenciándose en el segundo puente con la disposición intercalada de simples travesaños.

Respecto al tablero, en la mayoría de ellos las traviesas descansan directamente sobre las alas superiores de las vigas, anclándose mediante un angular corrido por la parte superior que se encarga de recogerlas y atornillarlas, manteniéndolas solidariamente unidas a distancias invariables. No obstante, en algunos casos se recurre a la formación de un tablero totalmente cuajado mediante chapa, bien plana a tope o bien grecadas tipo "Zorés" en las que se realiza una especie de machihembrado; en estos casos, esta superficie queda escondida a media altura de las almas de las vigas o en la parte inferior de estas, procediéndose al relleno del hueco formado mediante balasto corriente. Esta manera de construir eliminaba los posibles cambios de rigidez que podían producirse durante el trayecto de los trenes al paso de las estructuras, en la zona de los apoyos, al pasar de una superficie de apoyo elástica (el propio balasto) a otra bastante rígida (las piezas metálicas).

El paso sobre el camino de la Mota, PK 270+835, consta de perfiles doble T unidos mediante un sistema de recuadros y cruces en planta. La reducida longitud del vano permite usar perfiles laminados en serie directamente para salvarlo.

El cruce con la carretera de Bilbao a la altura de Peñahorada (PK 271+286). En este caso se repite el sistema "Zorés".

Panorámica de unos de los puentes metálicos sobre el río Nela, PK 349+890, entre Escanduso yTubilla. Alzando la vista desde el camino (fotografías inferiores) puede apreciarse el ligero esviaje de las pilas, que provocan la planta oblicua del tablero; el arriostrado transversal en estos tramos de 22 m exige de un entramado de vigas de cierto canto.

Finalmente, los apoyos suelen ser directos, presentando holguras suficientes para permitir la libre dilatación y evitar la introducción de esfuerzos internos asociados a los cambios de temperatura. Las secciones transversales se reforzaron en estos puntos de concentración de esfuerzos con barras adicionales, montantes, chapas y diagonales, dotándolas de una mayor rigidez frente a las cargas concentradas.

Aspecto del puente sobre el río Nela en las inmediaciones de Escanduso (PK 350+606), donde se repite el sistema ortogonal de vigas longitudinales y transversales para el arriostrado transversal.

Vista general de las vigas y pilas del puente en la progresiva 357+721. Detalle de una de las placas de apoyo empotradas en los estribos.

Perspectiva de uno de los vanos del penúltimo cruce del FFCC Santander Mediterráneo sobre el Nela, PK 359+269.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

de GARCIA MATEO, JOSE LUIS

"Inventario de Puentes Ferroviarios de España"

Editorial DOCE CALLES (2005)

Inventario de puentes y pasos del Ferrocarril Santander Mediterráneo

www.FCSM.es, (2008)

Perfil longitudinal Línea de Calatayud-Cidad

Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles, Vías y Obras (1947)

4. Puentes metálicos de carretera y pasarelas

PUENTE COLGANTE DE QUINTANILLA-ESCALADA.

AÑO: 1847

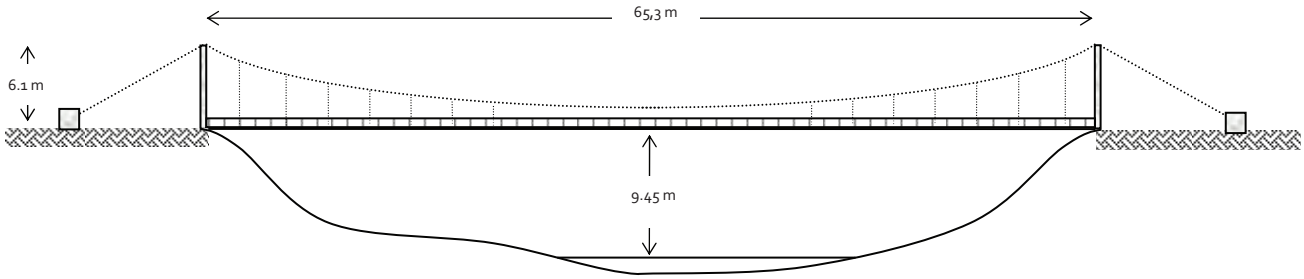
DIMENSIONES: 65,3 m de longitud 6,16 m de flecha

ATRIBUIDO A: Cipriano Martínez de Velasco

OBSERVACIONES:

Desmantelado a principios del s. XX y sustituido por otro también metálico, que tuvo que ser reconstruido durante la guerra civil.

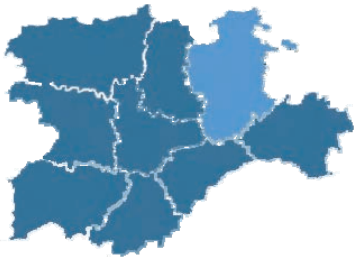
Otro ejemplo de los puentes colgantes que se ejecutaron durante la década de los años 40 del siglo XIX, que se diseñó siguiendo los criterios del sistema usado para el francés de la Roche-Bernard.



Alzado esquemático según las noticias sobre sus dimensiones publicadas en la Revista de Obras Públicas en 1855.

UBICACIÓN

Municipio de Valle de Sedano (Burgos)



ESQUEMA ESTRUCTURAL

Las noticias sobre este puente permiten adivinar sus dimensiones y su vida aproximada. El puente se construyó con la carretera de Burgos a Santander por Peñas Pardas, actual N-623. El proyecto fue a cargo del Ingeniero Cipriano Martínez de Velasco, y se construyó en el intervalo entre los años 1842 y 1846, fechas de inicio y finalización del tramo. La prueba de carga fue en octubre de 1847.

Los datos más descriptivos son los recogidos por Cayetano de la Vega en la Revista de Obras Públicas, en donde indica que disponía de "235 pies de claro, 22 pies de flecha y 34 pies de altura sobre las aguas bajas", dejando claro que se trataba de una puente colgante por su comentario sobre los cables, fiadores y amarras, elementos todos ellos propios de esta tipología. Este puente es contemporáneo del ejecutado en la localidad palentina de Dueñas, por lo que su aspecto, además de sus sistemas de anclaje, debió ser muy similar al ejecutado en esta localidad palentina ya que el vano a salvar no se diferencia más de 8 m entre ambos. La reseña de Mellado, en 1852, señala que poseía portazgo y dos paradores, uno a cada lado del mismo, describiéndole con una longitud de 236 pies.

El esquema de funcionamiento de la estructura seguiría por tanto los habituales en este tipo de pasos: pilones de fábrica en los dos extremos con un cable principal entre los punto más altos de estos y amarras que se prolongaban hasta unos macizos de contrarresto, anclándose en el terreno a través de unos pozos que permitieran su inspección y mantenimiento; del cable principal, colgarían una serie de cables verticales de los que se ataría el tablero (seguramente de listones de madera sobre un entramado de largueros longitudinales y travesaños de mayor escuadría), todo ello rigidizado mediante una celosía longitudinal de madera que hiciera las veces de barandilla.

Resulta llamativa la reseña que sobre su construcción e inspección llegó a publicarse en dos periódicos madrileños, El Clamor Público y El Español, donde el impresionado testigo de las pruebas de carga lo describía como "un monumento de honor y gloria", y "obra magnífica por su seguridad y hermosura". Se trataba del primer puente sobre cables que, hasta las noticias que he podido contrastar, se ejecutaba en la provincia de Burgos.

En cuanto a su duración, La Época publicó en septiembre de 1905 la crónica del viaje real que Alfonso XIII realizó ese año. En el tramo entre Burgos y Las Fraguas (Cantabria), el corresponsal indica que "el gran puente colgante sobre el río Ebro se ha hundido, y se ven los grandes estribos nada más". El tráfico se había desviado por un camino vecinal de forma que no se podían cruzar dos vehículos a la misma altura, atravesando el río por encima de dos tablas. Ante esta situación el periodista que seguía a la comitiva real señaló: "como es probable que este camino provisional se convierta en permanente, convendría establecer la debida vigilancia", de lo cual no puede deducirse otra cosa que no había en ese momento ninguna obra de reparación o reconstrucción en marcha.

Posteriormente, ya durante la guerra civil, puede verse otra referencia a un puente en Quintanilla-Escalada que había sido reconstruido por el ingeniero Joaquín Oquiñena, pero sin indicar nada sobre la tipología del mismo. Hace suponer, dada la rapidez con la que se señala se ejecutaron las obras, que el puente ya era de vigas antes de la guerra y sufrió daños en la contienda bélica. Los archivos indican que es en 1936 el Ejército Rojo derribó un puente metálico en este punto, comenzando rápidamente con los trabajos de reconstrucción de uno provisional proyectado por José de Juan Aracil mediante 140 carriles de ferrocarril usados procedentes de los almacenes de Miranda de Ebro. Este paso provisional fue terminado en noviembre de ese mismo año, aprovechándose los restos de chapas y piezas metálicas desmanteladas del antiguo para fortificaciones de defensa en el sector de Espinosa de los Monteros. Asimismo, los inventarios descriptivos de puentes de 1944 señalan la presencia de una estructura metálica en este cruce sobre el Ebro, con tres tramos de 7,30 m de longitud y uno largo de 20 m, describiéndole con una flecha de 3,65 m.

Aspecto actual de las vigas metálicas del puente sobre el Ebro y detalle de las chapas roblonadas, que según las noticias conocidas corresponde al resultado de las últimas reconstrucciones durante la Guerra Civil Española.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

GONZÁLEZ DE LA VEGA, CAYETANO

Obras Públicas de la provincia de Burgos

Revista de Obras Públicas. Junio de 1855, 3, tomo I (11)

Periódico "El Español", 20 de noviembre de 1847.

Periódico "El Clamor Público", 20 de noviembre de 1847.

Periódico "La época", 2 de septiembre de 1905.

Revista de Obras Públicas. Número especial 1936 – 1939. Puentes reconstruidos por Ingenieros de Caminos militarizados.

DE P. MELLADO, FRANCISCO

Guía del viagero en España

Establecimiento tipográfico de Mellado, Madrid (Quinta edición), 1852.

Fondo documental del Archivo Histórico Provincial de Burgos (A.H.P.B.)

Signaturas 1759/7; 1739/2

PROYECTO DE PUENTE DE HIERRO. BURGOS.

AÑO: 1864

LONGITUD: 63 m

Nº DE VANOS: 2 vanos de 29 m de luz teórica

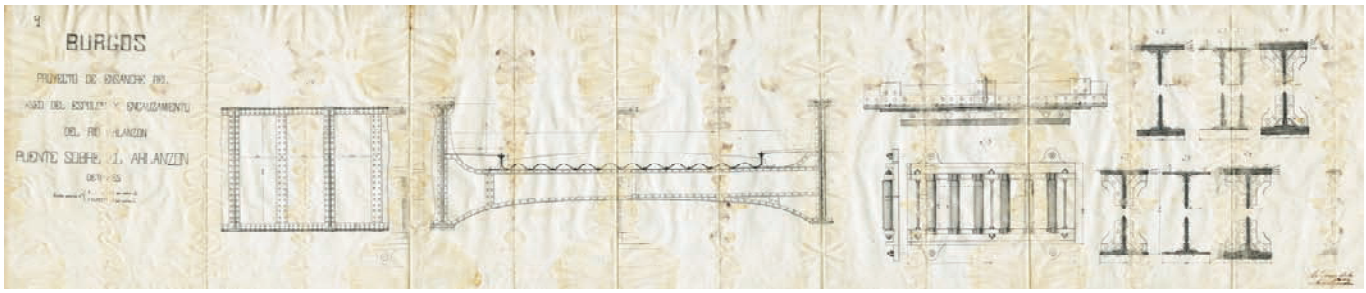
TIPOLOGÍA: Vigas de palastro roblonadas

ATRIBUIDO A: Severiano Sainz de la Lastra

OBSERVACIONES:

Aunque se redactó un proyecto constructivo, la propuesta no se llegó a ejecutar.

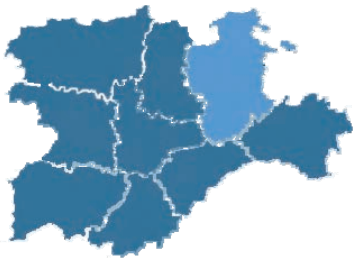
En el lugar donde actualmente se ubica el puente de Besson, se alzaba en el s. XIX una pasarela de madera que solía denominarse del Instituto y que pretendía ser sustituida por un puente de hierro según proyecto del año 1864. Esta propuesta se enmarcaba dentro de una actuación de mayor alcance, con la reordenación de las alineaciones de la carretera de Valladolid y la acequia de las Huelgas, que circulaba paralela al río Arlanzón a esta altura.

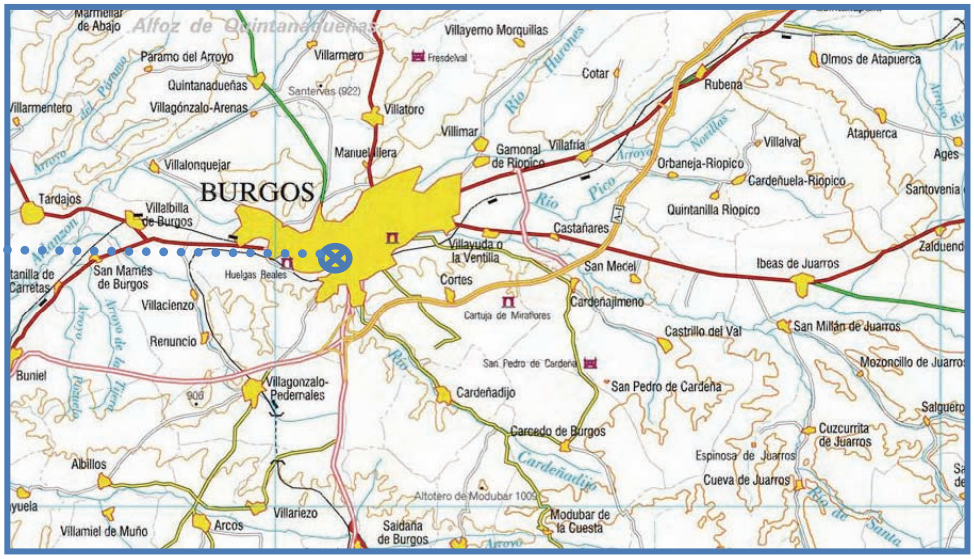


Sección del puente metálico propuesto por Sainz de la Lastra.

UBICACIÓN

Núcleo urbano de Burgos capital.





ESQUEMA ESTRUCTURAL

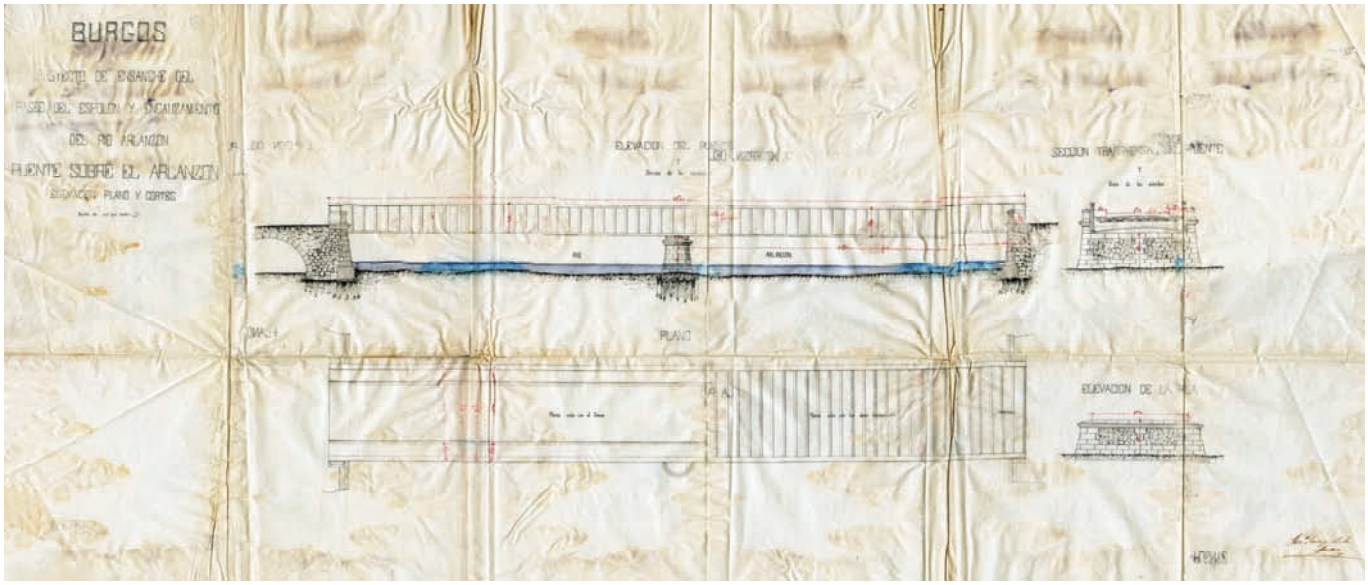
El ingeniero Sainz de la Lastra redactó el año 1864 un proyecto de construcción que incluía un nuevo puente totalmente metálico sobre el río Arlanzón. Su propuesta presentaba una longitud total de 63 m, de los que apoyaba 1,50 m en los estribos laterales, y otros 2 m en la pila central que lo dividía en dos vanos de 29 m de luz libre entre los paramentos de sillería.

La estructura se organizaba en torno a dos vigas principales armadas con palastro, dotadas de sección doble T con 2,60 m de canto y 0,5 m de anchura en las cabezas, cuyas piezas se unían mediante cuatro angulares que permitían el roblonado de las mismas entre sí para logra un comportamiento conjunto de la sección. Para el rigidizado del alma se usarían unos montantes que se materializaban intercalando cuatro angulares dispuestos en forma de cruz y chapas de forma alternada. Ambas vigas se separaban 8 metros entre sus ejes.

Sobre estas jácenas longitudinales se apoyaban según el diseño de proyecto otras transversales a la altura de las montantes, también de sección doble T, separadas con un intereje de un metro entre sí, entre las cuales se distinguían unas principales de canto variable entre los 0,65 m en el centro y 2,56 m en los extremos (la cabeza inferior se adaptaba a una directriz curva, mientras que la superior seguía recta hasta el último metro en ambos extremos en que se acartelaba hasta adoptar la altura de la viga principal), y otras secundarias de canto constante de 0,65 m. Estos largueros también se armarían con palastros roblonados a través de escuadras de montaje que se adaptaban a la sección en su caso.

Los planos incluían entre sus detalles la definición de los apoyos móviles en los estribos, para los cuales se disponía de un cojinete de seis rodillos montados entre dos pieza que se fijaban entre sí con tres tirantillos a rosca. Este dispositivo se anclaba con tornillos a la fábrica, permitiendo el deslizamiento de la cara inferior de la estructura sobre él cuando las variaciones de temperatura provocaran deformaciones en esta dimensión. En las secciones de apoyo se hacía coincidir a los travesaños principales para de esta manera asegurar su arriostrado en los puntos de concentración de esfuerzos verticales.

La sección transversal adoptada para este proyecto, que no se ejecutó, permitía dos aceras laterales de 1,25 m cada una, y un piso central formado por una chapa ondulada cubierta de un pavimento de 5,50 m de anchura. No resultaba necesaria barandilla adicional, dado que se proponía un tablero intermedio que hacía sobresalir la parte superior del alma, que realizaría esta función junto al ala superior.



Plano, en alzado y planta, del puente que se proyectó ejecutar en la ciudad de Burgos.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

Fondo Documental del Archivo Municipal de Burgos

18-1053

PUENTE METÁLICO DE CARRETERA SOBRE EL RÍO NELA. TRESPADERNE.

AÑO: 1884

LONGITUD: 56.36 m

Nº VANOS: 2 vanos de 14,56 m y 1 vano central de 27,64 m

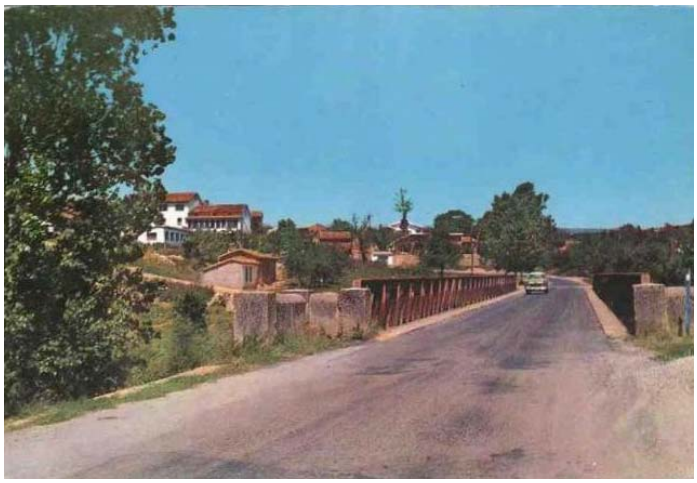
TIPOLOGÍA: Celosía en Cruz de San Andrés

ATRIBUIDO A: Ramón de Aguinaga

OBSERVACIONES:

Desmantelado y reconstruido mediante vigas de hormigón, después de haber sido restringido temporalmente el tráfico en agosto de 1940 como consecuencia de la peligrosidad del estado de la estructura.

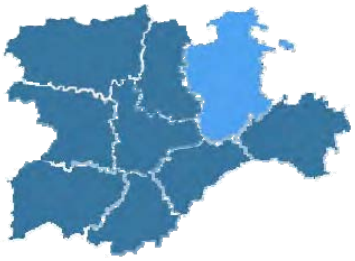
Se trataba del puente metálico de carretera de mayor importancia de la provincia de Burgos, quizá el único de su tipología (vigas en celosía) que conserva documentación. Cruzaba sobre el río Nela con una longitud total superior a los 55 metros. Su progresivo deterioro y lo ajustado de su sección para el paso de vehículos aconsejaron su desmantelamiento para sustituirlo por otro de vigas de hormigón.

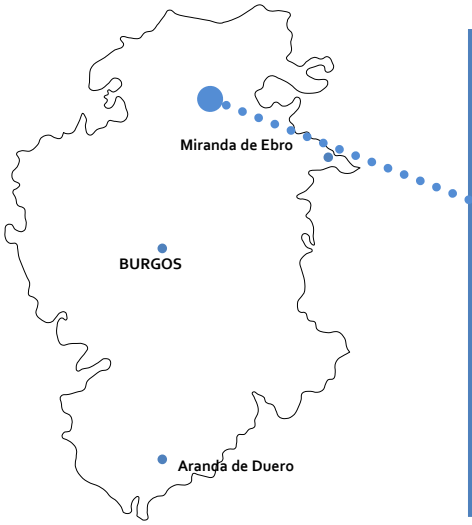


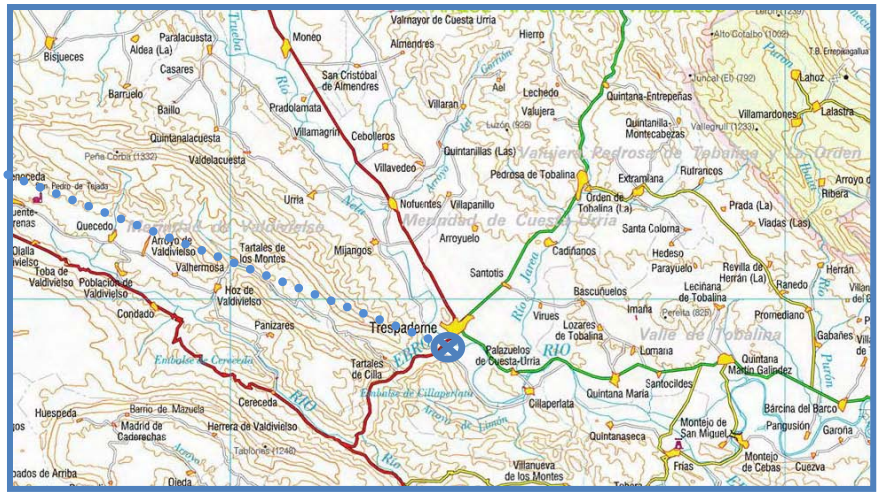
Postal con el puente de entrada a Trespaderne.

UBICACIÓN

Municipio de Trespaderne (Burgos)

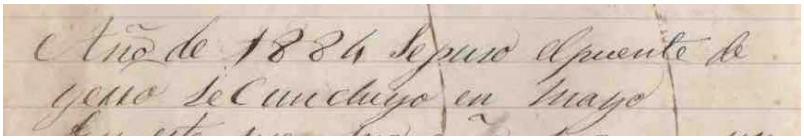






ESQUEMA ESTRUCTURAL

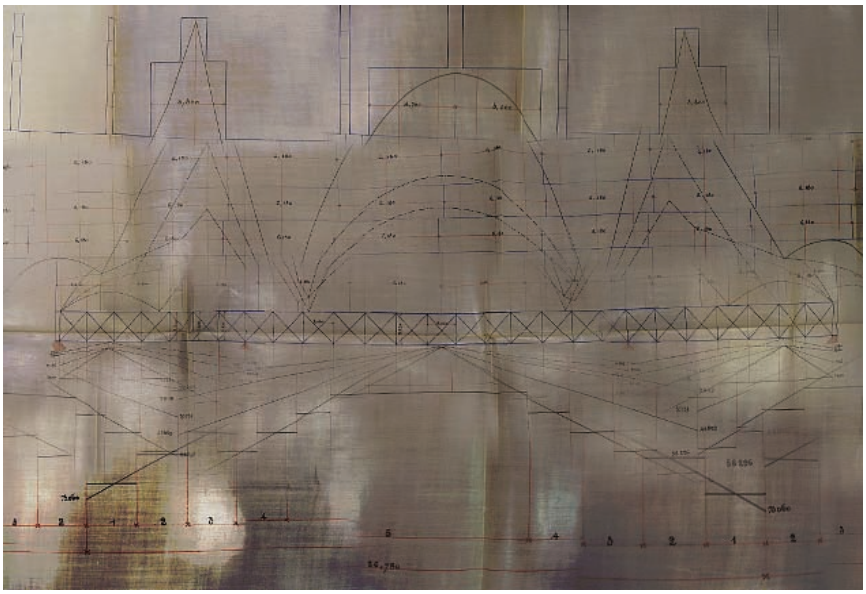
Se trata del único ejemplo de esta categoría, puentes de carretera mediante celosías metálicas realmente ejecutados, del que he podido encontrar documentación dentro de la provincia de Burgos. En este caso, el proyecto constructivo modificado que se conserva fue encargado al ingeniero Ramón de Aguinaga, quien lo redactó en 1882 después de una primera adjudicación del proyecto inicialmente aprobado a don Francisco Sánchez Gutiérrez en septiembre de 1881. La finalización de las obras, según las notas de don Lucas Fernández (vecino de la localidad contemporáneo de su ejecución), fue en mayo de 1884:



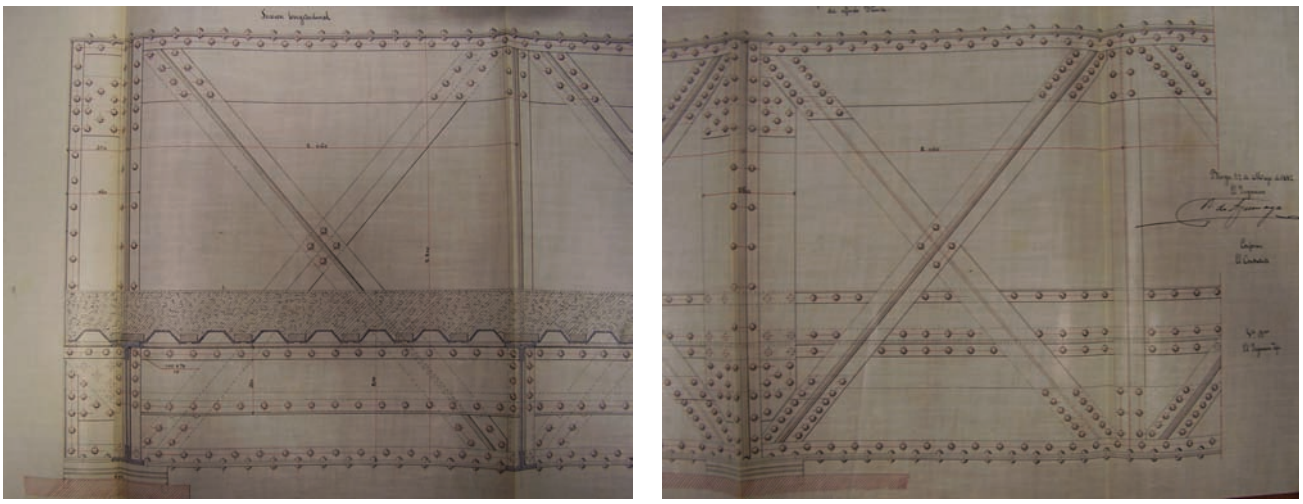
El proyecto primitivo era de 1876, con una solución similar, justificándose su modificación con una revisión de los cálculos y adaptación a las mejoras tecnológicas que permitió una reducción de 7342 kg en hierro (aproximadamente un 7% del total). No obstante, el primer adjudicatario cedió enseguida sus derechos a la "Sociedad Marítima y Terrestre de Barcelona", que fue definitivamente la encargada de los trabajos de ejecución de la estructura.

Fotografía con el alzado del puente a principios del siglo XX.

El proyecto del ingeniero Aguinaga dispone de una completísima definición de la estructura, partiendo desde los propios esquemas de cálculo, diagramas de esfuerzos y discretización de los resultados de forma gráfica, hasta la delineación de planos alzado y perfil en los que se detalla hasta la última de las uniones y los roblones necesarios para su correcto ensamblaje. Los dibujos a escala permiten conocer si existe espacio realmente disponible para acometer este tipo de nudos y armado de secciones. Los vanos laterales tenían una longitud de 14,56 m y el central de aproximadamente el doble, 27,64 m.

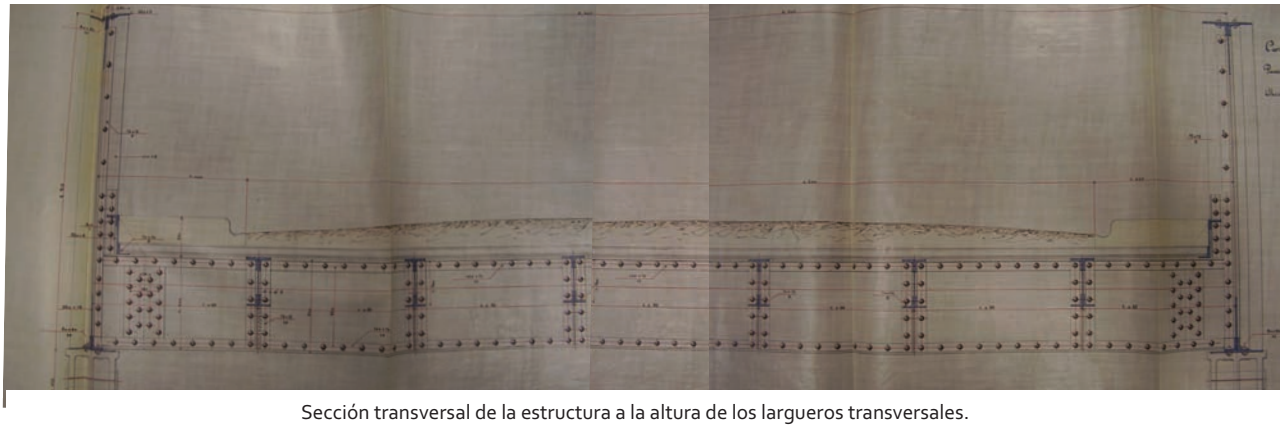


Este puente es un buen ejemplo de la utilización de métodos gráficos para la resolución de estructuras que se generalizaron a finales del s. XIX. La discretización de las celosías en barras permitía su traducción en perfiles comerciales tras la comprobación de la sección necesaria en cada tramo del paso.



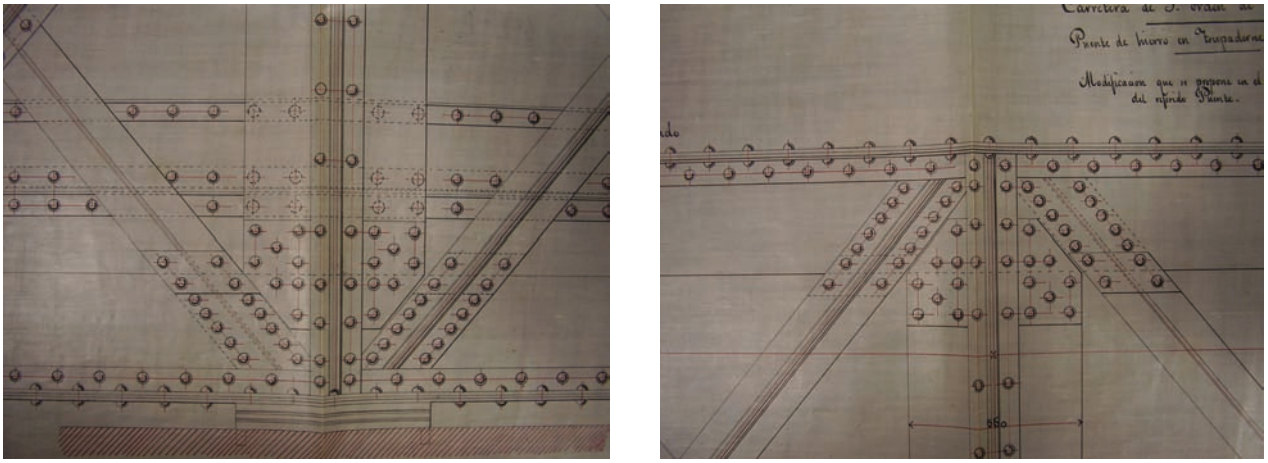
Alzado de tramos inicial e intermedio según proyecto de construcción de 1881

La viga disponía de 2,2 m de canto, y se armaba mediante dos cordones que quedaban atados mediante una celosía intermedia a partir de cruces de san Andrés y montantes verticales adicionales en los extremos de éstas. Las alas se formaron con dos palastros 350x8 y angulares 80x80x10 mm, tanto superior como inferiormente, reforzándose con chapas adicionales en los apoyos intermedios y en el vano central. Las diagonales consistían en dos parejas de escuadras que se cruzaban en su punto medio, y su sección era diferente en función de su posición en el desarrollo longitudinal del paso, en relación directa con los esfuerzos que debía soportar. Así variaban entre 80x80x8 y 80x80x12, presentando en algún caso platabandas adicionales de refuerzo. Respecto a los montantes verticales, se materializaban con dos escuadras de 75x75x10 unidas en T, reforzándose en los apoyos extremos e intermedios con chapas adicionales, hasta llegar a una anchura de 550 mm en las pilas y 450 en estribos. Debe de destacarse que, según los planos y fotografías que se conservan, no se diseñaron ni ejecutaron cartelas en los nudos, sino que se disponía de una chapa corrida en toda su extensión con una anchura de 360 mm en la que se agrupaban todas estas operaciones de montaje.



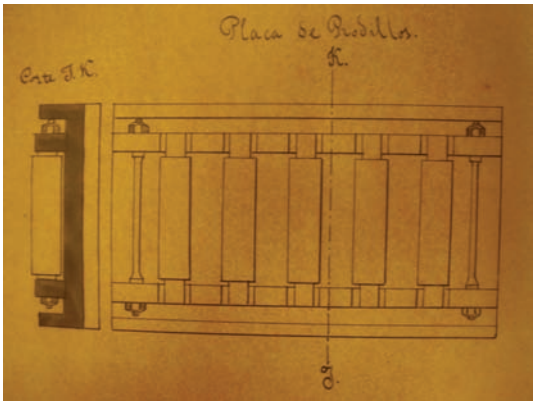
Sección transversal de la estructura a la altura de los largueros transversales.

El arriostrado de los cuchillos principales se conseguía a la altura de las secciones de los montantes, mediante unas vigas transversales que unían la parte inferior de las vigas para solidarizarlas. Estos travesaños eran también vigas armadas mediante cuatro angulares de alas desiguales 100x70x10 y un alma de palastro que los dotaba de un canto de 620 mm. Sobre este entramado básico se unían lateralmente otras viguetas más pequeñas, también armadas con chapas de 300 mm de altura y escuadras 70x70x8, hasta un total de cinco veces en la sección transversal, reforzándose en la parte inferior con dos escuadras 75x75x10 mm que rigidizaban los largueros en estas zonas. Sobre este emparrillado en planta se disponían unas chapas grecadas que soportaba el paquete de firme.

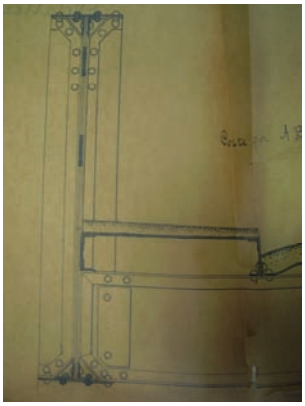


Detalles de la resolución de nudos mediante cartelas que se ajustaban a la forma de las barras que unían.

Respecto a los apoyos, se conserva un detalle correspondiente a la placa de cuatro rodillos que se proponía. Las secciones también permiten obtener una idea de la forma de lo cojinetes fijos, describiéndoles con una altura de 426 mm. Las placas de rodillos estaban formadas por dos piezas que se ensamblaban y se unían mediante tirantillos a rosca en ambos extremos. Junto a este esquema los archivos guardan un recorte de una sección de viga que probablemente fuera una propuesta de la contrata para su ejecución:



Detalle de la placa de rodillos en planta y sección



Detalle de sección transversal de viga conservada el expediente de obras.

En agosto de 1940 la Jefatura de Obras Públicas de Burgos informa a la Dirección general de Caminos sobre el estado del puente, señalando que de forma preventiva se había desviado temporalmente el tráfico por otro más antiguo de fábrica de dimensiones muy reducidas en anchura. Tras su inspección se eliminó parte de la carga muerta que gravitaba sobre él, reduciendo el afirmado en 10 cm, y se permitió un tráfico alternativo a velocidad muy reducida. Dado que la situación no podía prolongarse más en el tiempo y exigía medidas inmediatas, se resolvió redactar un nuevo proyecto técnico para resolver el restablecimiento de tránsito de manera urgente.

Obras de instalación de malla de seguridad en la década de los 70 del s. XX.
(Imagen cedida por Roberto Fernández)

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

Archivo Histórico Provincial de Burgos.

Sección de Obras Públicas: OP-1192/5.

Fondo documental de la Asociación Alfoz Tedeja

Archivo familiar de Roberto Fernández.

AMPLIACIÓN Y ANTEPECHO DEL PUENTE SAN PABLO. BURGOS.

AÑO: 1886

LONGITUD: 75 m

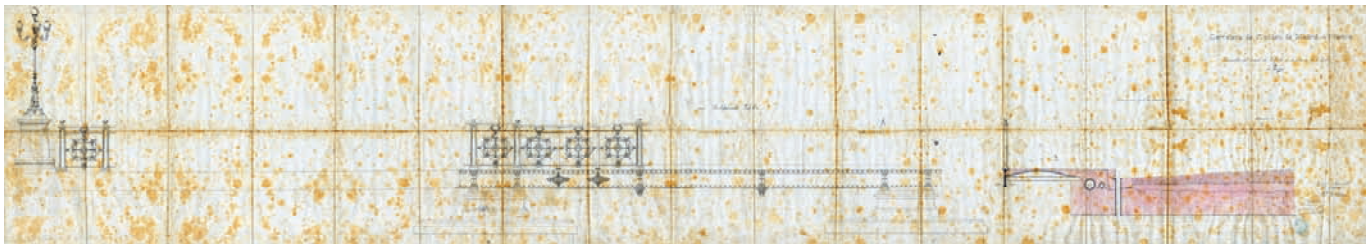
TIPOLOGÍA: Vigas de palastro y barandilla de fundición

ATRIBUIDO A: Ramón de Aguinaga

OBSERVACIONES:

Sufrió una reforma posterior en la que se incluyeron las estatuas que pueden admirarse actualmente.

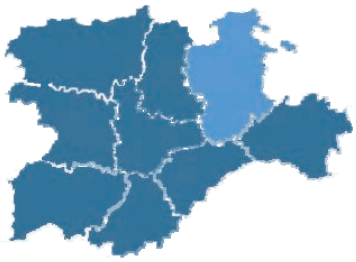
La imagen del puente de San Pablo de Burgos era bastante distinta a principios del s. XX. Ambos laterales estaban jalonados por una barandilla de sólida fundición que se prolongaba en toda su longitud. Su ejecución se llevó a cabo a la vez que una ampliación lateral basada en el proyecto redactado por Ramón de Aguinaga en 1886.

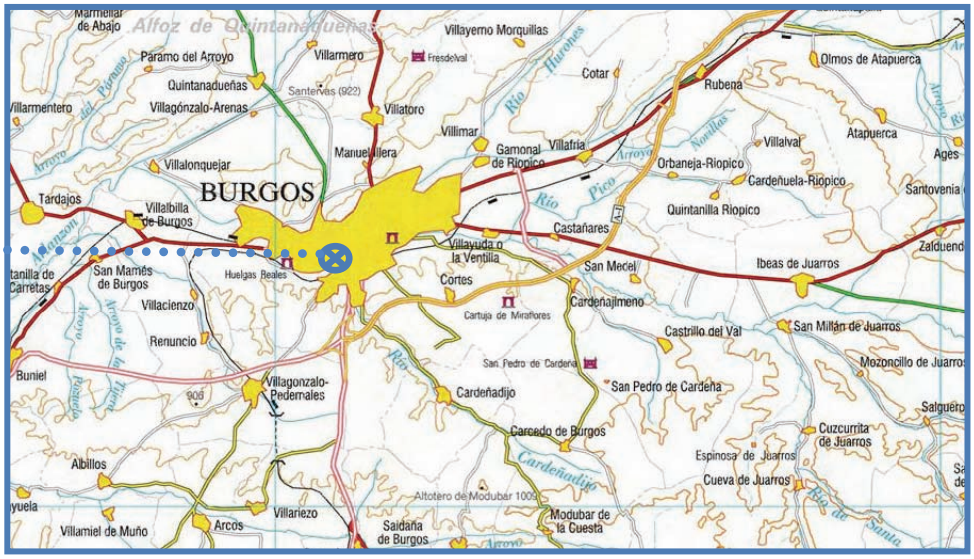


Alzado y sección según proyecto.

UBICACIÓN

Núcleo urbano de Burgos capital.





ESQUEMA ESTRUCTURAL

La propuesta de ampliación del puente de San Pablo de Burgos respondía a las mayores necesidades de amplitud que se habían detectado en los estudios previos sobre las travesías de las carreteras del estado en esta ciudad, tras cuyo análisis se encargó al ingeniero Ramón de Aguinaga el correspondiente proyecto constructivo para definir la actuación de forma completa. Por entonces el paso poseía una anchura de 25 pies. Aunque inicialmente también se evaluó la posibilidad de ejecutar un puente completamente nuevo con objeto de dotarlo de mejores características de desagüe y de homogeneizar su estética, se optó finalmente por el ensanche lateral teniendo en cuenta las notables ventajas económicas que suponía esta segunda opción. La estructura era entonces totalmente de fábrica, con ocho arcos de medio punto de seis metros de luz cada uno y siete pilas intermedias de tres 3,30 m de anchura, cuyos tajamares sobresalían más de dos metros a cada lado del tablero.

De esta manera, la propuesta que se ejecutó consistía en la demolición del antepecho existente, para aprovechar así la zona libre de las pilas y apoyar sobre su extremo una viga en doble T mediante un sombrerete intermedio, ejecutado en piedra de las canteras de Hontoria. Sobre esta viga se conectaban lateralmente (a la altura del alma) unas viguetas transversales de 0,13 m de canto desde los lados del puente existente, de manera que se formaba un entramado portante que permitía sostener el vuelo de los andenes propuestos. La viga, según se deduce de los planos que todavía se archivan, estaba armada mediante palastros de 400x10 y perfiles angulares 60x60/10 y 80x60/10 roblonados entre sí, en piezas de aproximadamente dos metros que luego se unían entre sí mediante cubrejuntas en alma y alas que aseguraban la correcta transmisión de los esfuerzos, siendo las de la cabeza inferior ejecutadas con unos elementos singularmente diseñados para ello con un marcado carácter decorativo. El resultado era llamativo, tal como se observa en fotos y postales de la época. Estructuralmente funcionaban como biapoyadas, ya que en las pilas se incluía una pieza intermedia en toda su anchura, que proporcionaba dos rótulas en sus laterales para seguir este esquema de comportamiento. Sobre este dintel longitudinal también se apoyaba la nueva barandilla de fundición, de un cuidado diseño que constaba de una secuencia de cuadrados comenzando uno de lado igual a la altura del propio antepecho. Estos cuadrados se repetían tres veces hacia el interior, uniendo los puntos medios del de mayor tamaño, con una flor central que se sujetaba con las barras diagonales del cuadrado más pequeño. Todo quedaba rematado con filigranas en todos los nudos y formas curvas en las distintas secciones de la composición de hierro fundido.

La obra metálica fue encargada a la empresa J.B. Lasserre & Co, con oficina en Bilbao, en cuyos talleres se moldearon los antepechos y se prepararon los perfiles necesarios para la ejecución de vigas y viguetas. No obstante, parte de su construcción fue subcontratada en la propia capital burgalesa, interviniendo el maestro herrero D. Fernando Vélez, así como compañía de los señores Landia y Sobrino, que se encargaron de la parte de fábrica pétrea. El diseño de la barandilla resulta idéntico al dispuesto en el Puente de Hierro de Logroño, lo que induce a pensar que esta parte de la obra fue encargada a la misma fundición en ambos casos, si bien en el caso riojano el contratista principal fue la Maquinista Marítima y Terrestre de Barcelona.

Postal con la imagen del puente y el Teatro Principal de fondo.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

Fondo Documental del Archivo Municipal de Burgos

18-358

IGLESIAS ROUCO, LENA S.

Burgos en el siglo XIX. Arquitectura y Urbanismo (1813-1900)

Universidad de Valladolid, 1979

IGLESIAS ROUCO; LENA S.

Arquitectura contemporánea. Génesis y desarrollo 1760-1960.

Historia de Burgos (IV) Edad Contemporánea (TOMO 4)

Caja de Burgos, 2007.

NAVASCUÉS PALACIO, PEDRO

Monografía "LA ARQUITECTURA DEL HIERRO EN ESPAÑA DURANTE EL SIGLO XIX".

Revista CAU Construcción Arquitectura y Urbanismo: 1980, (65): 43-64

ENSANCHE PUENTE DE SANTA MARÍA. BURGOS.

AÑO: 1887

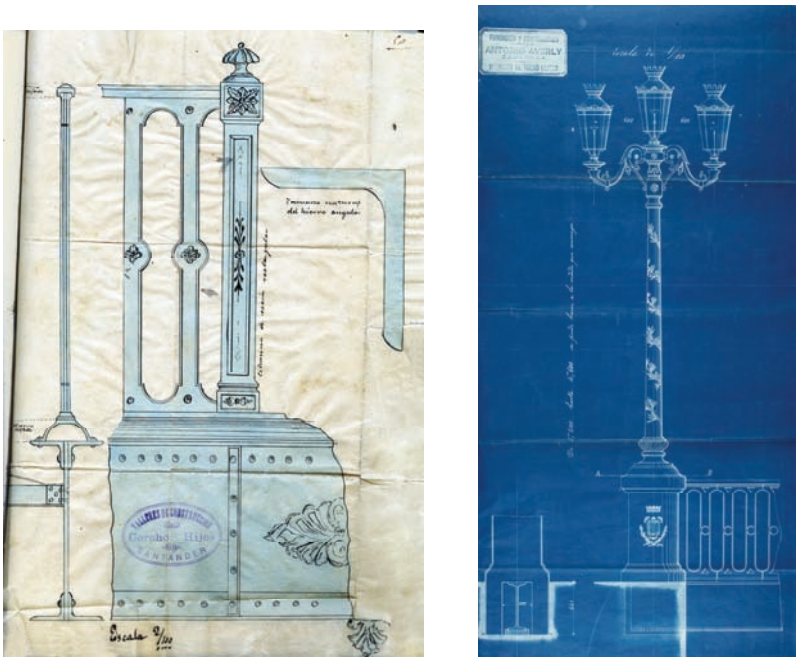
TIPOLOGÍA: Barandillas y vigas de fundición y hierro forjado

ATRIBUIDO A: ¿?

OBSERVACIONES:

La reforma del año 2008 restauró el aspecto que presentaba este puente antes de su ampliación.

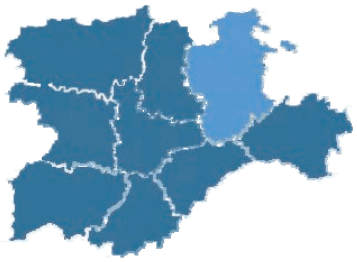
Las últimas reformas llevadas a cabo con los planes de peatonalización han devuelto a este puente un aspecto similar al que poseía antes de su ensanche el año 1887, con antepechos de piedra. Desde este año, fueron unas barandillas de fundición las que cerraron ambos lados del tablero.

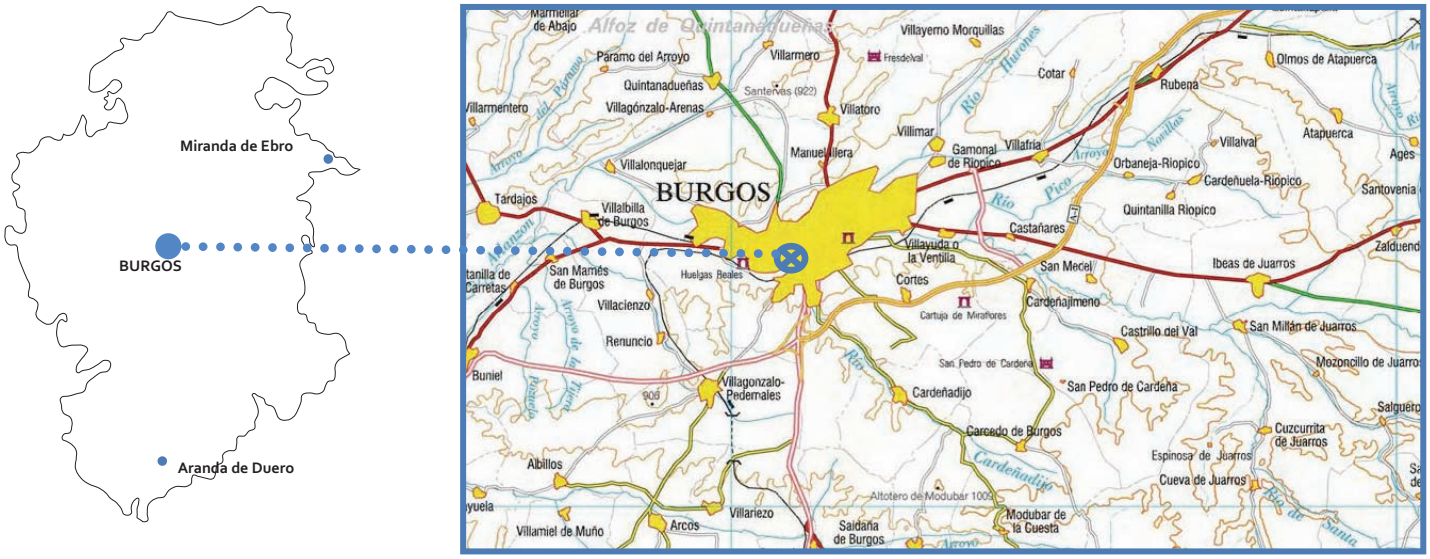


Detalles de la barandilla y viga de ensanche ofrecidas por el contratista

UBICACIÓN

Núcleo urbano de Burgos capital.





ESQUEMA ESTRUCTURAL

Tras la ampliación lateral del puente de San Pablo, el ayuntamiento acometió una actuación similar en el puente de Santa María, un ensanche lateral apoyándose en los sobreanchos de las pilas con una viga longitudinal a cada lado y viguetas que prolongaban el piso del tablero. El proyecto sufrió una cierta oposición, ya que alguno de los componentes de la Comisión de Obras no entendían que una reforma así fuera necesaria en ese momento, dado el reducido tráfico que en ese momento cruzaban por este paso transversal y que su anchura ya era de 35 pies (muy superior al de San Pablo antes de su prolongación transversal).

A pesar de los argumentos de conjunto semimonumental e indisoluble del Arco de Santa María, se terminó por subastar estas obras entre mayo y junio de 1887. Si bien la parte de obra de fábrica se adjudicó al señor Félix Landia, el suministro y colocación de la parte metálica quedó desierto ya que no se presentó ningún licitador. No obstante, el archivo guarda los croquis de los detalles de barandilla posteriormente propuestos por los talleres de fundición de Antonio Averly y Françon, un ingeniero francés afincado en Zaragoza desde Lyon, y otro de los talleres Corcho Hijos de Santander.

La disposición en cualquier caso no se alejaba estructuralmente de la ejecutada en el puente San Pablo: las viguetas apoyaban lateralmente en la jácena longitudinal, la cual consistía en una doble T de medio metro de canto aproximadamente que sentaba en cada una de las pilas intermedias y estribos laterales, mientras la barandilla de fundición superior se anclaba también sobre el ala superior de la viga. La propuesta de la contrata zaragozana incluía unas farolas de tres luminarias, con dos brazos laterales, y un antepecho sencillo. En su modelo presentaban una viga laminada de una sola pieza. En el caso de la cántabra, la viga se componía de dos angulares por ala y un alma de palastro, unidos mediante roblones, sobre el que se anclaba la barandilla superior, de una fundición calada aparentemente más esbelta y con columnas de sección rectangular decoradas con motivos vegetales.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

Fondo Documental del Archivo Municipal de Burgos

18-997

IGLESIAS ROUCO; LENA S.

Arquitectura contemporánea. Génesis y desarrollo 1760-1960.

Historia de Burgos (IV) Edad Contemporánea (TOMO 4)

Caja de Burgos, 2007.

PUENTE METÁLICO DE CARRETERA SOBRE EL RÍO BAÑUELOS.

AÑO: 1901

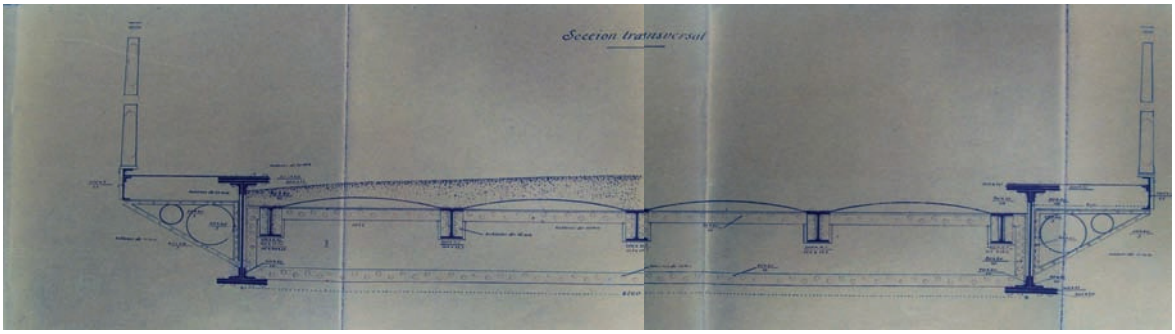
LONGITUD: 1 vano de 12,9 m

TIPOLOGÍA: Vigas rectas de alma llena

ATRIBUIDO A: Eustaquio de Zabala

Este paso sobre el río Bañuelos constituye otro de los pocos ejemplos de puentes de carretera que se diseñaron usando la tecnología metálica en la provincia de Burgos.

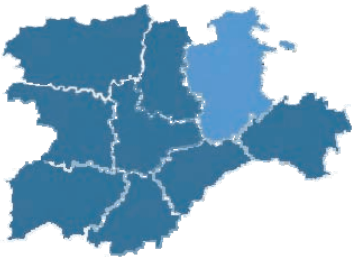
La tipología es una habitual para esta época, con un emparrillado metálico en dos direcciones y bovedillas para la transmisión de cargas a la estructura resistente.



Sección transversal del puente según el estudio de Eustaquio de Zabala.

UBICACIÓN

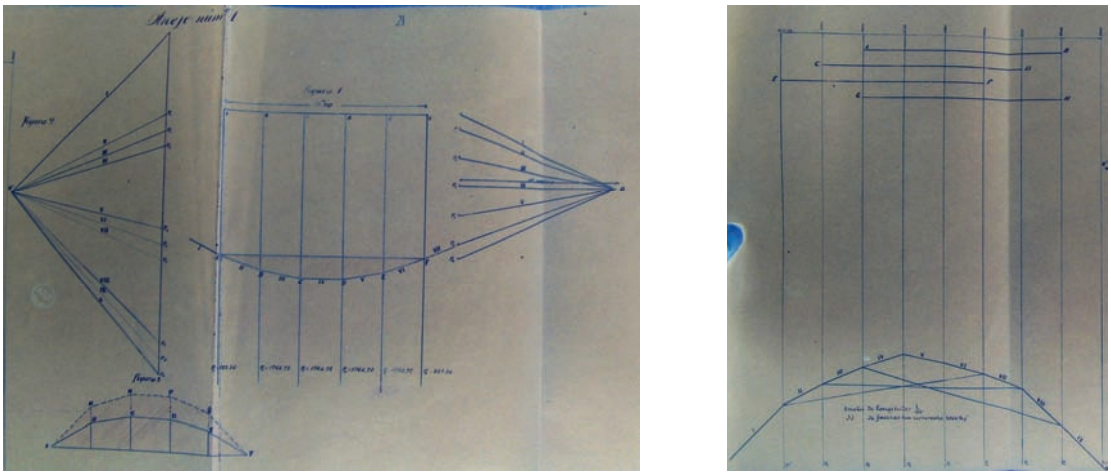
Municipio de Aranda de Duero (Burgos)



ESQUEMA ESTRUCTURAL

La primera propuesta para el cruce con el río Bañuelos se publica en 1898 en la Revista de Obras Públicas haciendo referencia a la subasta en el Anuncio de la Gaceta el 27 de octubre de ese mismo año. En ella se relacionan las diferentes partidas de la carretera entre la estación de Aranda a Villalba de Duero, incluyendo un puente metálico. En julio de 1899 el ingeniero Eustaquio de Zabala redacta un Estudio Comparativo con objeto de evaluar la posibilidad de modificar el diseño inicialmente propuesto para este paso, que presentaba un proyecto aprobado en que se definía como solución una celosía de montantes y cruces de san Andrés para salvar una luz total de 15 metros entre paramentos de estribos.

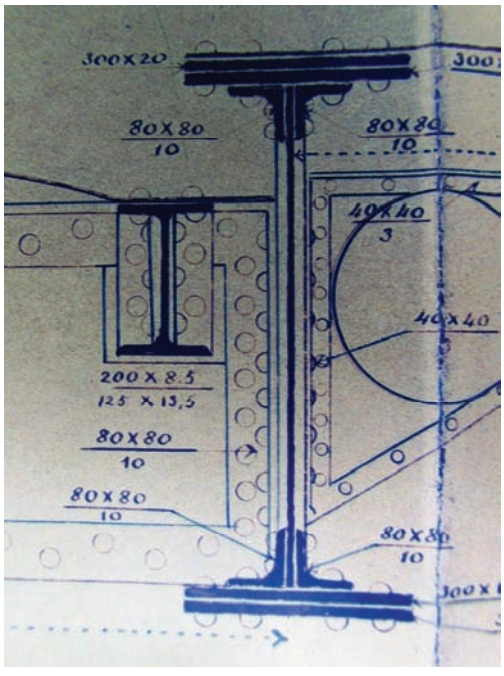
El estudio se acompaña de un informe del ingeniero jefe que matiza los motivos de esta segunda opción, mediante vigas de alma llena y reduciendo la luz a 12 metros para aprovechar la alineación de los muros de encauzamientos existentes, consiguiendo de esta manera un notable ahorro de materiales y una cuantían mucho más ajustada por metro lineal de estructura. En el documento se describe de forma detallada el esquema estructural del puente, acompañado de los correspondientes cálculos justificativos de las diferentes secciones resistentes, así como de los necesarios planos de definición y detalle, para una adecuada comprensión de la misma, que permitieran su posterior ejecución. En su diseño se utilizaron los métodos gráficos de Culmann para apoyar los desarrollos numéricos en la justificación estructural y resistente.

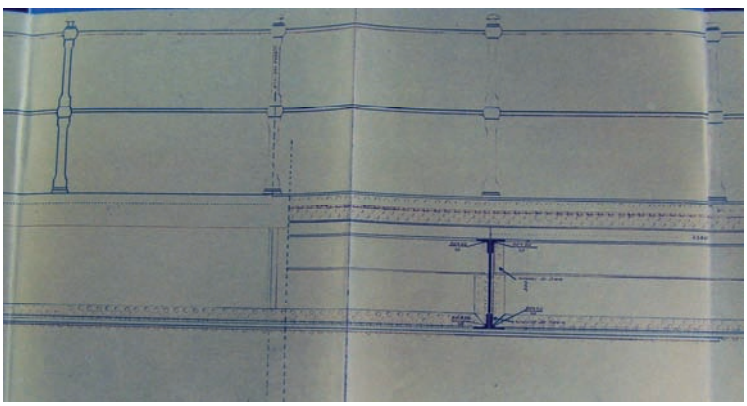


Aplicación de métodos de cálculo gráficos en la resolución de la estructura.

La estructura se organiza en torno a dos secciones o vigas principales con una luz de cálculo de 12 m, disminuyendo así en canto necesario y compensando de esta forma la pérdida de sección hidráulica por la menor ocupación en vertical que necesitaban respecto a la celosía inicial. Estos cuchillos se entregan 45 cm en cada estribo, dispuestos con una separación de 4,56 m entre sí, con una sección doble T armada con cuatro angulares 80x80x10, un alma de palastro 670x10 y dos platabandas en las alas de300x15 mm., reforzándose con otro palastro de 20 mm en los 5,16 m centrales. Transversalmente se apoyan unas viguetas, con un intereje de 2,58 m y una sección algo menor, pero también armadas mediante perfiles angulares 80x80x10 y un alma de palastro de 500x6 mm. Todas las uniones se realizaban mediante roblonado.

El reparto de las cargas hacia los travesaños se realiza con una serie de largueros que se distribuyen en la sección trasversal separados 1,055 m entre sí, salvando la luz entre cada dos viguetas con un perfil doble T de 200mm de canto y 125 mm de anchura. De esta manera la planta de la estructura resulta un emparrillado de vigas entre cuyos huecos se anclaban chapas formando arcos sobre los cuales se acometió el relleno del afirmado.



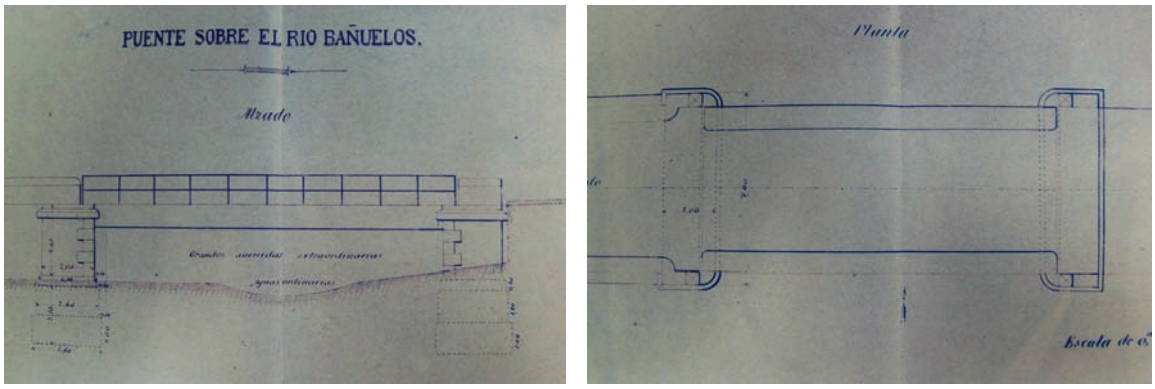


Detalle de la viga armada principal y disposición de los travesaños

Exteriormente al tablero se diseñaron unas aceras voladas mediante unas ménsulas que prolongaban la sección de las viguetas transversales hacia el exterior. Estas piezas se proyectaron con una forma inclinada que se conseguía mediante un marco exterior armado con escuadras 40x40x3 mm, uniéndose a las vigas principales. En el interior de este marco se incluyó una chapa que se aligeraba con dos huecos circulares, y sobre ellos se calculó un larguero que unía las puntas de las palomillas para arriostrarlas en sentido longitudinal y asegurar una correcta transmisión de los esfuerzos hacia éstas. Este larguero extremo se dispuso con una sección en C de 200x7/75 mm.

En el cálculo de los cuchillos principales se incluyeron las comprobaciones correspondientes a los esfuerzos cortantes, tomando para ello los máximos que se producían en las secciones de apoyo laterales y teniendo en cuenta los derivados de de las cargas que se transmitían desde las palomillas exteriores y de las viguetas y largueros en los extremos, así como una revisión de los efectos de las cargas laterales de viento sobre el tablero.

Finalmente la sección transversal se remataba con una barandilla formada por unos montantes de fundición, a través de los cuales se hacían pasar unas piezas tubulares también de fundición con 40 mm de diámetro exterior.



Alzado y planta de la estructura de paso.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

Anuncio de Subasta. Construcción de la sección de la carretera desde la Estación de Aranda a Villalba de Duero en la de Palencia a la estación de Aranda. Revista de obras Públicas, 1898.

Archivo Histórico Provincial de Burgos.

Sección de Obras Públicas: OP-668/1

ACUEDUCTO DE LA CENTRAL ELÉCTRICA "EL PORVENIR DE BURGOS" EN QUINTANILLA-ESCALADA.

AÑO: 1907

TIPOLOGÍA: Celo sía en cruz de san Andrés

DIMENSIONES: 25 m de longitud

ATRIBUIDO A: Valeriano Ruiz Cisneros

OBSERVACIONES:

Tanto el canal como el acueducto siguen hoy en servicio con el mismo uso para el que fueron concebidos: derivar el agua del Ebro hacia un salto hidroeléctrico.

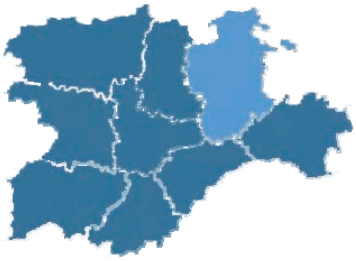
Este paso sobre el río Ebro forma parte del proyecto para la concesión de un salto hidroeléctrico de 25,50 m promovido por a instancia de D. Abelardo Estébanez en junio de 1903.

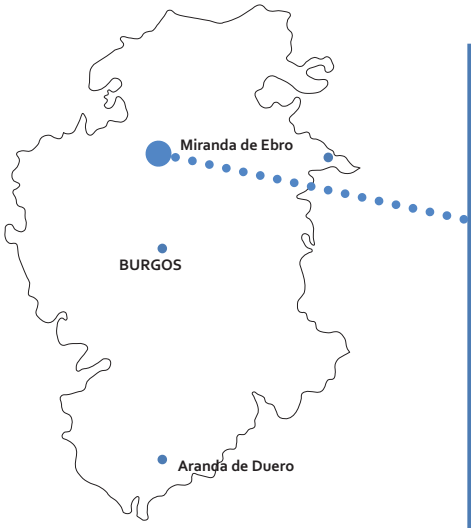
Alzado lateral del puente desde uno de los estribos.

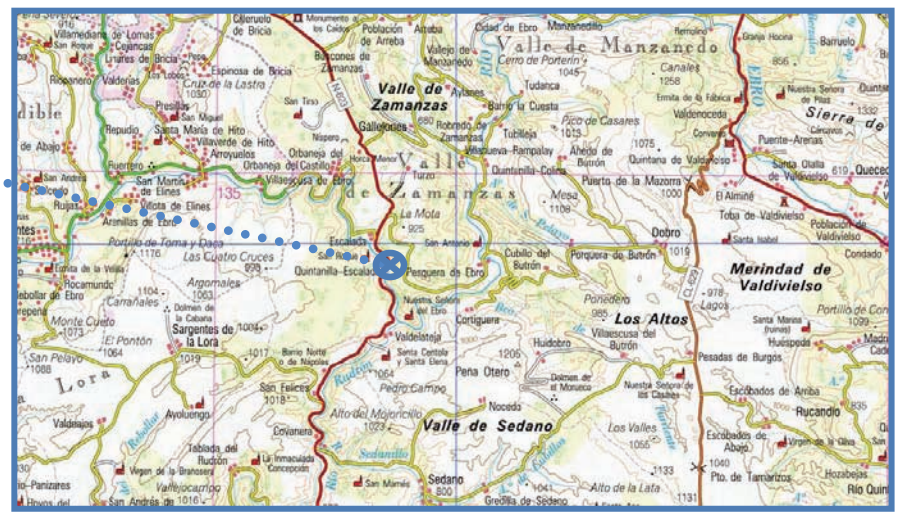
Perspectiva de la estructura tipo acueducto que cruza sobre el río Ebro.

UBICACIÓN

Municipio de Valle de Sedano (Burgos)







ESQUEMA ESTRUCTURAL

La derivación del caudal de 3000l/s de agua dese el río Ebro hasta el salto hidroeléctrico exigió el estudio y definición de un azud de carga y de un canal de desvío de las mismas hasta el punto escogido para la implantación de las instalaciones energéticas. El ingeniero Valeriano Ruiz Cisneros fue el encargado de la supervisión de estas obras, que incluían en el trazado un puente acueducto metálico, de 25 metros de luz en un vano único para salvar el cruce con el cauce del propio Ebro a la altura de Quintanilla-Escalada.

La estructura es conocida en esta localidad como "el puente de hierro" y posee un andén peatonal que permite cruzar a pie de un lado al otro del río. Su inauguración se fecha el 28 de junio de 1907, cuando todavía quedaban gran parte de las obras correspondientes a la propia central de máquinas (las cuales tuvieron que esperar otros tres años más para su finalización). Las piezas metálicas fueron elaboradas en los talleres de Altos Hornos.

Detalle de una de las vigas y el andén peatonal.

VIGAS:

La organización estructural se basa en dos cuchillos laterales de gran canto ejecutados mediante una celosía metálica de piezas seriadas y chapas roblonadas entre sí, formando recuadros entre los cordones superior e inferior y una serie de montantes verticales que los unen, arriostrados con cruces de san Andrés. Se utilizaron perfiles en U para las diagonales, característica singular respecto a otras estructuras de esta misma tipología, ya que normalmente se montaban mediante escuadras. Debe de señalarse que las secciones en U corresponden tan solo a una de las direcciones de las diagonales, definiendo entre ellas una celosía tipo Howe, a las cuales se añadió otra familia de ortogonal barras ejecutadas en palastros de dimensiones adecuadas.

Respecto a los cordones, presentan una sección en T armados también con escuadras de montaje y chapas que dotan de forma y sección a los mismos, y dotados de los correspondientes cubrejuntas en las posiciones que así lo exigieron.

En el lado de aguas abajo se dispone de una pasarela peatonal en voladizo, suspendida de una serie de elementos ménsula que apuntalan el piso y la barandilla a modo de tornapuntas hacia el cordón inferior.

Con el canal vacío, puede apreciarse en canto de las vigas de forma completa. Tras cortar el canal aguas arriba, el vaciado total para limpieza de la estructura (desagüe de fondo) se realiza mediante un simple tapón.

CANAL Y ARRIOSTRADO TRANSVERSAL:

Interiormente a las vigas principales se aloja un canal rectangular totalmente metálico, armado con chapas rectangulares unidas entre sí mediante roblones y piezas de montaje auxiliar, apoyándose en una subestructura que transmite las cargas hacia los cuchillos anteriormente descritos.

En planta, y atando nudos alternados del cordón superior, la estructura se remata mediante un sistema de arriostrado transversal a través de unas cruces que se rigidizan con cartelas rectangulares en el punto de intersección central, permitiendo así un funcionamiento homogéneo y solidario de todos los elementos resistentes.

Vista superior de las cruces de arriostrado.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

RUBIO MARCOS, ELIAS

Burgos en el recuerdo

Artecolor Impresores, 1992.

RUIZ CISNEROS, VALERIANO; ESTÉVANEZ, ABELARDO; BARRIOCANAL, FABIÁN

"Transporte de la Energía Eléctrica a Burgos". Revista de Obras Públicas. 27 de abril de 1905 y 4 de mayo de 1905.

Archivo fotográfico personal del Profesor D. Jesús Gadea Sainz (imágenes del canal en vacío)

PUENTE METÁLICO DE CARRETERA SOBRE EL RÍO ARLANZA. HONTORIA DE RIOFRANCO.

AÑO: ¿ Principios s. XX?

LONGITUD: 40 m

Nº VANOS: 1 vano de 40 m

TIPOLOGÍA: Celosía en Cruz de San Andrés

ATRIBUIDO A: ¿?

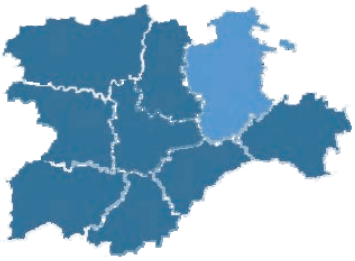
Aunque no conozco datos concretos sobre su autoría y fecha de construcción, su tipología y características constructivas, dimensiones y su estado de conservación permiten pensar, de forma razonable, que fue construido a lo largo de las primeras décadas del XX. Según mis datos, se trata del único puente carretero en celosía metálica todavía en servicio en las dos provincias de estudio.

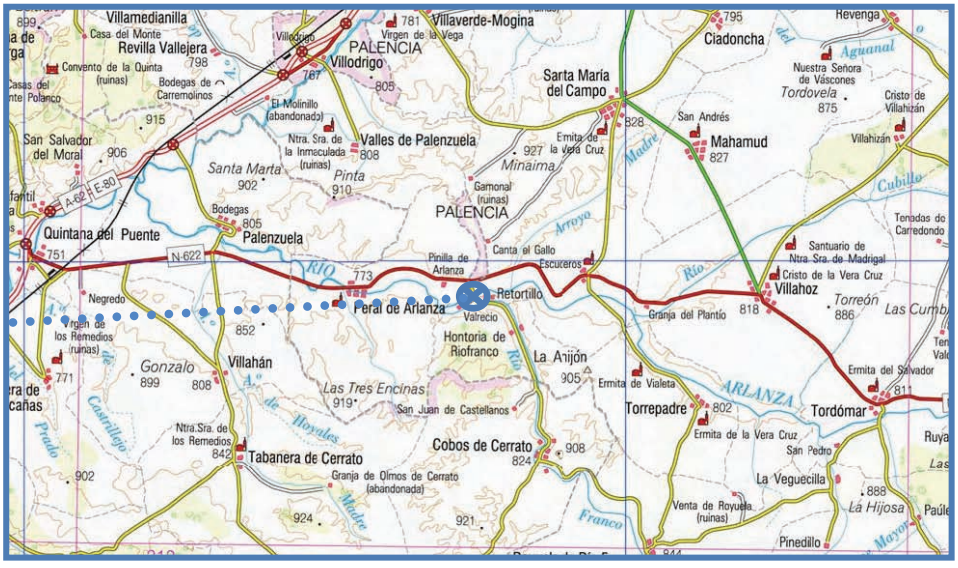
Alzado general de la estructura de paso sobre el cauce del Arlanza.

Imagen del puente desde la margen derecha del río Arlanza.

UBICACIÓN

Municipio de Hontoria de Riofranco (Burgos)





ESQUEMA ESTRUCTURAL

La estructura se organiza en un único vano a través de dos grandes vigas biapoyadas en celosía, armadas mediante perfiles en escuadra y palastros roblonados para formar un contorno de dos cordones en T simétricos, superior e inferior, que se cierra lateralmente con barras verticales de similar configuración. En ambas márgenes se construyeron sólidos estribos de fábrica, mediante sencilla solución de paramentos rectos pero de elegantes sillares, que han resistido durante años las irregularidades del caudal del Arlanza. El alma de cada viga queda rellena mediante un sistema de doce recuadros arriostrados con cruces de san Andrés, establecidos mediante una serie de montantes verticales.

Perspectivas de la celosía estructural desde el interior y el exterior del puente sobre el río Arlanza.

Cruz de arriostrado en uno de los extremos de las vigas.

Las diagonales se materializan mediante una pareja de angulares adosados, reforzados mediante una platabanda de refuerzo adicional que se hace solidaria a éstas con roblones en el punto de intersección central, además de una chapa de unión que queda remachada por sus extremos y permite conectarlas simultáneamente a los cordones principales.

En cuanto a los montantes, que definen en alzado cada uno de los ya mencionados recuadros, presentan un diseño en ménsula discretizada mediante dos escuadras, una vertical y otra ligeramente doblada, para formar un triángulo que se rigidiza interiormente con una nueva triangulación de chapas. Esta solución resulta en cierto modo singular frente a otros puentes metálicos de esta tipología, en los que las montantes se diseñaban mediante una única alma llena.

La luz a salvar es bastante más elevada que otros ejemplos de este tipo, con lo que el canto de los cuchillos es proporcional a estas necesidades; debió ser objeto pormenorizado de estudio, por tanto, las dos alternativas constructivas en esta posición (en lo que respecta a eficiencia estructural y economía de ejecución, comparándose la chapa maciza frente a la triangulación con barras que exigía un mayor número de uniones intermedias).

El arriostrado de las vigas se desarrolla por la parte inferior, conformando un tablero de canto muy ajustado a la sección, y con una anchura aproximada de 4 m. Para ello se ejecutó un entramado ortogonal mediante una serie de largueros transversales que atan los cerchones principales a la altura de los montantes, siguiendo la disposición habitual de estos elementos secundarios. Longitudinalmente se aseguró el comportamiento solidario y el control de deformaciones mediante dos viguetas que unen los largueros dos a dos, dividiendo estas barras en tres tramos iguales. En ambos casos, largueros y viguetas, presentan sección doble T armada mediante angulares y palastro, con una menor escuadría para el caso de los elementos longitudinales.

El tablero se cierra con chapas que se apoyan directamente sobre el mencionado sistema ortogonal y los bordes de las vigas principales. Estas chapas son en este caso rectas, unidos a tope entre ellas y adoptando una disposición en la que la mayor dimensión se observa en el sentido transversal.

De forma particular puede señalarse que la estructura presenta un esquema sensiblemente similar, en cuanto a disposición general y detalles constructivos, a la ejecutada sobre el río Nela en Trespaderne (Ramón de Aguinaga, 1884) con las salvedades descritas respecto a luz entre apoyos. El mayor espesor del tablero resulta perfectamente explicable por la menor anchura que posee el del Arlanza, que se traduce en menores cantos para los elementos de arriostrado. No obstante sí se puede reseñar alguna pequeña diferencia entre ellos:

- En primer lugar, la ya mencionada diferencia respecto a la forma de los montantes (solución triangulada frente a la chapa llena).
- El corte de las chapas de refuerzo en las uniones de las diagonales con los cordones, proyectados de forma biselada en el caso de la del Nela y rectos en este del Arlanza.
- La solución para el piso del tablero, ejecutada con chapas grecadas en Trespaderne, frente a las planas de este puente.

Detalles de los montantes verticales y de uno de los nudos interiores.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

Sin referencias

ENSANCHE DEL PUENTE DE CARLOS III. MIRANDA DE EBRO.

AÑO: 1911

LONGITUD: 110 m

Nº VANOS: 6 vanos; los extremos de 17 m y los interiores (entre pilas) de 19 m

TIPOLOGÍA: Vigas armadas de alma llena

ATRIBUIDO A: Federico Keller Mezquiriz

OBSERVACIONES:

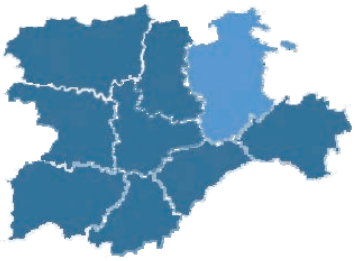
Se trata de una ampliación de un puente anteriormente reconstruido entre 1776 y 1777 por el maestro Francisco Alejo de Aranguren y su ayudante Pedro del Mazo Munar.

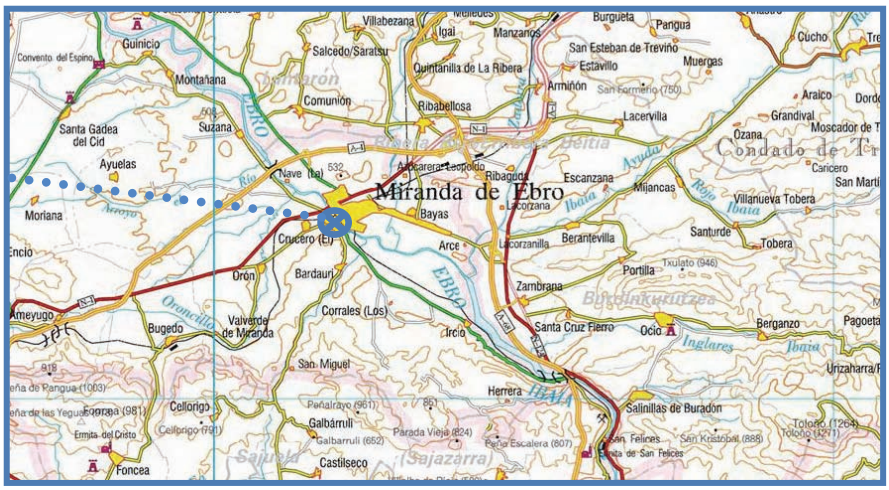
Aunque se trata de un puente de fábrica masiva, las necesidades que comenzaba a generar el tráfico a principio del siglo XX exigieron acometer una ampliación para aumentar su sección mediante aceras adicionales.

Panorámica del puente en la actualidad, donde se aprecia el canto de las vigas con las que se amplió lateralmente.

UBICACIÓN

Núcleo Urbano de Miranda de Ebro (Burgos)





ESQUEMA ESTRUCTURAL

La historia del puente de Miranda ha sido analizada en publicaciones locales por Vélez Chaurri y Cadiñanos Bardeci. Se trata de un puente reconstruido durante la época de Carlos III sobre las ruinas de otro que se remontaba a época medieval, y que fue arrastrado por las excepcionales riadas acontecidas en Miranda durante el mes de junio del año 1775. El nuevo puente, obra del maestro Francisco Alejo de Aranguren y su ayudante Pedro del Mazo Munar, dispone de seis arcos elípticos para aumentar la capacidad de desagüe respecto al anterior, en el que eran de tres centros. Por idéntica justificación se levantaron cinco pilas con sus respectivas cepas en el interior del cauce, una menos que en destruido, con dos medias cepas en los extremos; las pilas se alzaron con forma de huso (en la parte de aguas arriba) y semicirculares (aguas abajo). Se procuraba así ejercer la menor resistencia a la corriente para evitar nuevos desastres.

Fotografía del puente antes del ensanche.

Con la llegada del ferrocarril la ciudad debía prepararse para hacer frente a los posibles cambios y crecimientos que se abrían ante esta nueva etapa, encargando un estudio de análisis al Ingeniero de Caminos Federico Keller (el conocido popularmente como "El Informe Keller"). Una de sus conclusiones era la necesidad de ampliar la permeabilidad entre ambas márgenes del río Ebro, proponiendo para ello la construcción de un nuevo puente que diera continuidad a la carretera de Madrid-Irún (que comenzaba a tener cierta intensidad de tráficos), eliminando así los problemas de congestión que se generaban en el Puente de Carlos II que no disponía de sección suficiente.

Motivos económicos hicieron imposible esta actuación, pero fue el propio Keller el encargado de realizar obras de ensanche sobre el mencionado puente, para lo cual se demolieron los antiguos pretiles (que hasta entonces disponían de apartaderos), aprovechando los tajamares. Sobre estos se levantaron podios para apoyar las vigas de hierro y el nuevo antepecho. Se consiguió así el espacio transversal suficiente para disponer nuevas aceras, permitiendo el tránsito por el tablero existente, hasta una anchura total de 12 m. Recientemente han seguido las mejoras para acondicionarlo a las necesidades más modernas de espacio y comunicaciones entre las dos márgenes de Ebro.

Imagen del puente en una postal de los años 30 del siglo pasado, tras la reforma de Keller.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

VÉLEZ CHAURRI, JOSÉ JAVIER

"El puente de Miranda de Ebro (1155-1911). Transformaciones de una obra pública a lo largo de la Historia."

Animales, Carros y Transporte tradicional en la Historia de Miranda de Ebro

Instituto Municipal de Historia. Fundación Municipal de Cultura. Ayuntamiento de Miranda de Ebro. 1995.

OJEDA SAN MIGUEL, JOSÉ JAVIER

"Miranda de Ebro a Comienzos del siglo XX (El informe Keller)."

Documentos para la Historia II

Miranda de Ebro. 1994.

SAINZ VARONA, CARLOS

Postales antiguas de la provincia de Burgos

Diario de Burgos, Cajacírculo, Excma. Diputación Provincial de Burgos. 2005

CADIÑANOS BARDECI, INOCENCIO

"El puente de Miranda de Ebro"

Estudios Mirandeses, 3.

Miranda de Ebro, 1983.

DIEZ JAVIZ, CARLOS; JULIAN VIGALONDO, ALBERTO

Miranda de Ebro. Historia del Urbanismo y Guía de Arquitectura.

Ayuntamiento de Miranda de Ebro. 2001.

PUENTE METÁLICO DE CARRETERA SOBRE EL CAUCE MOLINAR DE UBIERNA.

AÑO: 1914

LONGITUD: 16 m

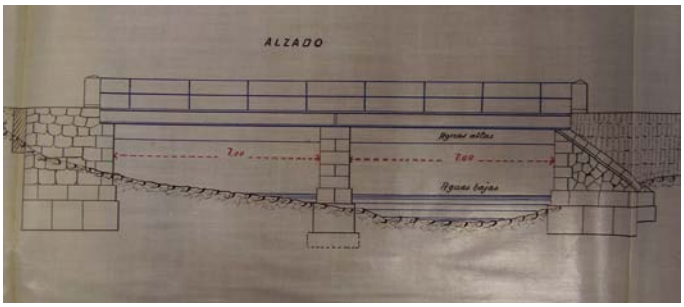
Nº VANOS: 1 vano de 16 m y 4 m de anchura

TIPOLOGÍA: Vigas de perfiles de acero con bovedillas de hormigón

ATRIBUIDO A: Valeriano Ruiz Cisneros

El acceso a la población de Ubierna se realiza atravesando el río del mismo nombre mediante una estructura que ya ha sufrido obras de mantenimiento y ampliación desde su construcción, en 1914. En ese momento el pueblo llegó a estar incomunicado durante algún tiempo, teniendo los vecinos que vadear el cauce para poder pasar de una margen a otra.

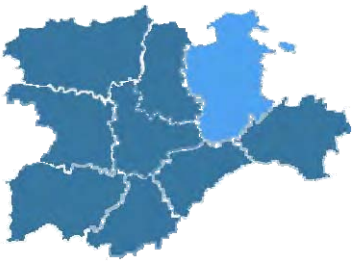
Perspectiva actual de la estructura.

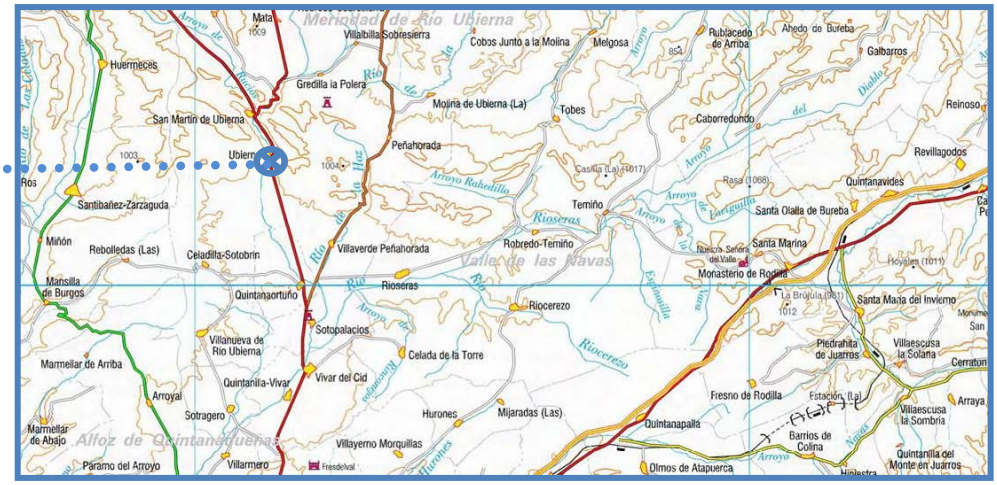


Alzado del puente en el proyecto original

UBICACIÓN

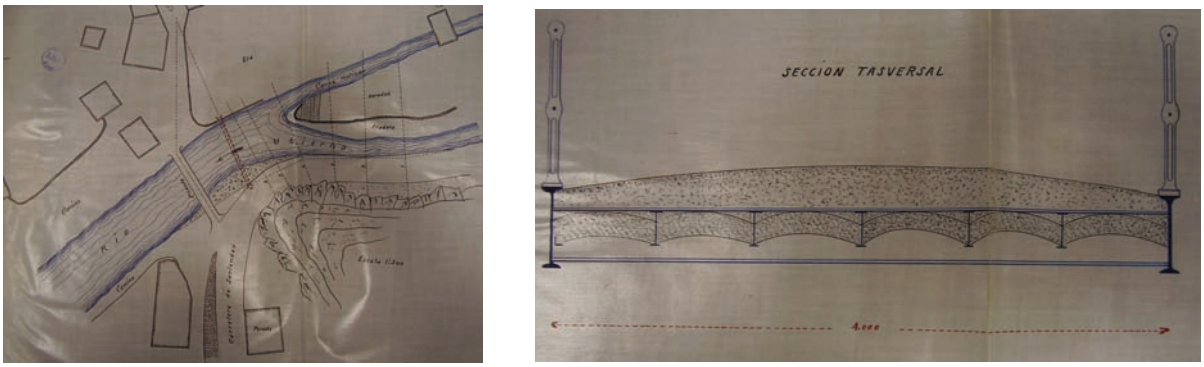
Municipio de Merindad de Río Ubierna (Burgos)





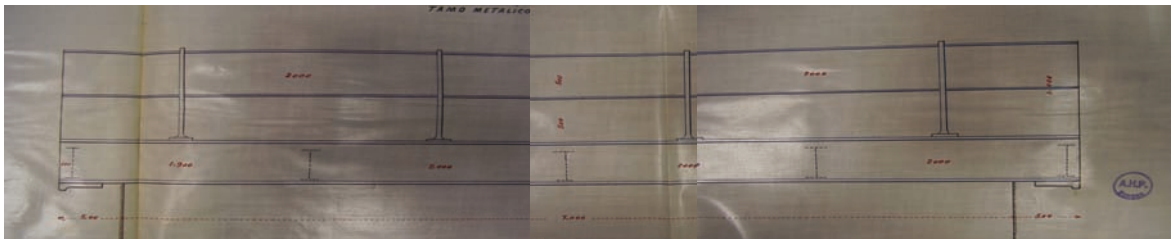
ESQUEMA ESTRUCTURAL

Las credidas del río Ubierna en 1874 arrastraron los pontones que hasta ese momento se usaban para cruzar entre ambas márgenes, siendo sustituido por un paso de madera sobre esta misma ubicación. Esta situación se prolongó en el tiempo, siendo necesarias continuas reparaciones y operaciones de mantenimiento, hasta que una nueva crecida en 1913 destruyó esta construcción de forma definitiva dejando al pueblo incomunicado. En 1914 el ingeniero Valeriano Ruiz Cisneros redacta un proyecto para construir un nuevo puente para el que utiliza perfiles metálicos como elemento resistente junto a bovedillas intermedias de fábrica, una tipología muy común durante unos años por su simplicidad y rapidez de ejecución.



Ubicación y sección tranversal de la estructura según el proyecto original.

El puente dispone de una luz total de 16 m ordenado en dos tramos de 8 m cada uno con una pila central de fábrica, de manera que la luz libre para el desagüe entre paramentos resulta de 7 metros en cada uno de los vanos. No obstante ha sufrido ampliaciones y recrecidos con hormigón armado para adaptarlo a las nuevas necesidades del tráfico que lo utiliza. El autor del proyecto justificaba esta opción en lugar de disponer otras vigas de mayor canto para salvar la luz completa, argumentando la pérdida de sección hidráulica con el cuelgue de los perfiles, junto la existencia de un terreno de fácil cimentación para el apoyo intermedio. El esquema resistente se componía de dos cuchillos principales en los laterales separados 4 m entre sí, a los que acometían cinco largueros transversales que los ataban de lado a lado. Todas estas piezas se ejecutaron con sección en doble T, de 475 mm de canto los principales, y 340 mm los travesaños que colocaban a dos metros de distancia. La memoria del proyecto incluye un apartado de cálculos estructurales en que se van deduciendo los diferentes coeficientes de trabajo de cada una de las secciones.



Alzado del puente sobre el cauce del río Ubierna.

Sobre las transversales acometen otra serie de vigas en sentido longitudinal, de idéntica sección y 0,21 m de canto, entre las que se integran las correspondientes bovedillas que recogen las cargas desde el tablero, con una separación entre ellas de 66 cm. El entrevigado consta de piezas hormigonadas en forma de arquillo, mientras que la barandilla original también se componía de piezas metálicas: montantes verticales de hierro colado cada dos metros, entre las que se disponían redondos de 25 mm que los atravesaban en sentido longitudinal.

Esta tipología constructiva con bovedillas de entrevigado fue bastante común durante algunos años en las primeras décadas del s. XX, adaptándose por su sencillez a vanos relativamente cortos en los que no era necesario recurrir a celosías más complejas, y reduciendo los plazos de ejecución. También es apta para la realización de forjados de edificación, disponiendo los arquillos entre las viguetas que transmiten las cargas hacia las vigas y pórticos principales.

Aspecto actual del tablero con las vigas metálicas.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

Archivo Histórico Provincial de Burgos.

Sección de Obras Públicas: OP-1051/3

5. Templetes o kioscos de música

TEMPLETE DE MÚSICA DEL PASEO DEL ESPOLÓN. BURGOS.

AÑO: 1897

PLANTA: Octogonal

ATRIBUIDO A: Saturnino Martínez Ruiz

OBSERVACIONES:

Desmantelado durante el siglo XX y vuelto a reconstruir aprovechando las piezas desechadas en el jardín del Hotel Landa, en las inmediaciones de la capital burgalesa.

El kiosco que puede contemplarse en la actualidad en el centro de la capital burgalesa (el Paseo del Espolón y justo frente a la Plaza Mayor), es una réplica bastante fiel del diseño inicial que fue inaugurada con la .ofrenda floral de las fiestas de junio de 1982.

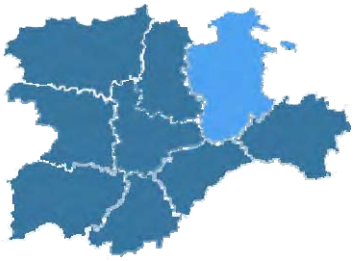
El conjunto original fue desmantelado durante el siglo XX, siendo rescatadas sus piezas y aprovechadas para la construcción de otro templete similar en el Hotel Landa, situado en la carretera de Madrid (también en Burgos).

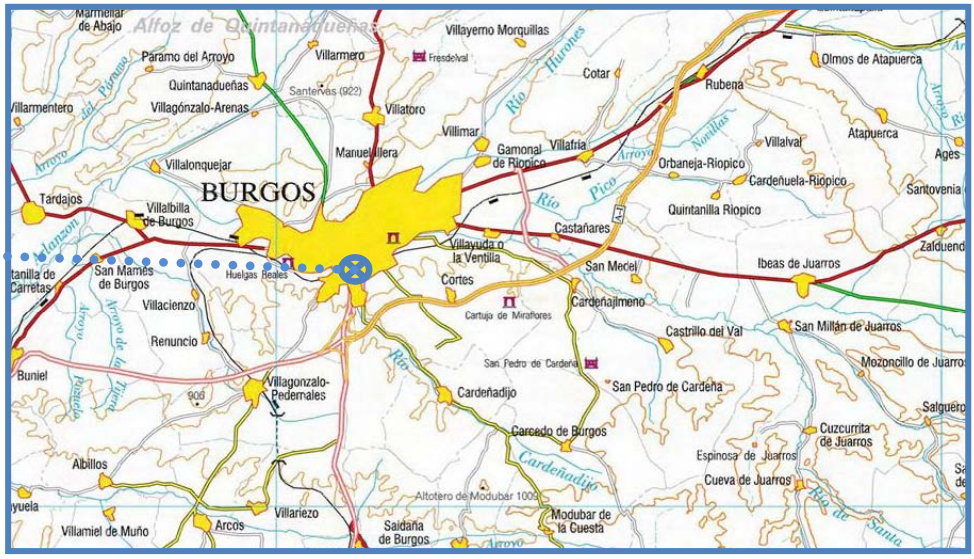
Alzado de la reconstrucción del kiosco en el Hotel Landa

Imagen del templete a principios del s. XX (AMB, F0-2680)

UBICACIÓN

Núcleo urbano de Burgos capital.



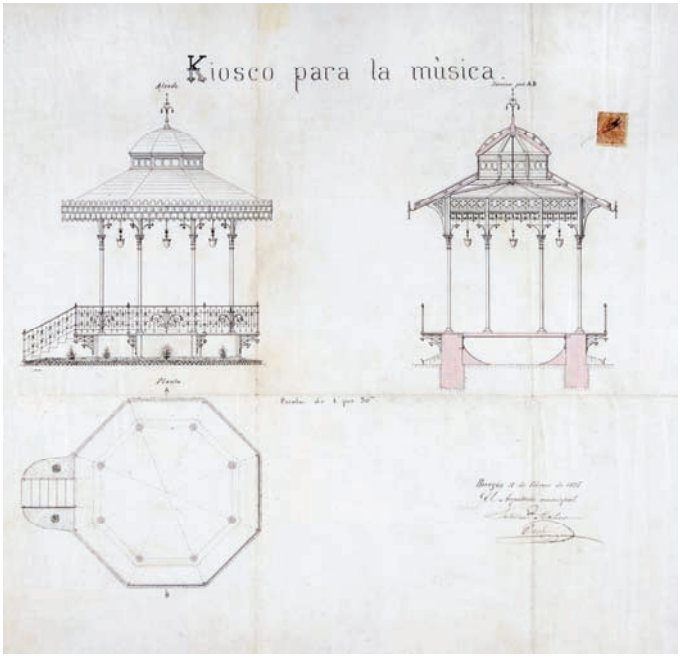


ESQUEMA ESTRUCTURAL

La inquietud por disponer de un punto fijo y cubierto para los músicos de las bandas de la ciudad fue un constante que se revela en múltiples informes y solicitudes a la corporación municipal durante la segunda mitad del s. XIX. Ya en 1871 se encarga la construcción de un primer kiosco de madera destinado a la "música que ameniza las veladas de verano", ejecutado por el carpintero local Julián Gallo, y que incluía una escalera y una barandilla exterior a modo de antepecho.

También las bandas militares reclamaban algún lugar para poder ofrecer su música en alguno de los paseos públicos, muestra de ello son los comentarios e indicaciones realizados por los señores Cecilia y Ortega (en 1884 y 1891 respectivamente) con los que trasladan a la corporación estas solicitudes. No obstante, no es hasta 1896 cuando el arquitecto municipal Saturnino Martínez redacta el proyecto de construcción y diseña un templete de construcción más solida y definitiva.

Tras su retirada, hubo un hueco en el paseo que reclamaba una nueva construcción. No sería hasta 1981 cuando se encarga su diseño al entonces arquitecto municipal Valentín Junco Calderón, quien opta por repetir lo más fielmente posible la idea original: plantea un acceso lateral en vez de frontal, incluye unos aseos públicos en su interior para lo que aumenta 70 cm la altura de la base, y propone algún cambio de material propio a los avances en la tecnología constructiva.



Plano firmado por el arquitecto municipal Saturnino Martínez Ruiz en 1897 (AMB, 18-1229). A la derecha detalles de las ménsulas en voladizo y de la basa de una de las columnas.

BASAMENTO:

La propuesta presentaba planta octogonal, con una escalera de un solo tramo recto de 1 m de anchura, y una base octogonal de piedra de 2,75 m de apotema y 2,00 m de lado. Esta base se formó con un zócalo de fábrica de 80 cm de espesor que sobresalía 1 metro sobre la rasante del paseo, dejando en su interior un hueco y sobre cuyos bordes se apoyaba el entablado de madera que servía de piso. Para conseguir una mayor superficie disponible para los músicos, se diseñó un voladizo mediante planchas acanaladas de hierro dulce de forma trapezoidal, consiguiendo así un metro adicional en cada lado de octógono. Las chapas apoyaban en el zócalo de piedra y lateralmente en unas ménsulas de enrejado de hierro con una curiosa decoración geométrica que se repetirá en otros elementos del templete.

En 1908, la humedad y el tiempo habían hecho mella en el pavimento de madera, por lo que el propio Saturnino Martínez solicita mediante un informe sea sustituido por otro de entramado metálico y bovedillas de ladrillo, para cubrirlo después con asfalto, con objeto de solucionar el problema sin tener que realizar sucesivos arreglos que de mantenerlo eran de prever.

En esta imagen se puede adivinar el aspecto del antiguo templete de madera que se sustituyó por el de fundición (AMB, FC-0003)

La parte volada se cierra con la balaustrada de cierre a modo de antepecho, con 1,20 m de altura, que incluía una lira entre sus dibujos, y que continúa con la barandilla de la propia escalera hacia el exterior.

Alzado general de la barandilla y detalle de la escalera de acceso frontal, según disposición original.

ALZADO Y CUBIERTA:

Alzado de las columnas y enrejados superiores.

Las columnas de fundición de 12 cm de diámetro se alzaban 3,50 metros, sobre cuyos capiteles (que incluían la correspondiente ornamentación con motivos vegetales clásicos, rebordes curvos y molduras) se disponían en prolongación una serie de pies derechos de 1,40 m que elevaban la cubierta sobre ellos. En cada esquina se reforzaba la unión con el pilar, añadiendo hierros en escuadra a modo de ménsula o cartela que sujetaban la propia cubierta a la altura de las intersecciones de los aleros.

Las cabezas de las columnas se arriostraban con varios elementos:

- Por un lado un enrejado y una especie de celosía superior que rodeaba la parte más alta, atando y uniendo las señaladas columnillas o pies derechos que ascendían sobre los capiteles, incluyendo las grecas decorativas también metálicas que, formando un colgante, hacían de cartela entre las columnas reforzando el conjunto.

- Las propias viguetas que forman la cubierta en sus esquinas en prolongación de los propios soportes, con sección en U de 6 cm de ancho, y que se juntaban en el centro, punto que se sostenía desde la cúspide mediante un tirante-pendolón.

- Una serie de barras de idéntica escuadría que cerraban cada plano de los aleros por la parte de abajo, formando un octógono entre todas.

La cubierta se completaba con un lucernario superior, una linterna elevada con cúpula de 2,5 m de anchura total, montada mediante recuadros de hierro y chapas de palastro, con un remate final a modo de pináculo que sobresalía por encima de los 8,50 m de atura total de la construcción. El tornavoz del techo se ejecutó con listones de madera machihembrada y cepillada; sobre el armazón metálico que constituía la estructura, se disponían correas de madera para sujetar la cubierta exterior de zinc y de igual forma se conseguía en la linterna dando un acabado curvo que lograba la sensación de cúpula.

El diseño incluía una serie de remates en los frentes que tapaban los canalones de desagüe, un lambrequín que volaba hasta 1,5 m hacia el exterior de las columnas. Además se dotó de varias lámparas colgadas en los puntos medios de los vanos entre las columnas.

Detalle del alero con el lambrequín y vierteaguas.

Detalle de uno de los capiteles.

Otra imagen del templete a principios del s. XX (AMB, F0-25417-70)

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

Fondo Gráfico del Archivo Municipal de Burgos.

Fondo general: FO-25417-70, FO-2680

Fondo Cortés: FC-0003, FC-0618, FC-0755

Fondo documental del Archivo Municipal de Burgos

18-1229

NAVASCUÉS PALACIO, PEDRO

Monografía "LA ARQUITECTURA DEL HIERRO EN ESPAÑA DURANTE EL SIGLO XIX".

Revista CAU Construcción Arquitectura y Urbanismo: 1980, (65): 43-64

IGLESIAS ROUCO, LENA S.

Burgos en el siglo XIX. Arquitectura y Urbanismo (1813-1900)

Universidad de Valladolid, 1979

NAVASCUÉS PALACIO, PEDRO

Introducción al Arte Español. El siglo XIX. Bajo el signo del romanticismo

Editorial Silex, 1992

IGLESIAS ROUCO; LENA S.

Arquitectura contemporánea. Génesis y desarrollo 1760-1960.

Historia de Burgos (IV) Edad Contemporánea (TOMO 4)

Caja de Burgos, 2007.

TEMPLETE DE MÚSICA DE BRIVIESCA.

AÑO: 1909

PLANTA: Octogonal

ATRIBUIDO A: ¿?

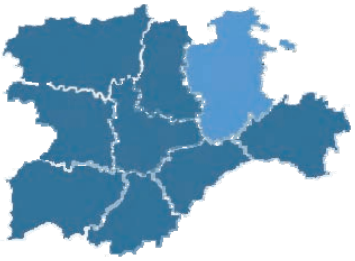
Aspecto actual del templete

Detalle de la cubierta desde el exterior.

La historia del templete de Briviesca se remonta al año 1909, cuando el ayuntamiento convoca concurso público para la construcción de un templete o kiosco para la banda de música en la Plaza Mayor (en aquella época denominada de la Constitución).

UBICACIÓN

Núcleo Urbano de Briviesca (Burgos)



ESQUEMA ESTRUCTURAL

Antigua fuente y templete, en 1909, antes de la construcción del nuevo usando las estatuas en su basamento (A.M.Br.).

En el año 1909 se publica el pliego de contratación correspondiente a las condiciones que debían cumplirse para la construcción de este kiosco, quedando el diseño a cargo del propio contratista que expondría sus ideas con la oferta económica.

Así, la Fundición del Prado de Vitoria remite al ayuntamiento su proposición incluyendo un presupuesto previo y el plano de proyecto según los requisitos establecidos, exponiendo distintas posibilidades de acabados y su correspondiente previsión económica. La oferta incluía la presencia de un ingeniero durante su construcción, montaje a cargo de los peones municipales acompañados de un único obrero especialista que proponía la casa vitoriana. Se enumeran en estas cartas los distintos elementos que componen la construcción: escaleras, piso, barandillas y cubiertas, con sus grecas decorativas, siendo en todo caso los precios a pie de vagón en Vitoria.

Fernando Cortázar, como titular de los talleres, firmó las correspondientes misivas que fueron recibiéndose en Briviesca entorno a este asunto, siendo esta la única documentación que queda en lo referente a esta obra en los archivos de este municipio, firmándose el contrato definitivo de acuerdo el día 31 de mayo de ese mismo año.

BASAMENTO:

Antes de su construcción la imagen de la plaza era algo diferente a la actualidad: existía una amplia fuente decorativa en el centro, de la que destacaban cuatro imágenes en los laterales, y también otro templete provisional de madera, tal como puede comprobarse en las fotografías y postales de aquella época. Por la comparación de imágenes con el nuevo kiosco, parece que en realidad se retiró del centro de la plaza el jarrón central de esta fuente y se aprovecharon los muretes laterales para empotrar en ellos unos esbeltos pies o pilarcillos de fundición (decorados en basa y coronación con molduras), respetando también las mencionadas estatuillas en su posición inicial.

La base se organiza así como un octógono en cuyos vértices se alzan unos pies derechos que suben hasta la cota del piso propiamente dicho. La parte inferior continúa con la función de fuente ornamental, con un pilar central de mayores dimensiones que el resto, el cual asegura el pavimento y controla sus deformaciones. Alrededor de este soporte interior se colocaron unas pequeñas esculturas que se asientan sobre una base de piedra también octogonal. En el fuste de alguno de estos pilares todavía puede identificarse el sello del taller que lo fundió (Fundición del Prado. Cortázar. Vitoria), de igual manera que se ven las iniciales de ésta en las contrahuellas de los 10 peldaños de la escalera que asciende desde la rasante. Esta escalera de ascenso es también metálica de un único tiro lateral, con una barandilla muy decorada con motivos vegetales en ambos lados (tallos, hojas y flores) y delicada en sus detalles y remates. La barandilla se prolonga superiormente en el perímetro de la superficie del tablero, adaptándose a las formas de este contorno. Para ampliar esta área útil dispone de unos balcones que se apoyan en unas ménsulas de chapa calada, de formas curvas.

El tablero inicial era entarimado, según se deduce de las explicaciones de Fernando Cortázar en sus cartas, si bien en la actualidad parece haberse llevado a cabo una reforma posterior para ser ejecutada en hormigón. Su contorno se rodea de una chapa a la que quedan ancladas mediante roblones y tornillos la barandilla y las cartelas constructivas de los pies inferiores.

La escalera y el tablero se rodean de una barandilla ornamental.

Sello de la Fundición del Prado en uno de los pilares del basamento.

Detalles de las figurillas en la base del kiosco.

De talle de una de las ménsulas en los voladizos laterales. Los peldaños también señalan los talleres en donde fueron fabricados (Fundición Cortázar Vitoria).

PILARES Y CUBIERTA:

En prolongación a los de la base se elevan unos esbeltos pilares hasta la cubierta, entre los cuales se ejecutaron unas grecas con alegorías musicales: notas, arpas, claves de sol. Estos adornos forman relieves sobre unas grandes planchas caladas que acartelan con formas curvas que llegan hasta el punto medio del intercolumnio desde las esquinas superiores. Los capiteles incorporan en este caso una sencilla decoración con pequeñas volutas jónicas y unas molduras rodeándolos, correspondiendo a las cartelas gran parte de la misión ornamental en estos nudos.

Las cartelas entre las columnas están decoradas con alegorías musicales.

Los pilares se arriostran en su coronación con unos perfiles curvos que atan estos puntos para dotar de una forma circular a la cubierta, y que interiormente se rellena con una serie de barras en dirección radial, como formando una rueda que permite apuntalar con péndolas intermedias la cúpula superior. De esta manera, y con nuevos perfiles que dan forma a la cúpula apoyándose en los radios descritos anteriormente, se arma la estructura de sustentación sobre la que se instalaron las planchas de zinc con la que se ejecutó la cubrición. El cuerpo superior queda de esta manera perfectamente rigidizado

En prolongación de los radios centrales se lanzan hacia el exterior, a modo de voladizo, unas viseras a partir de piezas redondeadas, con que desaguan hacia el interior y sobresalen para destacar sobre el resto de la construcción. La cubierta se remata con una especie de pináculo que pasa casi inadvertido por la inclinación de la visera perimetral.

Foto de la plaza en 1920 (A.M.Br.)

Imagen de la plaza el Día del Árbol 29-3-1914 (A.M.Br.)

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

Archivo Municipal de Briviesca (A.M.Br.), fondos documental y gráfico.

NAVASCUÉS PALACIO, PEDRO

Introducción al Arte Español. El siglo XIX. Bajo el signo del romanticismo

Editorial Silex, 1992

NAVASCUÉS PALACIO, PEDRO.

Arquitectura e ingeniería del hierro en España (1814-1936)

FUNDACIÓN IBERDROLA, Ediciones El Viso, 2007.

NAVASCUÉS PALACIO, PEDRO

Monografía "LA ARQUITECTURA DEL HIERRO EN ESPAÑA DURANTE EL SIGLO XIX".

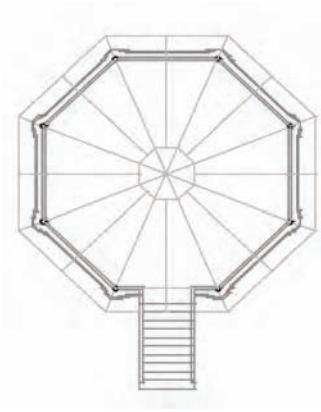
Revista CAU Construcción Arquitectura y Urbanismo: 1980, (65): 43-64

TEMPLETE DE MÚSICA PARQUE DE ANTONIO MACHADO. MIRANDA DE EBRO.

AÑO: 1930

PLANTA: Octogonal

ATRIBUIDO A: Fermín Álamo



Ubicado en el centro del Parque de Antonio Machado (anteriormente Parque de Pablo Iglesias, y antes Parque de D. Ignacio Gómez), en el entramado urbano de Miranda de Ebro, su construcción se alargó durante 8 años (1922-1930).

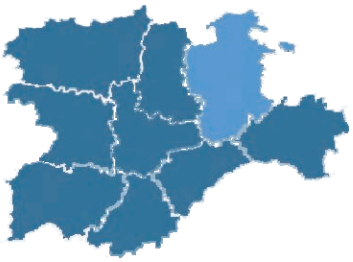
No conserva totalmente su configuración inicial, ya que la cubierta original de zinc se sustituyó por otra de cobre, simplificando su linterna y eliminando la lira que decoraba y culminaba la cúpula. Los motivos de la barandilla también se sustituyeron por otros más simples, tal como pueden verse en la actualidad.

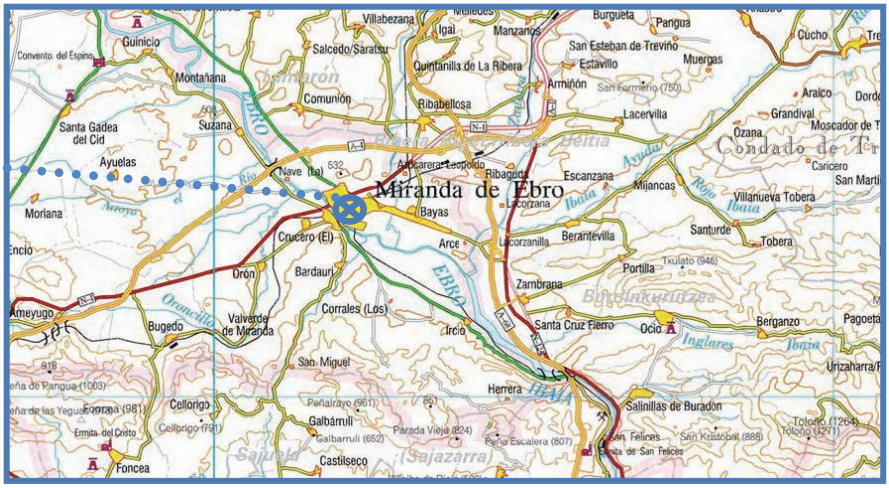
Actualmente forma parte del Catálogo de Bienes Protegidos por el PGOU de Miranda.

Esquema de la planta y dos imágenes del alzado del kiosco en la actualidad

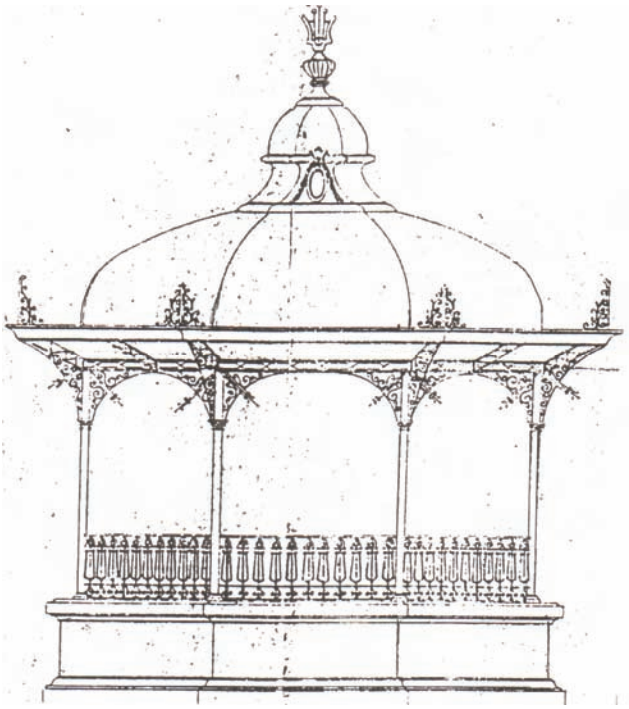
UBICACIÓN

Núcleo Urbano de Miranda de Ebro (Burgos)





ESQUEMA ESTRUCTURAL



Alzado según dibujo de Fermín Álamo.

CUBIERTA: La estructura que sujeta la cúpula superior está constituida por pilares de fundición de 12 cm de diámetro, que otorgan una sensación de esbeltez al conjunto. La tipología de estos pilares es sencilla, lisa, únicamente diferente en sus extremos (base y capitel). Merece destacar la presencia, en el tercio superior de los fustes de todas ellas, de un anillo de molduras a modo de engrosamiento para recrecido, aunque en apariencia son piezas fundidas de una sola vez, ya que no se aprecian uniones atornilladas como en el resto de nudos. Este detalle no se aprecia en los planos originales.

Los pilares quedan atados entre sí por una serie de arcos apuntados, con una sensación algo diferente a los rebajados que aparecen en los planos de diseño, profusamente decorados con motivos vegetales, curvilíneos, ejecutados en forja, y con una fina celosía enrejada en la parte superior que hace las funciones de viga de atado perimetral, arriostrando el conjunto. La suma de estos elementos permite sostener una bulbosa cubierta que evoca una cierta inspiración oriental, rodeada de un tejadillo en ménsula cuya estructura es continuación de la forja de los arcos principales.

La cúpula superior está formada por un entarimado de madera machihembrada, típica de los tornavoces de este tipo por sus mejores características acústicas, sobre la que se clavaron las piezas de zinc que constituyeron la techumbre original. Tras su rehabilitación, se eliminaron estas escamas por planchas de cobre, simplificando las formas de la linterna superior, y eliminando los remates en forma de lira y pináculo primigenios, así como los que existían en los vértices del tejadillo en voladizo.

BASAMENTO: La base del templete se apoya sobre los cimientos y muros proyectados en 1922 para albergar unos aseos públicos bajo rasante con la intención de, posteriormente, ampliar esta construcción transformándola en un kiosco de música para la banda municipal.

En 1927 se redacta el proyecto para terminar la obra, la cual se ejecuta en dos fases. La primera termina la plataforma sobre la que se apostaba de la banda, de planta octogonal y apoyada sobre pilares enanos de hormigón armado de 1,10 m de altura en cada vértice y en las escaleras, cerrando de esta forma el área ocupada por los evacuatorios anteriormente mencionados, los cuales se dotan en ese momento de las ventanas al exterior, la puerta y las escaleras de acceso.

En este momento se coloca también la primitiva barandilla y las escalerillas que permiten ascender al propio templete, aunque fueron objeto de un nuevo diseño durante su rehabilitación.

Ejecutado en hormigón, ha de destacarse la calidad de los remates en esquinas y molduras que decoran el alzado de la base, algo diferentes al diseño de los planos iníciales (sobre todo en las esquinas del octógono, y una serie de adornos en la parte superior de las ventanas). La construcción posee además una fuente pública en uno de sus lados. Observando fotos de época, puede comprobarse que el kiosco se rodeaba de un murete que jalonaba el acceso, abriéndose únicamente a la altura de la propia fuente y las escaleras.

Detalles de los pilares y ménsulas superiores.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

DIEZ JAVIZ, CARLOS

"Los templetes de música. Dos ejemplos de la arquitectura del hierro en Miranda de Ebro."

Boletín del Instituto Municipal de la Historia (la revista López de Gámiz Nº XXVII) (1993).

ADAPTACION DEL PLAN GENERAL DE ORDENACIÓN URBANA MIRANDA DE EBRO

Catálogo de bienes protegidos, ficha I-1. UTE EPYPSA-URBAM, 2005

Cartoteca "Juan Arranz". Instituto Municipal de Historia. Miranda de Ebro

TEMPLETE DE MÚSICA DE LA PLAZA DE ESPAÑA. MIRANDA DE EBRO.

AÑO: 1930

PLANTA: Octogonal

ATRIBUIDO A: Fermín Álamo

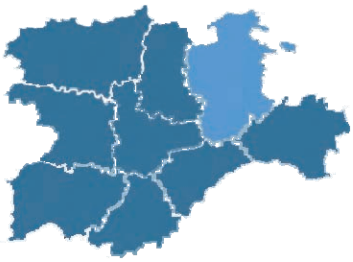
Alzados del kisoco con su aspecto en la actualidad.

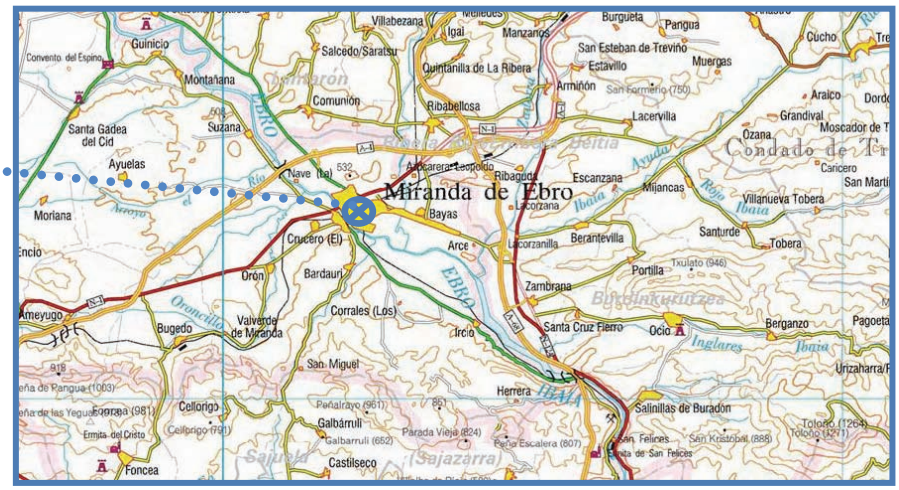
Se encuentra en el interior del conjunto histórico-artístico de Miranda de Ebro, y protegido dentro del ámbito de actuación del P.E.R.I. del mismo nombre. Situado en la plaza de España, anteriormente denominada del Rey y durante una época de la Constitución, de planta rectangular y rodeada de edificios simbólicos de la arquitectura mirandesa. Su construcción se alargó, de manera similar a la de su gemelo en el Parque Antonio Machado, durante 6 años (1922-1928).

Tras su rehabilitación se cambiaron algunos de los elementos constitutivos: la cubierta original de escamas de zinc se sustituyó por otra de cobre, simplificando la linterna y el pináculo con forma de jarrón de la parte superior; además se eliminó la barandilla que le rodeaba y se le adoso un pequeño banco de piedra que rodea a todo el conjunto, tal como puede verse en la actualidad.

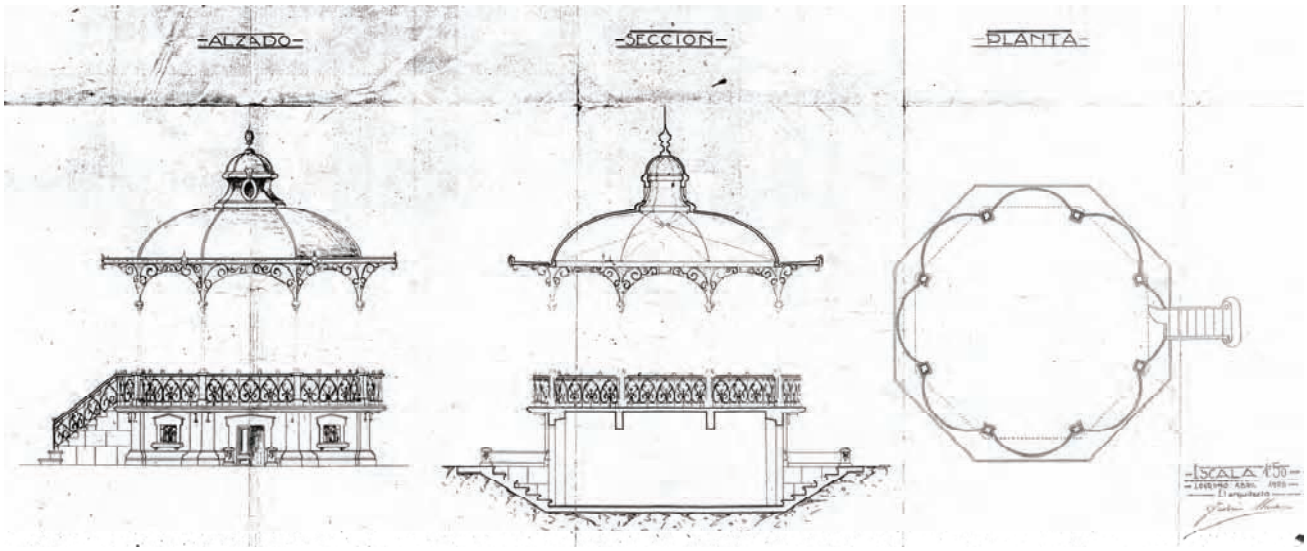
UBICACIÓN

Núcleo Urbano de Miranda de Ebro (Burgos)





ESQUEMA ESTRUCTURAL



Planos del diseño original de Fermín Álamo.

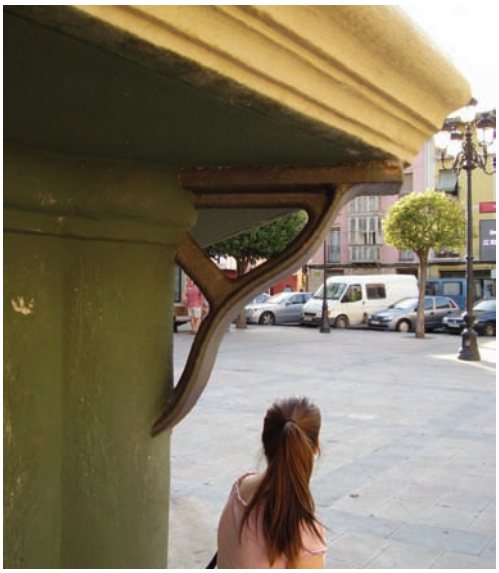
BASAMENTO: De forma idéntica a su coetáneo del Parque Antonio Machado, la base se apoya sobre los cimientos y muros proyectados en 1922 para albergar unos evacuatorios públicos semienterrados, con objeto de completar la obra posteriormente, transformándola en un kiosco cubierto para la banda de música municipal.

Un año después de la finalización de esta primera fase, en 1924, el arquitecto municipal D. Fermín Álamo se ve obligado a emitir un informe negativo sobre los defectos que se observan en su acabado y el estado de los cimientos, siendo necesaria la ejecución de catas para su inspección.

Ya en 1928 se presenta el proyecto de consolidación y terminación, en el que se incluye la cubierta en forma de cúpula. De esta forma se inició la construcción de la plataforma elevada sobre pilarcillos de hormigón armado de 1,10 m de alto, con una de planta octogonal, dejando ventanas para la iluminación y ventilación de los aseos inferiores.

Ha de recordarse que el material básico de esta parte inferior es el hormigón, pero no por ello el autor dejó de exigir una alta calidad de los acabados y remates en las esquinas, con una cornisa en voladizo apoyada sobre ménsulas de fundición en las esquinas, las cuales presentan una gruesa sección de refuerzo y un curioso acabado curvilíneo, lo cual no se aprecia en los planos originales. Este último aspecto, la parte de losa en voladizo, lo diferencia claramente de su hermano del Parque Antonio Machado, el cual presenta un alzado recto sin vuelos.

Se colocaron también las escalerillas que permiten ascender al propio templete, y una pequeña barandilla rodeando su perímetro que fue demolida posteriormente (puede comprobarse en fotografías de época), añadiéndose un banco corrido alrededor.



Detalles del zócalo y las ménsulas de fundición.

Fotografía del templete a principios del s. XX

CUBIERTA: Respecto a la estructura de cubierta, su diseño formó parte del proyecto de terminación de 1928, y se ejecutó de una sola vez, junto con el resto de la base, siendo en contratista adjudicatario D. Marcial Bornaechea Regúlez.

Los pilares son de fundición, de 12 cm de diámetro y de una sola pieza, de condiciones similares a los del templete del Parque, pero sin encontrarse en este caso ningún tipo de recrecidos o decoración distinta a la prevista en proyecto.

Los capiteles se configuran como engrosamientos anulares sobre los pilares lisos, acentuando con su simplicidad la propia personalidad que atribuye el hierro a la estructura, sin recargamientos innecesarios.

Una serie de arcos rebajados de hierro forjado unen los soportes por su parte superior, arriostrando la estructura en todas las direcciones. La forja, de sección liviana, genera un entramado casi transparente de ideación vegetal, caprichosa y orientalizada, muy común en este tipo de construcciones de finales del s. XIX y principios del XX. Puede reseñarse la presencia de una serie de bulones a lo largo del desarrollo de os arcos, en su parte exterior, los cuales no se aprecian en la documentación gráfica del proyecto.

La pronunciada esbeltez de las columnas, junto a la sensación de hueco que invade la arquería de forja, proporciona cierta ligereza al conjunto, la cual se acentúa en una vista inferior del entramado de madera de cubierta.

La techumbre, en forma de cúpula con linterna, está revestida con paneles de madera machihembrada, para favorecer la acústica, apoyados sobre angulares pareados de 10 cm y atirantados con redondos de 15 mm. Estos angulares también se usan para dar la forma curva a la cúpula, en prolongación de la directriz de los soportes hacia el centro de la misma.

Perimetralmente se remata con un tejadillo en voladizo, cuya sujeción también se asegura mediante un conjunto de ménsulas que nacen de los propios pilares, una en cada esquina del octógono. Su cuerpo resistente es idéntico al de los arcos rebajados, ejecutado en forja y con decoración interior de inspiración vegetal.

Encima de la base de madera, se clavaron inicialmente escamas de zinc, si bien durante su rehabilitación fueron sustituidas por chapas de cobre, retirando los farolillos que colgaban del punto medio de alguno de los arcos y sustituyéndolos por un único central que se arriostra mediante cables a la parte superior de las columnas.

El efecto en la composición global es de extrema transparencia y ligereza, de modo que desde una cierta distancia no se percibe la presencia de los arcos, generando la sensación de que los fustes de fundición y su continuación mediante perfiles hacia el centro de la cúpula son elementos resistentes de una pieza.

Diversos de talles del alzado de pilares, ménsulas, y arcos entre las columnas.

Antigua postal con la base inicial, pero sin terminar la cubierta superior.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

DIEZ JAVIZ, CARLOS

"Los templetes de música. Dos ejemplos de la arquitectura del hierro en Miranda de Ebro."

Boletín del Instituto Municipal de la Historia (revista López de Gámiz nº XXVII) (1993).

PLAN ESPECIAL DE REFORMA INTERIOR "Conjunto histórico de Miranda de Ebro"

Catálogo de bienes protegidos, ficha I-4. UTE EPYPSA-URBAM, 2003

Cartoteca "Juan Arranz". Instituto Municipal de Historia. Miranda de Ebro

MIRANDA DE EBRO...

Instituto Municipal de Historia, 2002.

6. Edificaciones e infraestructuras industriales o fabriles

POBLADO INDUSTRIAL DE "CRISTALERÍA ESPAÑOLA". ARIJA

AÑO: Inauguración en 1907

TIPOLOGÍA: Múltiples edificaciones industriales y civiles

ATRIBUIDO A: ¿?

OBSERVACIONES:

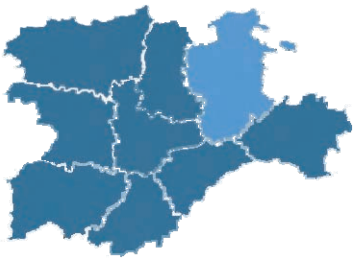
Los edificios comienzan a desmantelarse en 1952 por la afección del embalse del Ebro a algunos de sus elementos bajo rasante, a pesar de que la cota de agua no llegaba a anegar las instalaciones.

La empresa Cristalería Española construyó en Arija un importante centro de producción con múltiples instalaciones para la fabricación y pulido de vidrios, urbanizándose en sus alrededores el entonces nuevo barrio de Virga. El investigador Josu Aramberri y sus colaboradores, vecinos o veraneantes habituales desde hace años en esta localidad, llevan varios años reconstruyendo la historia fotográfica del pueblo y de lo que significó la industria del vidrio en la comarca.

Panorámica del barrio de Vilga en 1926, sin construir todavía el embalse del Ebro.

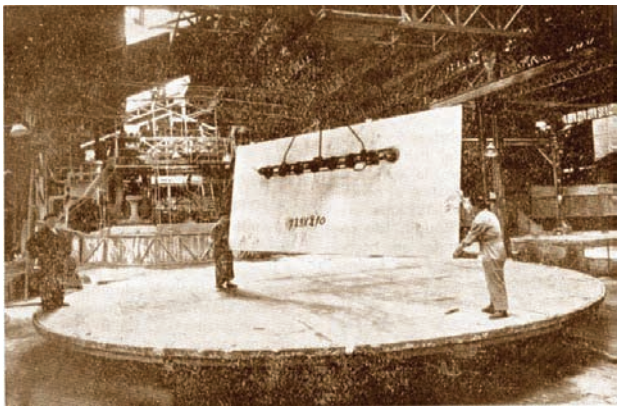
UBICACIÓN

Municipio de Arija (Burgos)



ESQUEMA ESTRUCTURAL

En 1906 comienza la instalación en Arija de la primera gran fábrica de Cristalería Española (filial de Saint Gobain), cuyos edificios fueron un buen ejemplo de las grandes posibilidades que las novedades estructurales permitían a las industrias que necesitaban de espacios libres y diáfanos para las maniobras de las máquinas y las tareas propias de su método productivo. Su ubicación en esta zona tenía todo tipo de ventajas: materia prima de alta calidad (arenas de La Virga), espacio disponible, cercanía de combustible fósil (carbón) y disponibilidad de carga directa en el FFCC de La Robla, así como una notable tradición vidriera en los alrededores.

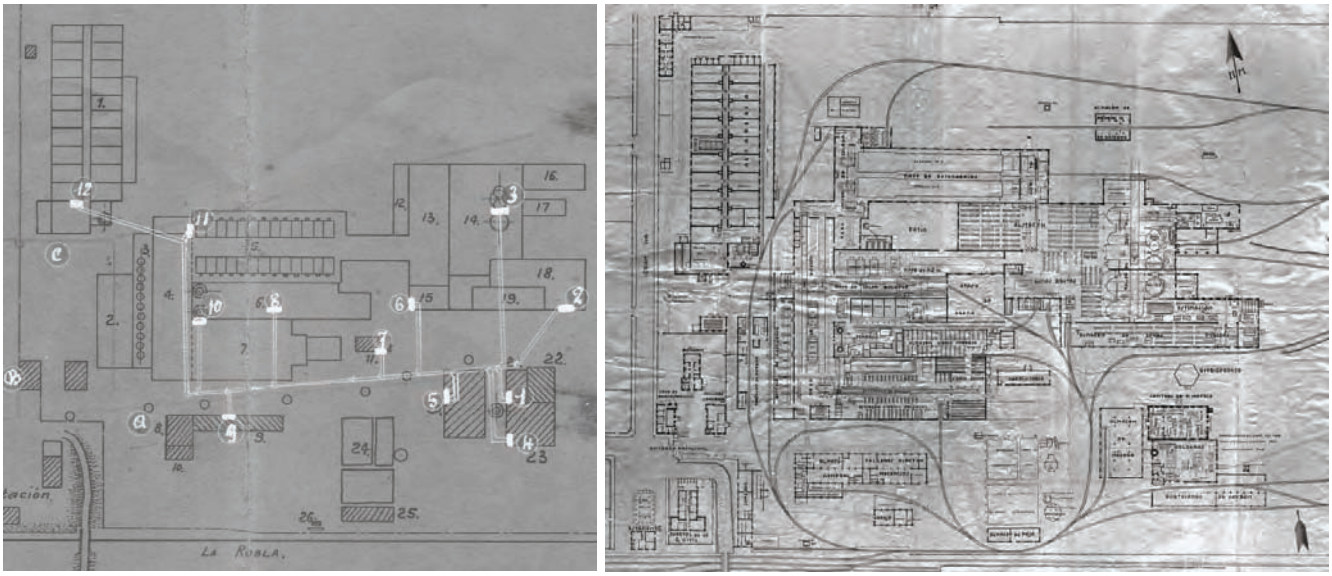


Interior del taller de pulido de cristales.

Las referencias sobre el interés de esta comarca para la extracción de recursos geológicos se remontan al s. XVIII, con una comunicación enviada por William Bowles a la Royal Society de Londres. En ella se menciona la existencia al este de Reinosa de una variedad de *emery-stone* (esmeril) de muy buenas cualidades. De hecho, desde 1844 fueron varias las industrias vidrieras que escogieron la zona de Campoo para establecerse antes de la llegada de Saint-Gobain a España.

En cuanto al complejo de Arija, llegó a tener más de 1.000 obreros, por lo que se levantó no solo una gran industria, sino un poblado que creció de forma paralela a su desarrollo y que se llamó barrio de Virga, en alusión a topónimo de la zona que se construyó. Se edificaron viviendas para las diferentes categorías de empleados (director, jefes, ingenieros, obreros e incluso jubilados), una Casa de Correos, una Cooperativa Obrera, escuelas, la Estación de Ferrocarril, zonas deportivas, kioscos de música... Desde el punto de vista de la construcción metálica, los elementos más característicos debieron ser las propias naves de la factoría. Tras su cierre en 1952, motivado por el inminente llenado del vaso del embalse del Ebro, fueron progresivamente desmantelados y en muchos casos desguazados como chatarra todos los edificios de carácter fabril, de los cuales apenas pueden distinguirse algunas partes de su diseño a partir de las fotografías de la época. Ni si quiera la enorme maquinaria de la central eléctrica fue preservada de su desaparición.

Respecto a su construcción, la industria se organizó en planta en función de los procesos que ésta exigía (talleres, hornos, naves para recocido y pulido), todo ello siguiendo un recorrido desde la extracción de las arenas hasta la expedición de las cristales encargados hacia su destino, para lo cual contaba con la cercanía de la líneas de ferrocarril. De todos ellos, por su forma y dimensiones, aparentemente tan solo sigue en pie el correspondiente al taller de alfarería, de 40 m de anchura y aproximadamente 105 de longitud total, que se organizaba con dos filas de 10 módulos interiores cada una.



Planta de la fábrica en 1926 (izq.) y a mediados del siglo veinte (der.). El taller de alfarería está grafiado con el número 1 en el mapa más antiguo.

Gran parte de estas edificaciones contaron con un esqueleto resistente de material metálico, conociéndose únicamente una reseña en la revista La Construcción Moderna el 15 de junio de 1907, en la que se señala a la Sociedad de Cementos Portland de Sestao y la Compañía Anónima del Hormigón armado como participantes en las construcciones que se estaban llevando a cabo para La Cristalería Española en ese momento (ha de suponerse que se encargarían de las bóvedas de los hornos y gasógenos de hormigón, sin entrar en la parte metálica). Por otro lado, existe una bonita colección de fotografías que, en forma de reportaje gráfico, se realizaron durante las diferentes fases de la construcción de las mismas entre los años 1906 y 1907, junto al dossier que se publicó con motivo de su vigésimo aniversario en 1926. Estas imágenes permiten conocer algún dato sobre las tipologías estructurales utilizadas en las distintas naves, detalles sobre las uniones y elementos de sustentación de las mismas, así como el método constructivo que se adoptó en alguna de ellas.

En general todas responden a un mismo esquema estructural: las naves se levantaron mediante pórticos de esbeltos pilares metálicos sobre los que se apoyaban cubiertas a base de una celosía triangulada. Estas cubiertas se ordenaban en uno o varios módulos en función de las dimensiones de cada instalación, con cerchas de tipo Pratt que se empotraron en los pilares reforzándose la unión con jabalcones adicionales, o bien dinteles inclinados en celosía con idéntica vinculación a los soportes. Incluso en alguna fotografía del montaje puede verse que en alguna de las edificaciones se usó un dintel quebrado en celosía sobre el que apoyaba un segundo cuerpo superior. La serie más antigua de imágenes permite observar cómo se ejecutaban los pilares sobre los elementos de cimentación, y sobre ellos se izaban los pares completamente ensamblados mediante grandes grúas hasta su posición definitiva, conectándose a los soportes con barras adicionales y uniéndose posteriormente entre ellos con las correas superiores y vigas de arriostrado longitudinal antes de disponer, finalmente, los elementos de cubrición.

La serie de fotografías que se ha conservado incluye algunas del montaje de los pilares y alzado de las cerchas de cubierta de varios edificios, y permiten tener una visión clara de los entramados utilizados, así como de los medios auxiliares y maquinaria (grúas fijas para el izado de piezas y otras móviles a vapor para desplazamientos de todo tipo).

En general todas responden a un mismo esquema estructural: las naves se levantaron mediante pórticos de esbeltos pilares metálicos sobre los que se apoyaban cubiertas a base de una celosía triangulada. Estas cubiertas se ordenaban en uno o varios módulos en función de las dimensiones de cada instalación, con cerchas de tipo Pratt que se empotraron en los pilares reforzándose la unión con jabalcones adicionales, o bien dinteles inclinados en celosía con idéntica vinculación a los soportes. Incluso en alguna fotografía del montaje puede verse que en alguna de las edificaciones se usó un dintel quebrado en celosía sobre el que apoyaba un segundo cuerpo superior. La serie más antigua de imágenes permite observar cómo se ejecutaban los pilares sobre los elementos de cimentación, y sobre ellos se izaban los pares completamente ensamblados mediante grandes grúas hasta su posición definitiva, conectándose a los soportes con barras adicionales y uniéndose posteriormente entre ellos con las correas superiores y vigas de arriostrado longitudinal antes de disponer, finalmente, los elementos de cubrición.

Taller de laminado (1926)

Fotografía en 1906, durante la construcción de los hornos.

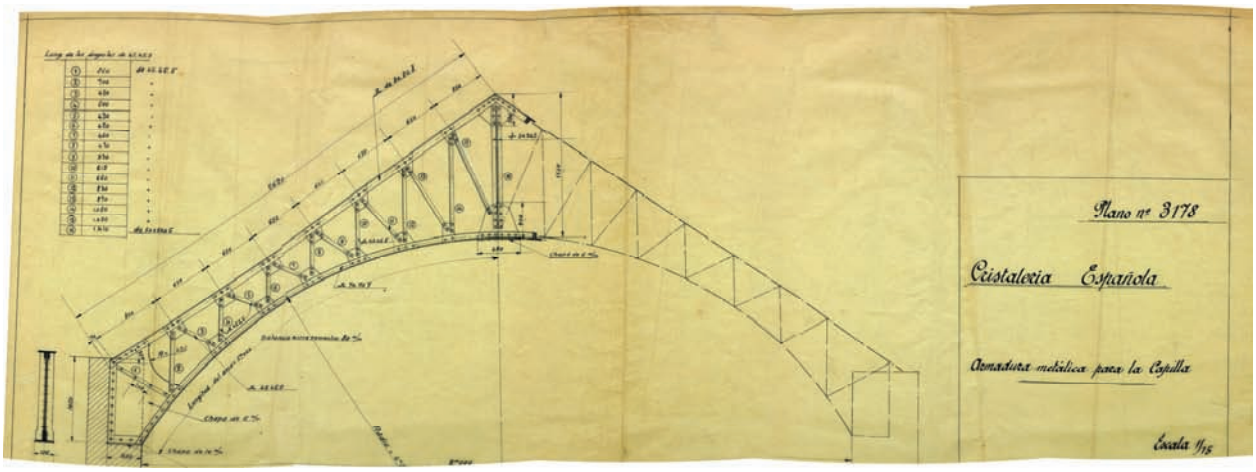
En cuanto al arriostramiento, pueden distinguirse vigas longitudinales compuestas por cruces de san Andrés que atan longitudinalmente el conjunto, solidarizándolo y controlando los movimientos, a lo cual también contribuía el propio cerramiento de fábrica. La complejidad propia de las instalaciones industriales obligaba a disponer de estructuras auxiliares para la maquinaria, soportes adicionales a base de perfilería, plataformas, grúas... Esta libertad permitió facilitar los lógicos trabajos de mantenimiento continuado así como la adopción de las novedades tecnológicas que aparecieron durante el siglo XX, como la producción continua sobre rodillos refrigerados (sistema Bicheroux), que aumentó la capacidad de la empresa tras su instalación en 1930.

En el álbum editado con motivo del XX Aniversario de las instalaciones (1926), se incluyeron imágenes del interior de las naves durante las labores de producción. Estas fotografías permiten adivinar algunos detalles de su diseño: los lucernarios de cubierta permitían la entrada de luz natural, y se observan grandes espacios libres de obstáculos para facilitar las maniobras que exigían los diferentes trabajos que se realizaban. Se distinguen también los jabalcones de soporte de los dinteles de cubierta, y vigas trianguladas que recorren las estancias para atar los pórticos perpendicularmente a su plano.

Pero, tal como se ha señalado, en el conjunto edificado en las inmediaciones de Arija se utilizó tecnología metálicas no solo en la zona propiamente fabril. Existen documentos gráficos sobre muchos de estos elementos, que abarcan varias tipologías edificatorias. Un buen ejemplo lo integra la capilla levantada por la propia empresa en el barrio de Vilga, la cual puede verse ya construida en el dossier conmemorativo de XX aniversario, pero de la que se conserva un plano, sin firma pero fechado en 1928, que recoge una estructura en celosía para la cubierta. Su forma adopta un abovedado curvo en la parte inferior, cambiando en los cordones superiores para disponerse a dos aguas, lo cual concuerda con la forma exterior del edificio. Los detalles del dibujo permiten comprobar cómo se diseñaron las uniones acarteladas, en las que acometían perfiles angulares dobles tanto en los cordones (formando una T de dos escuadras simétricas de 70x70x7 en la cara curva y80x80x8 en la opuesta) como en el entramado de diagonales interior (mediante dobles angulares 45x45x5, remachados sobre nudos que se separaban 65 cm entre sí en la directriz recta de la armadura), y utilizándose una chapa de 6 mm para rigidizar cada uno de los extremos de apoyo.

También la marquesina de la estación está ejecutada con estructura metálica que, aunque no formaba parte del edificio original de 1907, aparece ya en diversas instantáneas tomadas a mediados del siglo XX. Consta de cuatro ménsulas triangulares rigidizadas interiormente mediante tres cruces de san Andrés con una prolongación final en chapa, sobre la cual apoyan respectivamente una serie de vigas en celosía que incluyen zonas completamente rigidizadas con chapas en las secciones más solicitadas (extremo, empotramiento y apoyo de la ménsula inferior). Sobre estos elementos, se disponen correas longitudinales a base de perfiles en U que se atan con perfiles secundarios en sentido ortogonal al paramento de la fachada, sirviendo de apoyo a los elementos superiores de cubrición.

Marquesina de la estación de ferrocarril a mediados del s. XX (izq.) y en la actualidad (drcha.).



La capilla del barrio de Vilga en 1926 junto a un pedazo del plano fechado en enero de 1928 con el diseño de las vigas metálicas de cubierta. Se desconoce si son planos tras la ejecución, o corresponde a un proyecto posterior a su construcción original.

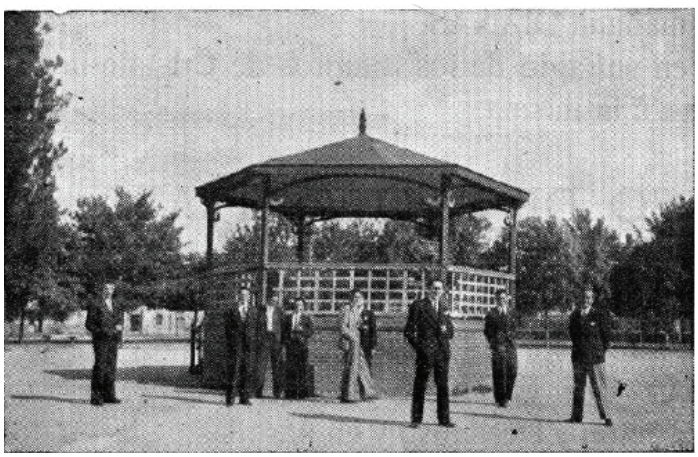
Otra marquesina que todavía se conserva en la del la entrada al "botiquín", como se conocía familiarmente al edificio de la "Clínica de accidentes de trabajo", y que se sabe existía ya en 1926. De dimensiones reducidas a la puerta de acceso, consta de dos ménsulas laterales ejecutadas en forja con motivos geométricos y vegetales, habituales en este tipo de trabajos, sobre las que apoya un bastidor metálico rectangular superior que permite formar un sencillo tejadillo a tres aguas. El estado de conservación de este edificio es muy bueno, y puede observarse que se han realizado labores de mantenimiento y rehabilitación sobre él, tal como delata de forma particular un entablado de madera que no aparece en las fotografías más antiguas.

La "Clínica de accidentes de trabajo" posee una marquesina de entrada que aparece ya en una fotografía de octubre de 1930.

También existieron dos kioscos de música en las dos plazas principales del poblado, la Plaza Vieja y la Nueva, de los cuales únicamente quedan referencias gráficas, y que aparentemente también fueron construidos con hierro. Esta hipótesis resulta más aventurada en el caso del más antiguo, el de la Plaza Vieja o de la estación, que parece fue el escenario de mítines y concentraciones durante los conflictos laborales que desembocaron en una huelga el año 1916.

Del templete de la Plaza nueva existen numerosas fotografías, y se sabe fue construido por la compañía en 1926. Siguiendo una planta octogonal, habitual en esta tipología, disponía de un zócalo inferior de fábrica que elevaba la base entorno al metro y medio de altura y una escalera de acceso perpendicular uno de sus lados. Los pilares, de sección rectangular, se elevaban desde la rasante para unirse interiormente con unas piezas curvas rematadas en forma de gancho, que a modo de arco servían de apoyo para un dintel recto que ataba las cabezas de los soportes a cota de alero. No parece que éstos incluyeran decoración especial en los capiteles La plataforma de los músicos se cerró con una barandilla de madera, cerrándose superiormente con un tornavoz rematado con un pináculo y un lambrequín exterior (elemento repetido en diversas edificaciones del poblado). Si bien el Kiosco de la Estación aparece con un tejadillo de escamas, es difícil reconocer este detalle en el caso de la Plaza Nueva, siendo en todo caso una cubierta plana definida mediante dinteles inclinados que se erigieron hacia la cúspide y el propio contorno poligonal de la estructura.

Fotografía del kiosco de la Plaza Vieja en la tercera década del s. XX.



Dos imágenes del desaparecido kiosco de la Plaza Nueva, construido por Cristalería Española en 1926. La primera (izq.) apareció en el programa de fiestas de la empresa en 1945., La segunda (drcha.) inmortalizó a la banda de música en 1942.

En enero de 1946 parte de las edificaciones sufren un incendio, tras el cual la nave de vidrio impreso queda reducida a un amasijo de hierros. Un buen ejemplo del comportamiento de este tipo de estructuras frente al fuego: aunque en principio resultan incombustibles, ceden de manera brusca al alcanzar ciertas temperaturas produciendo un colapso encadenado de los diferentes elementos que la componen.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

ARAMBERRI MIRANDA, JOSU

Cristalería Española en Arija. Cien años de historia

Cuadernos de Campoo, 2006.

ARAMBERRI MIRANDA, JOSU

Historia y Patrimonio de la industria del vidrio en Campoo.

Actas del III Congreso Internacional de Patrimonio e Historia de la Ingeniería, 2008.

Archivos fotográficos personales del investigador Josu Aramberri y sus colaboradores para el Archivo Fotográfico de Arija (www.arija.org)

Desarrollo del cemento armado en España

La Construcción Moderna, 30 de enero de 1907.

GALLEGO, MANUEL

Aplicaciones industriales del cemento armado

La Construcción Moderna, 15 de noviembre de 1917.

FERNANDEZ LOPEZ, JAVIER; ZAITA, CARMELO

El ferrocarril de la Robla

Aldaba Ediciones (1987)

TRANVÍA AÉREO "SULFATOS ESPAÑOLES". CEREZO DE RIO TIRÓN - PANCORBO

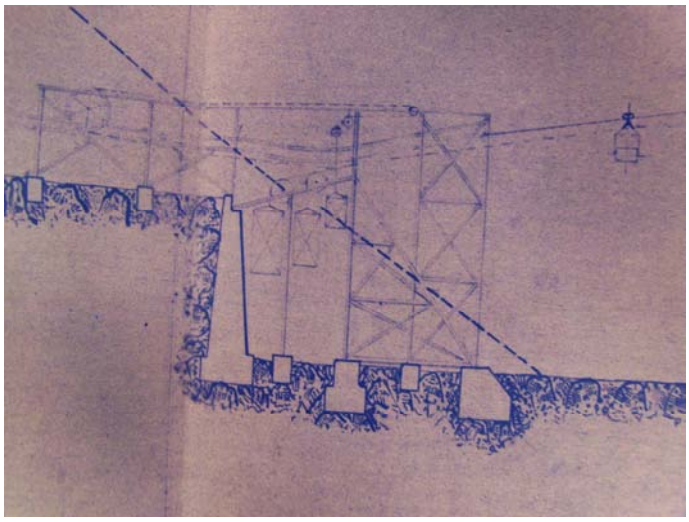
AÑO: 1924

LONGITUD: 16 Km

DESNIVEL: 99 m

ATRIBUIDO A: Jesús Arana

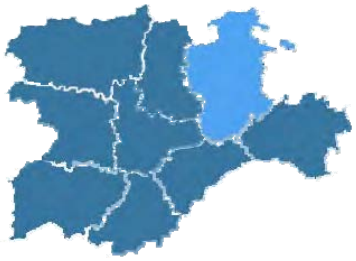
El recorrido que el mineral de glauberita debía de realizar entre la bocamina de Cerezo de Rio Tirón hasta la fábrica de transformación de Miranda, utilizó durante varios años un sistema de transporte suspendido de cables que lo acercaba hasta el cargadero de Pancorbo para su trasbordo al ferrocarril, y de esta manera completar su trayecto hacia las instalaciones de la compañía de sulfatos.

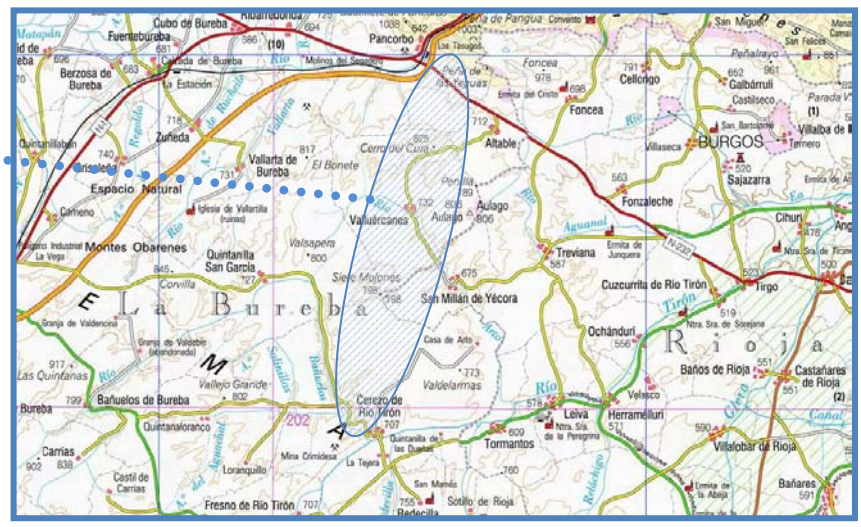


Esquema de la estación de carga.

UBICACIÓN

Municipios de Cerezo de Rio Tirón y Pancorbo (Burgos)





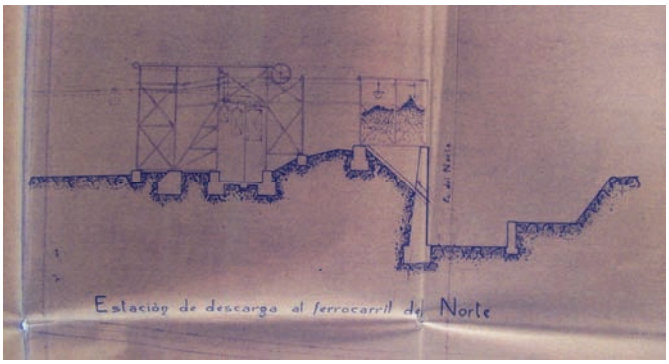
ESQUEMA ESTRUCTURAL

La extracción de sulfatos de calcio y sodio en esta comarca Burgalesa permitió durante años obtener materia prima para la fabricación de vidrios de gran calidad de origen totalmente natural. La evolución de la industria química encontró posteriormente nuevos usos para estos minerales mediante pretatamientos que abrían su campo de utilización. Ante la necesidad de aumentar la producción y los volúmenes extraídos de glauberita, la Compañía "Sulfatos Españoles" promovió la implantación de un sistema de transporte aéreo para reducir los elevados costes que hasta ese momento suponía el acarreo del mineral mediante carros y camiones hasta la estación de Pancorbo. El ingeniero de minas Jesús Arana redactó el correspondiente proyecto técnico en 1920, apoyándose para ello en las comprobadas instalaciones del tranvía "El Tesoro" en la provincia de Almería, y que según describe en la memoria era un referente en esta tipología a nivel nacional.

La solución requería el desmontaje y transporte desde las mencionadas minas almerienses de un sistema de cables tipo Bleicher, con dos cables carriles para guiado y un cable tractor, que se organizaban en seis secciones (cada una entre un punto de anclaje y otro de tensión) con una estación motriz intermedia en medio del recorrido (en la progresiva 8+536 m), intercalando puntos de doble tensión que dividían el resto de secciones. Los puntos origen y final disponían de estaciones de carga y descarga respectivamente.

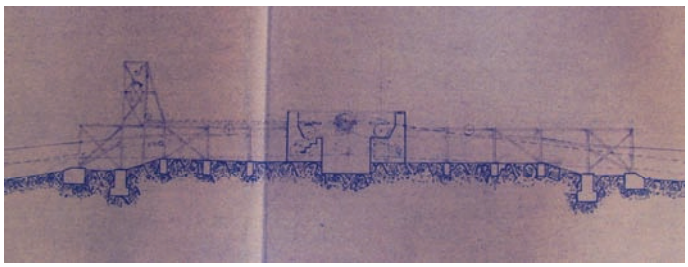
Aunque las estaciones se ejecutaron con estructuras de madera, los cables requerían sistemas de retención y reacción para compensar las tensiones que provocaba la carga y las cuales requerían de entramados metálicos que aseguraran su adecuado funcionamiento. El autor del proyecto señaló de forma general las características tomadas en el estudio del sistema que se proponía:

- Longitud: 16 km
- Carga útil de los baldes: 450 kg
- Capacidad por hora: 40 toneladas
- Velocidad: 2,5 m/s
- Intervalo entre baldes: 36 segundos
- Distancia entre baldes: 90 m
- Desnivel entre extremos: 99 m
- Potencia motriz: 100 CV
- Sección cable carril de cargados: 42 mm
- Sección cable carril de vacíos: 35 mm
- Sección cable carril tractor: 22 mm



Esquema de la estación de des carga.

Para salvar el desnivel y los accidentes del perfil longitudinal con gálibo suficiente fue necesario disponer un total de 157 caballetes metálicos (a una media de unos cien metros entre sí) con alturas comprendidas entre los 3,5 m y los 25 m, y con un vano máximo de 500 m de separación entre apoyos. La línea se trazó desde el nivel más bajo de las minas, discurriendo progresivamente para terminar en unos depósitos previstos a unos 200 m de la vía del ferrocarril del Norte a la altura de la estación de Pancorbo, y pasando en su recorrido a unos trescientos metros al este de la localidad de Valluércanes.


Estación motriz central.

Fray Valentín de la Cruz, Cronista Oficial de la provincia de Burgos, describió sus vagos recuerdos de la "línea de baldes" (como se llamaba popularmente a esta infraestructura) cuando esta se encontraba ya paralizada. Su construcción, según indica, se realizó entre los años 1922 y 1924. De los planos que se conservan puede deducirse que las estaciones se erigían como pórticos de varias alturas, con pilares y vigas que se arriostraban en sus nudos mediante cruces de san Andrés.

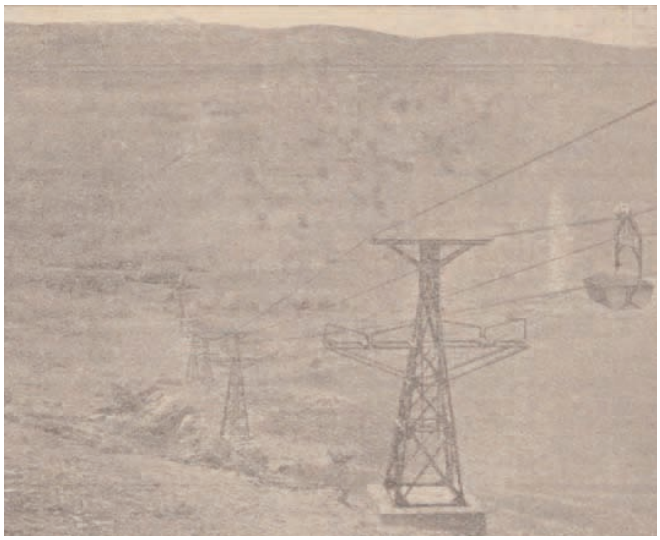
La inicial se armó mediante dos muros en ménsula que permitieron formar un depósito de acopio desde el que se vertía el mineral a los baldes, con un castillete de tres pisos que disponía de hueco en su interior para alojar varios contrapesos. La estructura se apuntalaba lateralmente con barras inclinadas que se rigidizaban con una triangulación en varias alturas. Desde este punto ascendía el cable que se tiraba desde la motriz intermedia, que se colocó en un punto alto con un macizo de fábrica en el que se acoplaba la maquinaria, y con sistemas de contrarresto metálicos que se extendían a ambos lados. Estos amarres laterales quedaban cimentados sobre dados de masa. La estación de destino era similar a la inicial, con una estructura que se anclaba mediante tornapuntas para compensar los esfuerzos laterales, y dirigiendo los baldes hasta unas tolvas que descargaban posteriormente sobre los vagones.

La compañía de sulfatos suspendió pagos, y durante la segunda República ya no funcionaba la factoría mirandesa. Este dato permite acotar la época de funcionamiento de este sistema, que por tanto no llegó más allá de 1931.

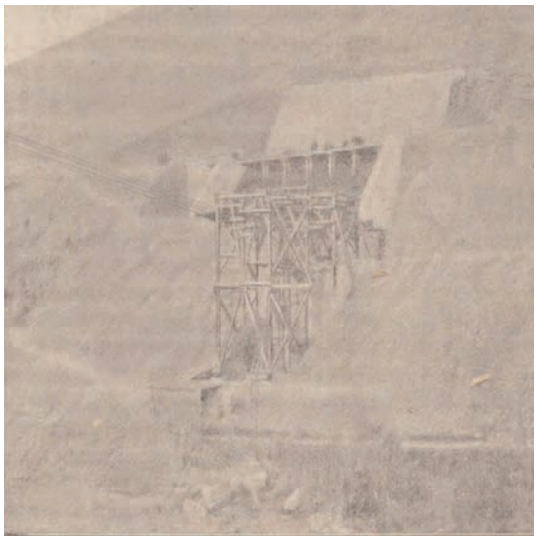
No se conserva más descripción en el proyecto en lo que respecta a dimensiones o disposición de los elementos metálicos que formaban parte del tendido de la línea aérea (caballetes). No obstante, tal como describe el ingeniero autor del mismo, se trasladó el tendido completo desde las minas de "El Tesoro" previéndose únicamente la adaptación en altura de alguno de los soportes. Respecto a esta explotación andaluza, parece que realmente se ubicaba en la provincia de Granada (dentro del municipio de Baza), si bien el trazado entraba dentro de la de Almería para descargar la mercancía entre las estaciones de El Hijate y Serón, en el PK 108.1 del ferrocarril de Lorca a Baza. Aunque existen referencias sobre una mina en Granada con ese mismo nombre de "El Tesoro" en 1909 (en el informe sobre peticiones de las sociedades obreras elaborado por el Instituto de Reformas Sociales), y en la publicación El Madrid Científico de 1908 (indicando que se informaba favorablemente el proyecto de la instalación del cable aéreo en esta zona), parece que la denominación más utilizada era la de la "Minas del Tesorero", y como tal ha sido recogida en los trabajos de investigadores e historiadores de las industrias mineras andaluzas.

Con este nombre de "El Tesorero" aparece también en los anuncios de publicación de los pliegos de ocupación de terrenos de dominio público para su instalación en la Gaceta de los Caminos de Hierro y el Diario Oficial de Avisos de Madrid del mismo año 1909. Y con este mismo nombre, la Revista Minera anunciaba la redacción del proyecto en 1907, y en 1910 publicaba un artículo describiendo el funcionamiento del sistema y fotografías de los caballetes, tensores y la estación de carga. Por aquél entonces las explotaciones eran propiedad de una compañía denominada *Sociedad Hispano-Holandesa*. Los datos publicados sobre estas minas indican que su cierre se produjo en 1923, con el inmediato desmantelamiento de los cables, lo cual coincide con las fechas de construcción de su heredero burgalés.

Aparatos tensores intermedios en el trazado de cable aéreo entre "El Tesorero" y el FF.CC. Lorca-Baza.



Panorámica de la línea en pendiente, con el aspecto de los caballetes a lo largo del tendido.



Vista de la estación de carga del sistema de trasporte aéreo.

A partir de estas imágenes puede deducirse el aspecto de la "línea de baldes" que transportó durante casi una década el mineral en bruto hasta el ferrocarril del Norte para su traslado hacia Miranda. Cada uno de los castilletes se apoyaba en un macizo de cimentación masivo, sobre el que se alzaba una torre en forma de pirámide truncada armada mediante perfiles en sus esquinas y arriostrada en cada lado con cruces de san Andrés y barras horizontales.

A media altura se incluía un descansillo con dos ménsulas hacia ambos lados en dirección ortogonal al trazado que permitían el control de la carga y las operaciones de mantenimiento,, disponiendo de un travesaño en la cúspide del que suspendían los cables también en voladizo. Todas estas ménsulas se apuntalaban al soporte principal con jabalcones. Respecto a las estaciones motrices y tensoras, requerían de una estructura de mayor complejidad para sostener los mecanismos que permitían mantener el correcto movimiento de los cables, pero se articulaban entorno a estructuras en celosía que se prolongaban en sentido longitudinal. En estos detalles se puede comprobar cómo las uniones exigían en cualquier caso de cartelas y chapas adicionales para asegurar todas las barras con los oportunos roblones y tornillos en las posiciones adecuadas.

También existen tratados de la época que describen el funcionamiento del sistema Bleichert-Otto y señalan algunas referencias sobre otros puntos en los que fue utilizado. Un ejemplo ilustrativo puede ser el que por el año 1897 utilizaba la línea desde las minas Unión y Mora, en Matamoros, hacia la estación de Arcocha (Vizcaya), propiedad de la *Sociedad Iron ore Company de Somorrostro*. En su tratado sobre los Adelantos en siderurgia y transportes mineros, los entonces profesores Clemencín y Buitrago describieron y fotografiaron los castilletes habitualmente utilizados para este sistema en estas minas.

Con estos caballetes se conseguían alturas de hasta 64 m, aunque por lo general se procuraba que los cables se plegaran al perfil del terreno (si bien el funcionamiento en este caso no era el óptimo, pero sí de menor coste de implantación). En cuanto la distancia entre postes, los autores señalaban que la media rondaba los 35 m por regla general, llegando hasta los 75 m en algunos vanos excepcionales. Según los datos de la memoria del ingeniero Jesús Arana el vano máximo proyectado era de 500 m, muy superior a los construidos casi 30 años antes en las minas vizcaínas.

En este vano se producía una flecha en carga de hasta 50 m, que aproximadamente era la mitad del desnivel total entre los dos extremos de la línea, lo cual debía ser especialmente llamativo a ojos de un espectador ajeno a las maniobras que se realizaban. Los datos publicados para la línea andaluza de la que heredaba la maquinaria indican que la línea tenía 15,6 Km y también disponía en este caso de vanos o pandos excepcionalmente largos de hasta 600m de longitud libres de puntos de sustentación.

De las fotografías incluidas en el libro de Clemencín y Buitrago puede deducirse la manera de resolver los puntos en que el terreno exigía disponer castilletes de mayor altura. En estos casos se armaban torres rigidizadas mediante cruces de san Andrés, donde los perfiles de las esquinas presentaban una serie de rebordes en forma de cuña que debían de servir para permitir el ascenso de los encargados del mantenimiento con objeto de poder revisar el estado de los rodillos o poleas que se disponían en los travesaños de la parte más alta.

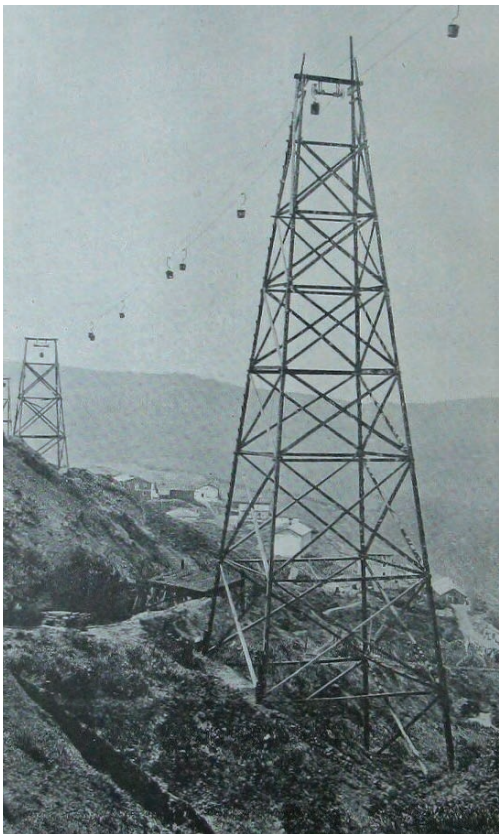


Imagen correspondiente a los grandes caballetes a la línea de la mina Mora en Vizcaya en 1897.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

Archivo Histórico Provincial de Burgos.

Sección de Obras Públicas: OP-1027/3.

OJEDA SAN MIGUEL, RAMÓN

Estudios de Historia y Arqueología Industrial en Miranda de Ebro, 2001.

CORNEJO MARTINEZ, MAURICIO

TESIS DE GRADO: "Estudio económico - Técnico de la explotación de sulfato sódico y diseño de la mina de yeso en Belorado - Burgos - España y las perspectivas para Ecuador"

Escuela Superior Politécnica del Litoral (Ecuador), 1999

CLEMENCÍN, PERFECTO MARÍA; BUITRAGO, JESÚS MARÍA

Adelantos de la siderurgia y de los transportes mineros en el norte de España.

Imprenta de San Francisco de Sales, 1900.

Diario Ilustrado El Globo. 21 de junio de 1880

PEÑA AGUILERA, CARLOS

El cable aéreo de las minas "El Tesorero"

El ferrocarril, Nº4. 2º semenstre 2006.

Gaceta de los Caminos de Hierro, 16 de Agosto de 1909.

Diario Oficial de Avisos de Madrid, 22 de julio de 1909.

Madrid Científico, Nº 605, año 1908

AZUCARERA LEOPOLDO. MIRANDA DE EBRO.

AÑO: 1925

TIPOLOGÍA: Cubiertas en celosía y pilares metálicos

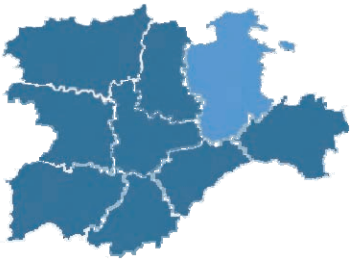
ATRIBUIDO A: Sr. Becker

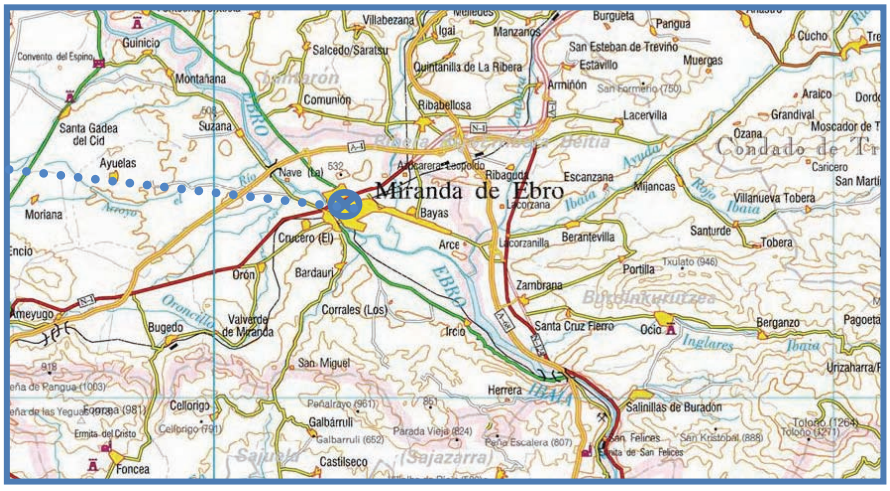
Constituye la primera construcción industrial con un aprovechamiento de las características resistentes del hierro y acero en Miranda de Ebro. El objeto de la planta era la producción de azúcar a partir de remolacha, para lo cual disponía de maquinaria específica para este fin.

Instantánea tomada durante las obras de construcción

UBICACIÓN

Núcleo Urbano de Miranda de Ebro (Burgos)





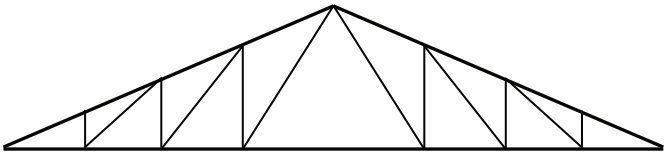
ESQUEMA ESTRUCTURAL

La Historia reciente de Miranda de Ebro ha estado muy vinculada al desarrollo a nivel industrial que se consiguió asentar tras la llegada del ferrocarril. No obstante, la mayor parte de las grandes factorías que utilizaron el hierro para sus edificaciones se construyeron fuera de los límites temporales de este trabajo, si bien algunas desaparecieron sin que se conserven apenas datos sobre sus instalaciones.

No obstante, el caso de la azucarera si fue un ejemplo de esta tipología. Su concepción original (que posteriormente se ha visto muy modificada por la progresiva ampliación y adaptación de la industria) se basaba en un cerramiento de fábrica, que funcionaba como muro de carga, y un entramado interior completamente metálico, incluyendo pilares, vigas y cubiertas en celosía inglesa, aligerando el conjunto. Ramón Ojeda recoge en su monografía sobre esta fábrica una transcripción literal del artículo publicado en el periódico "La Libertad" de Vitoria, el 12 de agosto de 1925, en el que se realiza una descripción general de las instalaciones iniciales que apenas cambiaron durante varias décadas:

- Un primer pabellón de 80 m de largo por 35 m de ancho, con el depósito de azúcar.
- El edificio principal, conectado mediante un pasillo cubierto con el depósito de azúcar. Este bloque era el más importante, centralizando las oficinas y la propia planta productiva. Constaba de tres plantas, y en él se albergaba la maquinaria de transformación de la remolacha: un lavadero, el horno secadero, el molino, difusores, evaporadores, prensas, clasificadoras...

En la concepción integral de la factoría se incluían otros pabellones con la idea de formar una barriada obrera, construyéndose de esta manera grupos de viviendas para empleados.



Alzado esquemático de la celosía de la cubierta del edificio principal

La tecnología fue importada desde Alemania, con una capacidad total de 650 Tm de remolacha. A través de Adolfo Lewin, hermano de Benito y Leopoldo que eran los gestores de la sociedad, se consiguió establecer relaciones con el ingeniero alemán Sr. Becker, quien dirigió las obras de implantación.

Aspecto actual del edificio de la azucarera, muy modificado con las sucesivas ampliaciones y mejoras.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

OJEDA SAN MIGUEL, RAMÓN

Estudios de Historia y Arqueología Industrial en Miranda de Ebro, 2001.

Colección Ramón Ojeda. Instituto Municipal de Historia. Miranda de Ebro

OJEDA SAN MIGUEL, RAMÓN

Azucarera Leopoldo. Arranque y consolidación en los inicios de la industrialización de Miranda de Ebro.

Instituto Municipal de Historia. Fundación Municipal de Cultura. Ayuntamiento de Miranda de Ebro. 1999.

PABELLONES DE FERMÍN ÁLAMO. MIRANDA DE EBRO.

AÑO: 1926 y 1931

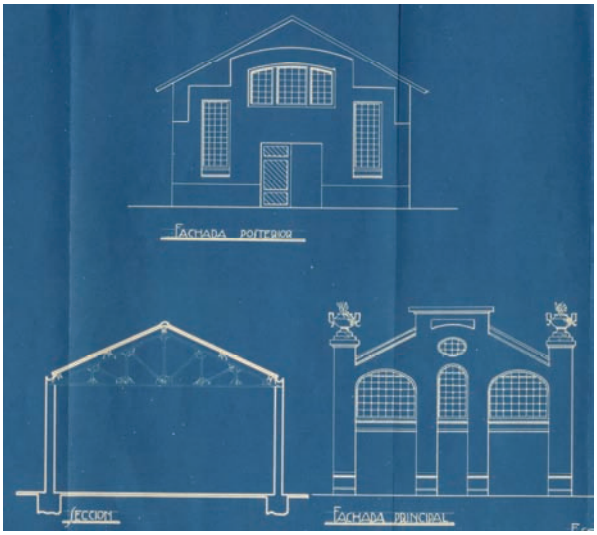
TIPOLOGÍA: Cubierta metálica de celosía y de viguetas

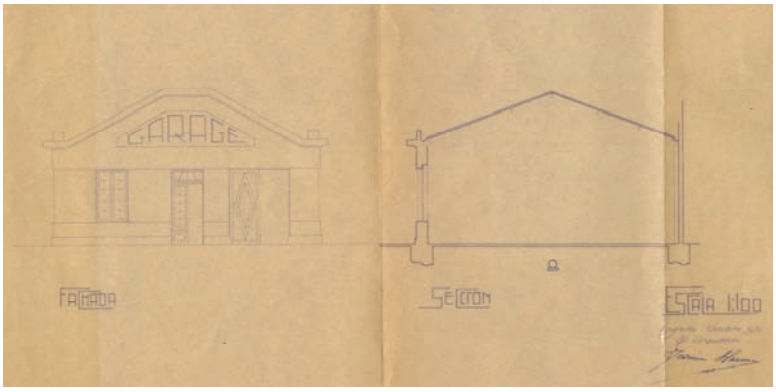
ATRIBUIDO A: Fermín Álamo

OBSERVACIONES:

Ninguna de las naves se conserva en la actualidad.

Durante su etapa de Arquitecto Municipal, Fermín Álamo proyectó varios pabellones para talleres, garajes y almacenes destinados a comercios e industrias. En dos de éstas naves, también aprovechó las ventajas resistentes del acero para la construcción de las cubiertas.

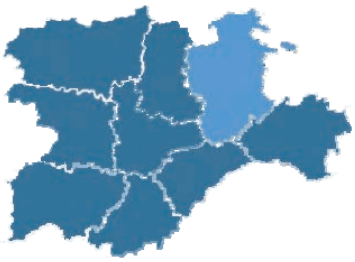




Secciones de las naves proyectadas por Fermín Álamo. A la izquierda, una celosía en el año 1926; a la derecha, simples viguetas para la formación de las dos aguas de la cubierta, de 1931.

UBICACIÓN

Núcleo Urbano de Miranda de Ebro (Burgos)



ESQUEMA ESTRUCTURAL

Estas referencias documentales constituyen nuevos ejemplos de la combinación de los elementos metálicos para la formación de cubiertas con fachadas de fábrica resistente, que funcionaban como muros de carga para transmitir los esfuerzos de compresión hacia la cimentación. En ambos casos, el cerramiento se resolvía mediante fábrica de ladrillo.

Pabellón de Garaje o Almacén en la prolongación de la calle Marqués de Viana (1926)

Promovida por el propietario del solar, don José Angulo, se encarga al arquitecto la definición de una nave para su uso como almacén. Éste propone una sección con cubierta a dos aguas, cerrada mediante una fachada de asta y media de ladrillo en la fachada principal y asta entera en las restantes. Para componer la cubierta, diseña una armadura metálica en celosía americana, con un pendolón central, que permite salvar la luz completa hasta apoyarse en los muros laterales. Sobre ella, sopandas y cabios de madera de pino permitían el anclaje de los elementos de cubrición (teja plana).

Pabellón destinado a garaje en calle Sorribas (1931)

En este caso fue don Justo Blázquez, como propietario, quién solicitó la construcción de una nueva nave, aportando para ello la memoria y planos elaborados por este arquitecto. Se trata de una solución más sencilla, disponiendo de un cerramiento perimetral de ladrillo, asta y media en fachadas y, formando unos pilares de apoyo de la misma fábrica en los laterales. La cubierta a dos aguas se formó mediante una serie de viguetas doble T en sentido longitudinal (hasta la cumbrera), librando así toda la nave. Sobre este sencillo esquema se anclaban correas para sostener unas planchas de uralilta.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

DÍEZ JAVIZ, CARLOS

Catalogo Documental de Arquitectura Civil en Miranda de Ebro durante el período 1922-1939

López de Gámiz, Nº XXV. Boletín del Instituto Municipal de Historia. Miranda de Ebro, junio 1992.

Fondo Documental del Archivo Municipal del Miranda de Ebro (A.M.M.E.)

Signatura H548-42 y H791-51

CASTILLETE DEL POZO SAN IGNACIO. SAN ADRIÁN DE JUARROS.

AÑO: ¿?

TIPOLOGÍA: Castillete de barras en celosía

ATRIBUIDO A: ¿?

OBSERVACIONES:

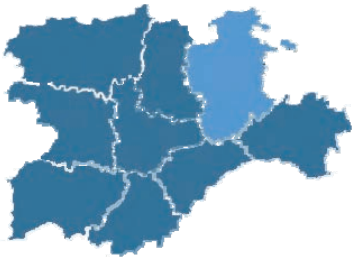
La reconstrucción responde únicamente a descripciones verbales, ya que no se conoce ningún documento gráfico o fotografía de su época.

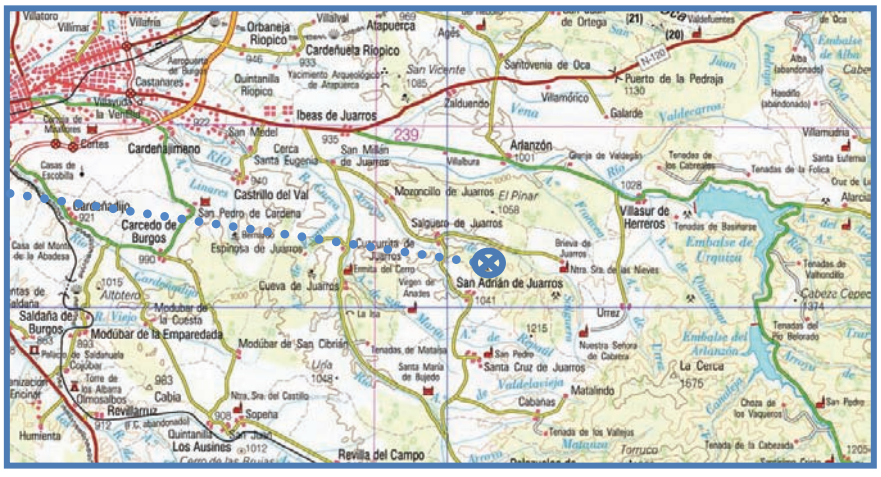
Las minas de carbón de Juarros comenzaron con labores extractivas en el año 1844, construyéndose durante su fase de explotación pozos para el izado de las cargas de los materiales desde el subsuelo. El Pozo San Ignacio en uno de estos ejemplos, el cual ha sido reconstruido dentro de los trabajos de fomento de rutas de senderismo en el entorno minero.

Alzado de la cabria tras su reconstrucción.

UBICACIÓN

Municipio de San Adrián de Juarros (Burgos)





ESQUEMA ESTRUCTURAL

La estructura que puede contemplarse en la actualidad es una moderna reconstrucción que se delata por las calidades de sus uniones, todas soldadas, y en la tipología de las secciones usadas en su mayor parte (huecas). En cualquier caso, permite tener una idea bastante global de la forma que poseía inicialmente y su capacidad operativa, ya que se inspira en los vagos recuerdos que los más ancianos poseían sobre sus características y dimensiones (no se conoce la existencia de ningún documento o fotografía que permita comprobarlo). La base consta de unos macizos de mampostería adaptados a la forma de las barras que sobre ellos se sostienen y a la tipología de las cargas que debían transmitir al terreno. Así, los dos bloques occidentales tienen un alzado más ortogonal en sus aristas, de forma que los asientos de las pilas en celosía de la cabria quedan inaccesibles de forma directa. Mientras tanto, los dos orientales son prismatoides que van reduciendo su sección en altura hasta adoptar una superficie muy parecida a la de las piezas compuestas que sobre ellos enlazan y a los que sirven de reacción, viajando a través de su directriz inclinada una componente horizontal que deben compensar con su masa.

En conjunto, y desde la lejanía, el alzado del pozo parece endeble en comparación con estos macizos pétreos, característica propia de las construcciones en celosía metálica que dejan pasar la luz a su través. Es el conocimiento teórico de la estructura, de su funcionamiento interno y su comportamiento, el que sirve para definir la disposición, número y escuadría de las diferentes barras que lo componen, para lo que debía de tenerse en cuenta inicialmente la calidad del material con el que se pretendía construir. Este sistema cargas-estructura-material, junto con la interacción de los apoyos y el sustrato natural de la ubicación, dejaban al ingeniero calculista un margen de diseño que aprovechaba para adoptar las tipologías más adecuadas sin olvidar las necesidades funcionales propias de la construcción que proyectaba.

En este caso, la parte metálica se alza con un pórtico principal formado por dos grandes pilas laterales. Cada una de ellas se diseñó con una planta rectangular, disponiendo pilares en cada una de las cuatro aristas exteriores.

En un alzado lateral puede comprobarse la forma de los macizos de apoyo inferior.

Los pilares se erigen mediante celosías de barras que soportan las cargas transmitidas desde el dintel superior, en el que se acopla una polea para los trabajos de izado.

En la reconstrucción puede verse como, lateralmente, las barras verticales se han arriostrado con cuatro cruces de san Andrés en cada cara, añadiendo adicionalmente barras horizontales entre éstas para rigidizar completamente cada uno de los lados. Este mismo sistema se ha utilizado para atar los pilares en las direcciones de menor inercia completando así la celosía por todos los lados de los pilares. El dintel superior se ha armado mediante perfiles doble T entre las cabezas de los soportes (que inicialmente tuvo de tener la sección suficiente para la luz a cubrir y las cargas de la polea) dejando un hueco interior que seguramente fue cubierto mediante un entablado que serviría de paso para las labores de mantenimiento y auscultación, con una barandilla de seguridad lateral.

Con este sencillo esquema, pero complejo en composición y en número de uniones, se disponía de un cuerpo resistente para la el izado de los materiales extraídos en la mina. No obstante, la polea seguramente estaba mecanizada mediante un cable que se tendería hacia la superficie del terreno de manera oblicua, lo cual introducía unas fuerzas de componente horizontal que debían de ser contrarrestadas. Esta es la razón de ser de los pies inclinados, que aseguraban la estabilidad en la dirección este-oeste (la que marcaban los cables), y por ello se ejecutaron dos pilares adicionales de menor canto pero indispensables para asegurar el equilibrio durante las operaciones de carga y descarga. De esta misma manera se explica que la mayor inercia de los pilares principales se oriente según este eje, con las caras de más canto según el sentido de las cargas a las que debían de hacer frente trabajando a flexión (y no sólo a compresión pura). Estos pilares inclinados unieron la parte más alta del castillete con los bloques de contrarresto en superficie, transmitiendo así la mayor parte de los esfuerzos oblicuos y evitando su influencia sobre los soportes verticales. La composición de las barras es en este caso una celosía triangulada en analogía a una viga Warren con montantes en todas sus caras.

Debe te tenerse en cuenta que la estructura tal como puede observarse actualmente dispone de uniones soldadas en todos sus nudos, por lo que debe de hacerse un esfuerzo para imaginarse cómo se ejecutaron las uniones de las barras mediante roblones o tornillos en su ejecución original, seguramente acudiendo a cartelas adicionales para conseguir el espacio suficiente para ejecutarlas y asegurar la correcta transmisión de esfuerzos en cada uno de los mismos. Viendo las dimensiones de los pilares en un alzado frontal en comparación con su altura, el acartelamiento debía de originar una cierta sensación de enmarañamiento que seguro quedaría compensada por la visible dedicación que este tipo de ensamblajes requería y su componente artesanal. La esbeltez de las barras de los sistemas de empresillado también sería un punto a tener en cuenta: en la reconstrucción se han utilizado barras de sección hueca en todas las posiciones, lo cual debió ser objeto de una distribución más afinada en su origen en función de los resultados de cálculo (en una época en el que el volumen de material a utilizar era una variable de mucho más peso en las composiciones).

Panorámica del Pozo San Ignacio con el pueblo de San Adrián al fondo.

En cuanto a las noticas sobre las explotaciones mineras, pueden verse pequeñas reseñas sobre éstas en diversas publicaciones y en los boletines de los Boletines de la comisión del mapa geológico de España (estos últimos firmados por el famoso ingeniero de minas Mariano Zuaznavar, uno de los introductores de la dinamita en España y promotor del ferrocarril de La Robla). Los precios de sus carbones, extraídos por la sociedad La Juarreña, aparecen reflejados en las listas de referencia para este mercado en la segunda mitad del siglo XIX (La Gaceta de los Caminos de Hierro, La Minería). Las reseñas más antiguas indican que ya se había demarcados yacimientos en San Adrián el año 1841, y que se comenzaron los trabajos de las minas en 1844.

Zuaznavar señalaba que el descubridor de los recursos fue un tal Ramón Andrés, vecino de San Adrián, y posteriormente la cuenca llegó a tener cierta importancia en el panorama minero nacional. De hecho, parece que la primera experiencia documentada con dinamita en labores mineras en el ámbito nacional se efectuó a muy pocos metros de este pozo, en la mina La Juarreña, el año 1871.

El cierre definitivo de las minas se produce el año 1970, habiéndose conseguido rendimientos de 8.000 Tn/año y permaneciendo latentes aún potenciales recursos carboníferos en profundidad.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

ZUAZNAVAR ARRASCAETA, MARIANO

Algunos datos de la cuenca carbonífera de Juarros en la Provincia de Burgos

Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España, TOMO III (1876)

SANCHEZ LOZANO, R.

Breve noticia acerca de la Geología de la Provincia de Burgos

Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España, TOMO XI (1884)

CRESPO ERRANDONEA, EULOGIO

Introducción de la Dinamita en la Minería Española.

Castillete. Revista del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Minas de León, Palencia, Burgos y Cantabria. Nº 15, agosto, 2006.

REOYO; JOSÉ LUIS

Explotaciones mineras en la provincia de Burgos durante la centuria 1850-1950

Publicaciones de la Institución Fernán González (1969)

CUESTA, J.; ORTEGA, L.I.

Puntos de interés geológico de Burgos- 10. El carbón de la Sierra de la Demanda

Asociación Geocientífica de Burgos. Diputación De Burgos (2007)

RUBIO MARCOS, ELIAS

El abuelo fue picador. Burgos en el recuerdo 2.

Artecolor Impresores (1998)

Archivo personal del investigador José Manuel Sanchís.

La Ilustración Española y Americana, 1 de octubre de 1873.

La minería, 15 de marzo de 1874

La Gaceta de los Caminos de Hierro, 7 de agosto de 1864

Diario Oficial de Avisos de Madrid, 17 de febrero 1877

7. Edificios civiles, residenciales, comerciales y dotacionales

CAPILLA DE LA FACULTAD DE TEOLOGÍA DE BURGOS.

AÑO: 1889

TIPOLOGÍA: Vigas de fundición en arco

ATRIBUIDO A: Luis Villanueva

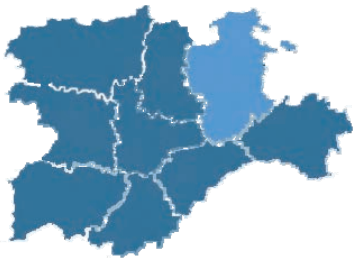
El techo de la capilla de la actual Facultad de Teología del Norte de España se presenta en su estructura resistente una serie de vigas de fundición calada, con una cuidada forma en arco y ornamentación a base de motivos vegetales y geométricos.

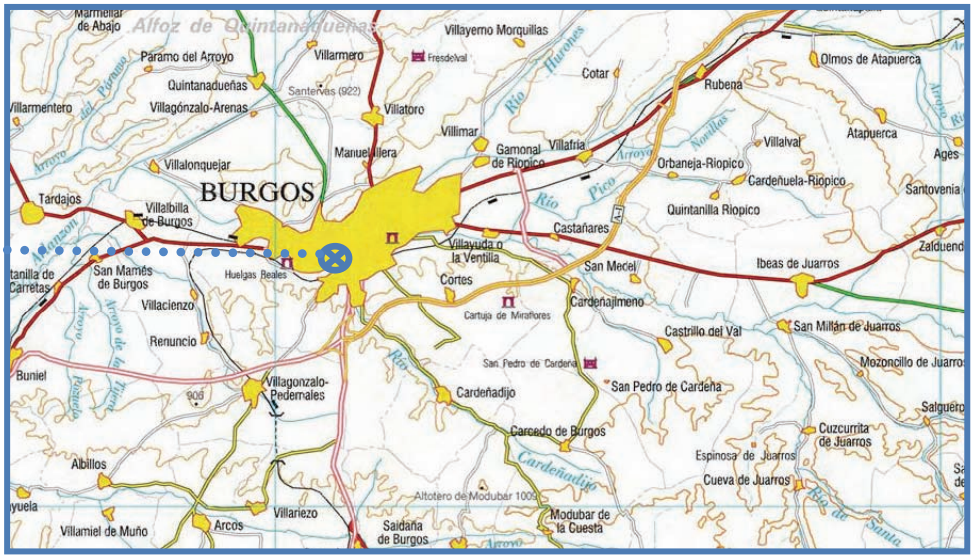
El diseño de las piezas variable parece ajustarse a una parábola, con una agradable relación canto/luz en los elementos finalmente dispuestos, y que resulta muy llamativa por las dimensiones y proporciones de esta dependencia (que dispone de dos alturas), alzándose esbeltos en la parte más alta de la misma.

Imágenes de la cubierta superior de la capilla.

UBICACIÓN

Núcleo urbano de Burgos capital.





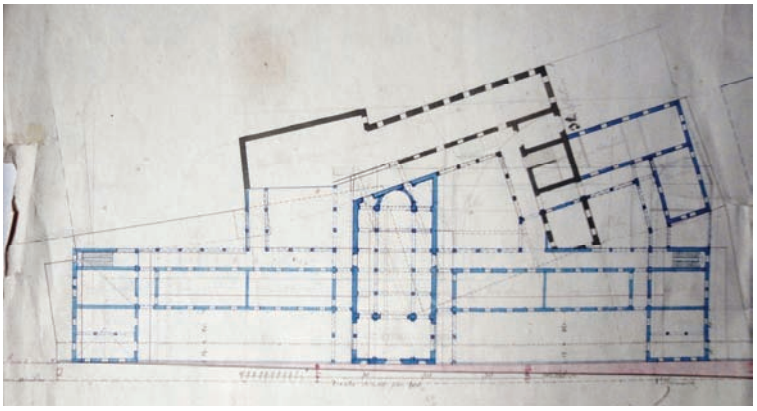
ESQUEMA ESTRUCTURAL

La historia de la construcción del edificio en su conjunto fue larga, más de 30 años, según se deduce de las anotaciones de los libros de cuentas correspondientes al entonces Seminario Conciliar. Así las obras comenzaron a finales de marzo del año 1861, prolongándose la ejecución como mínimo hasta el año 1894, de forma que mientras parte de las instalaciones y locales ya entraban en funcionamiento en determinadas fechas, se proseguía por otras zonas todavía inacabadas o incluso sin comenzar.

Así, en la memoria del proyecto que sirvió para presupuestar las obras (fechado el 15 de febrero de 1862, cuando ya habían comenzado parte de los tajos), el arquitecto Don Luis Villanueva señala que la capilla, por tratarse de un elemento independiente, diferenciándose en su uso, estilo, carácter y ornamentación, se podía ejecutar de forma separada del resto, y así lo propone en sus planes de construcción. Esto se comprueba en los mismos libros de contabilidad, en los que la primera anotación que hace referencia a los acopios de madera necesarios para construir la nueva capilla se realizan el 25 de marzo de 1885, recibiendo ese día al Mayordomo la cantidad necesaria para ese pago; se deduce que la capilla fue relegada a la última fase, e incluso en algunas de la notas manuscritas e inventarios que se realizaron en estas fechas se describe como este local, antes de su adecuación final, era usado como almacén temporal, al menos durante algún tiempo, para algunos de los materiales o enseres que se trasladaban en el interior de las dependencias del Seminario.

El arquitecto preconizaba en este manuscrito el uso de piedra del Monte de la Abadesa para las fábricas de sillares y paramentos lisos, por tratarse de piedra caliza dura , nada heladiza y de fácil extracción, pero demasiado vidriosa para las partes moldeadas. Así señalaba que para las molduras y zonas labradas debía usarse la "piedra franca de Ontoria", compacta y de fácil trabajabilidad, que aseguraba su duración en el tiempo.

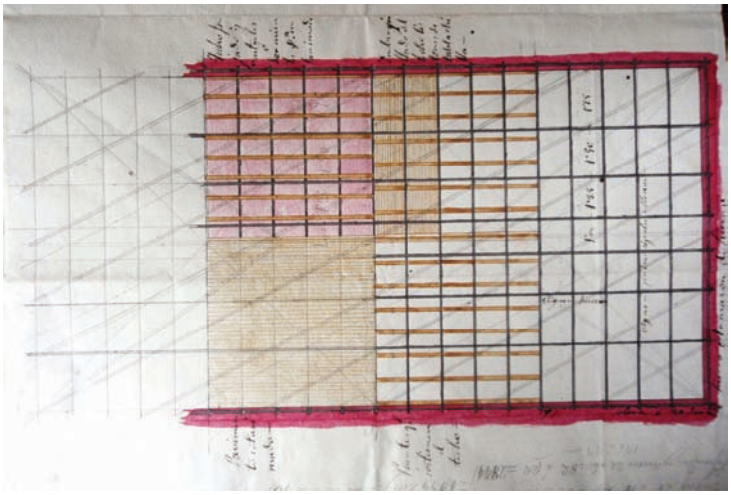
Alzado de la Fachada en el Proyecto de Salón de Actos



Planta del edificio con la Capilla en el centro y los martillos laterales.

Respecto a los materiales de naturaleza metálica, las anotaciones y correspondencia recibida durante estos años, así como los planos y dibujos a pie de obra que se almacenan en el archivo de la Biblioteca de la Facultad, describen varios elementos correspondientes a esta tipología constructiva. Varios no disponen de fechas concretas, y señalan encargos a talleres, solicitudes de piezas, entregas de materiales, o esquemas de disposición y mediciones de vigas de hierro y columnas de fundición.

Se hace referencia, por ejemplo, a la petición de 4 columnas de fundición con basa y capitel sencillo, de una pieza y huecas, con una longitud de 5 m y 4 cm y con 17 cm de diámetro exterior y 12 cm de hueco. De igual forma, existen cartas de 1863 que atestiguan la posibilidad de que las vigas metálicas fueran construidas en un taller de París (a través del contacto de D. Luis de Villanueva en esta ciudad, un tal G.Y. Roca. No obstante, del análisis de otros documentos puede deducirse que este encargo puede referirse a un forjado metálico correspondiente la ubicación inicial del Salón de Actos y la Biblioteca, ya que en varias anotaciones y mediciones se describe que éstos disponen de unos "suelos especiales de hierro", seguramente según el esquema que se propone en uno de los planos de obra que también se conservan.

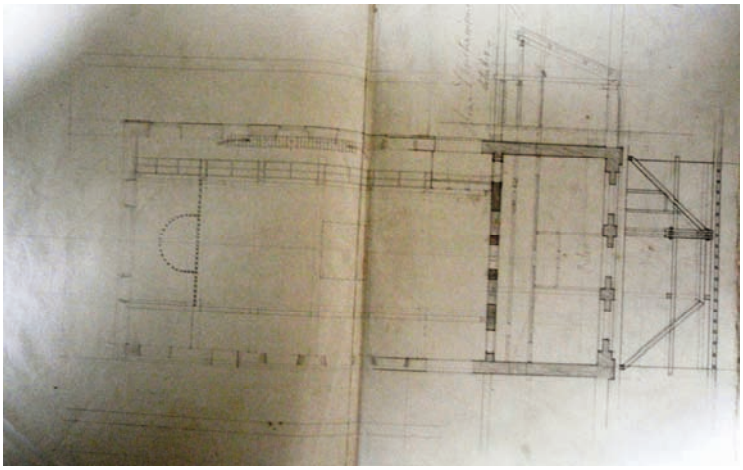


Esquema en planta de lo que parecen ser los "suelos especiales de hierro" señalados en las notas del expediente de obras. Se distingue el trazado de las diagonales de refuerzo en forma de cruz de san Andrés.

La descripción de este sistema de "suelos especiales" indica que éstos incluían la combinación de vigas llenas o macizas en sección doble T de 20 cm de canto y un peso de 22 kg/ml a un metro de intereje, enlazadas con otras que denomina "sistema Cadiat y Oudry" que consistía en vigas huecas (abrazando a aquéllas por la parte superior e inferior en dirección normal) formadas a partir de dos soleras de planchas de hierro laminado de 19 mm junto a una serie de cruces de San Andrés (también ejecutados con planchas laminadas de 10 mm de espesor), dobladas de manera adecuada para de esta forma realizar los correspondientes empalmes. Para asegurar la calidad final de la ejecución, se exigía una prueba con una carga de 200 kg en su punto medio. De la documentación existente, parece que la construcción final se realizó con materiales procedentes de los talleres de D. Mariano de Corral, en Bilbao, que propuso una tipología de vigas armadas de 70 cm de canto armadas mediante 4 angulares y dos platablandas para las alas de 30 cm de anchura, y una chapa para formar el alma de 10 mm de espesor.

Detalles de las vigas propuestas por los talleres bilbaínos de D. Mariano del Corral..

Ninguna referencia más hay referente a la construcción de la capilla, la parte metálica visible del edificio y de la que no se conocen reformas o cambios desde su disposición inicial. Se trata de un sistema de vigas de fundición calada, de cuidado diseño en su ornametación y cuya durabilidad ha permitido contrastar el paso del tiempo desde su puesta en servicio. No obstante debe de observarse que el techo dispone de un canto más grueso en la zona de apoyo de estos cuchillos, por lo que su funcionamiento puede resultar de la combinación de ambos elementos: una viga de fábrica de canto suficiente, junto al refuerzo que se obtiene con la disposición de estas partes de hierro fundido que aumentan la sección en las zonas de los apoyos para que los empujes se distribuyan buscando el efecto de arco rebajado, sin necesidad de incluir soportes intermedios.



Plano a pie de obra de la planta de la Capilla.

Detalle de las vigas de la Capilla en la zona de apoyo lateral..

La delicada naturaleza de sus elementos decorativos se integra en la presente en el conjunto de la capilla, consiguiendo que a primera vista llame más la atención su forma y disposición que el detalle de sus acabados, si bien éstos resultan también igualmente atractivos para el observador, por lo que merece la pena detenerse a descubrirlos pausadamente: una serie de cinco anillos tangentes a las cabezas, y unidos entre sí (que recuerdan a la solución propuesta por Polonceau para el Pont Carrousel de París, posteriormente repetida por Bernadet y Steinacher en el Puente de Triana en Sevilla), de la que nace un ramillete vegetal que evoluciona zigzagueante hasta el extremo final, fundiéndose con las molduras que rematan el capitel en el apoyo.

Existe también documentación gráfica sobre la ampliación hacia el norte, para construir un nuevo Salón de Actos en 1919, firmada por el arquitecto municipal Saturnino Martínez Ruiz.

Perspectiva de la parte Sur de la Capilla, con el coro al fondo.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

Fondo Documental del Archivo Diocesano de Burgos

Tesis Doctoral de D. Domingo Ortega Gutiérrez.

"Las Instituciones Docentes de la Iglesia en Burgos (1820-1983)", VOLUMEN IV

Universidad de Valladolid.

Fondo Histórico del Archivo de la Biblioteca de la Facultad de Teología del Norte de España

Notas, correspondencia, dibujos, esquemas a pie de obra y planos durante el proyecto y construcción del edificio (1861-1889)

Libro de entradas y Salidas de caudales entre el 10 de febrero de 1860 y el 30 de junio de 1895.

MARQUESINAS DEL COLEGIO SAGRADOS CORAZONES. MIRANDA DE EBRO.

AÑO: 1893

TIPOLOGÍA: Pilares metálicos

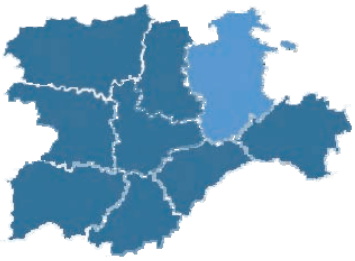
ATRIBUIDO A: ¿?

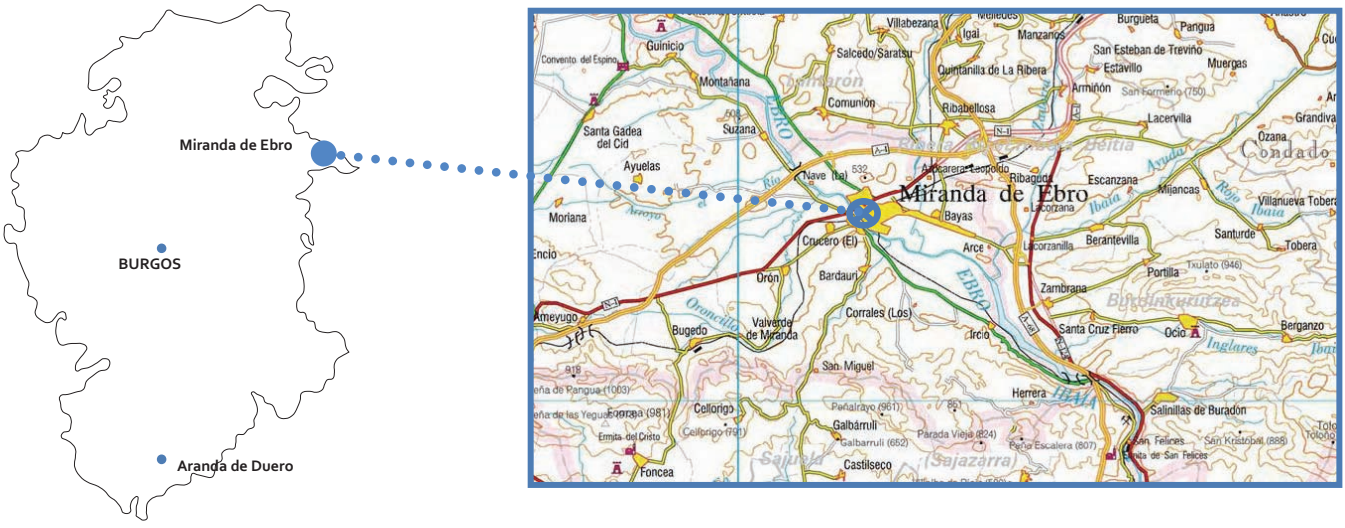
Aunque no se conocen muchos datos concretos sobre la construcción de los distintos elementos que constituyen el colegio, en el patio interior se conservan todavía las columnas metálicas que formaron parte de una primitiva tejavana metálica, cuya cubierta ha sufrido recientes modificaciones. Si bien la actividad del colegio como institución comenzó en el año 1888, la edificación como tal no fue terminada hasta el año 1893.

Aspecto actual del patio del colegio, con la marquesina metálica rodeando su perímetro.

UBICACIÓN

Núcleo Urbano de Miranda de Ebro (Burgos)





ESQUEMA ESTRUCTURAL

A pesar de las adaptaciones y mejoras, todavía se conserva en el Colegio Sagrados Corazones las esbeltas columnas de fundición que constituyeron el tejadillo original que rodea al patio. De alzado sencillo, comienzan con una base más gruesa de sección poligonal que disminuye su anchura progresivamente. Aproximadamente a un tercio de la altura, mediante una moldura decorativa, cambia de forma hacia la cilíndrica y continúa así hasta el capitel, delicadamente definido con un orden corintio que se remata mediante un suplemento en ménsula que sirve de base y apoyo a las vigas del entramado de cubrición.

Detalle de un capitel de esquina con las placas laterales de apoyo.

Estas placas de apoyo permiten diferenciar dos tipos de soportes: los de esquina, con placas y ménsulas volando en dos direcciones ortogonales, y las de lado, que sólo las disponen en una de ellas. De esta manera se disponía del material estrictamente necesario para conseguir la base que permitiera anclar la estructura superior, sin presentar discordancias en el conjunto, y con elementos simples pero sin embargo de elegante acabado.

Con una tipología similar se ejecutó también el tejadillo que sirve de aparcamiento en los exteriores del bloque docente, apoyándose en este caso la techumbre en las fábricas que condicionan su perímetro además de en estos apoyos intermedios.

A la izquierda, la marquesina del aparcamiento. Arriba, alzado de una de las numerosas columnas que configuran el tejadillo perimetral del patio interior.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

DIEZ JAVIZ, CARLOS; JULIAN VIGALONDO, ALBERTO

Miranda de Ebro. Historia del Urbanismo y Guía de Arquitectura.

Ayuntamiento de Miranda de Ebro. 2001.

FLAMARIQUE, JAVIER

Orígenes de la congregación de los Sagrados Corazones en Miranda de Ebro. Reconstrucciones y construcciones

Colegio Sagrados Corazones. 50 Años de las Asociación de Antiguos Alumnos, 2003.

LA ESCUELA ELEMENTAL DE TRABAJO DE BURGOS.

AÑO: 1895

TIPOLOGÍA: Cubierta atirantada sobre pilares de fundición

ATRIBUIDO A: ¿?

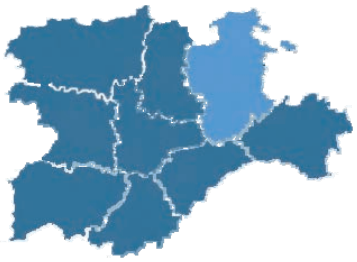
El edificio recientemente remodelado en 1998 se apoya en unas estructuras centenarias que correspondían a unos talleres de finales del s. XIX. El patio central nos recuerda esta función primitiva, con una cubierta atirantada de tipología industrial, con lucernario para aprovechar al máximo la luz natural en el interior. Actualmente funciona como Instituto de Enseñanza Secundaria.

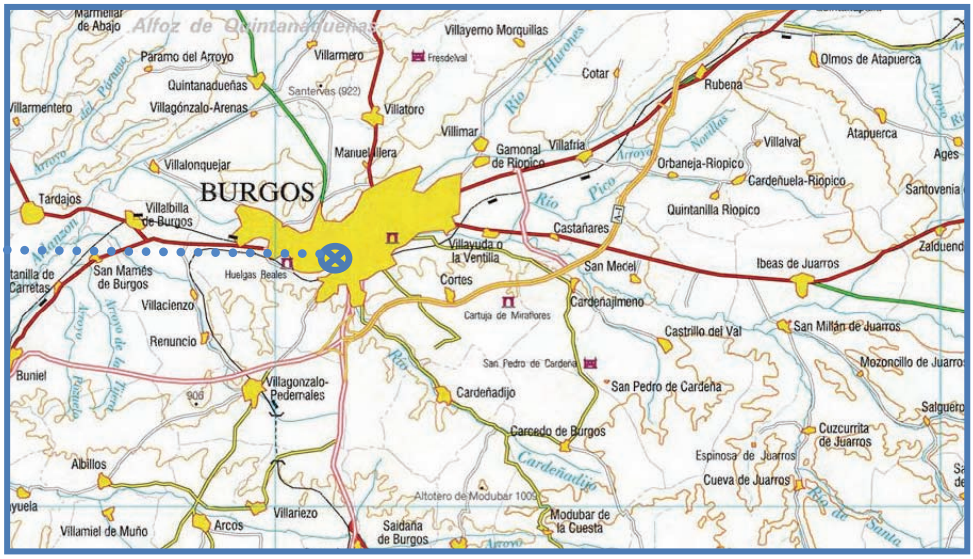
Aspecto del interior del vestíbulo en las primeras décadas del s. XX. AMB, FO-1699

Perspectiva de la cubierta y lucernario del actual instituto.

UBICACIÓN

Núcleo urbano de Burgos capital.





ESQUEMA ESTRUCTURAL

Los primeros antecedentes documentados se remontan al año 1885, cuando a D. Eusebio Renuncio se le niega la autorización para cerca el solar con objeto de instalar un depósito de trapos. No obstante, la Comisión de Salubridad señaló su consentimiento inicial siempre que se cumplieran una serie de requisitos generales que aseguraran la correcta iluminación y ventilación, junto a un tamaño ajustado a las necesidades. En 1894, los señores Manzanedo y Hernando vuelven a solicitar licencia, para construir en este caso un nuevo edificio que continuara la alineación del Hospital de la Concepción, permiso que le fue concedido un año más tarde; con todos estos datos puede concluirse que se construyó entonces un edificio de viviendas con fachada hacia la calle Madrid, en cuyas traseras se levantó un almacén destinado a depósito de trapos según las condiciones señaladas diez años antes para la solicitud inicial. Es la parte trasera la que posee mayor interés, dado que su configuración responde a la tipología de nave industrial en la que debe destacarse tanto los pilares de fundición como la estructura de cerchas atirantadas de cubierta, toda ella en estructura metálica que conserva aún hoy su forma original.

Fotografía del interior antes de la última reforma, con la luz entrando por la linterna superior .

Fachada de la antigua Escuela de Trabajo.

Su actual actividad docente comenzó cuando el Ministerio de Trabajo compró la finca en marzo de 1931, destinando el pabellón para la entonces nueva Escuela Elemental de Trabajo, mientras el edificio anexo a la calle Madrid continuaba con su uso residencial. Los grandes ventanales y claraboyas que ya poseía el bloque facilitaban la iluminación de los talleres y aulas, repartiéndose entre los dos pisos que disponía.

Respecto a la organización de la estructura, la parte metálica comienza en la segunda planta en la zona del patio interior: unos gruesos pilares de fundición se elevan en prolongación de los de la primera (que son de fábrica), ascendiendo con un fuste de sección constante decorado con dos molduras que separan al soporte en dos partes. El capitel presenta un cuidado y particular diseño, con dos o cuatro ménsulas cortas de forma curva que preparan el apoyo a las vigas que asientan sobre él. Bajo éstas y rodeando el perímetro presentan un fino estriado enmarcado entre molduras superior e inferiormente. Toda la pieza, incluidas las ménsulas, está fundida de una sola vez, cosiendo sobre ella mediante roblones un dintel que rodea al patio interiormente.

Panorámica del sistema de cerchas que compone la cubierta, donde se aprecian los trantes y péndolas desde cumbrera.

Alzado de uno de los pilares y detalles de los capiteles con las ménsulas de apoyo.

La viga superior ata las coronaciones de los pilares en sentido longitudinal, arriostrando los movimientos en cabeza y solidarizando el conjunto. Encima de estas vigas se alza la cubierta, formada por un par principal que salva la luz completa entre pilares (diez metros), y otro secundario con el que se materializa la linterna o lucernario central. Ambos se disponen a la altura de los soportes, repitiéndose también dos veces más entre ellos para apoyar directamente sobre la viga de atado. Cada uno de estos pares dispone de un sistema de atirantado mediante un redondo metálico que se ancla a los nudos extremos con una biela especial en forma de diapasón desde los cuales podía introducirse tensión mediante una zona roscada.

Pieza del extremo del tirante en forma de diapasón.

Este largo tirante se sujeta desde el punto medio mediante un pendolón que lo ata con la cumbrera a través de un templador central. De igual forma el par secundario correspondiente al lucernario también se ata entre sus extremos y la cumbrera. El arriostrado longitudinal de los pares se consigue mediante una serie de correas que recorren superiormente la cubierta, separadas un metro entre ellas aproximadamente, que se prolongan toda la longitud del patio a lo largo de unos treinta metros.

El edificio también conserva otros dos pilares de esta época sosteniendo el forjado que rodea las escaleras del segundo piso, en la zona inmediatamente anexa a la antigua parte industrial.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

Fondo gráfico Archivo Municipal de Burgos

FO-1699;

V.V.A.A.

Apuntes sobre nuestro instituto.

Edición conmemorativa XXV Aniversario I.E.S. Enrique Flórez. 1980-2005

FACHADA-GALERÍA HOTEL PARIS. BURGOS.

AÑO: 1908

TIPOLOGÍA: Galería de chapa y hierro forjado

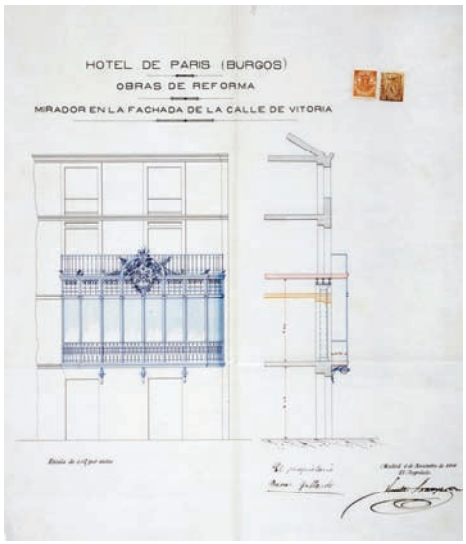
ATRIBUIDO A: Vicente Lampérez y Romea

OBSERVACIONES:

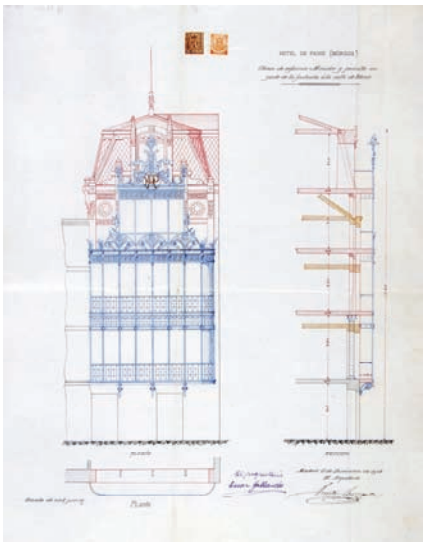
Edificio desaparecido

En la calle Vitoria de Burgos se alzaba un majestuoso cuerpo volado de hierro que configuraba la fachada del desaparecido Hotel París, que cubría frontalmente las galerías de los distintos pisos del edificio rematado con dragones.

El diseño de esta estructura de marcados fines decorativos fue el arquitecto Vicente Lampérez, famoso por sus acertadas actuaciones como conservador del templo catedralicio de esta ciudad.



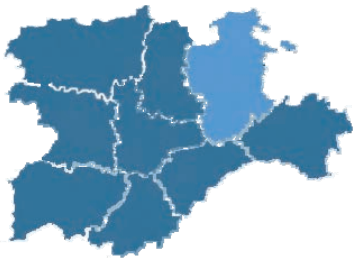
Primera solicitud de fachada

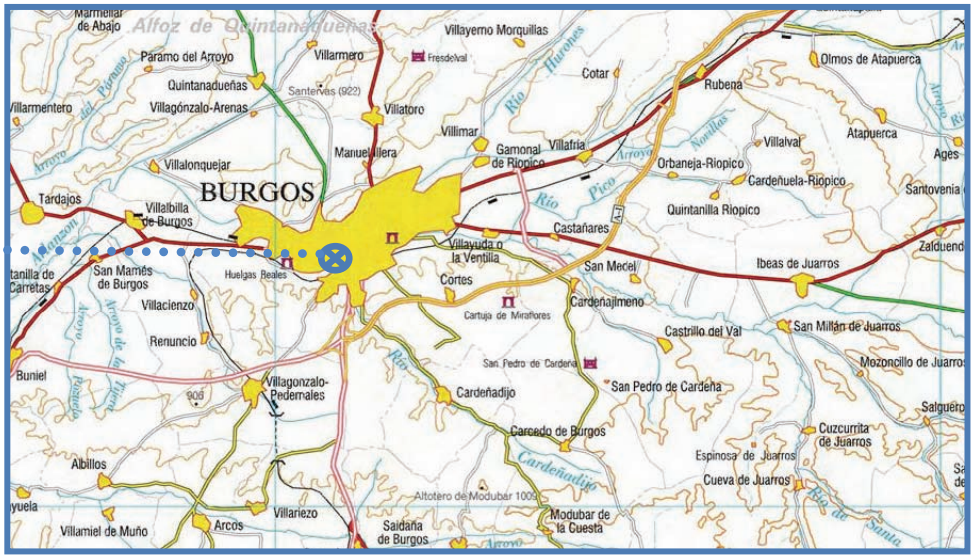


Fachada definitiva

UBICACIÓN

Núcleo urbano de Burgos capital.





ESQUEMA ESTRUCTURAL

En diciembre del año 1908 fue incoado el expediente de solicitud de licencia de obras en el Ayuntamiento de Burgos promovido por el constructor Toribio Landia en nombre del propietario del inmueble, D. César Gallardo. Landia contó con la dirección técnica de Lampérez que aportó inicialmente unos planos de diseño para describir los resultados que pretendía, definiendo inicialmente una reforma parcial que afectaba únicamente a la parte correspondiente al primero de los pisos.

Esta idea inicial incluía un nuevo voladizo de 70 cm para formar el balcón, para lo cual el arquitecto previó un refuerzo de la estructura, formando un dintel con tres viguetas metálicas en doble T y pilares armados con palastros roblonados que configuraban el hueco exterior al muro previamente existente. El balcón se apoyaba inferiormente en tres ménsulas de forja, de diseño curvilíneo e inspiración vegetal, rematado con hojas en su interior. Sobre estas piezas se definía el piso de la galería del que nacían una serie de siete pilarcillos que daban forma a los ventanales que se cerraban en curva en los extremos, entre los cuales se ejecutaría con forja un antepecho de un metro de altura. Esta barandilla se repetía en el segundo piso, y su diseño servía también para cerrar la parte superior del primero, cerrándose con un friso metálico adornado con unas borlas en los nudos de intersección con los pilarcillos. El cuerpo se remataba con una especie de escudo rodeado por dos ramas con hojas y una cresta superior.

La intención inicial fue superada con una segunda propuesta que se apoyaba en la anterior, repitiendo las ventanas en el segundo piso que se remataba con un nuevo friso cuajado de relieves florales sobre el que se alzaba una curiosa crestería en la que se repetían los motivos vegetales, con tallos, hojas y nuevas flores encerradas en tres arcos de los que nacía el balcón del tercer piso. En este caso, la superficie acristalada era más reducida y quedaba centrada, dejando a ambos lados un hueco que se aprovechaba para incluir más elementos decorativos que continuaban con el esquema anterior, con frisos, molduras que ascendían hasta el ático. Este último cuerpo disponía de una única ventana de dos hojas retranqueada del resto de la alineación para adaptarse al a forma de la cubierta del edificio, con una balaustrada muy recargada y en la que se podían ver las iniciales del establecimiento (H. de Hotel y P de París), rodeado por dos cabezas de dragón que asomaban hacia los laterales con un pináculo central que remataba la fachada. En la cúspide de la cubierta, una aguja marcaba el eje de simetría de la composición sobresaliendo por encima del resto.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

Fondo Documental del Archivo Municipal de Burgos

17-2468

IGLESIAS ROUCO, LENA SALADINA

Burgos en el siglo XIX. Arquitectura y Urbanismo (1813-1900)

Universidad de Valladolid, 1979

ZAPARAÍN YÁÑEZ, MARÍA JOSÉ

Artes decorativas y diseño gráfico. Poder de seducción.

Historia de Burgos. IV - Edad Contemporánea (Tomo 4)

Caja de Burgos, 2007.

TEATRO-SALÓN APOLO. MIRANDA DE EBRO.

AÑO: 1921

TIPOLOGÍA: Pilares metálicos

ATRIBUIDO A: Fermín Álamo

OBSERVACIONES:

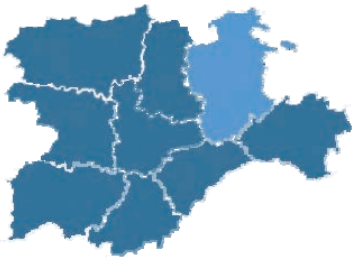
Tras años de abandono, nuevos proyectos de restauración pretenden volver a dotar al edificio del antiguo esplendor que disfrutó a principios del siglo XX.

Con este edifico el arquitecto abre la etapa Historicista en la ciudad de Miranda, proyectando de manera conjunta en la sala de espectáculos junto a un bloque de viviendas. La fachada destaca por su profusa ornamentación, con infinidad de filigranas y elementos decorativos de inspiración renacentista, así como por la introducción de pilastras de orden gigante que ascienden desde la primera planta hasta la cubierta.

Perspectivas del exterior de las viviendas que se proyectaron y construyeron conjuntamente con el Salón Apolo.

UBICACIÓN

Núcleo Urbano de Miranda de Ebro (Burgos)



ESQUEMA ESTRUCTURAL

El diseño exterior del edificio forma un conjunto homogéneo con el bloque de viviendas, caracterizándose por la inclusión de numerosos elementos de inspiración renacentista (órdenes clásicos y ornamentación con grutescos). Sus dimensiones, ajustadas a las necesidades de aforo de una localidad como Miranda, junto a la propia carga decorativa y los detalles de su cuidada concepción, contribuyen a conseguir un espacio coqueto y perfectamente integrado en el corazón del casco antiguo de esta ciudad.

En su interior, como hiciera Jerónimo Arroyo en la reforma del Teatro Principal de Palencia, también se utilizaron columnas metálicas para la sujeción de los palcos laterales, repitiéndose hasta cuatro puntos de apoyo a lo largo de las cuatro plantas de la sala. Estos pilares aparecen delicadamente rematados por un capitel de orden compuesto en la parte superior, de color dorado, y molduras redondeadas en la base, presentando un fuste esbelto que acompaña a la delicadeza de los acabados del conjunto interior.

Aspecto del interior del teatro en marzo de 2010, antes de su completo vaciado con la sobras del nuevo proyecto de reforma. La serie de pilares se alza desde la planta baja hasta la cubierta

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

DIEZ JAVIZ, CARLOS; JULIAN VIGALONDO, ALBERTO

Miranda de Ebro. Historia del Urbanismo y Guía de Arquitectura.

Ayuntamiento de Miranda de Ebro. 2001.

Archivo fotográfico personal de Daniel Bratos

RUIZ LARRAD, JESÚS ALBERTO

El edificio del Teatro-Salón Apolo.

López de Gámiz, Nº XIII. Boletín del Instituto Municipal de Historia. Miranda de Ebro, septiembre 1986.

AMPLIACIÓN DEL AYUNTAMIENTO DE MIRANDA DE EBRO.

AÑO: Proyecto de 1930

TIPOLOGÍA: Cubierta de cerchas en celosía

ATRIBUIDO A: Fermín Álamo

OBSERVACIONES:

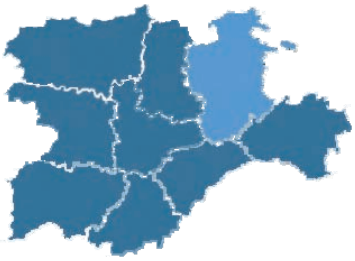
Aunque inicialmente la intención del proyecto era un Mercado de Abastos, la vida de este edificio ha pasado por varios usos muy diferentes, como alhóndiga, sede del Cuerpo de Bomberos, y finalmente se aprovechó para anexarlo al Ayuntamiento y cubrir las necesidades de espacio con nuevas dependencias.

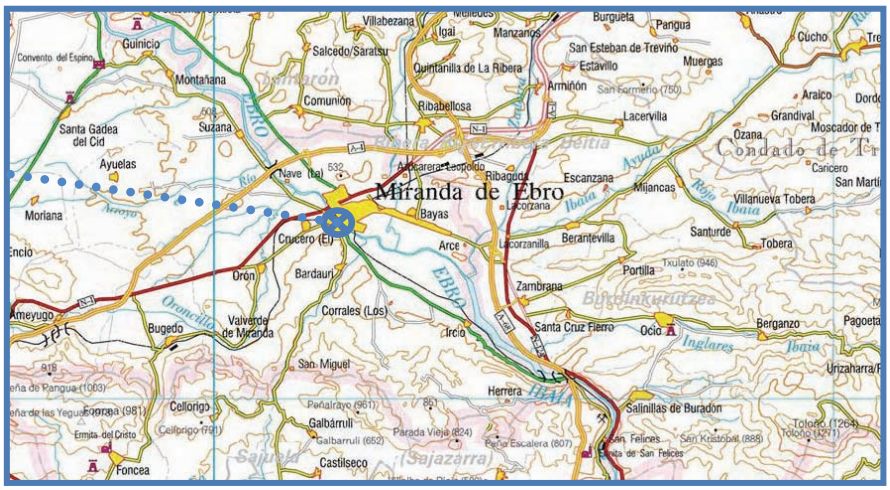
Fermín Álamo aprovechó en varias de sus realizaciones las posibilidades de los materiales metálicos en la ciudad de Miranda. Uno de estos ejemplos son las actuales dependencias municipales anexas a la Casa Consistorial.

Alzados frontal y lateral del edificio, inmediatamente adyacente al Ayuntamiento de Miranda de Ebro.

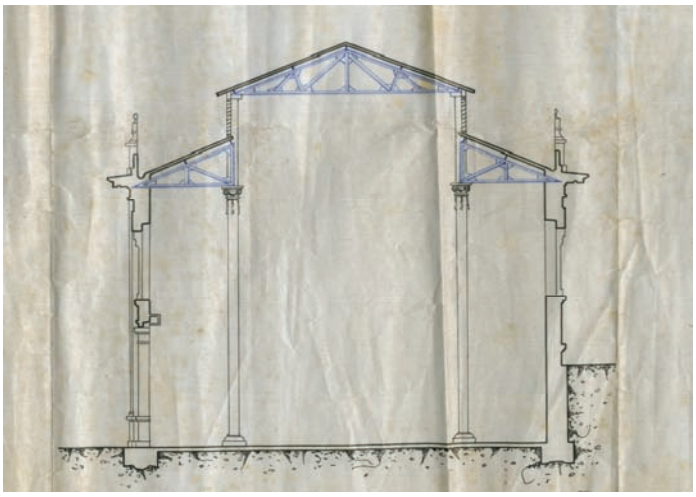
UBICACIÓN

Núcleo Urbano de Miranda de Ebro (Burgos)





ESQUEMA ESTRUCTURAL



Sección transversal del edificio proyectado.

En este ejemplo arquitectónico se vuelve a realizar una acertada combinación en el uso de materiales, aprovechando las excepcionales características de la fábrica como elemento de cerramiento y resistente frete a carga axiales, junto a las propias del acero para hacer frente a las solicitaciones de flexión en vanos de cierta magnitud. Todo ello sumado a la liviandad y reducida sección para el caso de los soportes interiores, con el que se conseguía la liberación de espacios y aumentar la superficie útil en la compartimentación. Según se indica en el presupuesto del proyecto se debían disponer 5 cerchas completas, 10 medias armaduras en las naves laterales y 10 columnas de hierro para los apoyos, exigiendo en el pliego que el acero fuese Bessemer de los Altos Hornos de Bilbao.

Fermín Álamo propone, para la nave mayor, cerchas en celosía belga añadiendo un pendolón central. Para las naves laterales, de luz más reducida, también utiliza el metal para formar los faldones de la cubierta, que se apoyan en los muros exteriores y una serie de esbeltos pilares que se prolongan dos pisos hasta cota de rasante. No obstante, la estructura definitivamente ejecutada responde más a la tipología de cerchas americana, también con pendolón, pero diferenciándose en la disposición de montantes verticales frente a las diagonales previstas en los planos primitivos.

La obra original fue contratada a D. Sixto Erquiaga Martínez. Modificaciones posteriores debidas a los cambios de uso que ha sufrido han ocultado gran parte de estos elementos, revistiéndolos o directamente tapándolos para realizar la distribución funcional interior.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

Fondo Documental del Archivo Municipal del Miranda de Ebro (A.M.M.E.)

Signatura H592-17

DIEZ JAVIZ, CARLOS; JULIAN VIGALONDO, ALBERTO

Miranda de Ebro. Historia del Urbanismo y Guía de Arquitectura.

Ayuntamiento de Miranda de Ebro. 2001.

ASENJO CONDE, E; SAENZ DE SANTAMARÍA, B; SANTAMARÍA ALDAY, M; VENTOSA ZUÑIGA, A

La plaza de Abastos y sus antecedentes históricos.

López de Gámiz, Nº VI. Boletín del Instituto Municipal de Historia. Miranda de Ebro, abril 1985.

EDIFICIO DE VIVIENDAS EN LA CALLE FRANCISCO CANTERA. MIRANDA DE EBRO.

AÑO: 1931

TIPOLOGÍA: Pilares de fundición

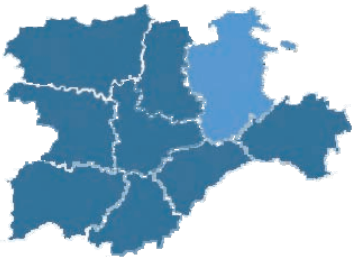
ATRIBUIDO A: Luis Plaza

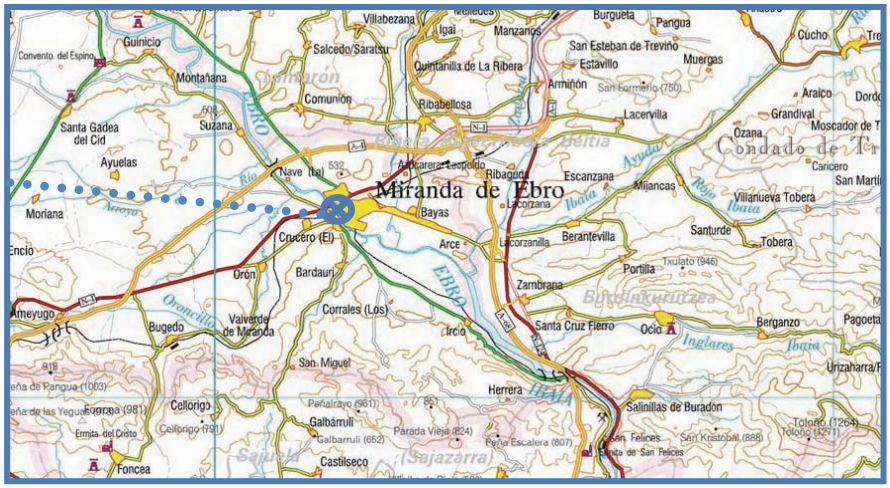
Este bloque de viviendas constituye uno de los ejemplos del uso de soportes metálicos en la construcción durante las primeras décadas del siglo XX. Reformas posteriores han ido ocultando en muchos casos estos elementos, revistiéndolos o sustituyéndolos por materiales más modernos.

Parte de los pilares de fundición todavía pueden verse en el interior de los locales comerciales en la planta baja del edificio.

UBICACIÓN

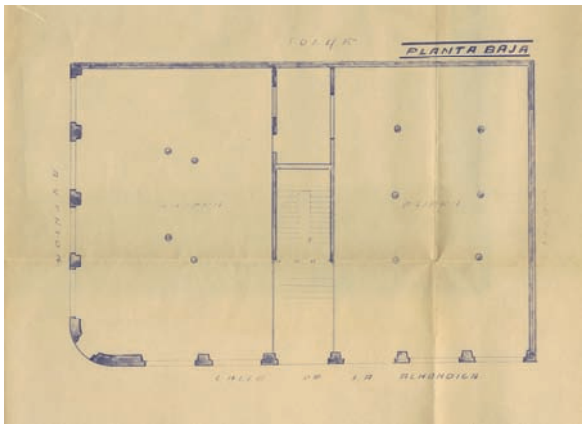
Núcleo Urbano de Miranda de Ebro (Burgos)





ESQUEMA ESTRUCTURAL

Según se detalla en los planos que se conservan en el Archivo Municipal de Miranda, los pilares metálicos fueron utilizados a lo largo de todas las plantas de este edificio diseñado por el arquitecto Luis Plaza desde Pamplona. El uso de este elemento permite aumentar la libertad de distribución, ya que sus características resistentes lo hacen adecuado para elevar algo el rango de luces sin reducir el espacio útil disponible. Este procedimiento también es utilizado hoy en día en las reformas de antiguos inmuebles de las partes más antiguas de las ciudades para evitar penalizar en exceso la superficie en planta aprovechable para las viviendas



Los nuevos criterios funcionales y necesidades de las instalaciones actuales, así como los revestimientos que últimamente suelen disponerse en los techos de los locales, han ocultado la parte superior de los que pueden verse fácilmente en los locales de la planta baja.

En cualquier caso, constituye un nuevo ejemplo del uso combinado de fachadas de fábrica resistente, el hormigón de forma oculta, y las esbeltas columnas metálicas en elementos verticales que se dejaban visibles sin menoscabo de sus cualidades estéticas.

Plano de la planta baja del edificio, con la distribución de pilares en su interior.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

DIEZ JAVIZ, CARLOS; JULIAN VIGALONDO, ALBERTO

Miranda de Ebro. Historia del Urbanismo y Guía de Arquitectura.

Ayuntamiento de Miranda de Ebro. 2001.

Fondo Documental del Archivo Municipal del Miranda de Ebro (A.M.M.E.)

Signatura H791-34

ESTACION DE AUTOBUSES. BURGOS.

AÑO: Proyecto de 1938. Inauguración 1944

TIPOLOGÍA: Entramados de vigas de alma llena

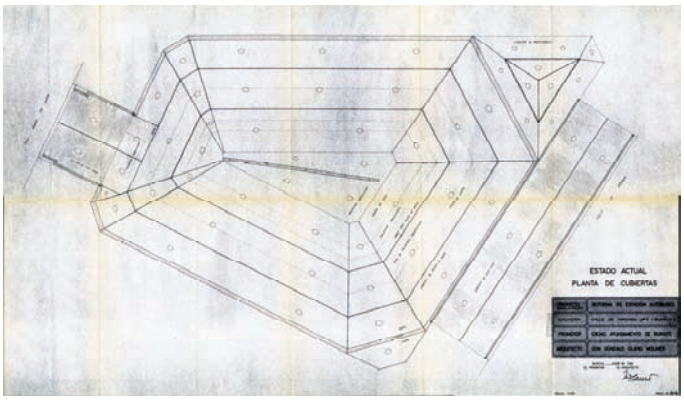
ATRIBUIDO A: José Luis Gutiérrez

OBSERVACIONES:

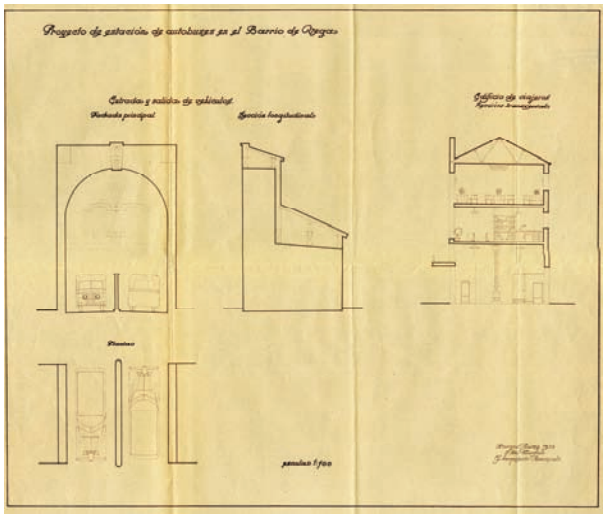
La configuración original ha sufrido numerosas reformas en 1960, 1967, 1970 y 1982, junto a una nueva remodelación ya en el s. XXI.

La estación de autobuses de Burgos ha ido adaptándose a las necesidades y características propias del transporte de viajeros, añadiendo y completando las exigencias que los distintos avances tecnológicos han solicitado a una infraestructura de esta categoría situada en el centro neurálgico de la ciudad.

De esta manera han sido necesarias numerosas reformas parciales y remodelaciones para conseguir adecuarse a las particularidades de cada momento histórico, estando la estructura metálica muy presente en todo momento durante esta evolución, independientemente de que la necesidad de espacio haya servido muchas veces de objeto para abrir el debate público sobre la posibilidad de construir una nueva de mayores dimensiones en otra ubicación.



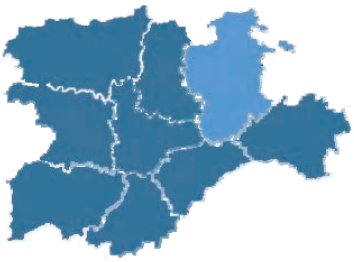
Planta de la antigua cubierta de la estación según proyecto de reforma de 1982 (A.M.B. AD-563.13)

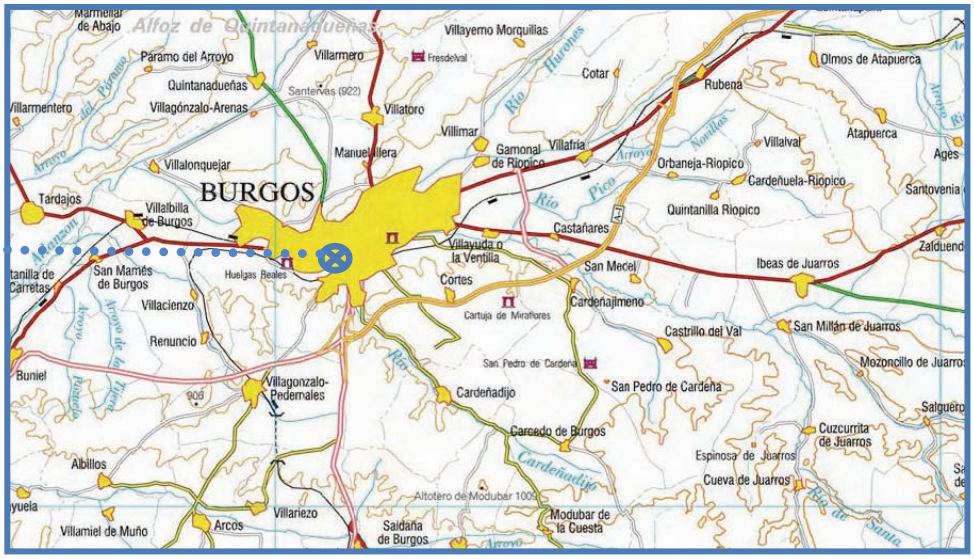


Alzado de la entrada y salida de vehículos, 1939 (A.M.B. 18-5059)

UBICACIÓN

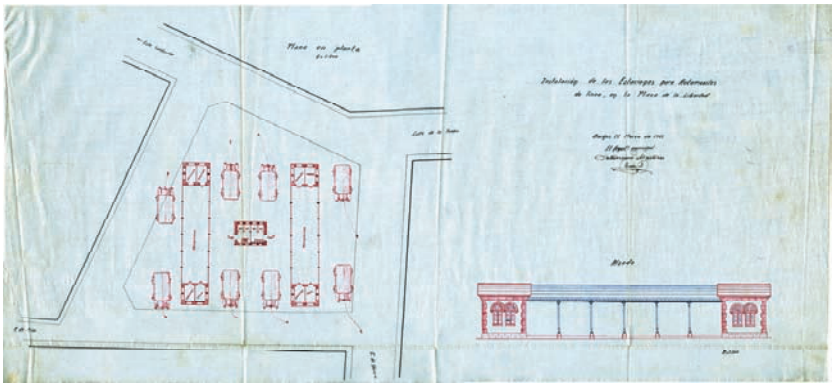
Núcleo urbano de Burgos capital.





ESQUEMA ESTRUCTURAL

Ya en 1921 el todavía arquitecto municipal Saturnino Martínez realiza una propuesta de Estación para Automóviles de Línea en la Plaza de La Libertad, con objeto de realizar una mínima ordenación de las maniobras de estos vehículos en la ciudad, que hasta esa fecha se realizaba de manera caótica en determinadas calles, obstaculizando el propio tráfico. Para ello el técnico diseña dos marquesinas metálicas de espera, con casetas de fábrica en los extremos de cada una de ellas, y sosteniendo la cubierta mediante dos vigas en celosía triangulada que apoyaban sobre sendas filas de 5 pilares cada una. En el centro de la plaza se reservaba espacio para los retretes públicos, quedando en las mencionadas casetas espacio para los establecimientos de taquilla según el destino de cada automóvil, y previendo espacio de estacionamiento para un total de 8 vehículos de línea. En 1922 una proposición similar es realizada por el entonces concejal Sr. Ávila en un escrito dirigido al propio Ayuntamiento (en este caso solicitándolo únicamente para los viajes con los pueblos de la provincia) en el que señalaba como posibles ubicaciones la propia plaza de la Libertad o la de Prim.



Plano de la propuesta del arquitecto municipal en 1921.

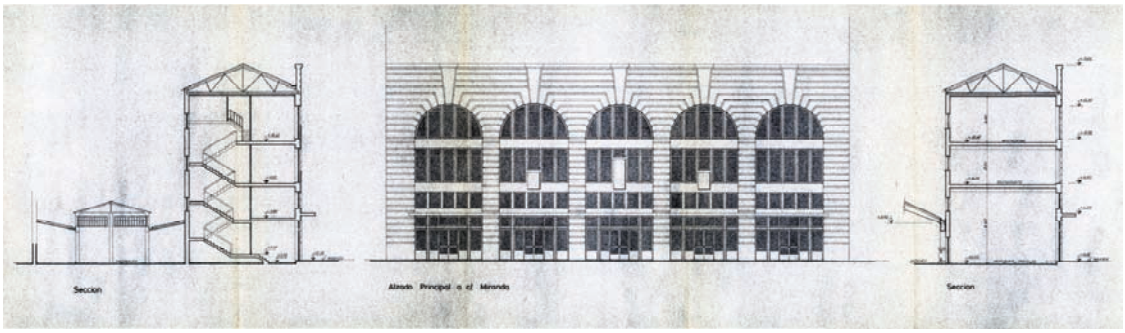
Aunque se traspasa la consideración a la comisión de obras, no hay noticias de que se promoviera definitivamente ninguna de estas construcciones, pero siguió quedando patente la necesidad local por encontrar una ubicación para realizar este tipo de trasbordos. En 1927 se formó una Comisión especial para informar sobre este problema, tras moción al efecto propuesta por varios capitulares., buscando un emplazamiento para una estación de carácter definitivo. De este estudio de posibilidades la comisión encargada dedujo que el punto más adecuado para su establecimiento era sobre el cauce del río Arlanzón a la altura del Paseo de Empecinado, por su proximidad a la estación de ferrocarriles.

Por su parte en 1929 Fernando García Mercadal intenta proponer un moderno diseño de carácter racionalista en la propio Plaza Vega, que sugería una marquesina volada rodeando una isleta porticada, como refleja el boceto publicado en la revista A.C./G.A.T.E.P.A.C.

Todavía sin atajar la solución, en 1931 es D. Eulogio Pérez (un vecino de la ciudad) el que reclama a la corporación municipal que se pronuncie al respecto, avalando la solicitud con un total de 102 firmas de industriales y comerciantes. La Comisión de Gobierno, enterada de las molestias existentes, solicita a los firmantes sus propuestas para la ubicar la Estación Única, como así la denominaban. Tras un estudio de los 5 lugares que se mencionaron, y contrastando con el número de viajes que diariamente se estaban realizando, se desestimaron las opciones ofrecidas por entender que ninguna de ellas presentaba las condiciones de espacio necesarias a pesar de que su céntrica posición tenía notables ventajas comerciales y comodidad para los viajeros.

Finalmente el proyecto de la Estación de Autobuses en el Barrio de Vega se redacta y tramita entre 1938 y 1939, firmado por el entonces técnico municipal José Luis Gutiérrez, en el mismo emplazamiento que presenta en la actualidad. La documentación que perdura en los archivos permite adivinar el uso de la estructura metálica no sólo en la cubierta del patio de estacionamiento, sino también para la formación de la correspondiente al edificio de viajeros, mediante una cercha triangulada de perfiles normalizados, con las correspondientes cartelas de unión que permitían disponer del espacio suficiente para ejecutarlo mediante roblones (el aspecto es el de una Polonceau simple y recta, sin peraltar, y sin sistemas para introducir tensión previa a los tirantes).

No obstante, la obra metálica de mayor importancia, y por sus dimensiones la característica de la estación, fue la cubrición del patio interior. Los problemas municipales de financiación hicieron que la construcción de esta parte del edificio se fuera demorando en el tiempo, si bien hay constancia de que existía oferta de unos talleres bilbaínos para su ejecución el año 1940, para lo que proponían un conjunto de vigas poligonales metálicas de canto variable y apoyos a distintas alturas, sobre los que se reservaba hueco para embrochalar las correas y el cuerpo del linternón superior, todo ello unido mediante roblones y tornillos. Tras la ejecución de la estructura, los remates definitivos tampoco fueron inmediatos, ya que en 1943 todavía quedaba por ejecutar los canalones de cinc y casi 500 m^2 de cristal rayado sobre las viguetillas que lo formaban, para lo que se aprovechó material procedente del desmonte de la Audiencia.



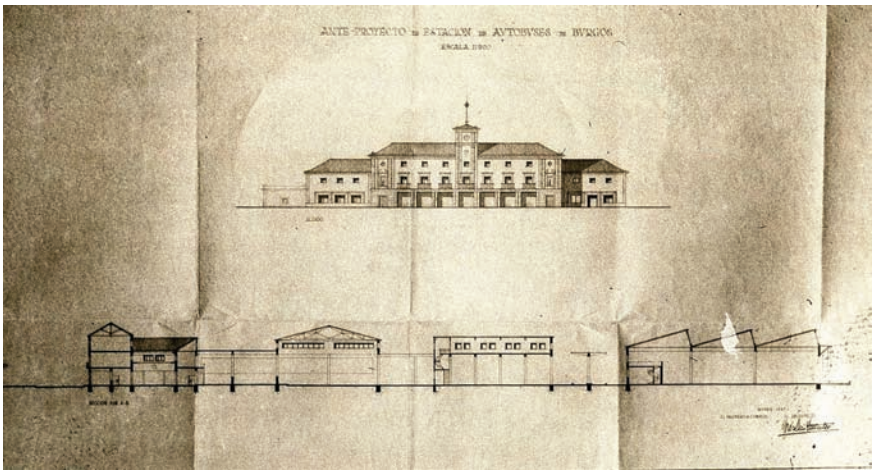
Alzado y sección de la fachada principal antes de la reforma según el proyecto de 1982.

En la memoria del proyecto de reforma de 1982, el arquitecto D. Gonzalo Olano Moliner realiza una somera descripción de esta estructura, señalando que poseía vigas de alma llena roblonadas, con luces aproximadas de 25 m, y que inicialmente apoyaban sobre muros de carga en el centro del patio. En 1967 las necesidades de espacio obligaron a modificar esta disposición, eliminando los muros para sustituirlos por pilares y ménsulas metálicas. Los cambios y mezclas de estilos, junto a las nuevas necesidades de espacio libre para maniobras de vehículos fueron la justificación de la demolición de las vigas originales y la construcción de una estructura completamente nueva y más ligera que permitiera liberar la mayor superficie posible bajo la misma.

Los planos de la situación anterior a la demolición permiten conocer cómo era la organización en planta de la misma, tal como se describe en la propia memoria: vigas apoyadas en fábricas laterales y en el centro del patio, siguiendo el contorno irregular del mismo, y dibujando una nave a dos aguas que lo rodeaba dejando un punto bajo en el medio. Sobre estas vigas principales, de disposición radial, se apoyaban las correas que seguían la forma de las aguas en sentido circunferencial, ejecutándose la cubrición superior con placas de chapa intercaladas con otras de material translúcido que permitían aprovechar la iluminación natural.

Imagen de la estación con la cubierta de vigas y los muros del patio interior sobre los que apoyaban (donde se albergaban talleres y el aprovisionamiento de combustible). Pueden apreciarse el canto variable y el sistema de tornapuntas que rigidizaban las correas, obteniéndose gran cantidad de luz natural gracias a una adecuada selección de materiales.

El archivo municipal también guarda copia de dos planos fechados en Madrid el año 1947, con un nuevo diseño en planta y alzado de una Estación de Autobuses. En este anteproyecto, cuya autoría resulta ilegible, también quedaba prevista una gran cubierta metálica tipo Polonceau doble (compuesta cada viga del par por la combinación de dos cerchas simples), si bien no aparece reseña alguna de su ubicación ni promotores.



Planos del diseño de nueva estación en el año 1947.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

Fondo Documental del Archivo Municipal de Burgos

AD-563.13; 18-4979; 18-3379; 15-943; 18-5059

Fondo Gráfico del Archivo Municipal de Burgos

FO- 21184 y FO-21185

IGLESIAS ROUCO; LENA S.

Arquitectura contemporánea. Génesis y desarrollo 1760-1960.

Historia de Burgos (IV) Edad Contemporánea (TOMO 4)

Caja de Burgos, 2007.

ARNUNCIO PASTOR, JUAN CARLOS

Arquitectura desde 1930 hasta el siglo XXI.

Patrimonio arquitectónico de Castilla y León

Junta de Castilla y León, 2007.

IGLESIA DE SAN NICOLÁS. MIRANDA DE EBRO.

AÑO: Proyecto de 1939

Inauguración en 1945

TIPOLOGÍA: Cubierta de cerchas en celosía

ATRIBUIDO A: Ramón Aníbal Álvarerz y Pablo Cantó Iniesta

OBSERVACIONES:

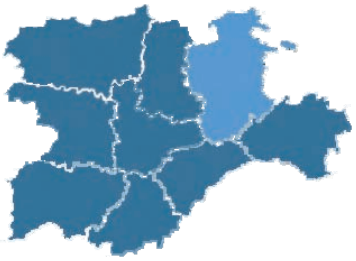
Posteriormente se amplió con la construcción de una torre campanario en 1955.

Este edificio permite incluir otro ejemplo del uso de la tecnología metálica en construcciones de tipo religioso. Aunque la torre es posterior a la construcción original, ya aparecía en los planos del proyecto de 1939.

Alzado frontal y perspectiva lateral de la iglesia.

UBICACIÓN

Núcleo Urbano de Miranda de Ebro (Burgos)



ESQUEMA ESTRUCTURAL

Los planos del proyecto que se conservan en el Archivo Municipal de Miranda permiten comprobar la solución propuesta por los arquitectos para la cubierta de la nave central. Ésta consta de una serie de cerchas en celosía triangulada, tipo americana con pendolón central, disponiendo de las respectivas cartelas en los nudos.

Estas cerchas apoyan sobre las fábricas de la nave, de ladrillo caravista sin revestir, alcanzando un canto máximo hasta la cúspide de 4 m y librando una luz total de 12,5 m.

El proyecto data de septiembre de 1939, y su ejecución fue al año siguiente, a cargo de los contratistas Sixto Erquiaga y Eustaquio y Martín Segura, consiguiendo en 1945 recibió el segundo premio del Certamen de Arquitectura.

Sección de la iglesia según planos de proyecto.

La iglesia de San Nicolás, antes de la ampliación para recrecer la torre del campanario

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

Fondo Documental del Archivo Municipal del Miranda de Ebro (A.M.M.E.)

Signatura H592-24

DIEZ JAVIZ, CARLOS; JULIAN VIGALONDO, ALBERTO

Miranda de Ebro. Historia del Urbanismo y Guía de Arquitectura.

Ayuntamiento de Miranda de Ebro. 2001.

ESCAPARATES O FRONTALES DE ESTABLECIMIENTOS COMERCIALES. MIRANDA DE EBRO.

AÑO: ¿?

TIPOLOGÍA: Soportes y planchas de fundición

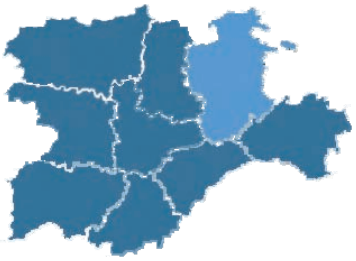
ATRIBUIDO A: ¿?

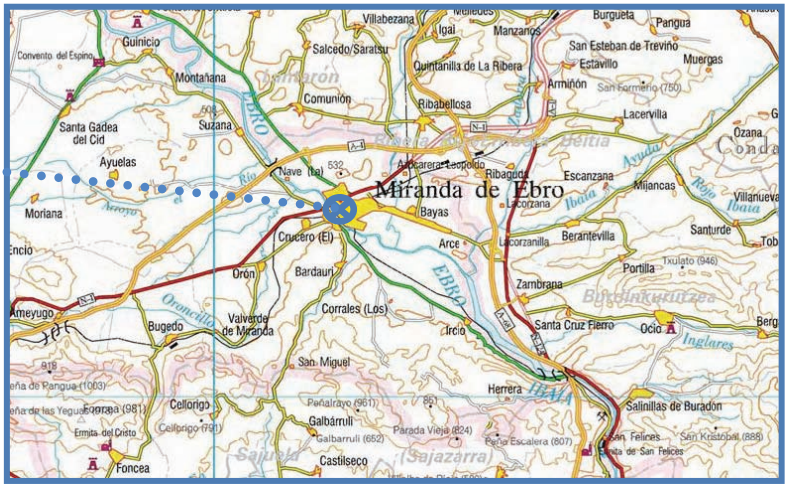
En el casco viejo de Miranda pueden verse varios establecimientos de diferente tipo que incluyen en su exterior sistemas de cerramiento ejecutados mediante fundición, siguiendo un similar esquema de líneas y configuración de elementos.

Uno de los varios ejemplos del uso de elementos metálicos en el exterior de locales comerciales de Miranda.

UBICACIÓN

Núcleo Urbano de Miranda de Ebro (Burgos)





ESQUEMA ESTRUCTURAL

Pocos datos pueden aportarse sobre esta tipología salvo la reseña de los distintos ejemplos constatados en el centro de la población de Miranda. Sí puede señalarse el hecho de distinguirse dos variantes básicas que resultan asociadas aparentemente por el taller encargado de ejecutar la fundición en cada caso. En alguno de estos frontales o escaparates se conserva todavía una chapa con el nombre del encargado de esta tarea (por un lado el de Aranguiz, de Vitorias, y por otro el de Pedro Pinedo).

Chapas de los talleres encargados de la fundición en dos de los ejemplos.

Pueden observarse hasta cinco locales que todavía conservan estos elementos en sus exteriores. En unos, destaca la sencillez de formas, basados en unos sencillos soportes rectangulares adornados por una serie de líneas verticales que se prolongan desde la parte superior hasta el tercio inferior, con la presencia de salientes a diferentes alturas en función de las características del propio escaparate. Por su diseño, quiero hacerles coincidir con los ejecutados desde los talleres de Aranguiz.

Mediante soportes de función se flanquea la puerta de entrada de un comercio mirandés, rematados superior e inferiormente con unos rebordes de apoyo.

Por otra parte pueden indicarse los que en vez de franjas incluyen dos líneas de remaches junto a una serie de salientes que añaden detalles decorativos, y sirven de apoyo a los soportes en ambos extremos. Estos los constituyen los señalados con el sello de Pedro Pinedo:

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

Sin referencias

8. Rehabilitaciones o restauraciones

COLUMNA DE HIERRO EN LA CALLE LA PALOMA. BURGOS.

AÑO: 1896

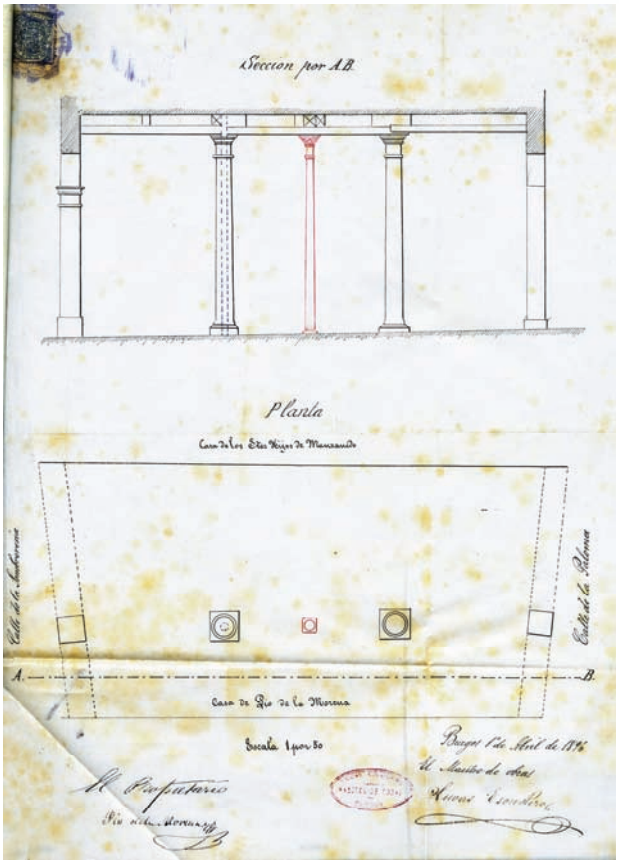
TIPOLOGÍA: Columna de fundición.

ATRIBUIDO A: Lucas Escudero

OBSERVACIONES:

Aunque el permiso inicial estaba condicionado a que la actuación fuera provisional, todavía hoy en día puede contemplarse la solución que tuvo que ejecutarse para evitar el riesgo de derrumbe del piso superior.

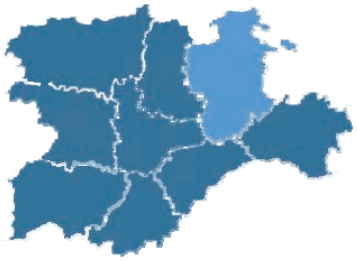
Las características de la fundición lo hacían apto para usarlo en apuntalamientos de urgencia y reformas de inmuebles existentes, de los cual es un claro ejemplo la obra realizada a finales del s.XIX en el soportar entre las calles La Paloma y Sombrerería de Burgos.

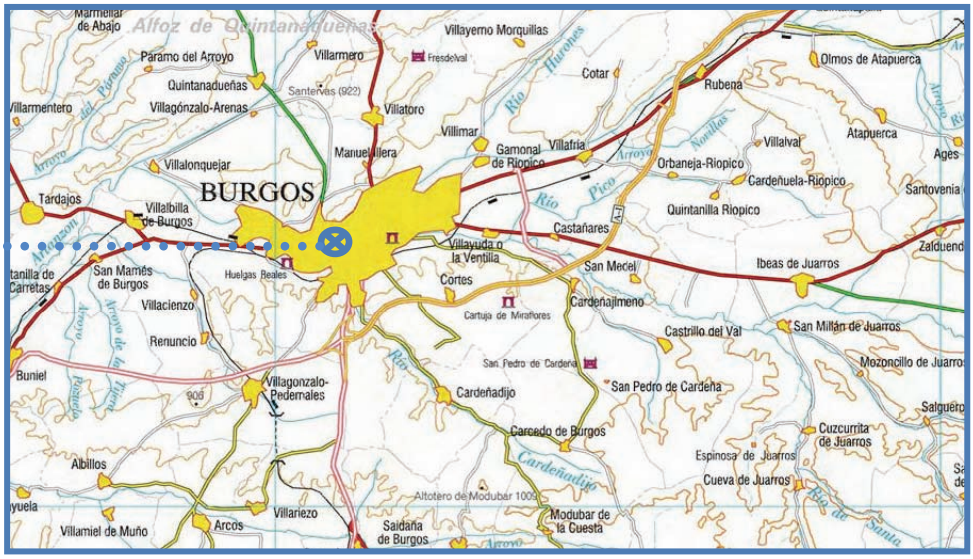


Croquis de la solución propuesta previamente a la ejecución.

UBICACIÓN

Núcleo urbano de Burgos capital.





ESQUEMA ESTRUCTURAL

En Abril de 1896 el maestro de obras Lucas Escudero firma el plano que se adjuntó a la solicitud del propietario de la casa ubicada en el nº 20 de la Calle de la Paloma, don Pio de la Morena. El estado del piso superior aconsejaba adoptar alguna solución urgente para dotar de mayor seguridad y consistencia a ciertas zonas, para lo cual se proponía incluir en el pasaje una nueva columna de hierro fundido en el centro del dintel de madera que hasta ese momento se apoyaba sobre dos pilares de piedra.

El plano deja ver que la sección propuesta para este nuevo soporte era mucho más reducida que para los ya existentes, con un fuste que destacaba por su esbeltez entre el resto, si bien se preveía que incluyera elementos decorativos en el capitel y molduras en el basamento. Tras informe del arquitecto municipal y de la Comisión de Obras, fue concedida una licencia provisional en aras a proporcionar a la propiedad el tiempo necesario para proponer una reforma de carácter más definitivo, ya que estimaban que la nueva columna suponía un obstáculo para el tránsito público así como afectaba el ornato de este rincón entre las calles de la Paloma y Sombrerería.

Alzado de la comuna desde ambos extremos del pasaje.

Detalle del capitel.

No obstante, la realidad es que a pesar de haber transcurrido más de cien años desde la concesión de este permiso todavía se puede ver en este rincón de la ciudad la mencionada columna que se dispuso en la intersección de dos vigas de madera. Además del soporte, que sujeta el dintel correspondiente al pórtico que forman los pilares del soportal, se incluyeron unos flejes metálicos que rodean el perímetro de la viga en tres secciones para reforzarla y solidarizar la deformación de los tres tablones que la componen. Cabe destacar también el remate del capitel (diferente de la descrita en el plano de la propuesta), con dos ménsulas cortas que amplían la sección de apoyo para cubrir casi completamente la anchura de la viga superior.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

Fondo documental Archivo Municipal de Burgos

17-1838

LAS REHABILITACIONES DE LA CATEDRAL DE BURGOS.

AÑO: 1913-1930

TIPOLOGÍA: Castilletes metálicos exentos y cubierta de vigas armadas

ATRIBUIDO A: Vicente Lampérez y Julián Apráiz

Dentro de las innumerables operaciones llevadas a cabo para reparación y consolidación estructural en la seo burgalesa, algunas de ellas se enmarcan dentro de la construcción metálica por su facilidad para adoptar las formas habituales en la madera anteriormente utilizada, junto a la capacidad para adaptarse a formas complejas y sus características resistentes a tracción.

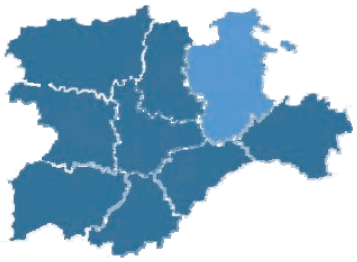
Así, pueden reseñarse distintos trabajos sucesivos entre los años 1890 y 1929 llevados a cabo por los arquitectos que fueron sucesivamente encargados de la conservación del monumento en esta época: Ricardo Velázquez Bosco, Vicente Lampérez y Julián Apraiz.

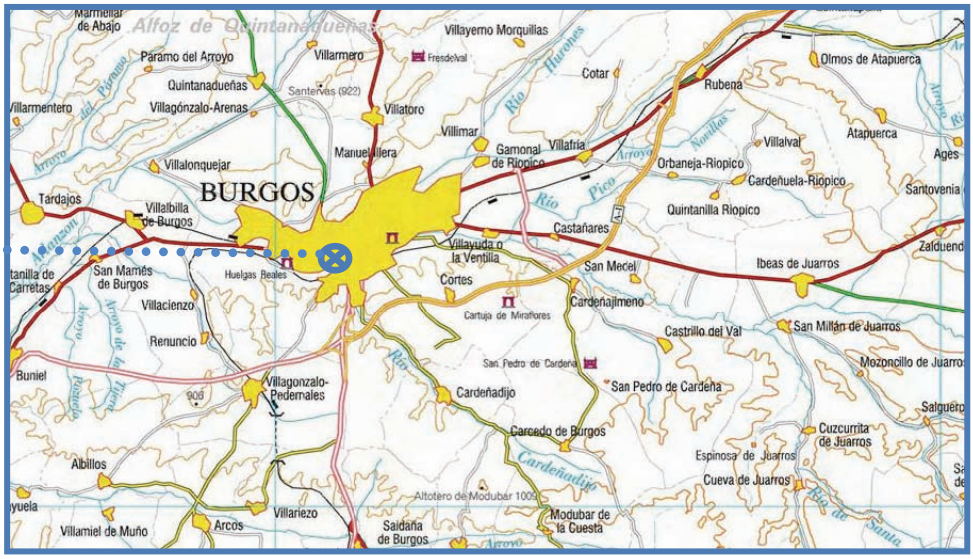
Fachada Principal de la Catedral de Burgos

Los huecos delatan la existencia de una estructura metálica interna casi centenaria.

UBICACIÓN

Núcleo urbano de Burgos capital.





ESQUEMA ESTRUCTURAL

Tras la caída de un rayo en la aguja sur en 1884, D. Ricardo Velázquez Bosco (arquitecto del Ministerio de Fomento) es requerido para realizar un estudio de necesidades para la Catedral, incluyendo el presupuesto de las obras a realizar en cada caso. Este trabajo fu entregado en 1889, y al año siguiente se aprobó la parte más urgente correspondiente a las agujas y el claustro. No obstante, Velázquez Bosco no tendrá oportunidad de llevar a cabo más que una pequeña parte de sus propuestas, destacando la reforma de la cubierta de la nave baja norte. Estas armaduras de madera sufrían de forma acusada los efectos de la constante humedad, por lo que se construye una "magnífica estructura de hierro y plomo", como la calificaría su sucesor en 1909.

En 1900, Vicente Lampérez aprovecha la aprobación de una serie de obras para incluir un presupuesto complementario correspondiente a las nuevas necesidades que había detectado al rebajar la cota del patio central a su nivel primitivo (a 1,15 m de profundidad): aparecieron una serie de codales de piedra que anclaban los contrafuertes al terreno (supuestamente ejecutados en el s. XVII), para cuya eliminación se preveía sustituir sus efectos por medio de un sistema de atirantado metálico. En particular se proponían cinchas metálicas de cobre en la parte exterior, junto a unos templadores en el interior, con objeto de solidarizar los muros interiores (a través de tirantes redondos de 24 mm de diámetro) a los del exterior del claustro, de carácter mucho más sólido al formar parte del cuerpo de la propia Catedral. También se describe la reconstrucción de un contrafuerte mediante un emparrillado metálico exterior, con objeto de evitar acometer el apeado completo a la altura de los riñones de las bóvedas que sostenía. De este presupuesto adicional surgió un nuevo proyecto redactado en 1908 que permitió la ejecución de las obras descritas.

Posteriormente, en 1909, se contempla la reforma de la cubierta de la nave baja sur a imagen de la intervención hecha por Velázquez Bosco en la norte, si bien en este caso se reconstruye mediante otra de madera y zinc, y no con vigas metálicas. Pero las obras más importantes y ejecutadas de manera mayoritaria con hierro y acero son las correspondientes a las agujas y campanarios. Ya en 1913, Vicente Lampérez redacta el proyecto correspondiente a la "Construcción de castillejos para las campanas en las torres de la fachada" integrando en su entramado resistente los perfiles y chapas metálicas como componente fundamental. Hasta ese momento los cuerpos altos de las torres incluían en su interior unos castillejos de madera de 18 m de altura con objeto de sostener las campanas, a las cuales ya se atribuían por entonces más de 200 años. Ejecutadas con tablas de roble y pino, con múltiples añadidos y reparaciones a lo largo de su vida, su estado se había deteriorado de tal forma que el peligro de accidente exigía una urgente actuación. El peligro de incendio por el estado reseco de las armaduras fue el elemento base que argüía el arquitecto para justificar su completa reconstrucción, en lugar de proponer reparaciones parciales que no harían sino demorar una actuación integral definitiva.

La propuesta sustituía las viejas estructuras por otras de acero en su misma posición, dentro de los dos últimos cuerpos de cada una de las torres. Para su apoyo inferior, se disponía de un voladizo de piedra de rigidez suficiente sobre los que sentaban los entramados resistentes de manera que se facilitaba la transmisión de las vibraciones del campanario hacia cuerpos inferiores de mayor grosor, disminuyendo su influencia en las partes altas más sensibles y vistosas de la fachada del edificio.

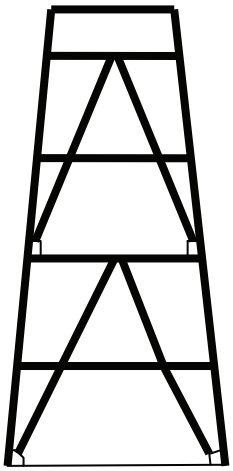
Aspecto actual de los castillejos desde las fachadas norte (izq.) y sur (drcha.).

La forma de los castillejos es un tronco de pirámide de base rectangular de dimensiones 6x6,65 m, con 13 m de altura y 6 pisos o emparrillados horizontales intermedios, siendo el primero la propia plataforma de apoyo en el segundo cuerpo de la torre; el segundo y el cuarto emparrillado es un piso cuajado transitable para los trabajos propios del campanario, mientras que el tercero y el quinto son entramados que permiten el apoyo de los cojinetes de los yugos de las campanas sobre los que giran en su movimiento. El último piso, el sexto, pretende servir de arriostrado y rigidización del conjunto, y por esta razón la distancia entre los dos últimos pisos es mucho menor que en el resto. De esta manera, el alzado se constituye de cuatro líneas de pilares oblicuos, con una inclinación que permite que la estructura quede completamente exenta de las paredes interiores de las torres, de manera que a la altura de cada piso se incluyen 4 vigas armadas con dos perfiles en U Nº16 unidos por sus almas, de igual manera que se constituyen los pies inclinados. Los pisos transitables se cuajaron con palastros cosidos a las vigas y a las viguetas sobre los que se apoyaban (éstas últimas con sección U Nº 10), a los que debe de añadirse una serie de angulares 70x70x7 que atan horizontalmente los dos últimos emparrillados.

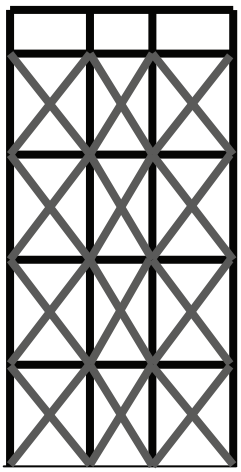
Cada uno de los cuatro alzados o paneles verticales mencionados, se arman con dos órdenes de tornapuntas (de igual sección que las vigas) que unen el punto medio de los pisos 5º y 3º, con los extremos de las vigas horizontales de los piso 3º y 1º respectivamente. Todas las señaladas uniones incluyen cartelas de chapa de dimensiones adaptadas al nudo en particular, en función del número de barras y la escuadría de las mismas. Lateralmente, cada cara inclinada se arriostra mediante cruces de san Andrés con secciones en U del Nº8. La parte central, entre los dos paneles intermedios, la integra una escalera metálica de ida y vuelta que permite subir a las diferentes alturas del castillejo, a la que puede accederse desde el balconcillo general de la fachada.

La memoria de este presupuesto adicional incluye la denominación con la que se conocía a cada una de las campanas en ese momento:

Nombre de la campanas	Diámetro (m)	Peso (kg)
Tecla	1,40	3000
Asunción	1,35	2700
Concepción	1,28	2300
Mauricia	0,95	900
Mauricia	1,00	1200
Volantines	0,70	400
Volantines	0,70	400
Esquilón	0,62	300
Esquilón	0,53	200
San José	1,00	1200
Esquilón Mauricia	1,55	4000
Esquilón Mauricia	1,75	6000



Alzado Frontal



Alzado Lateral

Marcos Rico identificaba alguna de estos nombres según las inscripciones que figuran sobre ellas (La Mauricia, San José, La Concepción, La Asunción y Santa Tecla), además de la tradición con que los propios campaneros hacen referencia a las mismas en sus trabajos de mantenimiento. Otras sin embargo no corresponden exactamente, como la Santa María, San Mamerto, Cristo Rey, Santa Bárbara…

Detalle de la estructura vista desde la Plaza de Santa María.

La memoria incluye también una serie de apartados de cálculo en los que el técnico describe las hipótesis y cargas utilizadas: peso propio de campanas y estructura y viento sobre cada elemento. El arquitecto incide en sobredimensionar parte de las barras, en particular aquellas con sección en U del Nº16 disponen de mayor escuadría de la estrictamente necesaria por sus resultados, con objeto asumir los efectos no tenidos en cuenta directamente en el cálculo (principalmente las vibraciones durante el movimiento de las campanas,).

Puede señalarse, además, que Lampérez exige en su pliego de condiciones que el acero de los perfiles para la ejecución de las estructuras debía de ser de fabricación nacional (Asturias o Bilbao).

Esta obra se prolongó durante unos seis meses, y durante la construcción se montaron una serie de vigas provisionales para colgar de ellas las campanas o apoyar sobre ellas los yugos, evitando así el estorbo que suponían para las labores constructivas; estas vigas se suspendieron en el muro exterior de las torres, a la altura de las trompas, y de ellas se colgaron las campanas más grandes, las que mayores dificultades presentaban o para su desplazamiento, ayudándose de cadenas de hierro. Las más ligeras fueron colocadas directamente sobre las propias bóvedas del cuerpo de las torres.

Otra de las intervenciones importantes fue efectuada por el vitoriano Julián Apráiz, quien entre otros proyectos, fue el encargado de construir los "castilletes" de las agujas. Las obras en la aguja sur comienzan el 20 de enero de 1927, recubriéndola completamente con un andamio poligonal, y construyendo una estructura interior a base de vigas armadas de hierro en forma de pirámide de manera que las aristas coinciden con las paredes de las agujas, reservando 20 centímetros de separación con la fábrica de piedra para evitar esfuerzos inducidos por las diferentes características en deformación de los materiales y permitir un espacio cómodo para futuras operaciones de mantenimiento. El castillete incluye una escalera central de caracol que asciende hasta el balconcillo de la cúspide, que hasta entonces no era accesible. Esta escalera es helicoidal, también completamente metálica, y con un núcleo central del que se apoyan los peldaños radialmente, ejecutados mediante chapas estriadas que se interrumpen en las mesetas coincidiendo con los entramados que sirven de arriostrado horizontal. Estos pisos consisten en dos octógonos concéntricos, atados radialmente con una serie de barras, de manera que el octógono interior sirve para formar el hueco de la escalera (con dimensiones constantes en todos ellos), y el exterior va reduciendo su tamaño proporcionalmente a la altura para adaptarse a la forma de esta parte del monumento, partiendo de un tamaño máximo del polígono de 3,07 m de lado. El conjunto de piezas metálicas, firmemente cosidas entre sí con platabandas y cartelas, forma un todo estable y adecuado a la misión resistente. En total existen seis mesetas, dispuestas a 2,9 m, 5,75 m, 9,05 m, 12,5 m, 15,90 m, y la sexta a 19,4 m respecto del arranque (a cota del propio balconcillo superior). El propio Marcos Rico lamenta en alguno de sus comentarios que la escalera introduzca un elemento opaco que impide el paso de la luz a través de los calados de piedra, pero reconoce que el refuerzo estructural era necesario para asegurar la durabilidad de las partes más altas del templo.

Las obras en la aguja sur se dieron por concluidas en diciembre de 1928, mientras que las de la norte se prolongaron entre diciembre de 1929 hasta mayo de 1930.

Finalmente, Apráiz también redactó en 1929 un proyecto que incluía una serie de operaciones en la cubierta del crucero. En la memoria, se describe y justifica una azotea "a la catalana" para sustituir la existente en la cubierta central, señalando como ventajas la posibilidad de realizar inspecciones de mantenimiento en los ocho pináculos del cimborrio, y su economía respecto a una cubierta ordinaria (ya que permitió aprovechar los acopios de perfiles metálicos existentes en ese momento en los sótanos de la Catedral), además de las nuevas vistas que se obtienen de la ciudad que, según señala el autor, son más bellas que desde las propias agujas, ya que pueden dirigirse a cualquier dirección.

La estructura consta de un entramado horizontal y forjado metálico, que deja una cámara de aire hasta una triple bóveda de rasilla cerámica con juntas encontradas, permitiendo la libre dilatación y los movimientos diferenciales entre las mencionadas capas. Para su construcción se previó desde el proyecto el desmontaje de uno de los tímpanos de madera de la plementería de la bóveda del cimborrio con objeto de permitir el izado de los materiales necesarios. En este mismo documento, se incluye también otro de los posibles usos del hierro y acero en la restauración de monumentos o edificios históricos que ya había sido prevista anteriormente por Lampérez pero no se había llegado a realizar: la reparación de una grieta pasante en el parteluz del tercer cuerpo de la torre norte. Para ello el arquitecto diseñó un sistema de apeado mediante dos ordenaciones de tornapuntas y pretendía ejecutar su cosido con cinchos metálicos. No obstante, durante la tramitación del expediente se incluyó una memoria y presupuesto adicionales para eliminar esta parte del proyecto, ya que un alarmante aumento del grosor de las grietas hizo necesaria una reparación de urgencia que fue adosada a la liquidación de las obras de las agujas de este lado.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

LÁZARO LÓPEZ, AGUSTÍN

La Historia de un Renacimiento. La Catedral de Burgos en los siglos XIX, XX y XXI.

La Catedral de Burgos. Ocho siglos de Historia y Arte.

Diario de Burgos, 2008

RICO SANTAMARIA, MARCOS

La Catedral de Burgos. Patrimonio del Mundo

Ed. Heraclio Fournier, 1985.

Archivo General de la Administración

Fondo del Ministerio de Educación y Ciencia

Legajos 13184-2, 13184-9 BIS, 13-184-11, 13-184-13, 13-184-8.

RESTAURACIÓN DE LA CUBIERTA DE LA IGLESIA DE VILLAHOZ

AÑO: 1914-1916

TIPOLOGÍA: Armazón metálico

ATRIBUIDO A: José Calleja Lozano

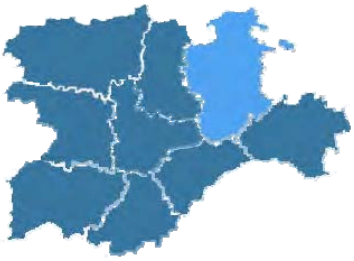
La reparación de las cubiertas de este templo es un buen ejemplo del uso de la tecnología metálica en la arquitectura eclesiástica que se llevó a cabo en algunas iglesias rurales durante las primeras décadas del siglo XX.

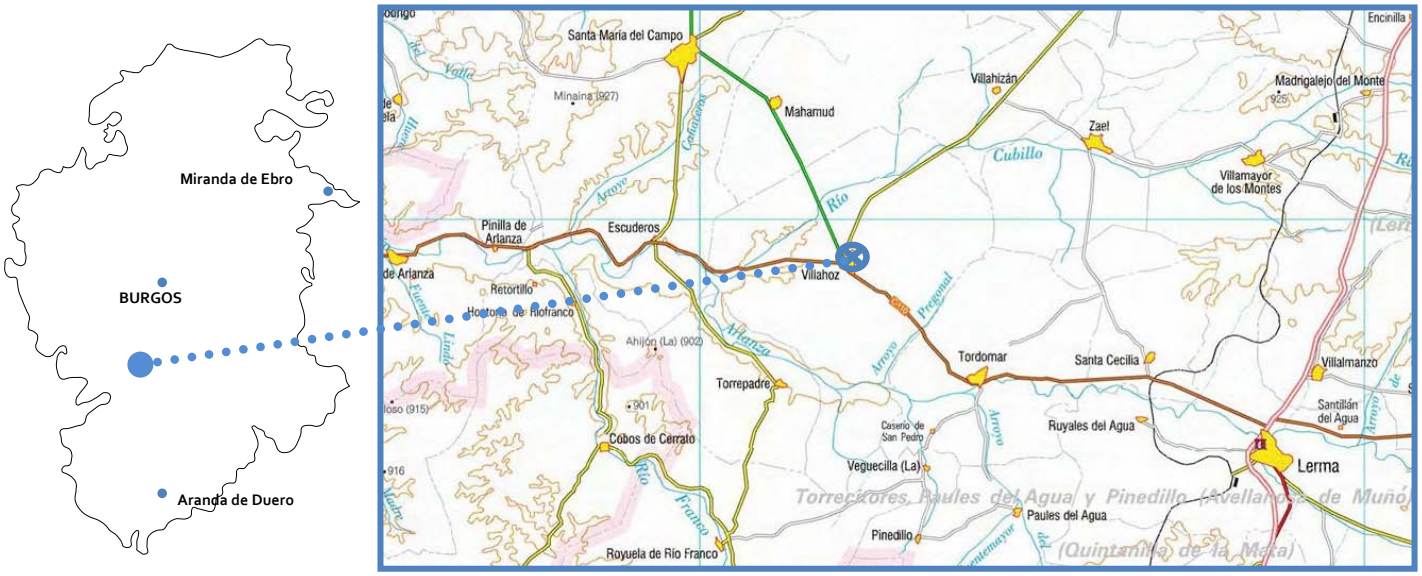
En este caso se procedió a la sustitución de las viejas armaduras de madera por otras cerchas de hierro con uniones roblonadas.

Aspecto actual de la iglesia de Villahoz y sus cubiertas tras las últimas obras de consolidación y retejado.

UBICACIÓN

Núcleo urbano de Villahoz (Burgos)





ESQUEMA ESTRUCTURAL

El hueco entre bóveda y cubierta se armó con una estructura metálica a principios del s. XX

Ya en 1863 se procede a una reparación puntual de parte de las estructuras del edificio por parte de D. Pedro de Guinea, con la ayuda de Pío Ortiz y Losa.

No obstante, los hechos acaecidos el 25 de junio de 1911 exigieron el cierre temporal del templo y una reconstrucción integras de las cubiertas y la torre. En esta fecha, durante las funciones religiosas que se celebraban en su interior a las cuatro de la tarde (con motivo de las fiestas del Sagrado Corazón de Jesús), varios vecinos entraron en la iglesia alertados por el humo y las llamas que salían desde las troneras del campanario. Inmediatamente se desalojó la iglesia, pero se no pudo siquiera intentar su extinción por las dimensiones que el fuego había adquirido y comenzó a extenderse rápidamente por el resto del tejado dado que su construcción incluía gran cantidad de madera tanto en la estructura portante como en los entarimados del piso, ni tampoco se contaba con los medios adecuados para proceder a atajarlo.

Durante doce horas estuvo ardiendo toda la cubierta hasta que a las cuatro de la madrugada llegaron los bomberos desde Burgos, momento en el que prácticamente toda la techumbre se había reducido a cenizas. No obstante se realizó una inspección inicial por parte del jefe del cuerpo de bomberos, aparejador de obras de la capital, quién prohibió la entrada y el paso alrededor del inmueble como medida preventiva de posibles accidentes.

Tras una nota informativa emitida por el párroco D. Felipe Fernández Villarán explicando lo ocurrido al Arzobispo, el 27 de septiembre llega el pueblo el arquitecto diocesano D. José Calleja. Un reconocimiento del estado de columnas y bóvedas permitió asegurar que la estructura de fábrica no presentaba patologías de gravedad, si bien debía procederse a la completa reconstrucción de las estructuras de las cubiertas y la torre.

Los trámites para conseguir la financiación se demoraron durante 3 años, ya que no fue hasta 1914 cuando se formalizó el expediente para la inversión de la primera parte de las obras, que se ejecutaron por administración, mediante el libramiento de una partida a justificar que permitiría comenzar su ejecución y que llegó a manos del párroco el día 14 de febrero. El primero de julio se cierra el balance de las cuentas de la parte concluida, certificando con su firma el mencionado arquitecto la correcta finalización y buena calidad de los materiales empleados en las obras realizadas por Eutiquiano de la Hija y sus cinco peones.

Posteriores etapas constructivas se sucedieron los años posteriores, una entre el 2 de julio y el 18 de septiembre de 1915, y otra definitiva que se certifica el 3 de junio de 1916 con la correspondiente firma de D. José Calleja Lozano, llevada a cabo por el mismo capataz que las iniciales.

Las cerchas se distribuyen en sentido longitudinal, completándose el arriostrado con tirantes y péndolas que atan y solidarizan el conjunto

En la carta que el sacerdote escribe al Arzobispo en abril de este año, con objeto de solicitar parte del legado que Doña Petronila Casado había concedió en su testamento a las reparaciones de templos de la diócesis, describe que es necesaria una aportación para su empleo en "acopio de materiales, armaduras metálicas, madera, etc...", dejando claro que la parte estructural fue realizada con esta tipología constructiva.

La torre tuvo que ser rehabilitada tras el incendio de 1911

Una visita al interior de las bóvedas del templo, recientemente remozadas, permiten observar lo realizado en esta época: el tejado sobre las mismas se sostiene sobre una serie de cerchas metálicas que apoyan sobre las fábricas de las fachadas laterales. Estas armaduras se componen de un par superior y un cordón a tracción, entre los cuales disponen de un sistema de montantes y jabalcones, todas ellas elaboradas mediante perfilería y unidas con roblones entre sí a través de cartelas de palastro de dimensiones adecuadas.

El arriostrado se realiza de forma longitudinal con vigas en cumbrera y unos zunchos a la altura de los apoyos, de forma que permiten introducir en el conjunto una serie de tirantes entre los mencionados cuchillos. Con este sistema se consigue puntos intermedios de atado que evitan empujes laterales por deformación en los zunchos que recorren la coronación de las fábricas, independizando así las cargas horizontales que son absorbidas por la estructura metálicas, de las verticales que viajan a través de los cuerpos de fachada.

Reproducción de una de las misivas enviadas al Arzobispado para la solicitud de fondos con objeto de completar las obras de reparación.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

Archivo Diocesano del Arzobispado de Burgos

Sección 6.3.1, Obras.

Villahoz. Expedientes para reparaciones 1861-1914.

APARICIO AHEDO; OSCAR IGNACIO.

Villahoz.

Ayuntamiento de Villahoz, 2008.

9. Construcciones asociadas al ferrocarril: los almacenes y los depósitos de agua

MUELLES DE LINEA DE FERROCARIL VALLADOLID-ARIZA. PROVINCIA DE BURGOS

AÑO: 1894

DIMENSIONES: Módulos de 7,5 m, en función de la categoría de la estación.

ATRIBUIDO A: E. Simón

OBSERVACIONES:

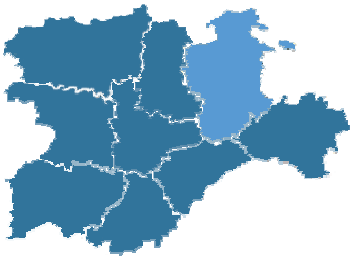
- **Proyecto de estaciones inicial con fecha 12 de abril de 1893, aprobado definitivamente el 38 de marzo de 1894 tras dictamen de la Junta Consultiva de Caminos, Canales y Puertos.**
- **Catalogados por un estudio de D. Eduardo González Fraile en 1992 para la Consejería de Fomento de la Junta de Castilla y León.**

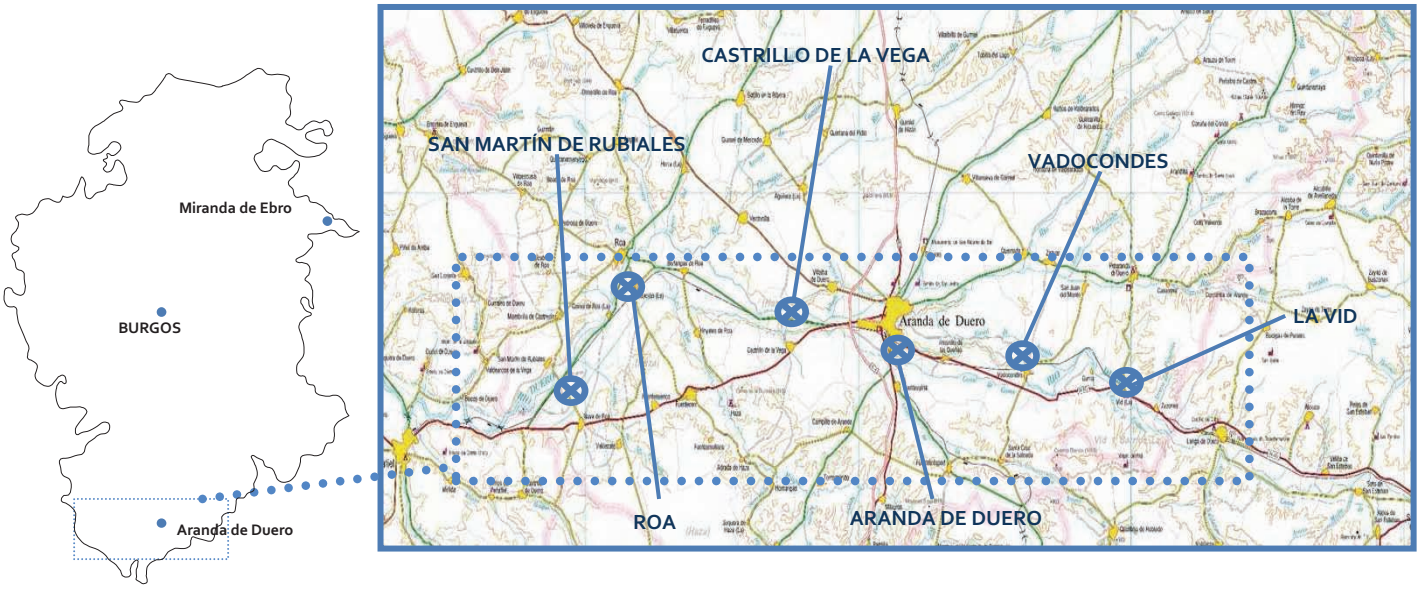
Estos edificios fueron ejecutados aprovechando un diseño idéntico en todas las estaciones, disponiendo la misma estructura en todos ellos y únicamente diferenciándose en su longitud, la cual dependía de la categoría de la estación de que se tratara.

Vista de una de la fachada occidental del almacén de San Martín de Rubiales.

UBICACIÓN

Varios municipios de la provincia de Burgos.



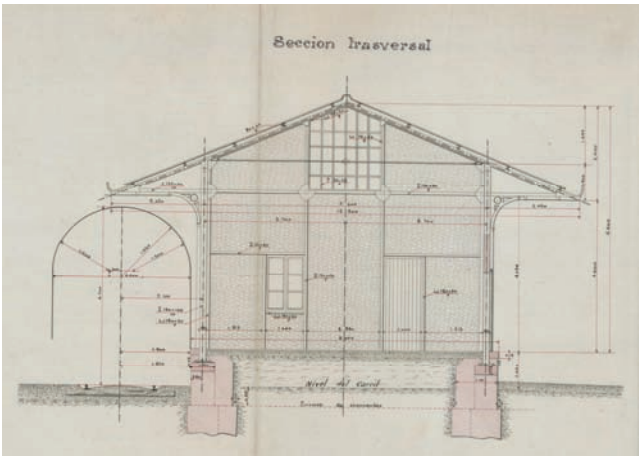


ESQUEMA ESTRUCTURAL

El esquema arquitectónico de todos estos edificios responde a un tipo diseñado para la línea, lo que permitió su construcción con elementos prefabricados en serie, tal como puede comprobarse al comparar los almacenes de las diferentes estaciones. El proyecto de las edificaciones de la línea fue revisado por la Junta Consultiva de Caminos, Canales y Puertos en 1894, emitiéndose un informe en el que se ponía de manifiesto la escasa definición aportada para la ejecución de los mismos. La Compañía de ferrocarriles M.Z.A. (Madrid-Zaragoza-Alicante) había hecho mención a los ya construidos en otras de sus líneas, y esta crítica inicial no fue impedimento para que los trabajos se desarrollaran con notable rapidez y calidad.

El sistema constructivo es heredero de los métodos de modulación durandianos. En particular, los muelles se organizaron en módulos de 7,5 m cada uno, un tamaño adaptado a la longitud de los vagones de la época que permitía optimizar las operaciones de carga y descarga desde éstos en las naves de almacenamiento. Así, mediante un único pórtico tipo, y repitiéndolo consecutivamente en función del número de módulos, se consiguió un sistema prefabricado de carácter eminentemente práctico y funcional.

Los muelles presentan por lo tanto una planta rectangular de 7,5 m de anchura, y cuya longitud es un múltiplo de este número. La estación de Aranda disponía inicialmente de 7 módulos (alcanzando por tanto los 52,5 m de largo, aunque posteriormente se ampliaría con dos módulos más). Las de 3ª clase, como Roa, tienen 3 módulos (22,5 m) y las de 4ª tan solo dos (15 m), como ocurre en San Martín de Rubiales y Castillo de la Vega. Con posterioridad se añadieron nuevos puntos de descarga en La Vid y Vadocondes, con 2 y 3 módulos respectivamente.



Plano de alzado de los pórticos testeros según proyecto constructivo.

Panorámica del edificio de almacenes de Roa.

Aspecto actual de los almacenes de La Vid.

Los pórticos biapoyados se organizan con dos pilares exteriores es doble T 180x80 que ascienden 7,65 m hasta el nudo de encuentro con el par principal de cubierta, configurando así un alzado casi cuadrado y únicamente deformado por los dinteles inclinados y los aleros que sobresalen lateralmente 2.1m. Estos salientes se sostienen mediante unas ménsulas reforzadas en el nudo de unión con los soportes verticales mediante una cartela decorativa en las fachadas testeras. Estas cartelas están formadas por una pieza de fundición calada de formas curvas y huecos redondeados, remachadas a una chapa exterior que se adapta a la forma cóncava del hierro. En los pórticos interiores este remate se simplificaba a un encuentro directo.

Detalle de una de las cartelas del alero en San Martín de Rubiales

Las dos fachadas extremas disponen de dos pilares intermedios que son atravesados por una viga de atado que prolonga la parte en voladizo interiormente, atando los soportes mediante cartelas poligonales.

Este esquema es diferente en los pares interiores, en los que los dinteles de cubierta se mantienen sujetos por un tirante redondo que se une en los extremos mediante una pieza en diapasón y un sistema roscado para introducir la tensión adecuada. Esta barra se une a la cumbrera con un pendolón que lo sostiene desde un templador dispuesto en su punto medio. La disposición de las vigas de cubierta no coincide con la de los pilares, apoyándose sobre una viga longitudinal en celosía, con cruces de san Andrés que sirve para el arriostrado de las columnas en esta dirección y permite a su vez la adecuada ventilación del interior.

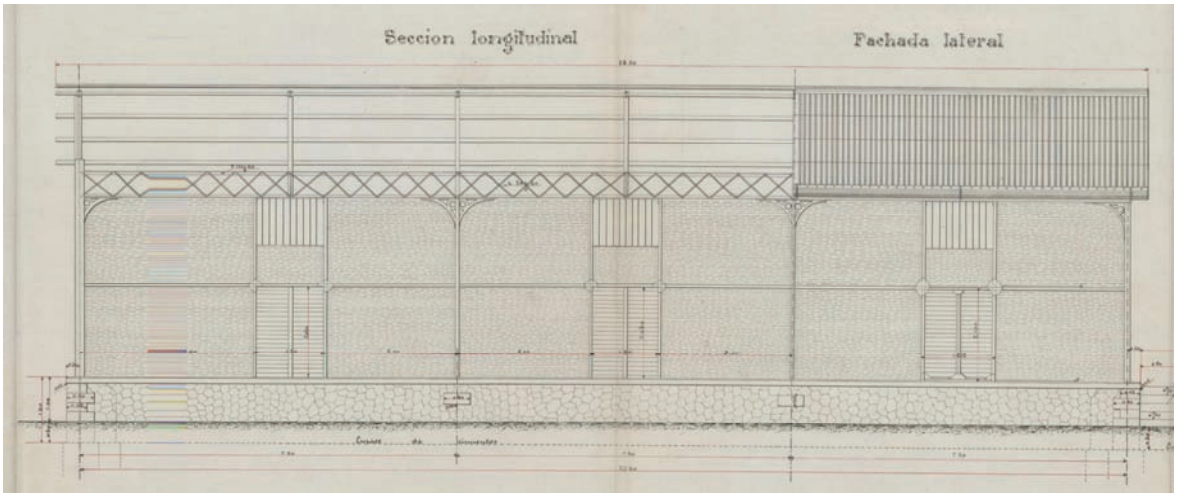
Sobre esta viga acomete los pares superiores y su extensión en ménsulas laterales, con montantes verticales que transmiten el peso y las cargas desde la cubierta, disponiendo además de una pieza en forma de peine que cubre el hueco entre los pares y celosía a lo largo de todo el cuerpo de la nave. De esta manera se consigue mayor superficie abierta para iluminación y ventilación, con un cerramiento de barrotes que impide el acceso libre al interior.

Perspectiva de la cubierta desde el interior, con los tirantes en primer plano (San Martín de Rubiales).

Detalle de la pieza de unión del tirante, con la viga en celosía longitudinal (San Martín de Rubiales).

Aguada y almacenes de la estación de Aranda-Chelva.

Muelle de la estación de Vadocondes.



Sección longitudinal de un muelle en estación de tercera clase según proyecto original.

El arriostrado se completa con vigas a media altura en las fachadas laterales, que forman los huecos para las puertas de acceso y sirven de dintel, además de las propias corres superiores que sostienen los elementos de cubrición. El propio cerramiento también permite controlar la traslacionalidad de los pórticos, ayudándose por otro lado de unos refuerzos en los nudos de unión entre pilares y celosía. Este refuerzo se materializa con una cartela similar el remate de las ménsulas extremas anteriormente descritas, con piezas de fundición de formas curvas que completan la arquitectura metálica del edificio dotándola de una cierta homogeneidad.

FUENTES Y BIBLILOGRAFÍA

ARENAL GUTIERREZ, NORBERTO

Materiales y construcción en la arquitectura ferroviaria del corredor del Duero. Línea de FFCC Valladolid – Ariza, tramo Valladolid (Km 0,558) – Aranda de Duero (Km 98,683)

"Actas del Segundo Congreso Nacional de Historia de la Construcción. A Coruña, 22-24 octubre 1998"

Instituto Juan de Herrera, SEdHC, U. Coruña, CEHOPU (1998).

Archivo Histórico Ferroviario (A.H.F.)

Signatura B-0096-001-004. Tipos de muelles de una estación de tercera clase (25 de abril d e 1863)

Signatura B-0096-001-005. Tipos de muelles de una estación de cuarta clase (25 de abril d e 1863)

Signatura B-0097-003-022. Tipo de muelle cerrado con cubierta de hierro

DEPOSITOS ESTACIÓN DE ARANDA DE DUERO-CHELVA. FFCC VALLADOLID-ARIZA

AÑO: 1894

ALTURA: 10 m

DIÁMETRO: 4,5 m

ATRIBUIDO A: E. Simón

OBSERVACIONES:

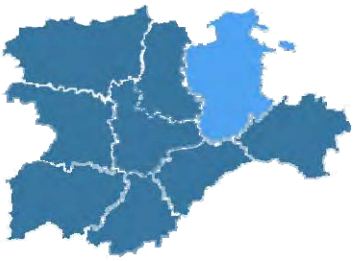
- **Proyecto de estaciones inicial con fecha 12 de abril de 1893, aprobado definitivamente el 38 de marzo de 1894 tras dictamen de la Junta Consultiva de Caminos, Canales y Puertos.**
- **Catalogados por un estudio de D. Eduardo González Fraile en 1992 para la Consejería de Fomento de la Junta de Castilla y León**

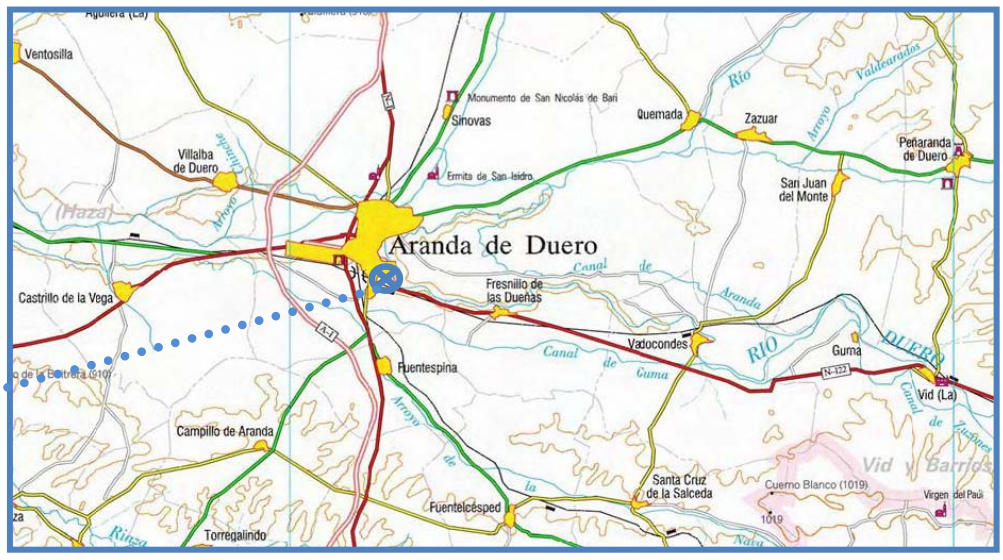
Dentro de las diferentes instalaciones de la estación, se conservan unos depósitos de agua metálicos para la recarga de las locomotoras de vapor dentro de la línea de ferrocarril de Valladolid a Ariza.

En la estación de Aranda se mantienen los dos depósitos de agua que servían para llenar las calderas de las locomotoras.

UBICACIÓN

Municipio de Aranda de Duero (Burgos)



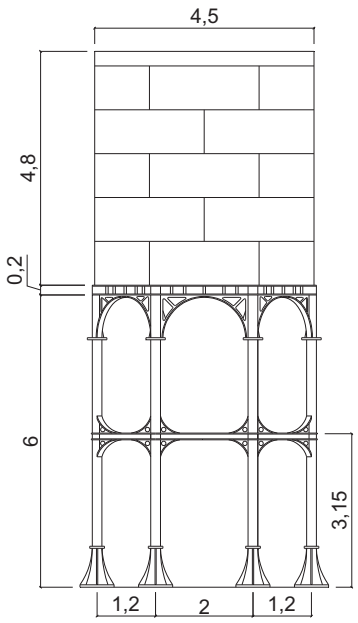


ESQUEMA ESTRUCTURAL

La estética de los depósitos de esta línea de ferrocarril responde a un diseño único que se repite en varias estaciones. La delicadeza de sus detalles y la esbeltez de los perfiles de sus apoyos, fruto de un ajustado estudio estructural, merecen su conservación como un claro ejemplo de las posibilidades técnicas y artísticas que se desarrollaron a finales del s XIX.

La estación de Aranda-Chelva cuenta con dos de estos depósitos. Cada uno de ellos consta de un bidón superior ejecutado con chapas roblonadas y unidas a tope de forma que se garantiza la completa estanqueidad. Este recipiente tiene forma cilíndrica, con 4,5 m de diámetro y 4,8 m de altura, con un acabado superficial prácticamente liso hacia el exterior.

Lo más llamativo lo constituye la estructura de soporte, formada por seis pilarcillos que elevan hasta los seis metros de altura la cota inferior del depósito, dotándole de la altura necesaria para el correcto suministro a las locomotoras de vapor que de ellos se servían a través de una aguada que se alza en sus inmediaciones. Estos pies derechos de fundición presentan sección circular de 20 cm de diámetro, y se montaron en dos piezas de 3 m. En el punto medio, la zona de unión de éstas, se dispusieron barras perimetrales en doble T que atan estos puntos para arriostrarlos, consiguiendo reducir de esta manera la longitud total de pandeo. No obstante, el sistema de arriostrado se completó en otros casos con cruces de san Andrés que unían los extremos consecutivos de cada uno de los soportes, si bien no en todas las estaciones (como en esta de Aranda) ocurre esto.



Las estructuras vistas desde dos ángulos diferentes.

Los apoyos presentan unas piezas de engrosamiento inferior, que de forma progresiva amplían la anchura de los pilares hasta los 0,70 m, reforzando las secciones extremas en estas zonas. Pero las partes más llamativas son sin duda alguna los nudos intermedios entre barras. Por un lado, el zuncho intermedio dispone de unas cartelas de forma redondeada, de fundición calada, que forman una cruz en cada uno de estos puntos de unión. La parte superior, la que recoge el asiento del depósito propiamente dicho, se compone de una especie de arcos que refuerzan cada uno de los dinteles, dotando de un acabado particular a la parte más alta de los soportes a modo de capitel.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

ARENAL GUTIERREZ, NORBERTO

Materiales y construcción en la arquitectura ferroviaria del corredor del Duero. Línea de FFCC Valladolid – Ariza, tramo Valladolid (Km 0,558) – Aranda de Duero (Km 98,683)

"Actas del Segundo Congreso Nacional de Historia de la Construcción. A Coruña, 22-24 octubre 1998"

Instituto Juan de Herrera, SEdHC, U. Coruña, CEHOPU (1998).

DEPÓSITOS DE LA LÍNEA FFCC SANTANDER-MEDITERRÁNEO. BURGOS

AÑO: 1929

ALTURA: 9 m

DIÁMETRO: 5 m

ATRIBUIDO A: José de Aguinaga y Keller

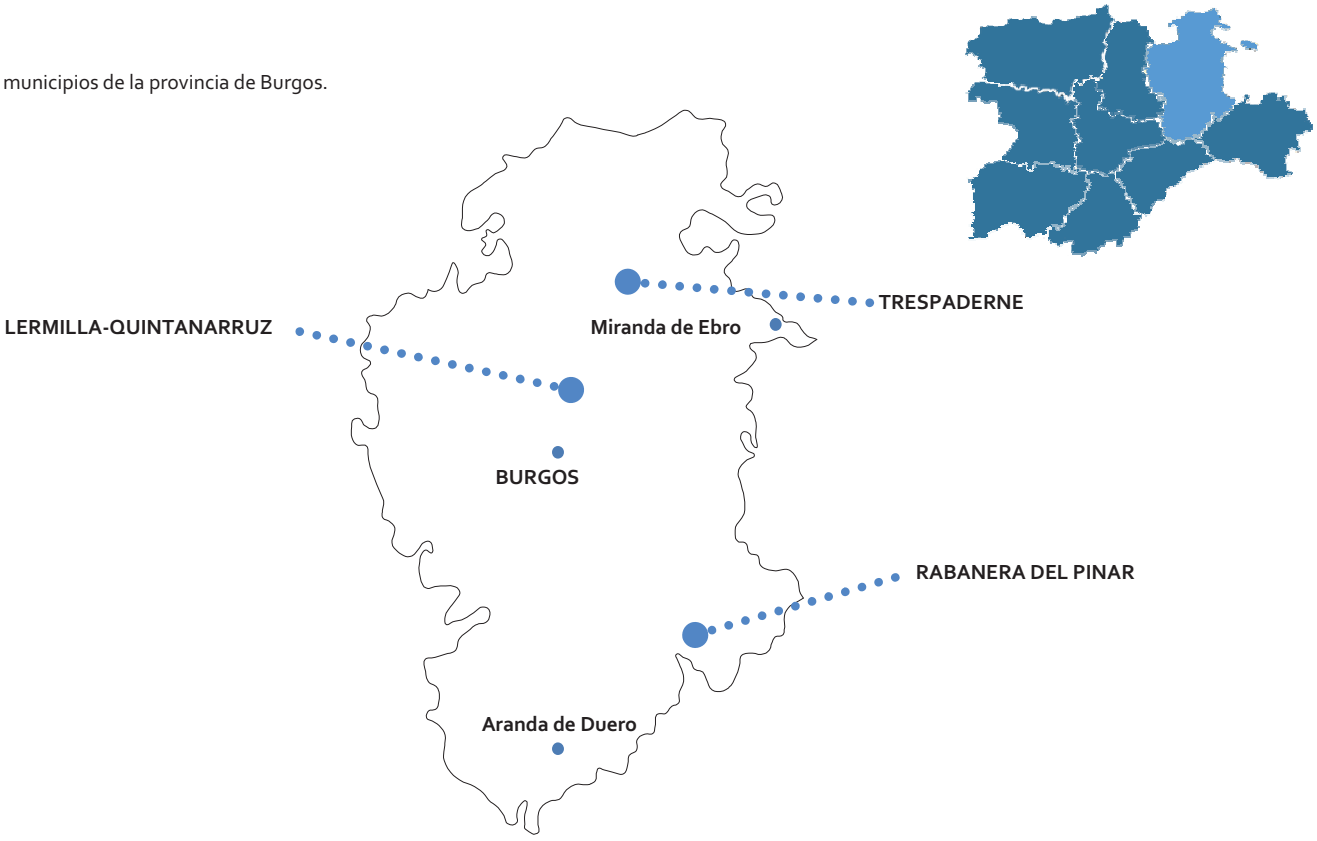
A lo largo del recorrido de la línea de Ferrocarril Santander-Mediterráneo se distribuyeron varios de estos depósitos siguiendo un esquema constructivo idéntico.

Con un alzado similar a los más antiguos del Valladolid-Ariza, se adoptó en este caso una solución más funcional desde el punto de vista estético, pero con los mismos principios de organización estructural, y aplicando otro tipo de posibilidades que ofrece la tipología metálica a partir de perfiles comerciales.

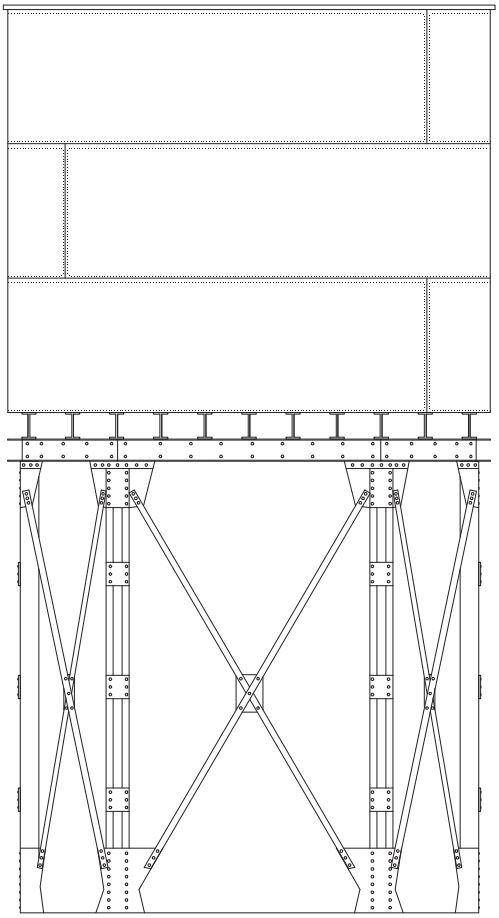
Aspecto del depósito que se yergue en los aledaños de la antigua estación de Trespaderne.

UBICACIÓN

Varios municipios de la provincia de Burgos.

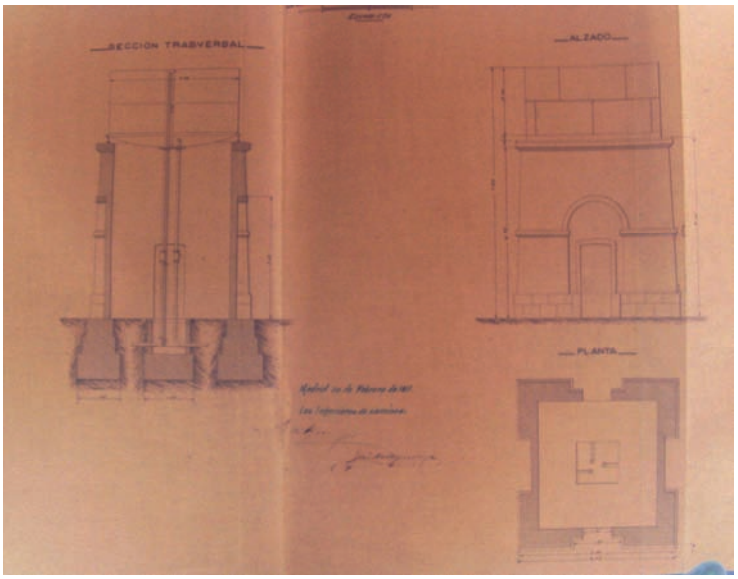


ESQUEMA ESTRUCTURAL



Alzado del depósito tipo Santander-Mediterráneo.

Los croquis inicialmente propuestos por los Aguinaga, Ramón y José, en el proyecto inicial del concurso de 1911 preveían un zócalo inferior de fábrica sobre el que se asentaba un cilindro a base de chapas remachadas. Con los cambios y nuevas exigencias que hubo de realizarse para adaptar en ancho de vía al ibérico, y el trazado definitivo de la línea (cuyas obras no empezaron hasta 1925), se propuso finalmente otra metodología constructiva basada totalmente en perfilería metálica y palastros a medida.



Diseño inicial del depósito tipo, según proyecto de 1911.

De lo que queda de las estaciones de esta línea, pueden todavía verse los que se construyeron en varias de ellas en Trespaderne, Lermilla-Quintanarruz y Rabanera del Pinar. Todos ellos siguen el mismo esquema y se ejecutaron íntegramente en material metálico: una estructura inferior portante que elevaba el recipiente superior para conseguir cota, el cual se apoyaba sobre 11 perfiles laminados de sección doble T. Todas las uniones están resueltas mediante roblones, añadiendo una carga de artesanía al conjunto que es característico de las realizaciones anteriores a la generalización de la soldadura que constituye, particularmente, uno de los atractivos estéticos de esta época.

El estado de conservación es similar en todos los casos, si bien el de Rabanera ha adoptado un característico color rojizo por efecto de la corrosión en las chapas, efecto que también comienza a ser notorio en el de Lermilla.

Detalles de los perfiles de apoyo y cartelas superiores.

El soporte se constituye de seis pilares de sección compuesta, formados por dos perfiles en U empresillados a tres alturas, que se refuerzan en sus extremos con unas cartelas de chapa a ambos lados de los mismos. Desde estos nudos finales, se conectan entre sí con un arriostrado a base de cruces de san Andrés. Cada una de estas diagonales dispone de dos perfiles angulares superpuestos que atan desde las caras interior y exterior el punto medio de las mismas, en el cual se unen a una chapa rectangular de dimensiones suficientes para el espacio que exige el roblonado.

La disposición de las presillas es quizá el elemento diferenciable e identificativo de este conjunto, sistema que también fue utilizado por la contrata inglesa en la construcción de una nave-almacén en Burgos, y que no es visible por el contrario en los depósitos más antiguos del Valladolid-Ariza (en los que la fundición es todavía el material principal para los soportes). Esta forma de construir pretende aprovechar las ventajas de la seriación, rindiéndose a los criterios económicos y de plazos de ejecución, frente a los puramente artísticos o arquitectónicos en los que el hierro moldeado permite cualquier tipo

Alzado de un pilar y detalle de uno de lo apoyos.

En Rabanera, el metal ha sufrido el paso del tiempo instalándose una pátina de herrumbre sobre su superficie.

La estructura del depósito de Lermilla-Quintanarruz también responde a la tipología propia de la línea Santander Mediterráneo.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

Inventario de puentes y pasos del Ferrocarril Santander Mediterráneo

www.FCSM.es, (2008)

Perfil longitudinal Línea de Calatayud-Cidad

Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles, Vías y Obras (1947)

Archivo Histórico de la Diputación de Burgos

OS. 1 (1/5) Proyecto de FFCC Estratégico de Burgos a Soria y Calatayud (1911)

TALLERES DE LA ESTACIÓN DE HORNA-VILLARCAYO. FFCC SANTANDER-MEDITERRÁNEO

AÑO: 1930

DIMENSIONES: pórticos de 25 m de luz

TIPOLOGÍA: Estructura metálica con cerchas Polonceau de 4tramos, peraltadas.

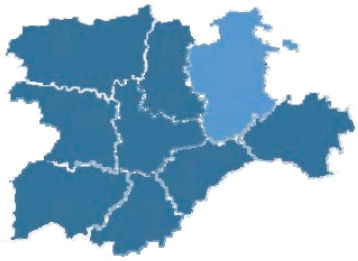
ATRIBUIDO A: José de Aguinaga

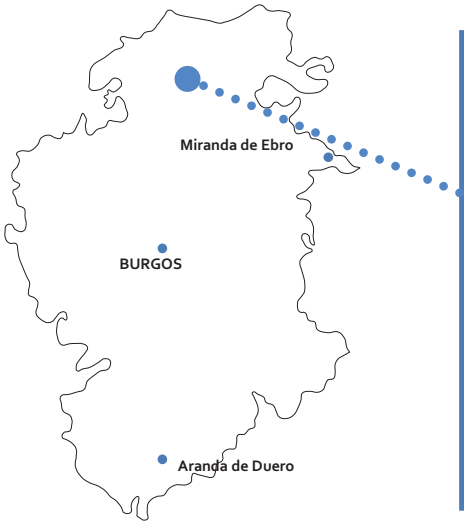
Todavía se conserva la estructura metálica correspondiente a los talleres de la línea Santander-Mediterráneo en la estación de Horna-Villarcayo, si bien tan solo se mantienen en pie los pilares y cubierta, dejando visible todo el entramado resistente. Las maniobras de entrada se realizaban gracias a la rotonda anexa, que permitía girar los vagones y locomotoras hasta encarar los carriles de acceso a las instalaciones.

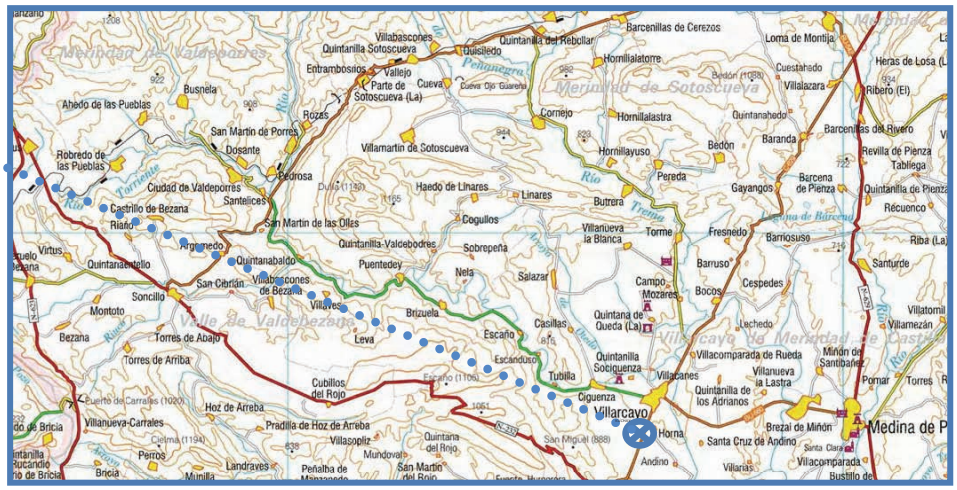
Panorámica de la nave de talleres con la rotonda en primer plano.

UBICACIÓN

Municipio de Villarcayo de Merindad de Castilla la Vieja (Burgos)







ESQUEMA ESTRUCTURAL

Tal como señalan las chapas que se pueden ver en la viga giratoria de la rotonda, la ejecución de la estructura debió ser encargada a los Talleres del Astillero de Santander, demostrando así que entrado el siglo XX la industria siderúrgica nacional proporcionaba ya materiales de calidad suficiente para la ejecución de las infraestructuras de ferrocarril. Ejemplos de este tipo pueden encontrarse en otras estaciones con piezas que llegaban desde Gijón o Valladolid.

La estructura se compone de 4 pórticos metálicos biapoyados, y dos fachadas testeras de fábrica, todos ellos con la misma forma a la que se adaptaba la cubierta superior a dos aguas. La planta tiene un desarrollo curvo típico en instalaciones de talleres ferroviarios, mejorando la funcionalidad durante las operaciones con el material móvil desde la rotonda.

En primer lugar, los pilares están ejecutados mediantes perfiles compuestos empresillados, que se alzan hasta el nudo de encuentro donde se apopya el par de cubierta. Desde este punto se erigen cerchas tipo Polonceau de 4 tramos, ligeramente peraltadas, consiguiendo así algo más de altura libre en el centro. Cada uno de los dinteles inclinados dispone de una celosía con tres bielas y cuatro diagonales (dos principales y dos secundarios que cierran la triangulación). Los vértices interiores de estas celosías se atan mediante un tirante intermedio que controla las deformaciones y minimiza la introducción de esfuerzos laterales en los soportes verticales, consiguiendo de esta manera mayores luces que con otros sistemas más simples de construir, llegando en este caso hasta los 25 m entre soportes exteriores.

Perspectiva de uno de los pórticos con el pilar empresillado en primer plano. Se puede intuir la disposición curva en planta.

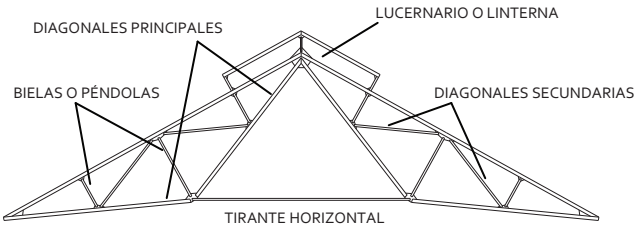
Alzado de una de las cerchas Polonceau de cubierta, con el sistema de tirantes y diagonales.

Las uniones se resuelven en todo caso mediante roblones, utilizando cartelas intermedias en los nudos que así lo exigen para asegurar una correcta transmisión de esfuerzos y centrando de esta manera la intersección de los ejes de las barras. Las secciones utilizadas destacan por su esbeltez, resultado de un afinado cálculo de los perfiles necesarios en cada una de las posiciones.

Detalle de la ejecución de nudos espaciales en pilares y cerchas.

Vista frontal de la cubierta de los talleres.

Las correas superiores arriostran el entramado en sentido longitudinal dejando espacio para una linterna en la parte central, a la altura de la primera de las bielas de la cercha. El intereje adoptado permitió un perfecto atado de la estructura como así queda patente en su estado actual: la estructura metálica pervive al paso del tiempo frente a la desaparición de todos los elementos de cubrición y cerramiento laterales, dejando ver su esqueleto resistente.



Esquema de una de las cerchas Polonceau de cuatro tramos.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

Perfil longitudinal Línea de Calatayud-Cidad

Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles, Vías y Obras (1947)

WAIS Y SAN MARTÍN, FRANCISCO

Historia de los ferrocarriles españoles

Editora Nacional, 1974

10. Marquesinas, galerías y mobiliario urbano.

MARQUESINA HOTEL NORTE Y LONDRES. BURGOS.

AÑO: 1910

TIPOLOGÍA: Marquesina de hierro fojado

ATRIBUIDO A: R. Elosegui

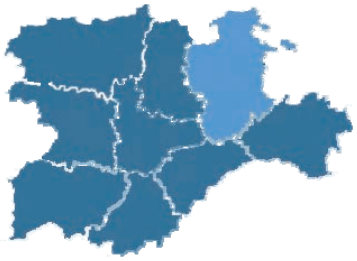
La fachada principal del edificio dispone de una marquesina de principios del s. XX que todavía conserva la estructura metálica original, y cuya decoración responde fielmente a la propuesta del diseño reflejado en los planos que se aportaron para la solicitud de la correspondiente licencia municipal.

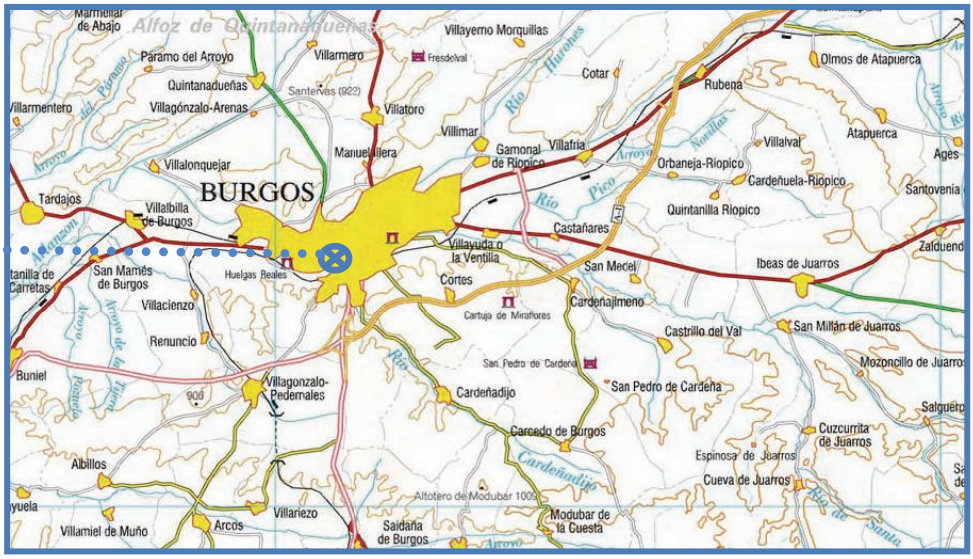
La puerta del hotel en la actualidad.

Vista frontal de la marquesina

UBICACIÓN

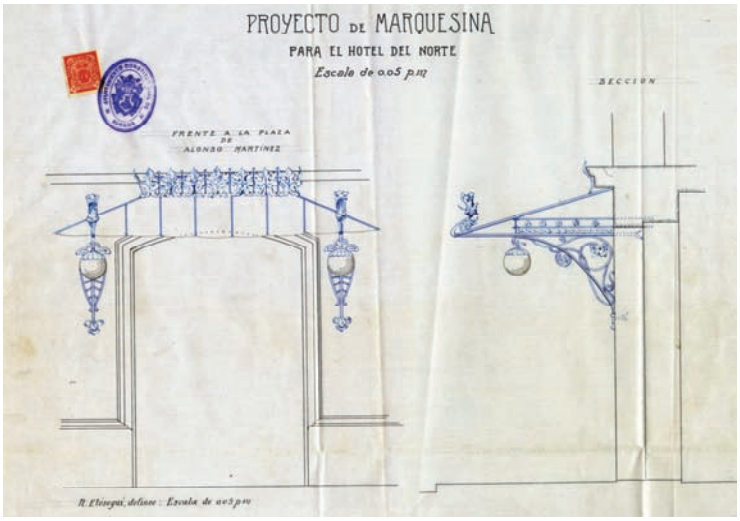
Núcleo urbano de Burgos capital.





ESQUEMA ESTRUCTURAL

La solicitud administrativa se cursó el año 1910, para lo cual se aportó el plano delineado por R. Elosegui con objeto de someter al análisis de los técnicos municipales los criterios de diseño iniciales y conseguir así la oportuna aprobación.



Planos del diseño que se aportaron para la solicitud de licencias..

La estructura portante se basa en dos ménsulas laterales de hierro forjado, formado con barras curvas que recuerdan a tallos vegetales que ascienden para soportar el tejadillo superior. Estos motivos vegetales se retuercen para rematarse con hojas y flores, y de los cuales inicialmente se proponía colgara elementos para la iluminación de la entrada al hotel, incluyendo para ello dos globos que se suspendían en su extremo superior. Ambas ménsulas acababan decoradas con sendas cabezas de dragón, con la boca abierta, elemento muy recurrente en múltiples diseños modernistas de verjas y vallados de la época. Tanto las cabezas de dragón como los globos no existen en la marquesina tal como hoy puede verse en la Plaza Alonso Martínez de Burgos, si bien no puede deducirse si esta ausencia es debida a alguna reforma posterior no documentada en los archivos municipales.

Frontalmente estas ménsulas desarrollaban un apoyo amplio sobre el paramento de la fachada reforzando esta zona y permitiendo su correcto anclaje. Se trata de una serie de barras adicionales que dibujan un jarrón con una borla inferior, también con formas vegetales, punto en el que permitían disimular uno de los taladros que lo unían al edificio.

Entre las dos ménsulas se armó un recuadro metálico con perfiles en doble T, con un alma llena decorada nuevamente con una serie de relieves con forma de flor. Las vigueas se empotran en la fábrica para dotar de la suficiente rigidez al tejadillo. Sobre estas barras se agrupan las piezas que sostenían las piezas de cubrición, de cristal, formando para ello tres aguas que permitían salvar la luz completa de la puerta de acceso. Esta configuración puede observarse todavía en la actualidad, incluyendo el friso superior de hojas que remata el conjunto tapando la moldura del balcón del primer piso.

Fachada del Hotel con la marquesina y detalle de una de las ménsulas.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

Fondo Documental del Archivo Municipal de Burgos

17-2524

IGLESIAS ROUCO, LENA SALADINA

Burgos en el siglo XIX. Arquitectura y Urbanismo (1813-1900)

Universidad de Valladolid, 1979

ZAPARAÍN YÁÑEZ, MARÍA JOSÉ

Artes decorativas y diseño gráfico. Poder de seducción.

Historia de Burgos. IV - Edad Contemporánea (Tomo 4)

Caja de Burgos, 2007.

PROYECTO DE MARQUESINA PARA MERCADO EN LA LLANA DE AFUERA. BURGOS.

AÑO: 1914

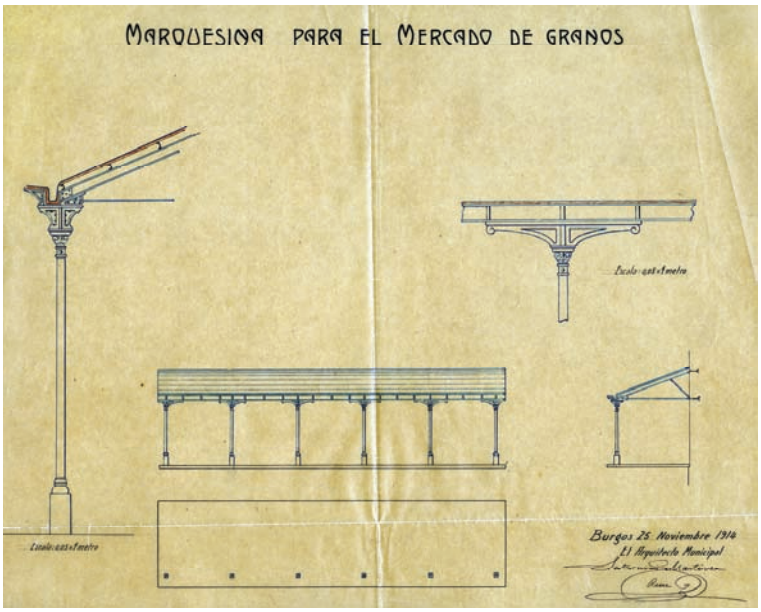
TIPOLOGÍA: Pilares de fundición y vigas de acero

ATRIBUIDO A: Saturnino Martínez Ruiz

OBSERVACIONES:

Nunca se llegó a ejecutar por falta de asignación presupuestaria.

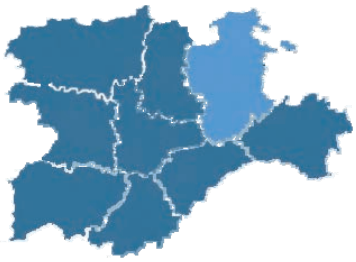
La actividad comercial que se llevaba a cabo en las calles de Burgos en los siglos XIX y XX demandaba infraestructuras adecuadas para realizar sus contratos y transacciones en condiciones de comodidad y asegurando la calidad de los productos que mercadeaban. Un ejemplo de propuesta es esta marquesina para el Mercado de Granos.

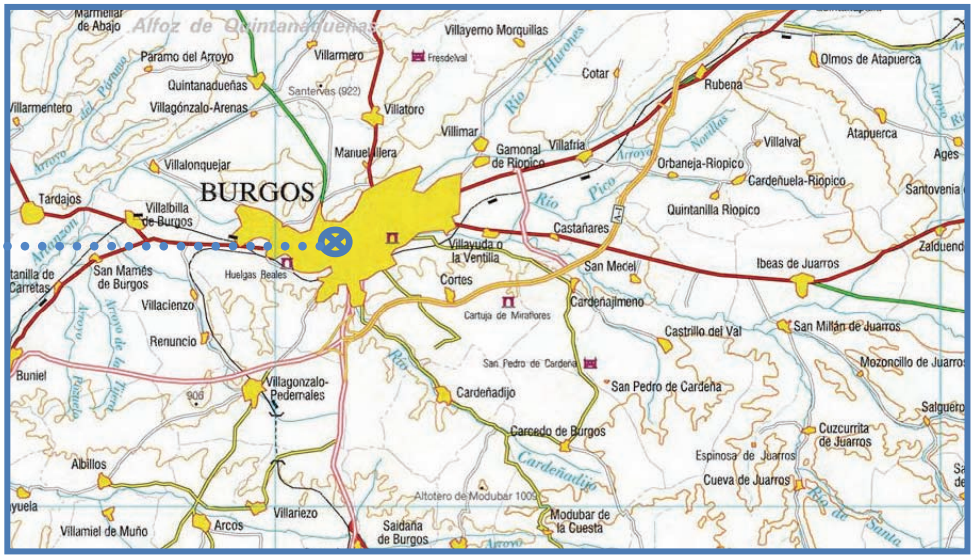


Detalles del proyecto del arquitecto municipal

UBICACIÓN

Núcleo urbano de Burgos capital.





ESQUEMA ESTRUCTURAL

En 1914 se celebraba en las traseras de la Catedral de Burgos, junto a las escaleras de subida a la calle Fernán González, un Mercado de Granos que dejaba a la intemperie tanto a los productos y mercancías, como a los vendedores e interesados en su compra. El asunto motivó al capitular Señor Leiva a realizar una moción para construir una nueva marquesina adosada al muro anexo a la señalada escalinata de subida, de manera que permitiera el cobijo de los que se congregaban con este motivo los días de mercado, así como resguardar los cereales del agua e inclemencias del tiempo.

El expediente fue promovido y se encargó a Saturnino Martínez la redacción del correspondiente proyecto y definición gráfica del tejadillo, que constaba de una cubierta de zinc que se apoyaba sobre el propio paramento del muro (al que quedaría anclado y atirantado) y sobre una serie de pilares de fundición.

Tras completar los trámites administrativos previos, el contador municipal manifestó que no existía consignación presupuestaria específica para este tipo de obra; no existe constancia de que el proyecto se ejecutara posteriormente, y parece que el expediente fue archivado tras esta comprobación.

La estructura se diseñó con unas dimensiones de 16,80 m de largo y 4,00 m de ancho, de manera que la intersección con el muro se alzaba 4,80 m respecto a la rasante e ir luego reduciendo la altura de la cubierta hasta los 3,20 m en el alero. La plataforma que se proyectaba incluía un resalto perimetral con objeto de evitar la entrada en su interior del agua de lluvia. De esta manera los fustes de las columnas eran de 2,00 m de largo con 10 cm de diámetro, engordando hasta los 14 cm en las basas, que se proponían como piezas independientes de 18 cm de altura dispuestas sobre unos prismas macizos que se apoyaban sobre el pavimento. Los capiteles por su parte eran otra pieza con marcado orden decorativo a base de motivos vegetales, sobresaliendo los últimos 24 cm, disponiendo de forma complementaria de unos suplementos en forma de ménsulas sobre los que apoyaba el alero. Estas ménsulas poseían una longitud de 0,50 m a cada lado de los pilares y alzaban otros 20 cm sobre los soportes. Todos estos elementos se proponían ejecutar en hierro fundido.

El par superior debía componerse de una serie de vigas de acero en doble T de 10 cm de canto y 4,4 cm de anchura que se asentarían directamente sobre las columnas. Se proponía el anclado al paramento del muro con unos redondos de 25 cm de diámetro a modo de tirantes y tornapuntas, y un sistema de empotrado en la fábrica con unos "apéndices a forma de cola de milano". Por el otro extremo el tirante se anclaría al capitel con unas abrazaderas a unas falsas escuadras triangulares, que servirían además para reforzar el nudo de unión par-pilar. Sobre las vigas de cubierta se dispondrían una serie de correas en sentido longitudinal, mediantes perfiles en U (escuadras de brazos compuestos) con un canto de 15 cm. El diseño del alero de remate incluía un canalón de recogida de aguas, y para su formación se preveían 21 palomillas de acero que volaban hacia el exterior.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

Fondo documental Archivo Municipal de Burgos

18-4613

PROYECTO DE MARQUESINA PARA EL TEATRO PRINCIPAL. BURGOS.

AÑO: 1917

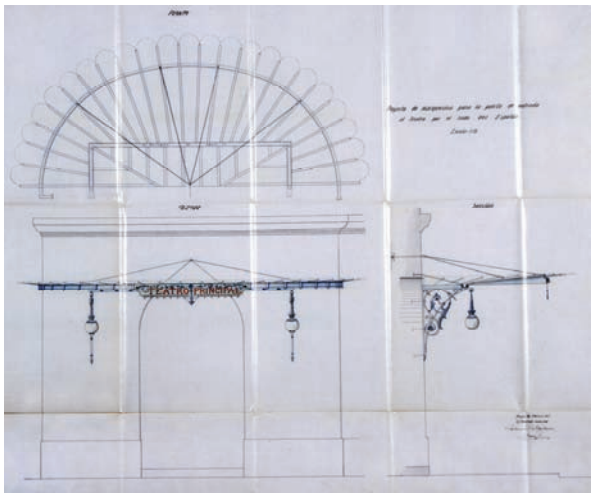
TIPOLOGÍA: Marquesina de hierro forjado

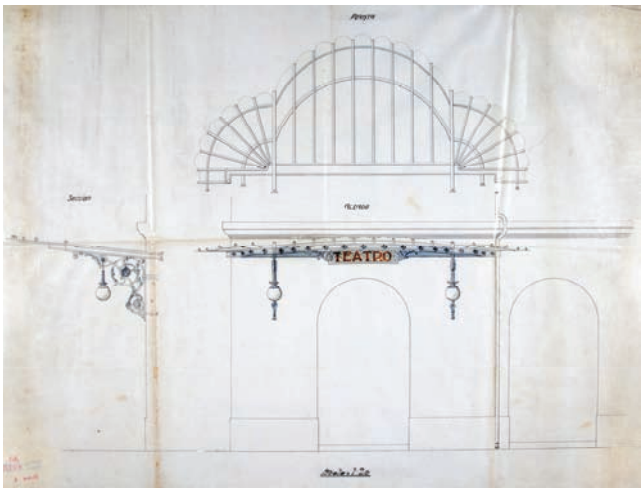
ATRIBUIDO A: Saturnino Martínez Ruiz

OBSERVACIONES:

Las propuestas no se llegaron a construir.

Los archivos municipales de la ciudad guardan dos diseños del arquitecto municipal de la ciudad para cubrir el acceso principal del Teatro Principal. Esta posibilidad ha sido últimamente retomada por el Ayuntamiento en el año 2008, si bien las figuras de protección existentes sobre este edificio han entrado en conflicto con las posibilidades de actuación sobre el mismo.

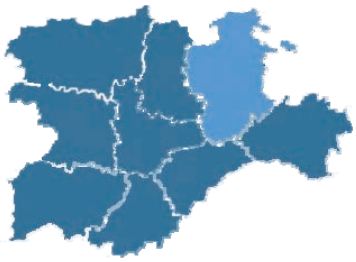


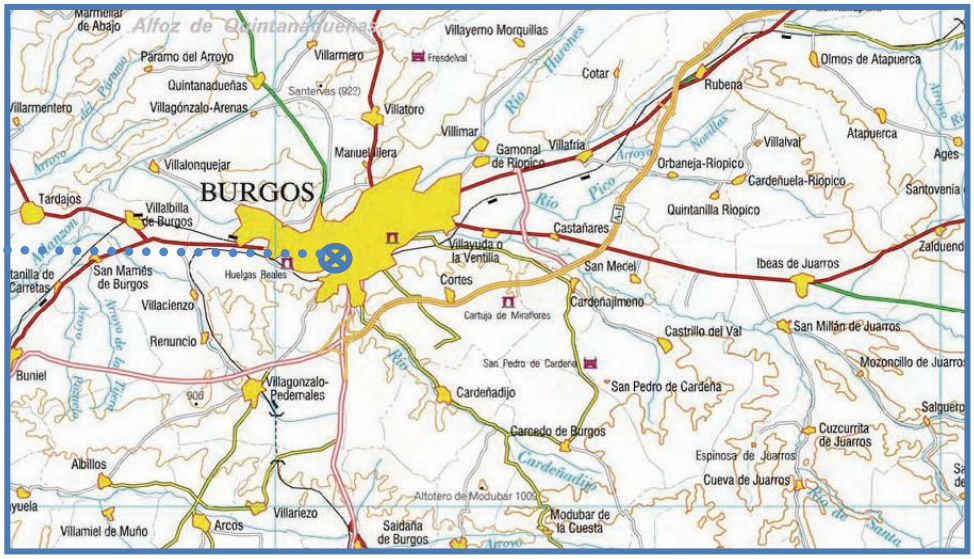


Planos de las opciones aportadas por el arquitecto municipal

UBICACIÓN

Núcleo urbano de Burgos capital.





ESQUEMA ESTRUCTURAL

Sobre la fachada del Teatro Principal de Burgos se propuso en dos ocasiones integrar una marquesina que cubriera la puerta de acceso central de su fachada, ambos diseños de Saturnino Martínez Ruiz en el año 1917 , pero que no fueron finalmente ejecutadas.

El primero de ellos era un diseño semicircular en planta con un entramado radial, a modo de paraguas, y cuatro tirantillos que controlaban las deformaciones de la parte volada. La estructura se componía de dos ménsulas de forja profusamente decoradas con motivos vegetales (tallos retorcidos y hojas) que recuerdan a las construidas para el Hotel Norte y Londres en esta misma ciudad, incluyendo los dos puntos de luz que colgaban de sus extremos. Al igual que para el mencionado Hotel, incluye un recuadro ejecutado con perfiles metálicos, que en este caso cumple una misión de recogida del agua para su vertido sobre la fachada. Sobre este marco, junto a otra pieza semicircular que también quedaba empotrada en la fábrica, se preveía apoyar las barras en sentido radial, con una inclinación hacia el interior que orientaba a la lluvia recogida hacia el canal central. Frontalmente el voladizo se remataba con un letrero decorado con relieves y colgantes en el que se leería "TEATRO PRINCIPAL", el cual se anclaba al semicírculo metálico adaptándose a su curvatura.

La segunda propuesta disponía de unos soportes en ménsula similares, quizá incluso de más recargada decoración, y de cuyos extremos también colgarían dos lámparas en forma de globo. En este caso la visera superior se apoyaba en una pieza metálica rígida que disponía de una acanaladura para recoger y conducir el agua hacia un conducto de desagüe lateral que lo evacuaría hacia el pavimento exterior. Esa pieza se anclaba a paramento del edificio gracias a las barras superiores de las ménsulas, que se empotraban en la fábrica, además de sentar sobre otras barras curvas que daban forma a la visera que también se anclaban en sus extremos y colgaban de las mencionadas ménsulas principales.

Estos últimos perfiles seguían la forma del contorno, con una pieza en forma de lóbulo central y dos laterales más pequeñas, todas ellas con una inclinación hacia la fachada que permitía evacuar la lluvia hacia los huecos previstos. Frontalmente este diseño tenía un letrero que colgaba de la más exterior de las barras, con un relieve en forma de rama cuajada de hojas; en esta barra curva se incluía una serie de remates en forma de pequeñas flores que podían verse desde esta misma perspectiva.

En ambos casos el material de cubrición era cristal que se colocaba sobre la estructura de soporte, quedando con una forma dentada en los bordes exteriores.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

Fondo Documental del Archivo Municipal de Burgos

18-4618 y AD 4713/5

ZAPARAÍN YÁÑEZ, MARÍA JOSÉ

Artes decorativas y diseño gráfico. Poder de seducción.

Historia de Burgos. IV - Edad Contemporánea (Tomo 4)

Caja de Burgos, 2007.

MARQUESINA EN LA CALLE REAL ALLENDE. MIRANDA DE EBRO.

AÑO: 1928

TIPOLOGÍA: Voladizo de perfilería y forja

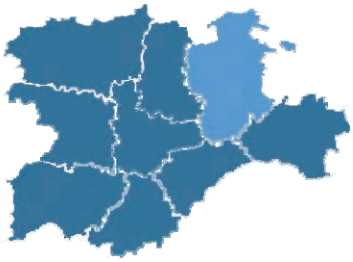
ATRIBUIDO A: Fermín Álamo

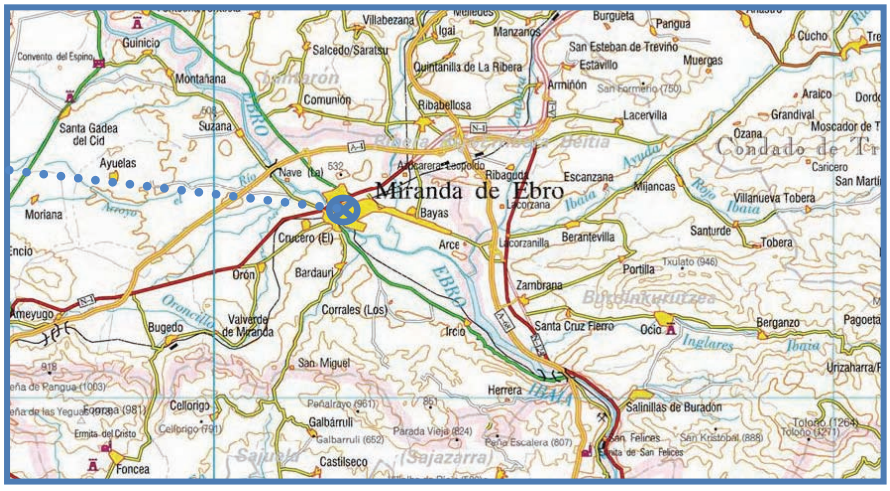
Aprovechando la ejecución de una serie de reformas en el inmueble, el arquitecto municipal incluyó en ese mismo proyecto una nueva marquesina metálica que todavía puede contemplarse en la actual calle de la calle Real Allende.

La estructura en voladizo permite una amplia superficie cubierta del agua de lluvia.

UBICACIÓN

Núcleo Urbano de Miranda de Ebro (Burgos)





ESQUEMA ESTRUCTURAL

Ménsula lateral de apoyo

El Archivo Municipal de Miranda conserva la memoria descriptiva correspondiente a las solicitudes de licencias para la ejecución de una serie de reformas en un inmueble situado en la esquina entre las entonces denominadas Calle Nueva y de la Libertad, propiedad de D. Gregorio Martínez Agüera. Con este proyecto se buscaba dotar al edificio de una altura mayor en la planta baja, modificando una escalera e incluyendo unos sótanos de manera que, eliminando apoyos y reordenando los huecos en fachada, se conseguía espacio para la instalación de un nuevo establecimiento tipo bar. Así mismo se diseñaba una nueva marquesina exterior, la cual sería ejecutada en estructura metálica completamente en voladizo.

Mediante unas ménsulas de forja en forma de escuadra y forma curva, reforzada interiormente mediante piezas redondeadas y un círculo en forja que dotan de un acabado decorativo, se arma una viga que apoya sobre éstas con una sección hueca en celosía. Esta viga está formada por un armazón principal de angulares de 6 cm de ala, a la que acometen barras en doble T de 4 cm.

En la parte frontal se desarrolla otra viga de iguales características que une los extremos del voladizo, formando unos nudos reforzados a través de cartelas de chapa. Todo este conjunto queda atirantado a la fachada mediante unos cuadradillos en salomónico, cubriéndose inicialmente mediante un cristal estriado, que más tarde ha sido sustituido por otros elementos de cubrición acanalados.

Detalle de uno de los nudos de unión en la punta del vuelo.

Viga en celosía frontal, sobre las que se apoyan un conjunto de viguetas para formar el armazón estructural.

Alzado completo del voladizo.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

Fondo Documental del Archivo Municipal de Miranda de Ebro (A.M.M.E.). Signatura H559-13

MARQUESINA HOTEL SABADELL. BURGOS.

AÑO: 1929

TIPOLOGÍA: Marquesina de hierro forjado

ATRIBUIDO A: ¿?

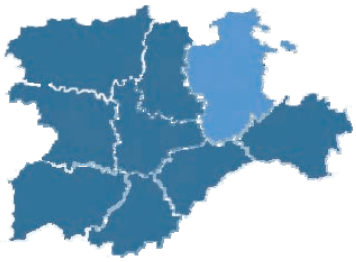
Aunque no existe en la actualidad un inmueble que corresponda con la numeración indicada en el expediente que ser conserva en el archivo municipal para esta calle, en esa misma acera puede verse una marquesina que puede ser la descrita en el croquis aportado para la solicitud de licencia, y que por sus acabados constructivos parece corresponder con las fechas de estos trámites. En su fachada, una placa señala que fue este el lugar donde se encontraba el antiguo Hotel Sabadell.

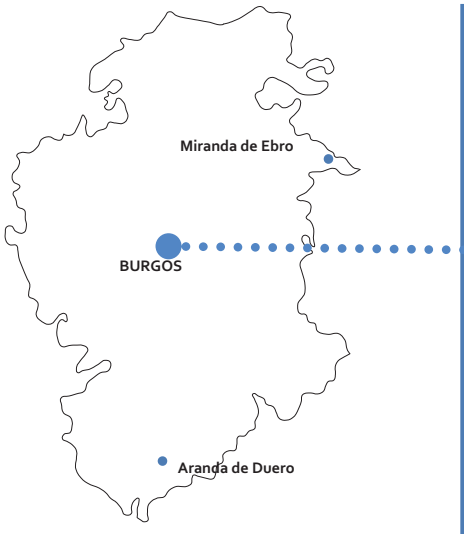
La marquesina se eleva sobre la puerta de acceso al inmueble.

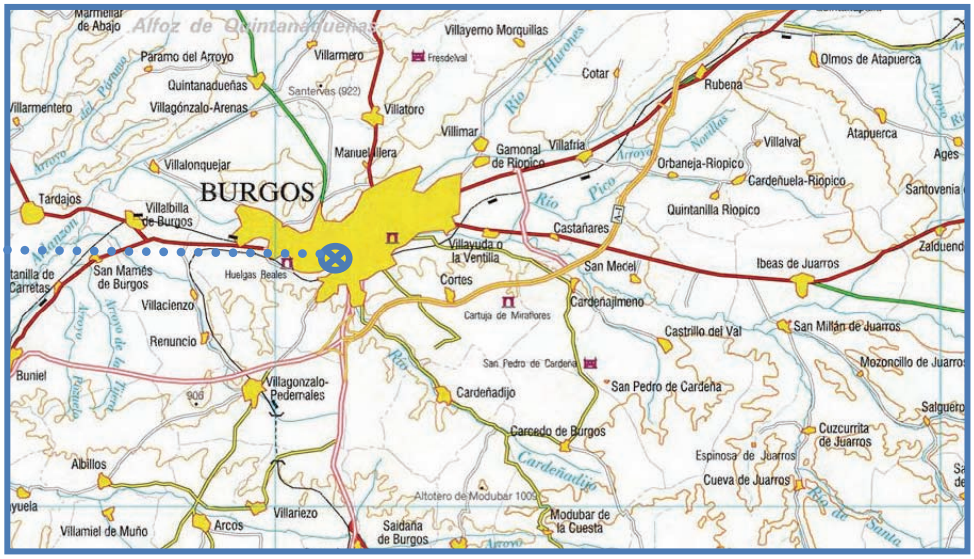
Vista frontal de la marquesina

UBICACIÓN

Núcleo urbano de Burgos capital.







ESQUEMA ESTRUCTURAL

El edificio donde se ubicaba el "Hotel Sabadell" se encontraba en el número 32 de la calle la Merced. Su dueño en 1929, don Aurelio Sabadell, solicitó la correspondiente licencia de obras para la ejecución de una marquesina de hierro y cristal, adjuntando para ello un boceto de su diseño en el que de manera esquemática se distingue su forma curva y su disposición bajo una galería volada con unos recuadros en su perímetro, justo sobre la puerta del inmueble.

En la actualidad no existe en esta calle ningún portal con este número, pero es posible ver una marquesina que recoge las mencionadas características en el actual número 15: un diseño de hierro forjado y cristal, con planta de formas curvas, y dispuesta bajo un balcón con relieves en forma de marco o recuadro (similar al reproducido en el boceto de la solicitud de licencia de obras, y con el que pretendo identificar). Inspeccionando los detalles de sus uniones puede comprobarse que estos son remachados, roblonados y atornillados, no soldados, lo cual induce a pensar en que fue ejecutado en las primeras décadas del s. XX, lo cual corresponde a las fechas incluidas en este expediente municipal. La placa existente en la fachada confirma que es este el inmueble en el que se encontraba el antiguo Hotel.

En cuanto a su composición, la estructura resistente la componen las dos ménsulas de forja que existen a ambos lados del portal, con un cuidado diseño de formas curvilíneas de inspiración vegetal, incluyendo racimos y hojas o flores. Estas ménsulas se anclan en la pared con un soporte bastidor en forma de escuadra y sección angular, que se prolonga en la parte superior para formar la techumbre, con un punto de quiebro intermedio con objeto de inclinar la marquesina a modo de visera hacia la fachada.

La cubierta presenta tres lóbulos redondeados, dos laterales más pequeños y uno central que ocupa todo el espacio entre los apoyos inferiores. Su estructura incluye un fleje perimetral roblonado a un perfil doblado que le da la forma globosa, con un nervio central que rigidiza el conjunto ayudado de unos perfiles en sentido ortogonal a éste, todo ello adornado con unos remates florales un los nudos principales de encuentro de estas piezas metálicas. El fleje lateral también presenta sus bordes recortados de manera decorativa, rodeando a todo el vidrio que en definitiva materializa la cubrición.

Croquis incluido en el expediente de obras.

Perspectiva lateral de la marquesina.

Detalles de las ménsulas laterales y su decoración en forja.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

Fondo Documental del Archivo Municipal de Burgos

17-4214

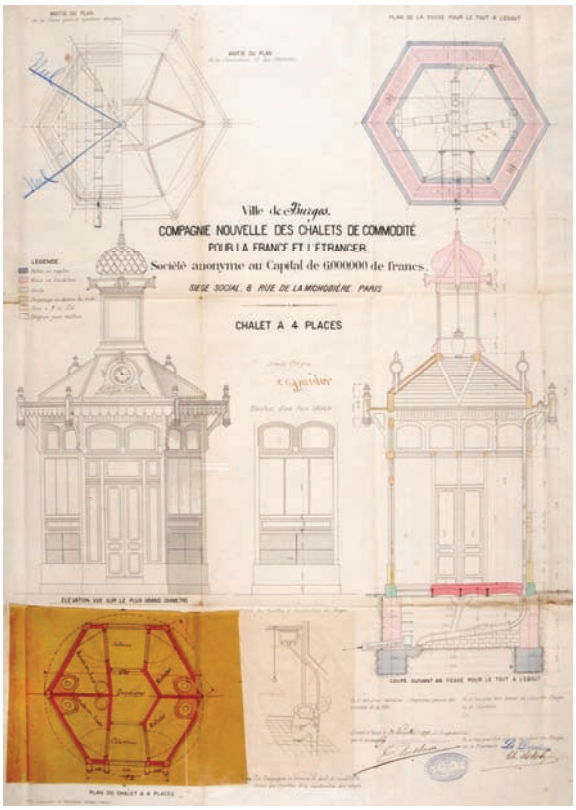
PIEZAS DE MOBILIARIO URBANO. BURGOS.

AÑO: 1891-1902

TIPOLOGÍA: Columnas y piezas de fundición, cubiertas de cinc

OBSERVACIONES:

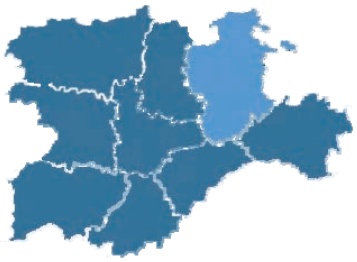
Ninguna de los ejemplos de este apartado se llegó a construir en la ciudad de Burgos

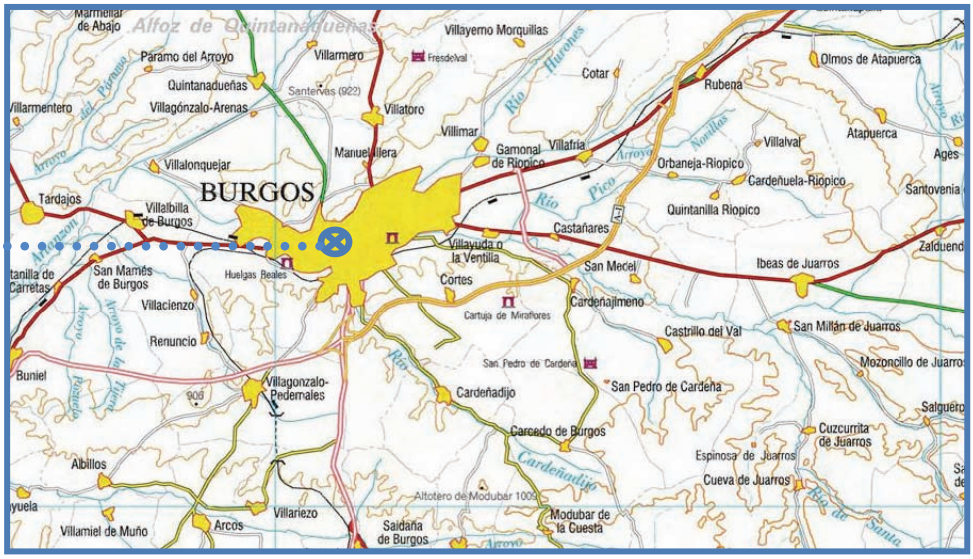


Fue habitual en los años finales del s. XIX y principios del XX un interés de los responsables de los ayuntamientos de las ciudades en lo referente a las mejoras en la higiene pública, ejecutándose reformas en los sistemas de abastecimiento y saneamiento de la ciudad. Otros elementos en este apartado lo integran el mobiliario urbano, las fuentes, los urinarios públicos y los métodos de iluminación de calles y plazas.

UBICACIÓN

Núcleo urbano de Burgos capital.

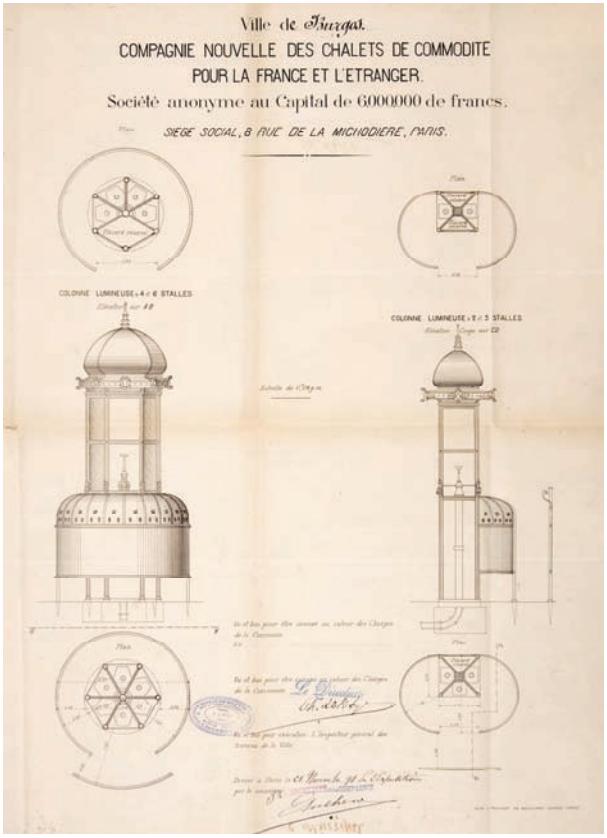




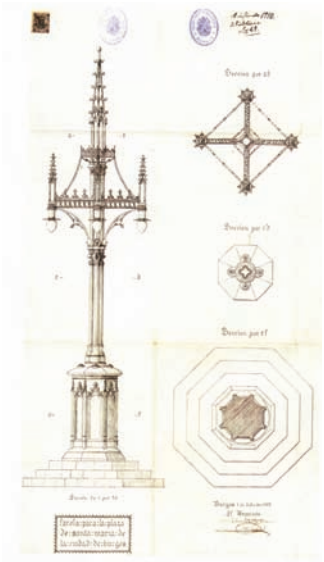
ESQUEMA ESTRUCTURAL

La casa parisina Compagnie Nouvelle des Chalets de Commodité realizó una propuesta al Ayuntamiento burgalés en 1891, por la cual pretendía introducir en la ciudad una serie de construcciones prefabricadas de distintos materiales (madera, fundición, acero, cristal, zinc...) que sirvieran como kioscos de venta y aseos públicos. Si bien la oferta francesa no fue aceptada tras el estudio de sus condiciones económicas, son un buen ejemplo de los movimientos comerciales e inquietudes que existía en las ciudades de esta época por la ordenación de servicios públicos, el ornato y las facilidades para sus ciudadanos.

Así, se proponían unas casetas con una estructura básica a base de perfiles metálicos en T18 a 20 cm de canto que armaban una especie de jaula que incluía las aristas de la cubierta, con un forjado sanitario que se ejecutaría con viguetas doble T y bovedillas de ladrillo, todo ello rematado con tabiques de ladrillo y paredes de madera labrada, profusamente decorada con molduras y marcos. Los cuidados diseños incorporaban voladizos de madera con lambrequines de remate en los aleros y unas mensulillas en las esquinas que sostenían un canal perimetral para recogida del agua de lluvia. Otras servían de columnas luminosas que albergaban urinarios a su alrededor, con capacidades que variaban entre los 2 y 6 usuarios. Todas ellas acaban en la cúspide un remate bulboso en la parte más alta y un pináculo en forma de aguja.



Dentro de estas tipologías también merece destacarse un proyecto del arquitecto municipal Saturnino Martínez en 1902, con el que se pretendía sustituir la fuente de la Plaza de Santa María por una farola monumental ejecutada en fundición y forja. El diseño se inspiraba en las agujas de la Catedral, incluyendo cinco pináculos con formas góticas de los cuales cuatro se alzaban en el extremo de unas ménsulas que se ataban a la parte más alta con unas cadenas colgantes, y unas tornapuntas curvos en la parte inferior. Desde estos mismos extremos se sujetaban los puntos de luz propiamente dichos, bajo los cuales se erigía un fuste cuya sección era la composición de cuatro columnillas decoradas en capitel y basa.



Diseño de farola de Saturnino Martínez.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

Fondo documental Archivo Municipal de Burgos

22-905

ZAPARAÍN YÁÑEZ, MARÍA JOSÉ

Artes decorativas y diseño gráfico. Poder de seducción.

Historia de Burgos. IV - Edad Contemporánea (Tomo 4)

Caja de Burgos, 2007.

PROVINCIA DE PALENCIA

1. Estaciones de ferrocarril

MARQUESINA ESTACIÓN DE FFCC DE VENTA DE BAÑOS.

AÑO: 1860

DIMENSIONES: 170 m de longitud y 6 m de anchura

TIPOLOGÍA: Marquesina de pilares de fundición y vigas de celosía

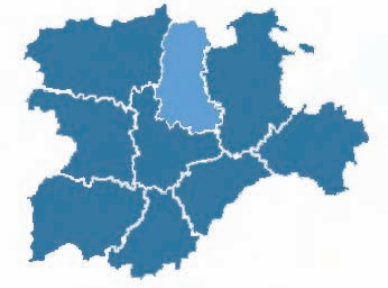
ATRIBUIDO A: ¿?

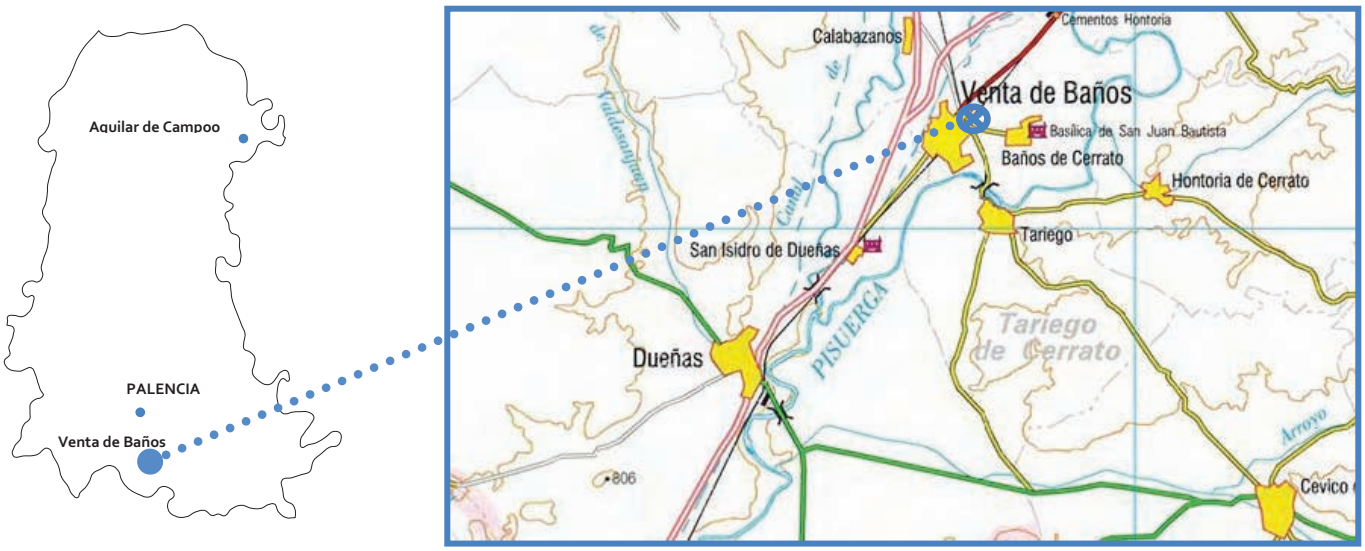
Este importante nudo de comunicaciones, cuyo desarrollo urbanístico ha girado desde el principio en torno al eje ferroviario que atraviesa la localidad, posee una estación con una marquesina metálica que presenta una composición muy similar a la de la capital en cuanto a distribución y elementos estructurales..

Perspectiva extendida de la marquesina principal del edificio de viajeros.

UBICACIÓN

Núcleo urbano de Venta de Baños (Palencia)





ESQUEMA ESTRUCTURAL

Aunque actualmente existen varios andenes cubiertos con marquesinas metálicas, tan sólo la correspondiente al edificio de viajeros, que se apoya en su fachada, corresponde a la construcción original de la estación. Ésta se inauguró con los tramos Valladolid Baños y Baños-Alar del Rey, con su entrada en servicio el 1 de agosto de 1860.

PÓRTICO PRINCIPAL:

La marquesina presenta una fila de pilares que se ejecutaron en hierro fundido, en los que todavía puede verse el sello de la empresa que se encargó de su armado (Constructora Gijonesa). Estas columnas presentan un porte algo más robusto que las de la correspondiente a la capital palentina, con una sección octogonal, y ornamentación habitual en basa y capitel. El capitel desarrolla uno de los órdenes clásicos para presentar una especie de mensulillas en sentido longitudinal, mediante unas volutas que permiten ampliar la cara de apoyo de la viga superior. De esta manera se conforma el pórtico con un dintel armado en celosía a partir de perfiles simples, dos angulares en cada una de las cabezas para formar las alas, y una serie de cruces de san Andrés en el alma materializados mediante chapas cortadas a medida. Esta sección queda llena en los apoyos, con palastros que rigidizan los nudos sobre los capiteles en las dos direcciones perpendiculares, asegurando de esta manera los puntos de concentración de esfuerzos verticales.

La cubierta de la marquesina se apoya sobre un pórtico en sentido longitudinal.

Distintivo de la casa constructora en uno de las columnas de fundición.

Detalle del capitel con el macizado del alma de la viga-dintel en apoyos.

ELEMENTOS SECUNDARIOS:

En dirección ortogonal se erigen los elementos secundarios de la estructura resistente, constituidos por vigas con celosía en cruz de san Andrés (idénticas a la principal), las cuales se apoyan en el alma del pórtico a la altura de los soportes y en el centro de cada vano que éstos definen. Más allá de los pilares, se prolongan hacia el exterior con un pequeño voladizo que va reduciendo su sección de forma progresiva, a la vez que se eleva en cota, dejando un punto bajo que sirve de canal de recogida de agua. Este canalón intermedio se refuerza lateralmente con perfiles adicionales, los mismos que se usan para arriostrar los pórticos secundarios en sentido longitudinal. Estos últimos son los que recogen las cargas de la cubierta y las transmiten al entramado resistente.

NAVE ALMACÉN:

La única construcción que he podido contrastar documentalmente es la ampliación del muelle de mercancías proyectada por D. Manuel García Escudero a finales de la década de los cincuenta. En su documento define una nave almacén de 9 m de luz transversal, compuesta mediante una serie de perfiles metálicos doble T nº24, con una curiosa organización: los pilares se formaban con una pareja de piezas de esa sección resistente, de las cuales una se doblaba hacia el exterior formando un voladizo inclinado que permitía generar el alero, mientras que la otra lo hacía hacia el interior para quedar con la misma inclinación que los otros. Se obtenía así una zona continua que permitía el apoyo de las vigas que formaban el par de cubierta, de idéntica escuadría. Adicionalmente se disponía un arriostrado horizontal en ese plano del pórtico, mediante un tirante que ataba las cabezas de los pilares a una altura de 5,20 m sobre rasante, con un templador en el centro que se sujetaba desde la cumbrera con otro tirante adicional a modo de pendolón. La documentación no describe los detalles de las uniones, si bien se menciona que la distancia entre los pórticos es de 4 m, y que las correas que ataban los pórticos entre sí superiormente eran perfiles en U del Nº 12.

Imagen de los perfiles utilizado para la formación del alero de la nave anexa a la estación.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

GARCIVAL, GONZALO

Estaciones de ferrocarril de España

Espasa Calpe, 1995

Fondo Documental del Archivo General de la Administración

AGA (4) 102 CAJA 24/09867

LA ESTACIÓN DE FERROCARRIL DE PALENCIA

AÑO: 1863

DIMENSIONES: la marquesina principal posee 60 m de longitud y 6,75 m de anchura

TIPOLOGÍA: Pilares de fundición y vigas metálicas en celosía

ATRIBUIDO A: ¿?

OBSERVACIONES:

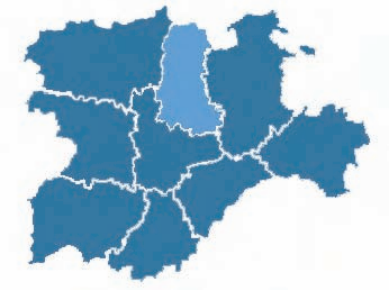
El edificio se construyó definitivamente junto con la línea Palencia-León, de manos del contratista francés Hubert Debrousse.

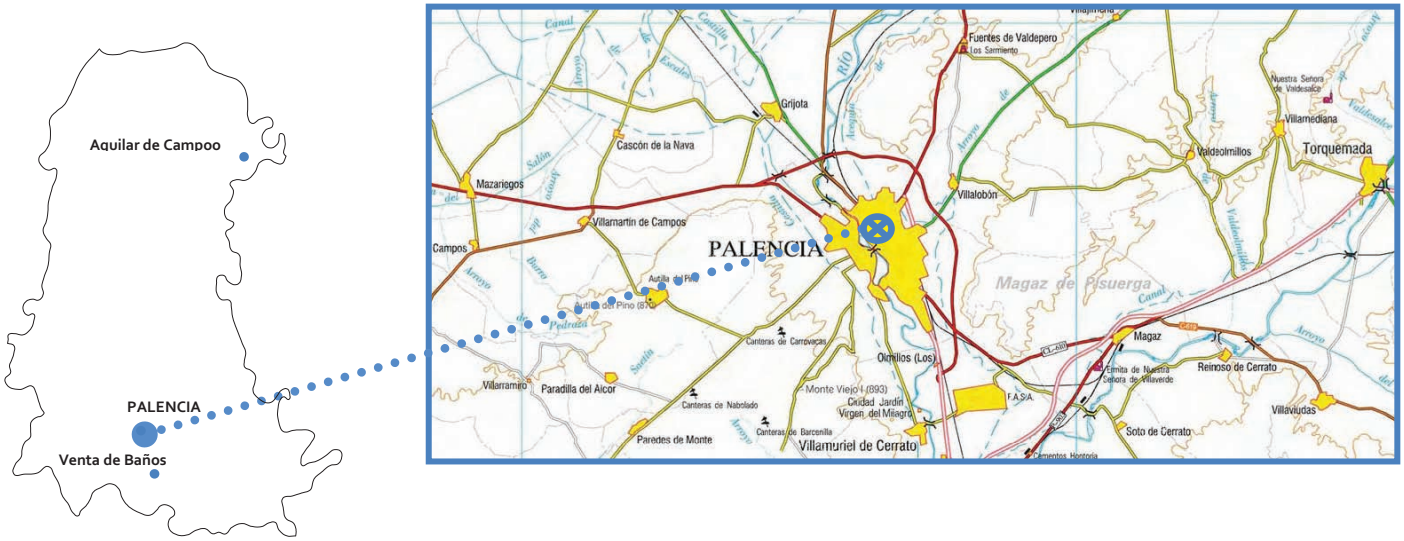
La estación de Palencia posee una marquesina metálica en su andén principal adosada al edificio de viajeros, con unas características que se repiten en otras estaciones de la provincia.

Vista general de la estación de la capital palentina.

UBICACIÓN

Núcleo urbano de Palencia capital





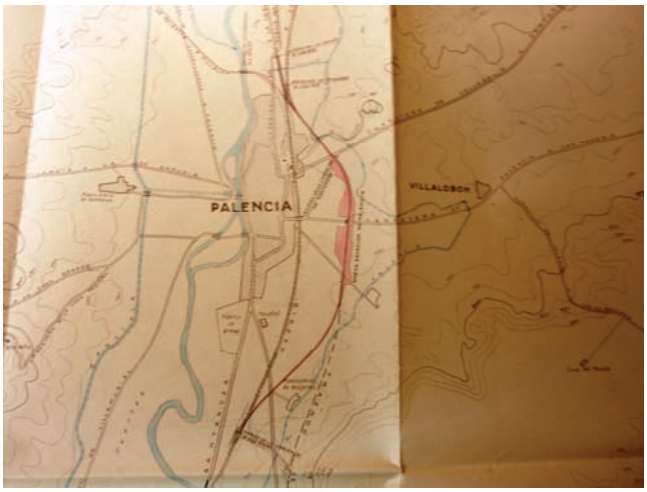
ESQUEMA ESTRUCTURAL

El trazado definitivo de la línea de ferrocarril hacia Santander fue objeto de varios estudios, planteándose corredores entre las poblaciones de Carrión de los Condes y Osorno hacia un punto final común en Alar del Rey, por su importancia como nudo de intercambio con el Canal de Castilla. En 1854 fue redactado un proyecto por Rafael López y Juan L. del Rivero, que proponía el paso por Carrión, en el que se describía someramente las calidades previstas para la estación de Palencia: una cubierta de hierro galvanizado, de 12,5 m de luz y 90 m de longitud, sostenida por columnas de fundición y apoyada sobre un lateral del edificio de viajeros cuyo andén pretendía cubrir. Una propuesta similar, de menores dimensiones y apoyada sobre pies derechos de madera, se realizaba para tapar el muelle de mercancías. La concesión definitiva modificaría estos parámetros con el proyecto que se redactaría en 1856, a cargo del ingeniero Eduardo Gutiérrez Calleja, estableciendo finalmente cocheras y talleres en Osorno y siendo este el punto definitivo de paso.

No obstante, la estación en su ubicación actual no se construyó hasta la definición de los primeros tramos del eje del ferrocarril del Noroeste hacia la Coruña. Eugenio Barrón Avignon, en sus explicaciones sobre la ejecución de la primera sección de esta línea publicadas en la Revista de Obras Públicas en 1863 reconoce que la estación de Palencia todavía se encuentra "a medio hacer". Señala que ésta posee unas dimensiones de 60 m de longitud por 9 m de fondo, con andenes cubiertos interiores y exteriores, incluyendo además una cochera para máquinas y vagones, y de un muelle específico de mercancías. Su instalación queda reflejada en el plano de la ciudad elaborado por el Capitán Joaquín Pérez de Rojas ese mismo año.

En la construcción de la línea entre Palencia-León quedó encargado como ingeniero jefe para la supervisión de los trabajos el ilustre D. Eduardo Saavedra y Moragas, tras la dimisión de su colega Gabriel Rodriguez. Saavedra destacó por sus vastos conocimientos e inquietudes en múltiples campos, entre ellos los históricos y humanísticos. Una muestra de esta faceta son las cartas que envió a la Real Academia de la Historia durante su trabajo en esta construcción, fechados en 1863 y 1864. De su extracto, merece destacar que durante las excavaciones de los cimientos de la estación de Palencia fueron apareciendo numerosos restos de barro, monedas y sepulcros romanos, en los que encontró hasta 6 inscripciones que calcó y de las cuales quiso informar a la mencionada Academia, junto a descripciones de las lápidas y piedras sobre las que estaban. También señaló el descubrimiento de una calzada romana enterrada a un metro de profundidad durante los movimientos de tierra realizados. Su dedicación profesional en todos estos campos de conocimiento, avalada por numerosos estudios y publicaciones, le valió para llegar a ser miembro de varias Reales Academias, la de Historia, la de Ciencias y la de la Lengua, y ser cofundador de la Real Sociedad Geográfica.

La ejecución de las obras de esta parte de la concesión fue a cargo del contratista francés Hubert Debrousse, de París, incluyendo también este edificio junto al resto de estaciones y puentes del tramo.



Plano con el emplazamiento de la estación con la propuesta de variante (A.M.P. R 1955/2680-4)

No obstante existió una propuesta para realizar una nueva estación de viajeros y muelles para adaptarse a las nuevas necesidades de espacio que se habían desarrollado, cuyos antecedentes naces del expediente promovido por la Cámara Oficial de Comercio e Industria en 1902. Con esta propuesta se pretendía continuar con el desarrollo de una idea anterior que buscaba trasladar la bifurcación de Venta de Baños a la capital, circunstancia que se descartó con la Real Orden de 11 de julio de 1911, tras cuya publicación e generó un gran malestar en la población que provocó manifestaciones en las calles de la ciudad, e incluso el alcalde y los concejales emitieron una comunicación al gobernador anunciando su dimisión.

Posteriormente se redactó en 1955 un anteproyecto de nueva estación y variante de trazado de las líneas hacia Santander y La Coruña a la altura de esta ciudad, que no llegó a ejecutarse de manera definitiva.

MARQUESINA DEL ANDÉN PRINCIPAL:

Respecto al edificio, la parte metálica visible desde el exterior la constituyen las marquesinas de los andenes principales. La primera de ellas, aparentemente de la misma época que el edificio de viajeros, se apoya en columnas de fundición, de alzado muy esbelto con la habitual decoración en fuste y capiteles recordando las aplicaciones que hasta décadas anteriores se reservaban a la piedra y madera: molduras y detalles redondeados, con motivos vegetales en los remates finales. Los pórticos principales se distribuyen en este caso longitudinalmente, a lo largo de 60 m, mediante un dintel formado por una viga en celosía que apoya sucesivamente en las cabezas superiores de los ya mencionados soportes de fundición. Estos dinteles se armas con dos perfiles angulares que forman las alas, adosados entre sí y albergando entre ellos chapas rectangulares que se ordenan formando repetidamente y de manera consecutiva cruces de san Andrés en toda la longitud del andén, parando esta configuración únicamente sobre cada uno de los apoyos en los que la sección se llena con un palastro de dimensiones adecuadas que sobresale a ambos lados del capitel.

Detalle de capiteles en el encuentro vigas-pilar, donde se aprecia el macizado de la sección en los apoyos.

Alzado de los pilares y dinteles en celosía.

Sobre estas chapas acometen en sentido ortogonal las vigas que dan forma a la cubierta de la marquesina, elementos secundarios desde el punto de vista estructural, que transmiten las cargas de la techumbre a los pórticos longitudinales, y apoyándose por el otro extremo en la propia fachada del edificio dotándola de una anchura de 6,75 m en total. Estas vigas secundarias disponen el mismo canto que el dintel principal, y se repiten de forma que apoyan sobre éste en cada pilar y en el centro de cada vano que éstos definen, prolongándose exteriormente con un voladizo con una ligera inclinación hacia arriba (mientras su canto disminuye progresivamente hasta quedarse con un tercio de sección). Esta tipología genera una limahoya en la línea del pórtico principal, que se remata a nivel de cubierta con nuevas chapas y perfiles doble T para generar un canal de recogida de agua. La estructura se ata en dirección paralela a la fachada con cuatro correas en doble T que soportan la cubrición. Las uniones se materializan en todo caso mediante roblones.

MARQUESINA DEL ANDÉN LATERAL:

Por otra parte existe otra marquesina que se sitúa en frente de la anterior, cuya forma y dimensiones no coinciden con ésta, y que inclina a pensar que fue construida con posterioridad al conjunto principal a medida que aumentaron las necesidades de espacio para los viajeros.

Esta estructura se distribuye sobre una longitud de 60 m (en paralelo a la del andén principal) mediante unas ménsulas que se lanzan a ambos lados de un soporte central. El pórtico principal se forma con una fila de pilares armados con perfiles angulares en las alas y un palastro en el alma, de manera que las alas se prolongan mediante una suave curvatura para dar forma a la sección de los dinteles. Sobre estos pilares se distribuye una viga en celosía, formada con escuadras en las cabezas superior e inferior, y una serie de escuadras que configuran la triangulación interior. Esta viga longitudinal se divide en tramos, de manera que apoya de manera individual en cada pilar con un acartelamiento de curvatura similar a la de formación de los dinteles transversales. En su unión con el alma de cada soporte, cada uno de los extremos se apoya sobre una pieza de fundición decorativa maciza, rigidizándose en todo su canto con dos nuevas escuadras que las fijan mediante roblones a los pilares Una celosía similar se utilizó para el armado de los voladizos laterales, cuya sección va reduciéndose hacia el exterior de manera progresiva y suave. Esta misma organización se repite en el punto medio da cada vano, introduciendo otro de estos dinteles inclinados en los puntos medios que nacen de la viga principal longitudinal, y arriostrándose todo el conjunto en esta dirección mediante dos nuevas celosías a cada lado, cuyo canto se adapta al de la ménsula en su intersección, sobresaliendo ligeramente por su cara superior. Las piezas de cubrición se apoyan en estas celosías y dos perfiles doble T intermedios, que permiten el control de las deformaciones de estos paños y la correcta distribución de esfuerzos a los elementos secundarios y principales.

Alzado de la segunda marquesina.

Detalle del complejo nudo de intersección entre pórtico principal y elementos en vuelo, todos ellos con triangulaciones en celosía. Puede identificarse el macizo de apoyo de los tramos principales sobre los soportes y los acartelamientos suavizados en ambas direcciones.

OTRAS CONSTRUCCIONES METÁLICAS:

Por otra parte, uno de los almacenes de la estación responde al esquema estructural utilizado por Manuel García Escudero en su diseño para ampliación del muelle de mercancías de Venta de Baños, si bien la documentación de la que se dispone para este caso la sitúa a mediados del siglo XX (en torno a 1957).

El edificio de viajeros también posee una gran viga en celosía en su vestíbulo interior, pero las características de los perfiles que la componen así como las calidades de sus uniones soldadas permiten afirmar que corresponden a una época muy posterior, ejecutada en alguna reforma de su distribución.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

Archivo Municipal de Palencia (A.M.P.)

R. 1955 / 2680-4; R 1975/C 2; R 1975/C 25

Fondo Documental del Archivo General de la Administración

AGA (4) 102 CAJA 24/18495

Proyecto de Ferrocarril entre Palencia y Alar del Rey (1854)

SAAVEDRA Y MORAGAS, EDUARDO

Informe sobre varias inscripciones romanas halladas en León y Palencia. También se relacionan materiales procedentes de ésta última provincia, aparecidos al abrir los cimientos de la estación del ferrocarril, y noticia del hallazgo de restos de una calzada romana. Antigua. Historia y Arqueología de las civilizaciones. 1863.

Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes. CALE/9/7959/04(3)

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS, 1863, 11, tomo I (23): 280-284

Ferrocarril de Palencia a Ponferrada.

MARQUESINA ESTACIÓN DE FFCC DE MAGAZ.

AÑO: ¿?

LONGITUD: 18x5 m y 20x3 m

TIPOLOGÍA: Marquesinas en celosía

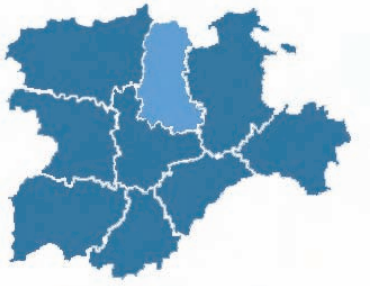
ATRIBUIDO A: ¿?

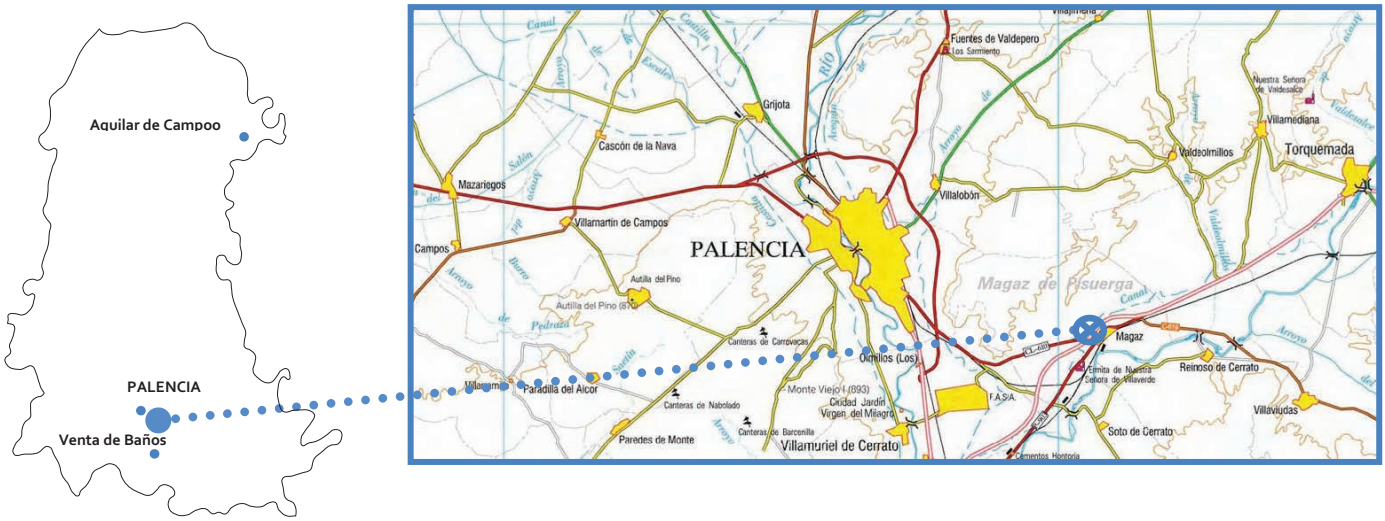
Las marquesinas que permiten cobijarse a los viajeros en la estación de Magaz se ejecutaron mediante dos estructuras metálicas diferentes a ambos lados de las vías.

Aspecto actual de la marquesina de la estación de Magaz y su apeadero.

UBICACIÓN

Municipio de Magaz (Palencia)





ESQUEMA ESTRUCTURAL

También en estaciones pequeñas como la de Magaz se aprovecharon las ventajas constructivas y resistentes del hierro y acero para la formación de marquesinas. En este caso, dispone de una marquesina anexa al edificio de la estación con una configuración muy parecida a la de Venta de Baños, con celosías en cruz de san Andrés, así como un apeadero en la margen opuesta de las vías, también con estructura metálica. Las uniones en todo caso son roblonadas.

MARQUESINA

Se distribuye a través de cuatro esbeltos pilares de fundición, con fustes estriado en sentido longitudinal y rematados con un capitel de orden clásico. El pórtico principal, paralelo al edificio, se constituye mediante un dintel superior (a lo largo de 18 m) que se posa sobre los capiteles a través de un recrecido lateral de éstos. Esta viga se prolonga longitudinalmente con una sección armada mediante angulares en las alas, unidos mediante una celosía de cruces formada con chapas cruzadas. Con esta misma sección se constituyen las vigas transversales, apoyando en la fachada del edificio, y prolongándose en ménsula más allá de los apoyos mientras su canto se reduce progresivamente hacia la punta del voladizo, con una achura total de 5 m.

Detalle de uno de los adornados capiteles

Alzado transversal de la marquesina de la estación.

APEADERO

Por otro lado, el apeadero presenta una estructura totalmente diferente. Cerrado lateral y por la parte trasera con sólidos muros de fábrica, la techumbre se sujeta mediante unos pilares-ménsula ejecutados en una única pieza totalmente continua (siguiendo el esquema De Dion).En este caso, los cinco pilares intermedios se distribuyen a lo largo del muro trasero (de 20 m de longitud) sobresaliendo de éste mediante una celosía triangulada que asciende hasta el nudo superior. A partir de este punto, con un cordón inferior curvo, cambia de dirección para formarla ménsula que sostiene la cubierta, siguiendo con la misma celosía hasta el extremo frontal (desarrollando una achura total de 3 m). En los muros laterales, una ménsula reducida cierra la estructura con igual configuración, pero quedando empotrada en la fábrica (sin disponer del pilar completo, y acabando con una forma redondeada en la parte inferior). También las viguetas superiores se ejecutaron con material metálico, de sección doble T.

Detalle de una de las ménsulas laterales.

Perspectiva del interior del apeadero.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

Sin referencias

EDIFICACIONES DEL PROYECTO DE FFCC ENTRE PALENCIA Y GUARDO.

AÑO: 1929

TIPOLOGÍA: Cerchas metálicas de cubierta.

ATRIBUIDO A: Antonio Peralba Álvarez

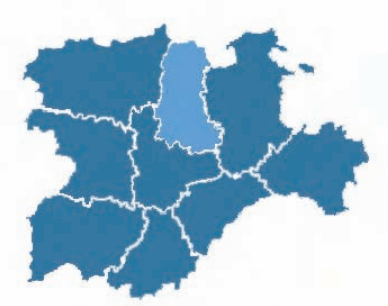
OBSERVACIONES:

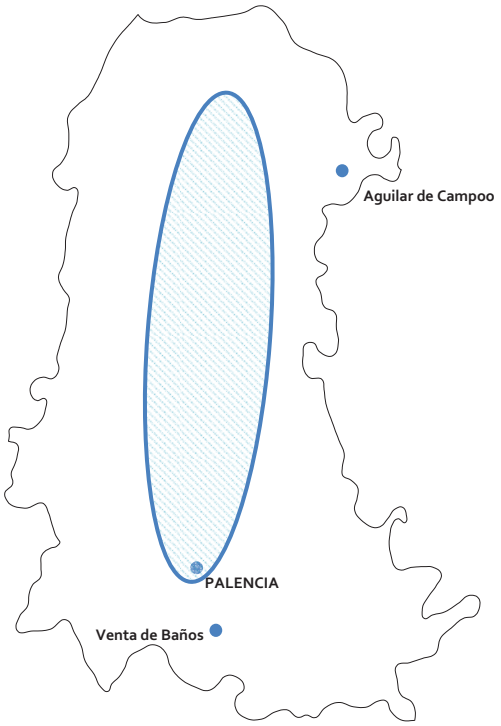
El proyecto no se llevó a la práctica.

Un intento tardío de ampliar la red de comunicaciones ferroviarias en Palencia lo constituye el Proyecto firmado por el Ingeniero Antonio Peralba Álvarez, que incluía entre sus edificios numerosas estructuras de tipo metálico para la formación de cubiertas y marquesinas.

UBICACIÓN

Varios municipios de la provincia de Palencia



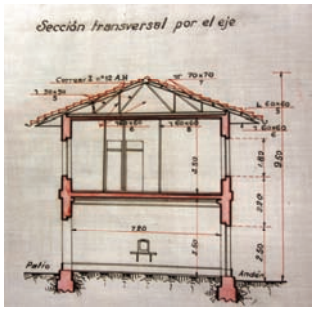


ESQUEMA ESTRUCTURAL

En un intento por conectar la capital palentina con el núcleo de Guardo, se redactó un proyecto de conexión por vía férrea en el que el autor incluyó para el diseño de muchas de las instalaciones un gran abanico de posibilidades de tipo metálico, exigiendo para las partes estructurales la calidad de "Acero Bessemer". Si bien el proyecto nunca se ejecutó, constituyen un nuevo ejemplo del conocimiento que, sobre esta tecnología, habían conseguido los técnicos proyectistas españoles: se aprovechaban sus características resistentes para los elementos de cubierta, transmitiéndose las cargas hacia elementos de sustentación masivos que tomaban además funciones de cerramiento y compartimentación (muros de carga). También se proponían hermosas soluciones para las zonas en las que la estructura metálica quedaba a la vista (marquesinas). No obstante, también se utilizaba la madera en algunos casos, como en los muelles de mercancías de pequeño tamaño (recurso también utilizado en los edificios de la línea Santander-Mediterráneo que se construyeron pocos años antes).

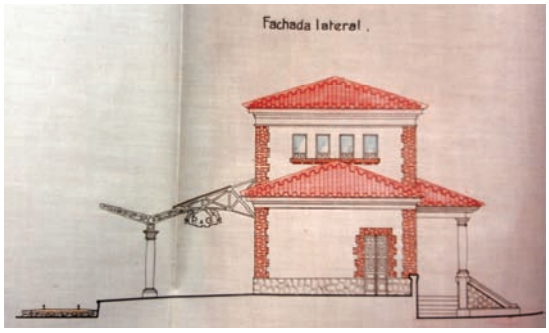
EDIFICIO DE VIAJEROS TIPO CORRIENTE.

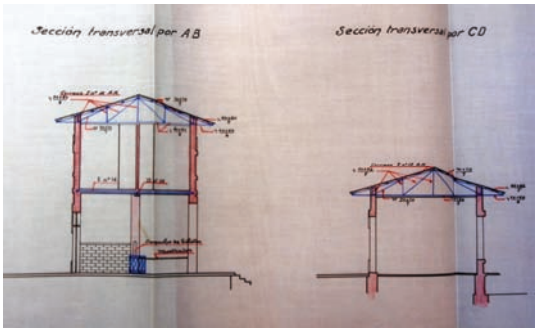
La cubierta (de 7,2 m de luz) se proyectó con una celosía simple a base de diagonales y montantes, tipo inglesa sin pendolón central, con dos tramos a cada lado del eje de simetría. La sección utilizada para todas las posiciones era la angular, de diferente escuadría o sección, o formando una pieza compuesta como en el cordón superior. Las diagonales a tracción, en las que no penalizaba el pandeo, exigían menores espesores. Las correas eran doble T Nº 12, y el forjado de piso se proponía de viguetas metálicas del Nº 16 separadas 80 cm entre ejes.



EDIFICIO DE VIAJEROS TIPO ESPECIAL.

Como era habitual en los trazados ferroviarios, también existía una jerarquía de puntos de parada en función de su potencial de captación de viajeros o mercancías. En las estaciones más importantes, las dimensiones eran sensiblemente mayores, completándose con una marquesina para proteger a los viajeros o acompañantes durante su espera.

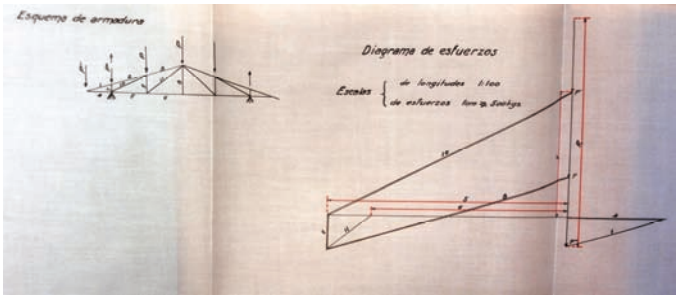


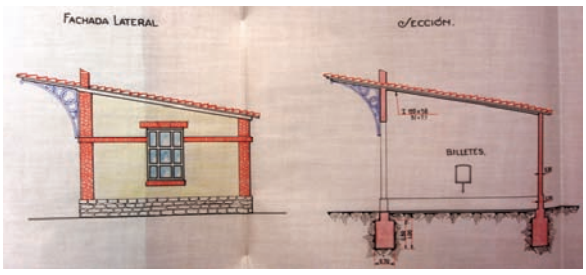


Alzado y secciones de la estación Especial

Las cerchas eran similares a las del edificio corriente, incluyendo un pendolón en el eje, y los cálculos se realizaron de forma gráfica. En este caso, la luz de cálculo era algo inferior (6,80 m) y el apoyo estaba retranqueado para formar el vuelo del alero con el propio entramado. Todas las barras se resolvían mediante sección en escuadra, duplicándose en el propio par superior y en la diagonal que recibía las cargas desde el apoyo. Las correas y viguetas de forjado eran dobles T Nº 12 y 16 respectivamente.

La mayor singularidad de la propuesta era la marquesina exterior, que en el proyecto quedaba simplemente indicada en los alzado, con una ménsula quebrada y armada con una celosía cuajada de cruces de san Andrés, que punto más bajo se apoyaba en un pilar adicional.





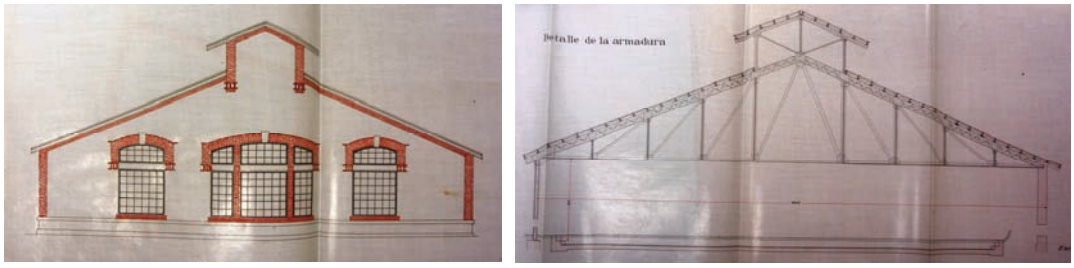
Alzado y sección tipo del apeadero

APEADERO.

También los apeaderos incluían una parte metálica. Por un lado las vigas superiores del dintel, en sentido transversal, eran dobles T de 120 mm de canto; estos dinteles se prolongaban exteriormente en vuelo, sujetándose mediante una cartela calada decorativa, de formas redondeadas, que permitiría además evitar deformaciones excesivas.

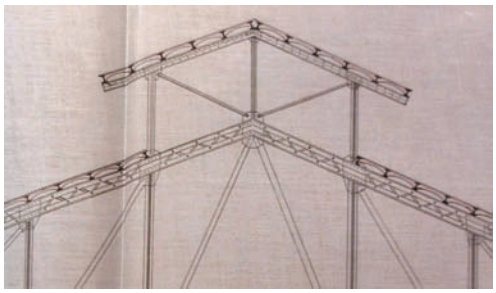
ROTONDA DE MÁQUINAS.

La rotonda de máquinas necesitaba una cubierta de gran luz, 29 m entre apoyos, y se resolvía con una cubierta metálica en celosía de igual tipología que las anteriores para un gálibo vertical de 5 m libres. En este caso se preveía además de una linterna superior a modo de par secundario, para permitir la iluminación natural del interior del recinto.



Alzado y sección de la nave para la rotonda.

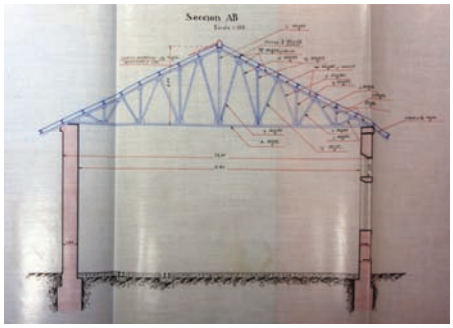
Las barras eran en todo caso angulares, de distintas escuadrías, y en algunas posiciones reforzadas mediante platabandas que se ajustaban a sus dimensiones. Las corres eran en esta ocasión viguetas laminadas del Nº 17. La única disposición singular era la de la sección del par principal: para dotarle del canto necesario se diseñaba una viga armada en celosía triangulada, que continuaba incluso bajo el hueco del lucernario, formándose un nudo múltiple en la cúspide desde el que se arriostraba el tejadillo superior.



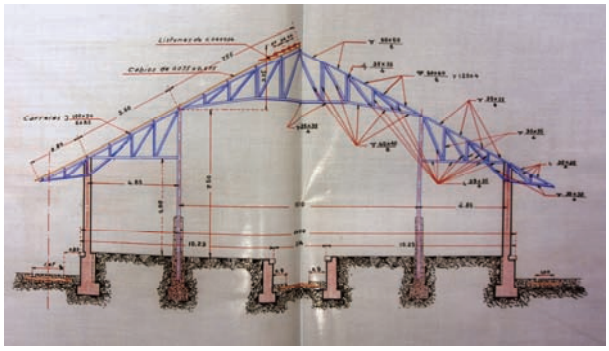
Detalle del nudo superior en el par principal

TALLER DEL RECORRIDO.

Con una luz de cálculo de 13 m y un canto máximo de 3,25 m, la cubierta prevista para este edificio no seguía el mismo esquema tipológico que las anteriores. Puede adaptarse a una variante de celosía belga, con montantes adicionales en los nudos del cordón inferior. Todas las barras se resolvían con simples angulares o por combinación de éstos, estableciéndose las correas a base de viguetas doble T de 120 mm de canto. La resolución de la estructura se realizó también de manera gráfica, discretizándola según el eje de las barras y asignando las cargas en los nudos.



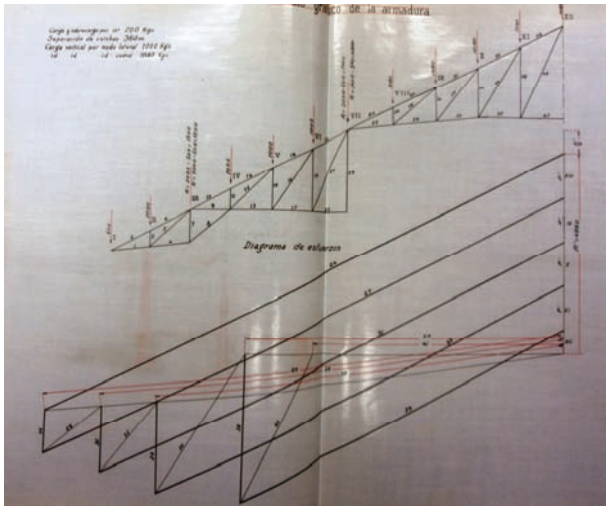
Sección tipo del Taller



Disposición de las barras para el muelle

MUELLE DE TRANSBORDO.

El diseño de esta edificación resulta singular dentro del resto de las propuestas de Antonio Peralba para la línea. Se trata de una cubierta que se divide en tres escalones para cada una de las dos aguas, de forma que en conjunto aparece en cinco tramos independientes separados por el cerramiento exterior y los apoyos intermedios. El central (con 13,30 m de luz) es una cercha inglesa ligeramente peraltada, y los laterales continúan con esta disposición de diagonales y montantes otros 4,85 m para el siguiente tramo, y aproximadamente 2,5 m para el vuelo del alero.



Cálculo gráfico de la celosía

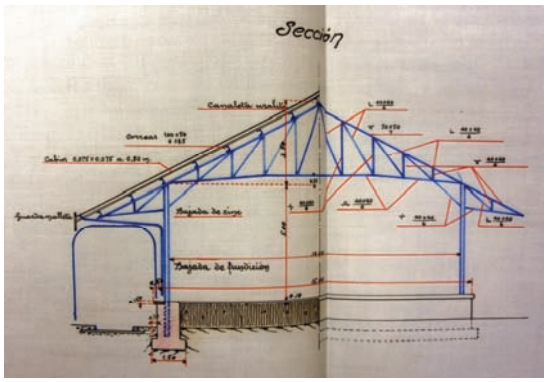
También en esta ocasión se escoge el perfil angular parra todas las posiciones, combinándose para formar secciones compuestas en las de mayor exigencia estructural. En cambio las correas se sustituyen por perfiles en U de 100 mm de canto, sobre las que se aposentaban cabios de madera que rematándose con una cubierta de tejas planas. La conexión de la parte volada con el resto de la estructura se conseguía con una barra adicional que no rompía el isostatismo del conjunto

Toda la estructura aparece resuelta en un único gráfico, traduciéndose las cargas a los nudos y posteriormente interpretando los resultados para elaborar una tabla de secciones para cada una de las posiciones.

PROYECTO DE MUELLE CERRADO DE 15 m

En el Proyecto se proponía un edificio tipo de muelle cerrado para ciertas ubicaciones, en módulo de 4 m (distancia entre pilares). De manera análoga al caso anterior, la cubierta se resolvía también con celosía metálica escalonada. El diseño incorporaba la comprobación de gálibo mínimo grafiado directamente sobre los planos, y el vano central presentaba cierto peraltado.

Las barras de la cubierta se resolvían con simples escuadras o agrupación de éstas, previéndose para los apoyos intermedios, pies derechos a base de perfiles en doble T del Nº16, con bajantes de zinc y fundición desde el alero.



Sección del muelle según proyecto

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

Fondo Documental del Archivo De la Diputación de Palencia

Signatura L-G 444

2. Mercados de abastos

MERCADO DE ABASTOS DE PALENCIA.

AÑO: 1898

DIMENSIONES: 60 x 25,5 m

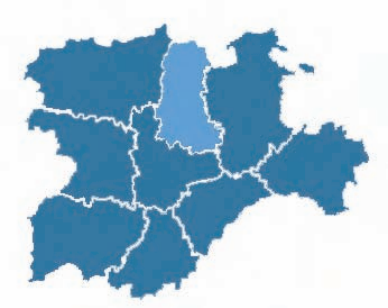
TIPOLOGÍA: Estructura de hierro vista

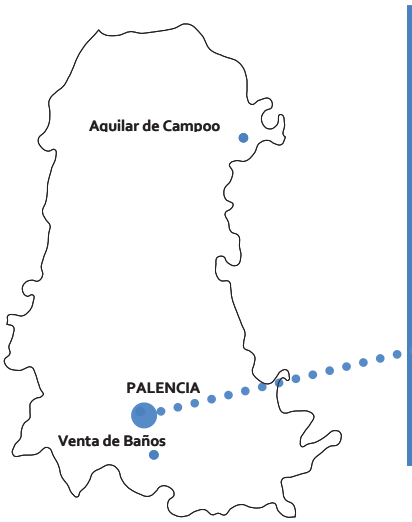
ATRIBUIDO A: Juan Agapito y Revilla

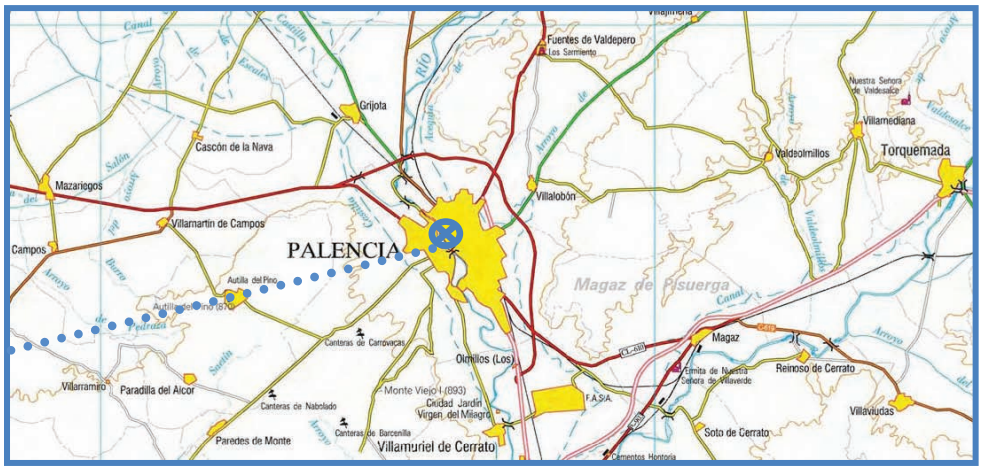
El mercado se erige con una planta basilical en el centro natural de la ciudad de Palencia, muy cercano a la Calle Mayor, y se ha mantenido exento y bien conservado durante más de cien años. Su autor, Juan Agapito y Revilla fue un arquitecto que destacó también por otras facetas humanísticas (publicaciones en campos como historia, planeamiento y planificación, arte,...) tanto en Palencia como en Valladolid, donde también fue arquitecto municipal.

UBICACIÓN

Núcleo urbano de Palencia capital

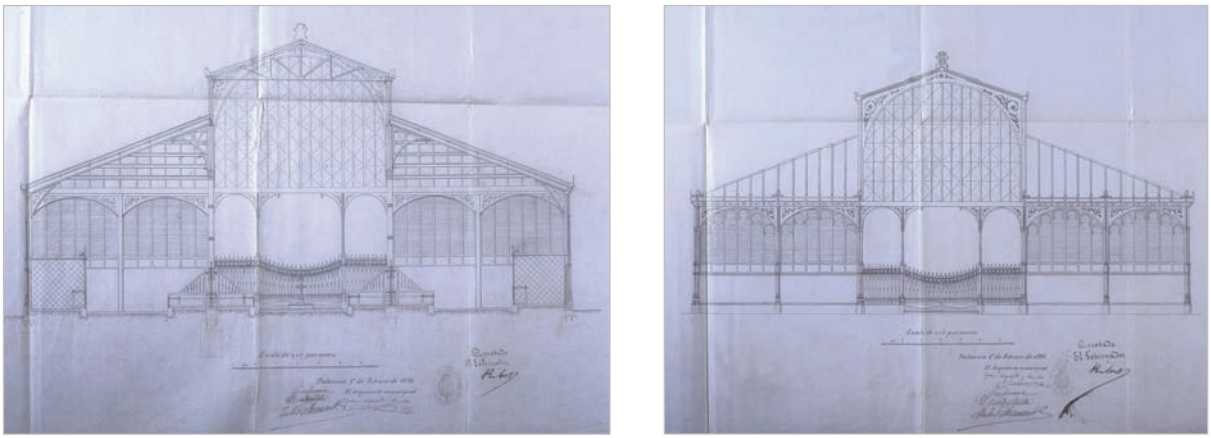






ESQUEMA ESTRUCTURAL

El edificio presenta una planta rectangular de 60 m de largo y 25,5 m de ancho, con dos accesos principales (frontal y trasero en el eje este-oeste) así como una puerta en cada uno de los laterales. Se distribuye en tres pasillos longitudinales y otros tres transversales que conectan las calles principales de recorrido. La anchura de los pasillos es de 4 m, excepto el central que dispone de medio metro adicional al tratarse de un itinerario preferente entre las puertas principales.



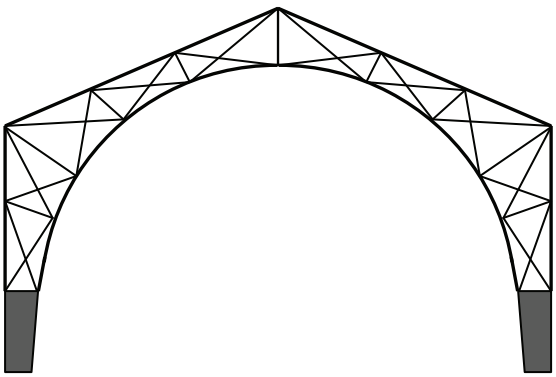
Alzado y sección según los planos originales de Juan Agapito y Revilla.

PORTICOS PRINCIPALES:

La estructura resistente se basa en pórticos transversales de 3 naves, con la principal de mayor altura en el centro a dos aguas, y otras anexas en los laterales. Cada uno de ellos libra una luz total de 8,50 metros, con 4 líneas de pilares que soportan las cubiertas quedando dos de ellas en el interior del propio mercado. La nave principal se alza hasta una altura máxima de 12 m desde la rasante, mientras que las laterales alcanzan los 8 m en su punto más alto, tal como puede comprobarse en los planos del proyecto original, firmados y aprobados en 1895. Estos pórticos se repiten un total de 16 veces en el conjunto de la construcción, separados 4 metros entre sí, e incluyendo entre éstos los testeros correspondientes a las propias fachadas exteriores.

La estructura se resuelve completamente con elementos metálicos, desde los pilares de fundición delicadamente decorados en los capiteles hasta el resto de vigas que componen el entramado de sustentación, en todas las direcciones e incluyendo las fachadas. Las columnas centrales se elevan hasta los 6 m de altura, punto en el que se erigen unos cuchillos formados por una combinación de perfiles y chapas que sujetan y dan forma a la cubierta más elevada. Estas vigas armadas se componen de una primera sección de alma llena de unos 2 m de longitud, para luego convertirse en una celosía cuy cordón inferior presenta un directriz curva (a modo de arcos fajones) que consigue un efecto de bóveda al pasear por el interior del edificio. Esto es un ejemplo pervivencia en el uso de las tecnologías y detalles artísticos conocidos y usados con las fábricas, adaptándolas a las posibilidades que ofrecía en nuevo material. El propio Juan Agapito señala en la memoria que buscaba "revestir la forma estructural, los elementos de humilde y pobre material requieren ser simulados con algún ornato".

Estructura vista desde el interior del edificio, en su pasillo principal, con la fachada acristalada de fondo.



Esquema no exhaustivo de las cerchas del cuerpo superior.

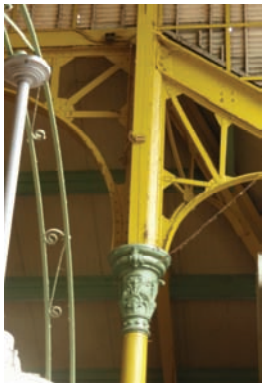
La composición de las mencionadas celosías recuerda, salvando las escalas y luces, a la tipología De DIon: continuidad en los nudos que convierten a dinteles y pilar en un todo uno, sin piezas de atado o atirantado, y con sección reducida en los apoyos que declaran la forma de trabajo de los mismos. La forma de arco de medio punto hace que la sección en la clave se exagere y no siga con el modelo De Dion (más recto en los dinteles y con una rótula en la clave), pero en cualquier caso recuerda al mencionado sistema que fue bastante utilizado en cubiertas de grandes luces para evitar la introducción de tirantes intermedios. La celosía se resuelve con dos cordones, superior e inferior, compuestos a partir de angulares, y atados interiormente por una serie de recuadros de chapa arriostrados mediante cruces de San Andrés, también mediante chapa, incorporando cartelas para asegurar espacio suficiente para la unión mediante roblones de todos estos elementos.

Las naves laterales se apoyan en los pilares interiores incorporando nuevas cartelas en las uniones de la viga de cubierta con los mencionados soportes, así como los exteriores correspondientes a las alineaciones de fachada. Estos nudos acartelados disponen de perfilería adicional para estos refuerzos, que configuran unos encuentros redondeados, acordes con la propuesta de los arcos, y disponiendo de un canto máximo de 2 m. La formación del armado de estas zonas se consigue con elementos similares a los de las vigas de la cubierta central, con angulares y chapas unidas mediante roblones. En el caso de los nudos correspondientes a los pilares exteriores las cartelas son piezas de fundición calada, aligerando su sección con un motivo geométrico, y mediante una sección variable que redondea la unión con un canto máximo de 1,5 m. Estas columnas presentan una menor altura, en este caso 5 metros, con lo que las vigas laterales salvan un desnivel de 3 m entre sus extremos. Los huecos entre las columnas se completan también de forma alterna (es decir cada 8 metros) con una nueva serie de arcos de medio punto de los que cuelgan las luminarias, ejecutados en forja decorativa.

Los pórticos correspondientes a las fachadas presentan una disposición especial y con una mayor concentración de aditamentos y elementos ajenos a los estrictamente estructurales, con un sentido únicamente estético, por ser la parte visible desde el exterior. Así el frontón de la nave central se cubre con vidrio que permite aprovechar la luz solar para la correcta iluminación del mercado. La estructura de cubierta cambia en este caso, sustituyéndose la celosía en forma de arco por una cercha más convencional y recta, tal como se adivina en los planos del proyecto original. Llama la atención que la composición de los marcos de los vidrios propuestos en los dibujos de Agapito y Revilla no corresponden a los que actualmente pueden observarse en el edificio: si bien el diseño preveía una celosía o enrejado oblicuo (similar a la que puede verse en las marquesinas de estaciones de ferrocarril como Valladolid, Burgos o Medina del Campo), la construcción presenta hoy en día una serie de líneas concéntricas que prolongan hacia el exterior la idea de bóveda de cañón. Mediante chapas de palastro y fundición con relieves y dibujos, cierra y enmarca los huecos entre las columnas con cartelas macizas, dibujando arcos entre ellos e incluyendo una serie de pequeños lóbulos huecos (a modo de herraduras) que rematan la parte baja de los mismos.

La fachada incluye además varios elementos añadidos no presentes en el resto de pórticos: 2 columnas adicionales en el hueco correspondiente a las naves laterales, un dintel que ata las cabezas de las columnas sobre la puerta de acceso y dos nuevas columnillas o jambas que marcan el acceso principal, junto a los remates en coronación (crestería y escudo en la parte central).

Antigua postal con el exterior del edificio del mercado

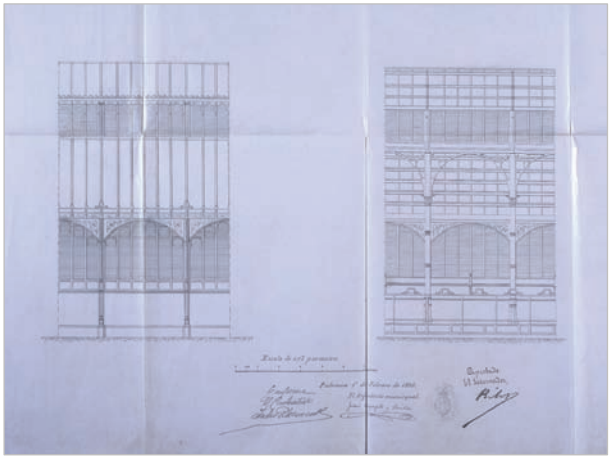


Detalle de un capitel y perspectiva de una de las naves laterales.

PORTICOS SECUNDARIOS:

Completando los arcos señalados en los pórticos principales, en sentido longitudinal se repiten nuevamente una serie de arcadas en perfilería metálica, más sencillos que los de cubierta, pero que continúan con las formas clásicas (arcos formeros) atando las cabezas de pilares en esta dirección y arriostrando el conjunto para conseguir un funcionamiento homogéneo del edificio, junto a las propias correas de cubierta dispuestas a 1,05 m de intereje. El arriostrado en las fachadas laterales se consigue con un zócalo inferior en fábrica de ladrillo de 2 m de altura, además de la prolongación del porticado descrito para la fachada principal, a base de chapas de palastro y fundición.

Los huecos entre pórticos se rellenan con un sistema de paneles de lamas que permiten la aireación y protección frente a la radiación solar directa, sujetos mediante perfiles y chapas adicionales que hacen de bastidor.



La estructura ejecutada responde fielmente el diseño previsto por el arquitecto en sus planos.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

NAVASCUÉS PALACIO, PEDRO.

"Arquitectura e ingeniería del hierro en España (1814-1936)"

FUNDACIÓN IBERDROLA, Ediciones El Viso, 2007.

NAVASCUÉS PALACIO, PEDRO

Introducción al Arte Español. El siglo XIX. Bajo el signo del romanticismo

Editorial Silex, 1992

GONZÁLEZ FRAILE, EDUARDO

Ayer y Hoy en nuestras ciudades.

Junta de Castilla y León

GONZÁLEZ, JULIO; MARTÍN GONZÁLEZ, JUAN JOSÉ; URREA FERNÁNDEZ, JESÚS

Historia de Palencia. TOMO II: Edades moderna y Contemporánea

El arte en la Edad Contemporánea.

Excma. Diputación Provincial de Palencia, 1984.

Palencia, postales para el recuerdo

Diario Palentino y Ayuntamiento de Palencia, 2002.

ALARIO TRIGUEROS, M. TERESA

Tesis doctoral: "ARQUITECTURA Y URBANISMO EN PALENCIA (1759-1898)"

Universidad de VALLADOLID. FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS, 2002.

PALIZA MONDUATE, MARÍA TERESA

Arquitectura civil desde el clasicismo hasta el Art Decó

Patrimonio Arquitectónico de Castilla y León. Volumen IV. Arquitectura Civil.

Junta de Castilla y León, 2007.

GONZÁLEZ DELGADO, JOSÉ ANTONIO; MUÑOZ GONZÁLEZ, LUIS ROBERTO

Palencia. Guía de Arquitectura.

Colegio Oficial de Arquitectos de León, 2001.

3. Puentes metálicos de ferrocarril

PUENTE DEL CONJURADERO. FFCC SANTANDER-ALAR DEL REY.

AÑO: 1857

LONGITUD: 75 m aproximadamente, en 4 vanos

TIPOLOGÍA: Celosía metálica tipo Town.

ATRIBUIDO A: Alfred y Morland Jee

OBSERVACIONES:

Sustituido por 6 tableros independientes de hormigón a mediados del s. XX

Tal como se deduce de la documentación que a día de hoy se conserva, este puente se ubicaba en las inmediaciones Villaescusa de Las Torres, sobre el río Camesa (justo antes de su desembocadura sobre el Pisuerga), y en una posición inmediatamente anterior a la boca de un túnel perforado en la roca caliza que configura la geología de estos parajes.

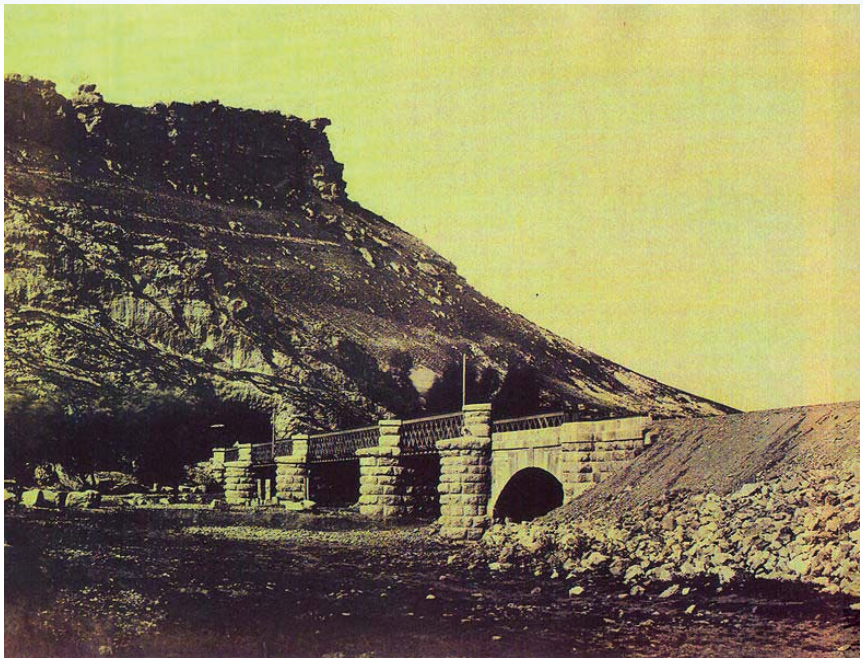
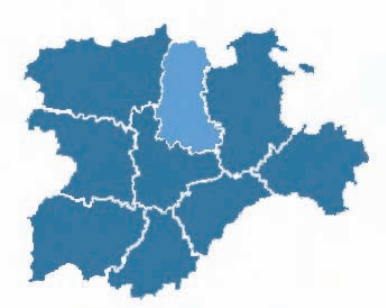
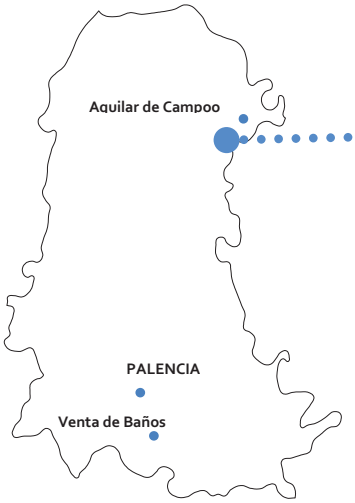


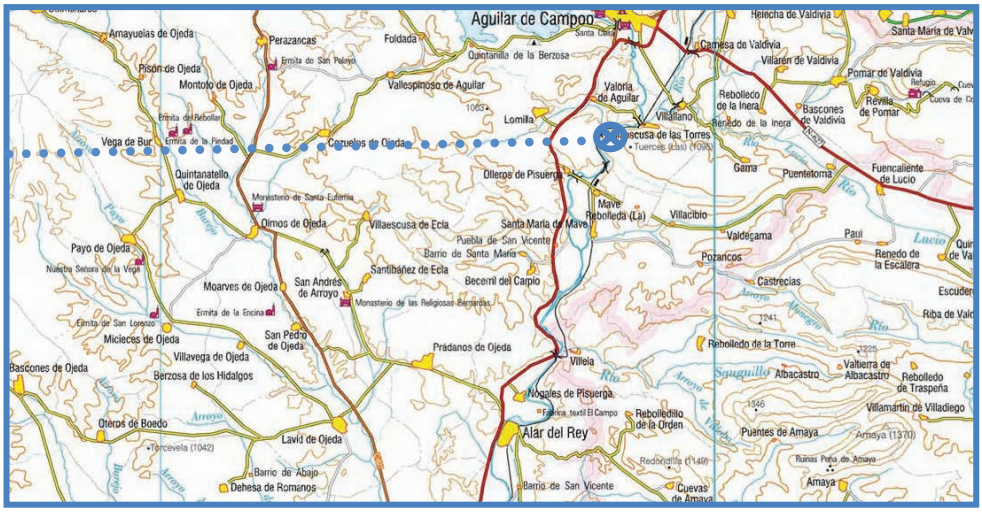
Imagen durante la construcción del puente sobre el Camesa.

UBICACIÓN

Municipio de Aguilar de Campoo (Palencia)







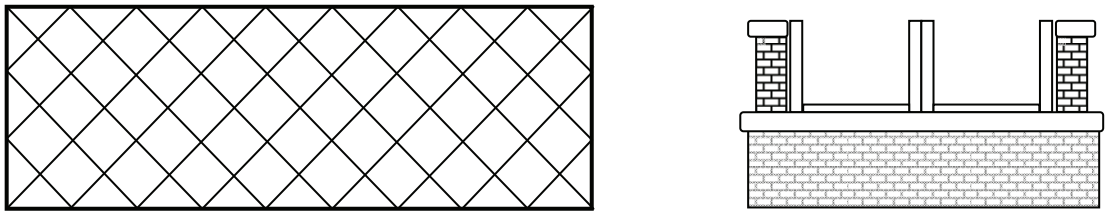
ESQUEMA ESTRUCTURAL

Isaac Dodds, contratista principal de las obras de la sección Alar del Rey-Los Corrales, contaba con el apoyo técnico de varios ingenieros ingleses que llevaban a cabo trabajos de asesoramiento, revisión de diseño y control. Entre ellos destacaron los ingenieros Alfred Stansitreet Jee y su hermano Morland, de los cuales el primero ocupaba el puesto de jefe de obra. Fue Morland el autor de los planos de definición de este puente, dibujados en 1856, de los cuales se puede deducir las características geométricas y detalles constructivos que debieron utilizarse en el reto de pasos metálicos ejecutados en la línea. La dirección de obra fue coordinada por el Sr. Porrua.

Debe de tenerse en cuenta que las obras se desarrollaron en una época en la que los guerrilleros carlistas intentaban el sabotaje y acosaban a los obreros españoles; fue un gran acierto por parte de la contrata el trasladar a un buen número de comerciales y especialistas en obras ferroviarias desde Inglaterra, ajenos a estos problemas políticos, sin los que muy probablemente los plazos de entrega se hubieran demorado durante meses.

Según se comprueba en el plano de Morland Jee y en las fotografías de Atkinson, el puente del Conjuradero poseía cuatro vanos apoyados en pilas de sillería, cuyos alzados sobresalían de manera que tapaban la zona de los apoyos de las vigas. Las longitudes de los vanos están acotadas en medidas anglosajonas: 53′ 1 ½‟ para los vanos extremos, más cortos, y 81′ en los centrales, largos. No obstante las pilas estaban esviadas respecto al eje de la estructura, de manera que las longitudes rectas entre apoyos eran de 38′ y 62′ respectivamente.

Estructuralmente, se organizaba con cuatro cuchillos principales en celosía, de tipo Town, que le otorgaban un aspecto de rejilla: se formaban por superposición de cruces de san Andrés de manera que cada una de las barras inclinadas se veía cruzada por otras dos en dirección contraria, además de las que nacían de sus extremos:



Esquemas de la celosía y de la sección transversal del puente

La repetición de este entramado a lo largo de la luz total permitía salvar el río Camesa, apoyándose lateralmente en otro vano adicional en forma de arco y ejecutado en sillería de piedra, al igual que el estribo recto de la margen contraria. La longitud de este último vano era de 30′, y era una modificación del proyecto original según se autorizó el 26 de agosto de 1854 (la estructura inicialmente diseñada era un quinto vano metálico) tal como se indica la memoria-informe redactado por la comisión encargada del seguimiento de las obras en 1856, el cual situaba el paso sobre la estaca 54.100. La sección transversal presentaba los cuatro cuchillos dispuestos de forma que separaban dos vías independientes. Así se agrupaban las vigas de dos en dos, separadas 14′ entre sus caras interiores, quedando las centrales adosadas entre sí. Se observa la diferente anchura entre las laterales, de 1′ 6″, y las dos centrales, cuya suma llegaba a los 3′, de manera que la distancia entre las caras interiores de vigas extremas era de 31′. Las pilas sobrepasaban la dimensión total de la estructura metálica, disponiendo de una anchura total de 46′ 46″. Horizontalmente los cuchillos se ataban mediante unos largueros de 6x12″, dispuestos a un intereje constante de 2′ 10 ¾‟, que se tapaban superiormente con un tablero totalmente cuajado. En las postrimerías de 1853 gran parte de las piezas metálicas de los puentes habían llegado ya para su acopio, procedentes de los talleres de Holmes Engine Works, propiedad de los señores Dodds y ubicados en Rotherham (cerca de Sheffield), y la sección fue inaugurada en abril de 1857, por lo que estos pasos en la zona de Aguilar debieron ejecutarse en el intervalo 1854-1856, lo que concuerda con las publicaciones sobre las noticias de su construcción en la Revista de Obras Públicas.

Al igual que ocurre con otros de los puentes de esta sección de la línea, existen datos documentados en el proyecto de su sustitución redactado por el ingeniero José María Platero Cardinel en 1952. Según señalaba en la memoria, se trataba de 4 tramos rectos según el esquema de luces 14,85-22,20-23,27-14,85 m medidos entre apoyos. Se ubicaba en el punto kilométrico 391+360, sobre una alineación recta con una pendiente en alzado de 1,76 milésimas, que se sitúa en la misma posición que el denominado inicialmente como El Conjuradero y por tanto debemos de identificar con él. En este caso señala que la oblicuidad del eje del puente respecto del cauce es de 60 grados.

A diferencia de otros pasos, Platero Cardinel los describe como tramos de alma llena de acero y tablero inferior, no habla de celosía ni menciona el vano de fábrica en forma de arco, por lo que debe suponerse que existió alguna reforma anterior a esta memoria, en el período comprendido entre su puesta en servicio en 1857 y 1952, cuando se proyecta su sustitución por 6 tableros independientes de hormigón armado. De su situación en la confluencia de dos cauces, y teniendo noticia de las riadas acaecidas durante el año 1909 en esta zona, es posible que la estructura de alma llena corresponda a una reparación posterior a este acontecimiento, si bien este argumento no he podido contrastar de forma documental.

Aspecto del puente en la actualidad, con dos pilas adicionales en los vanos centrales.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

Wiliam Atkinson, 1855-1857.

Colección Biblioteca Municipal de Santander, Centro de Documentación de la Imagen de Santander CDIS, Ayuntamiento de Santander.

Archivo del Palacio Real. Fondo fotográfico de Patrimonio Nacional.

1855-1857, reportaje fotográfico sobre la construcción del ferrocarril de Santander a Alar del Rey (Palencia). William Atkinson.

Items Nº 10174545, y 10174531

www.arija.org

Revista de Obras Públicas

Ferro-Carril de Alar a Santander, ROP, 1-5-1874

de GARCIA MATEO, JOSE LUIS

"Inventario de Puentes Ferroviarios de España"

Editorial DOCE CALLES (2005)

Fondo documental del Archivo General de la Administración

Proyecto de sustitución de tramos metálicos. Línea Venta de Baños-Santander

AGA 4 (102) CAJA 24/8763

Informe de la comisión encargada de la inspección de las obras con el estado de los distintos tramos y comprobaciones de trazado. 1856.

AGA 4(102) CAJA 23/18504

MAJOR S. SNELL

"A story of railway pioneers; being an account of the inventions and works of Isaac Dodds and his son Thomas Weatherburn Dodds"

LONDON, SELWYN & BLOUNT, LTD.,1921

PUENTE METÁLICO DE LA HORADADA. FFCC SANTANDER-ALAR DEL REY.

AÑO: 1857

LONGITUD: 75 m aproximadamente, en 5 vanos

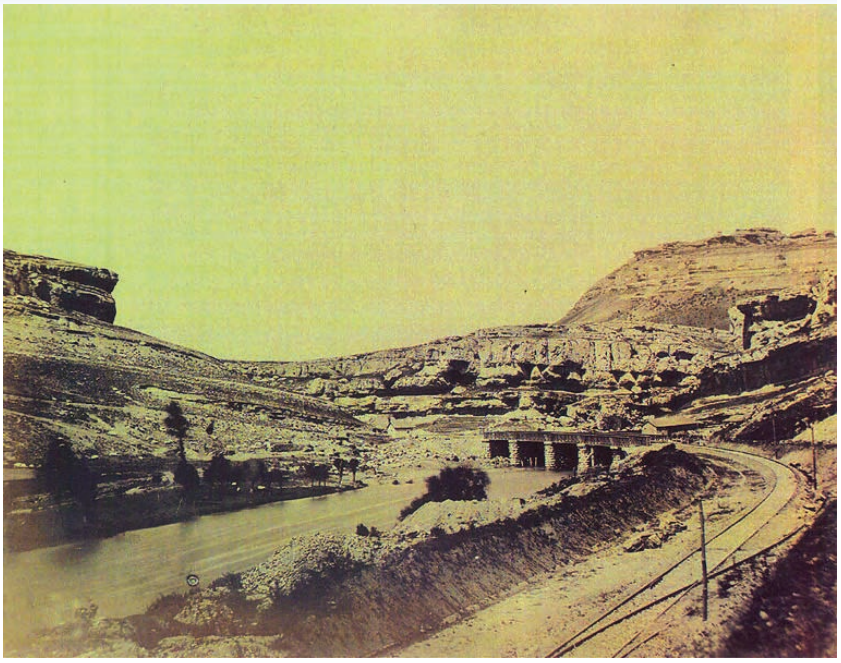
TIPOLOGÍA: Celosía metálica tipo Town.

ATRIBUIDO A: Alfred y Morland Jee

OBSERVACIONES:

Desmantelado para su sustitución por 3 arcos de hormigón.

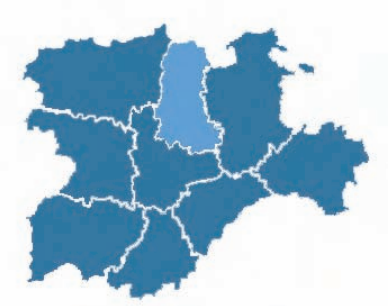
En las cercanías de Mave y Villaescusa de las Torres existe una zona de singular geología y orografía por la que discurre el río Pisuerga, el Cañón de la Horadada, que constituye una sinuosa garganta sobre piedra caliza. Este paraje, anexo al Monumento Natural de Las Tuerces, exigió un meditado estudio de trazado para el ferrocarril y hubo de recurrir al cruce del cauce en varias ocasiones, utilizando para ello tramos metálicos de la tipología habitual en esa época: la celosía tipo Town.

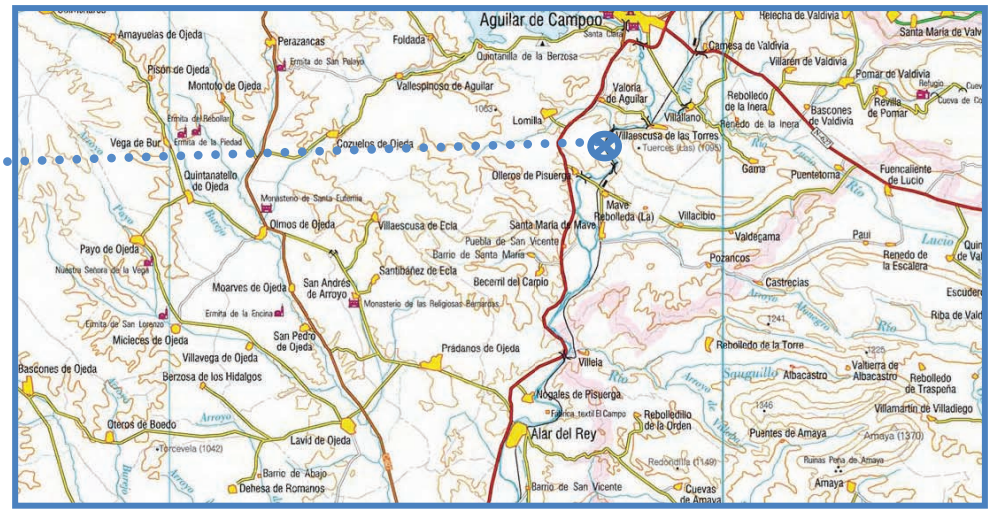


El puente sobre el río Pisuerga, en Mave.

UBICACIÓN

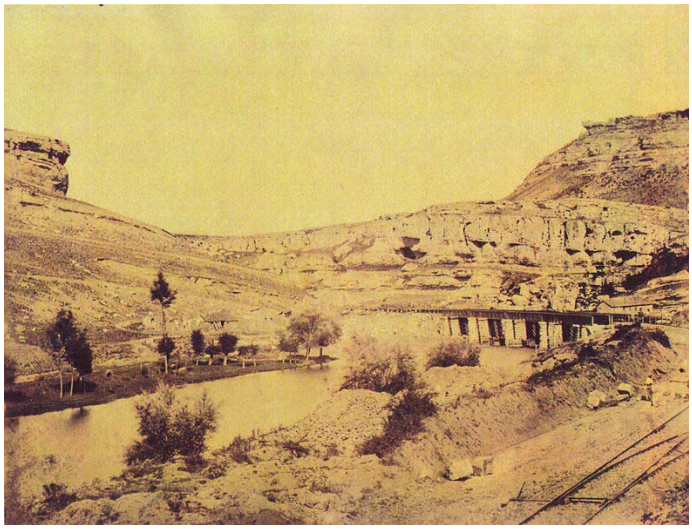
Municipio de Aguilar de Campoo (Palencia)





ESQUEMA ESTRUCTURAL

El puente primitivo fue ejecutado con tramos metálicos a mediados del s. XIX a través de contratistas ingleses, Isaac Dodds y su hijo Thomas, adjudicatarios de esta parte de la línea Alar del Rey-Santander. La Revista de Obras Públicas señala en su número 2 de enero de 1857 que las obras de esta tercera sección (entre Alar-Reinosa), estaban ya concluidas por esta fecha, e incluían 4 puentes metálicos con pilas de sillería.



Si bien la documentación inicial que sirvió de base para la licitación no se ha conservado en los archivos ministeriales, existen datos adicionales que permiten conocer sus características básicas y tipologías constructivas. Así, puede consultarse la memoria-informe redactado por la comisión encargada del seguimiento de las obras, firmado en enero de 1856 por Félix de Wagon y Juan L. del Rivero, que señalan cómo el puente primitivo de La Horadada disponía de cinco vanos con planta curva, situándolo sobre la estaca 13.018. Según sus medidas, los dos primeros tramos (cuyas pilas estaban ya construidas durante su redacción) presentaban una longitud de 21 pies y 72 '2" respectivamente, estando la anchura de las pilas entre 29 y 29'5".

Durante la ejecución de esta sección se contó con el apoyo de un ingeniero inglés llamado William Atkinson, que era aficionado a la fotografía, y que realizó una colección de instantáneas durante las obras que constituyen uno de los primeros reportajes de este tipo elaborados en España. Con esta colección (realizada entre 1855 y 1857) elaboró un álbum que regaló posteriormente a la reina Isabel II, en cuyo honor se había nombrado a la compañía concesionaria de la línea férrea. Dentro de este singular conjunto de imágenes, Atkinson inmortalizó el Puente de La Horadada en su configuración original, inmediatamente antes de su puesta en servicio.

También encontramos referencias en el proyecto final de sustitución de la estructura metálica, redactado por el ingeniero José María Platero Cardinel, en junio de 1952. Su descripción señala que se desarrollaba en una curva de radio 424 m, situado sobre la progresiva 388+306 y en un tramo en rampa de 3,88 milésimas. Constituido por 5 vanos, su entramado se ordenaba con una serie de vigas larguero que enmarcaban una cuajada celosía interior, según el sistema Town (herencia directa de las celosías de madera de los primeros ferrocarriles americanos). Esta tipología introducía una serie de cruces de san Andrés que se entrecruzaban entre sí, tupiendo el alma de cada uno de los cerchones.

En este caso la estructura era por otra parte ligeramente esviada al cauce del río Pisuerga, con un ángulo de oblicuidad entre 42 y 48 grados en relación al eje del puente. La altura del plano de rodadura con respecto a nivel normal de las aguas era de 5,70 m, distancia que se reducía hasta los 1,80 m en época de máximas avenidas. No obstante, el ingeniero recoge en su memoria que durante las grandes crecidas del río de 1909 las aguas llegaron a cubrir completamente los carriles, razón por la que se proponía elevar la rasante 1,50 m durante las obras de sustitución que lo transformaron en 3 arcos de hormigón armado de 24 m de luz cada uno.

En octubre de 1915 se produjo un accidente ferroviario al derrumbarse la estructura al paso de un tren, cayendo la máquina al río y provocando heridas al mecánico. Los vagones quedaron colgando de los carriles al borde del estribo, sin registrarse víctimas entre los pasajeros. La noticia quedó recogida por el suplemento del diario ABC, Blanco y Negro, el 17 de octubre de ese año, incluyendo una imagen de cómo quedó la locomotora tras el descarrilamiento, si bien llama la atención en la misma la presencia de una barandilla metálica sobre la estructura que todavía queda en pie, cuya alma se compone de una celosía muy tupida pero fina, y que aparentemente presenta tablero superior (al contrario que el de las fotos de Atkinson y los planos de Jee).

DESCARRILAMIENTO EN LA LINEA DE SANTANDER
ESTADO EN QUE QUEDO EL TREN DESCARRILADO AL ENTRAR E EL PUENTE DE LA HORADADA. (FOTO PAMOT)

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

Wiliam Atkinson, 1855-1857.

Colección Biblioteca Municipal de Santander, Centro de Documentación de la Imagen de Santander CDIS, Ayuntamiento de Santander.

Archivo del Palacio Real. Fondo fotográfico de Patrimonio Nacional.

1855-1857, reportaje fotográfico sobre la construcción del ferrocarril de Santander a Alar del Rey (Palencia). William Atkinson.

Items Nº 10174545, 10174597, y 10174531

www.arija.org

Revista de Obras Públicas

Ferro-Carril de Alar a Santander, ROP, 1-5-1874

de GARCIA MATEO, JOSE LUIS

"Inventario de Puentes Ferroviarios de España"

Editorial DOCE CALLES (2005)

Fondo documental del Archivo General de la Administración

Proyecto de sustitución de tramos metálicos. Línea Venta de Baños-Santander

AGA 4 (102) CAJA 24/11723

Informe de la comisión encargada de la inspección de las obras con el estado de los distintos tramos y comprobaciones de trazado. 1856.

AGA 4(102) CAJA 23/18504

ROP 1857, número 2 (15 enero)"Ferro-carriles Españoles: Santander a Alar del Rey"

MAJOR S. SNELL

"A story of railway pioneers; being an account of the inventions and works of Isaac Dodds and his son Thomas Weatherburn Dodds"

LONDON, SELWYN & BLOUNT, LTD., 1921

PUENTE DEL CONGOSTO O DE VALORIA. FFCC SANTANDER-ALAR DEL REY.

AÑO: 1857

LONGITUD: Aprox. 79 m en cuatro vanos

TIPOLOGÍA: Celosía metálica tipo Town.

ATRIBUIDO A: Alfred y Morland Jee

OBSERVACIONES:

Desmantelado para sustituirle por 4 arcos de hormigón.

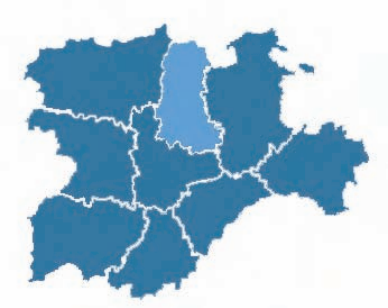
El paso del Cañón de la Horadada exigió varios puntos de cruce con el río Pisuerga en el trazado del tramo Alar-Reinosa, siendo este una de las estructuras que fue necesario construir para ello por los contratistas ingleses que resultaron adjudicatarios.

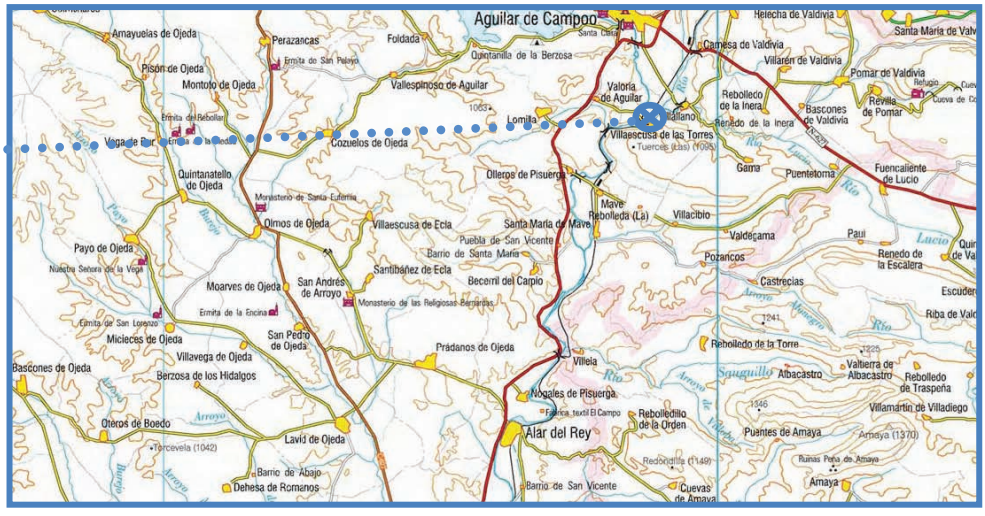
Este puente corresponde al denominado de Valoria en las fotografías del reportaje de Atkinson durante las obras de esta sección, y en el informe de la comisión encargada de la supervisión de las mismas.

El puente de Valoria, junto al Congosto.

UBICACIÓN

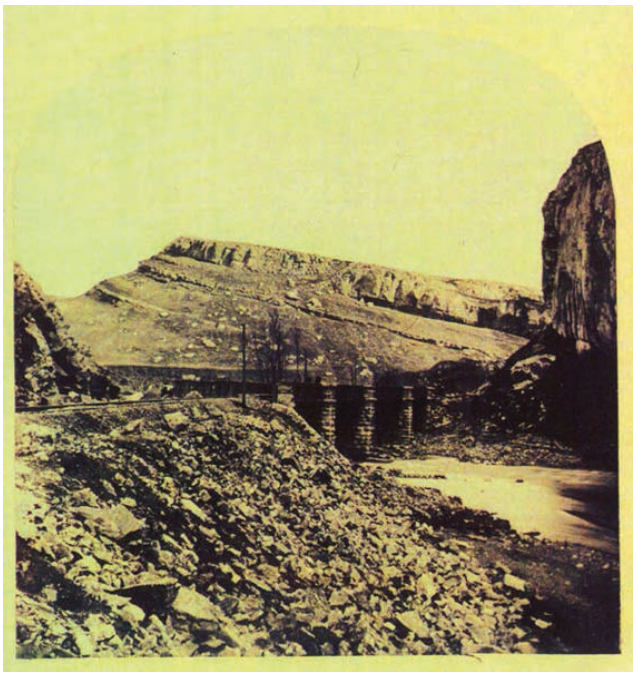
Municipio de Aguilar de Campoo (Palencia)





ESQUEMA ESTRUCTURAL

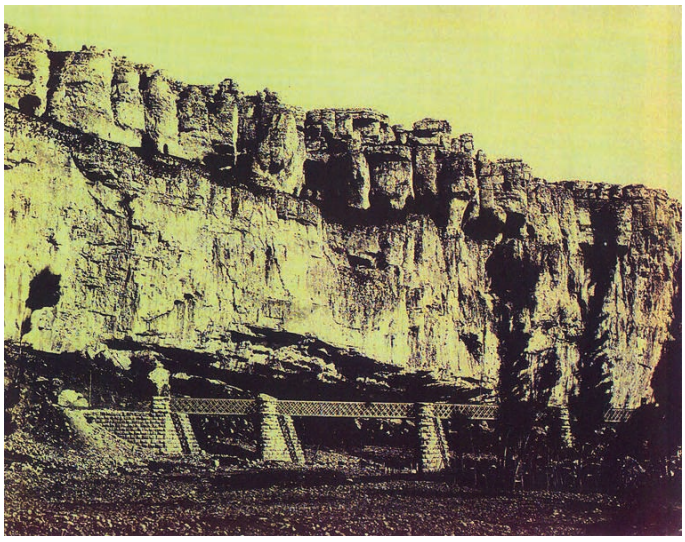
Según la descripción de José María Platero Cardinel, ingeniero redactor del en el proyecto final de sustitución de las estructura de este tramo en junio de 1952, estaba situado en la progresiva 389+834, sobre una curva de radio 308 m y coincidiendo en alzado con una rampa de 0,75 milésimas. Se organizaba en cuatro tramos irregulares de luces 22,7 m, 21,12 m, 20,05 m y 12,10 m, medidas entre apoyos. Los cuatro eran metálicos, formados por celosías tipo Town por repetición y superposición de cruces de san Andrés. Las pilas se orientaban en la dirección del cauce, por lo que el eje de la estructura quedaba esviado respecto a los estribos y apoyos intermedios presentando una oblicuidad entre 39-55º.

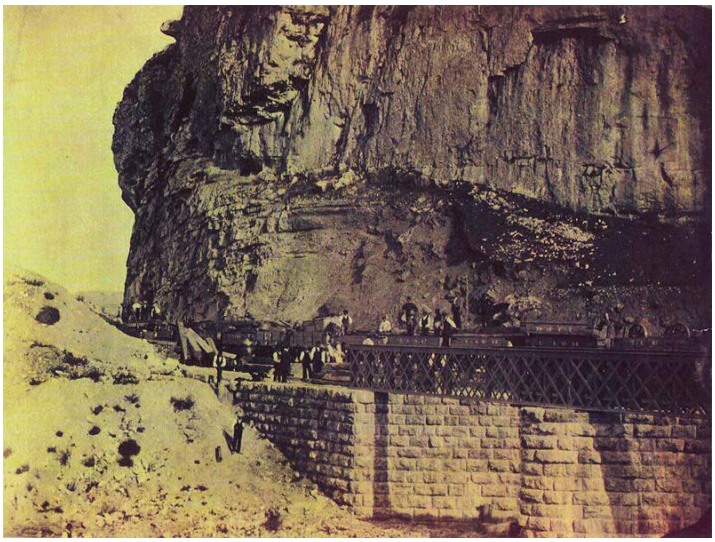


La altura del plano de los carriles sobre las aguas normales era de 6,90 m, reduciéndose hasta tan sólo 1,50 m con las máximas avenidas, si bien las crecidas de 1909 cubrieron totalmente la superestructura de la vía. Este argumento servía al ingeniero Platero Cardinel para proponer la elevación de la rasante otros 150 cm aprovechando la sustitución de la estructura primitiva por 4 arcos iguales de 17,80 m de hormigón armado para una luz total de 78,8 m.

En el informe de las obras escrito por los ingenieros Félix de Wagon y Juan Luis del Rivero se indica que presenta una planta curva, indicando sus luces en medidas anglosajonas: 42′ 2″, 74′ 6″, 77′ 9″ y 82′, que deben de leerse en sentido contrario para que coincidan con las correspondientes del proyecto de sustitución.

Por analogía con las definiciones de Morland Jee para el caso del puente del Conjuradero y a la vista de las similitudes entre las diferentes fotos disponibles del álbum de Atkinson, puede deducirse que el paso original estaba formado transversalmente por cuatro cuchillos que se unían inferiormente por medio de largueros, de manera que permitían la doble circulación, y quedando adosados ente sí las dos vigas centrales. La parte cercana a los apoyos quedaba tapada por un peto de sillería que nacía de la coronación de las pilas y protegía esta parte desde el exterior.





Instantáneas del reportaje de William Atkinson durante la ejecución de las obras.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

Wiliam Atkinson, 1855-1857.

Colección Biblioteca Municipal de Santander, Centro de Documentación de la Imagen de Santander CDIS, Ayuntamiento de Santander.

Archivo del Palacio Real. Fondo fotográfico de Patrimonio Nacional.

1855-1857, reportaje fotográfico sobre la construcción del ferrocarril de Santander a Alar del Rey (Palencia). William Atkinson.

Items Nº 10174548, 10174602, 10174533 y 10174603

www.arija.org

Revista de Obras Públicas

Ferro-Carril de Alar a Santander, ROP, 1-5-1874

DE GARCIA MATEO, JOSE LUIS

"Inventario de Puentes Ferroviarios de España"

Editorial DOCE CALLES (2005)

Fondo documental del Archivo General de la Administración

Proyecto de sustitución de tramos metálicos. Línea Venta de Baños-Santander

AGA 4 (102) CAJA 24/11723

Informe de la comisión encargada de la inspección de las obras con el estado de los distintos tramos y comprobaciones de trazado. 1856.

AGA 4(102) CAJA 23/18504

ROP 1857, número 2 (15 enero):"Ferro-carriles Españoles: Santander a Alar del Rey"

MAJOR S. SNELL

"A story of railway pioneers; being an account of the inventions and works of Isaac Dodds and his son Thomas Weatherburn Dodds"

LONDON, SELWYN & BLOUNT, LTD.,1921

PUENTE SOBRE EL RÍO CARRION Y PUENTES DEL FFCC PALENCIA-A CORUÑA. PALENCIA

AÑO: 1863

LONGITUD: 77 m en 3 vanos

TIPOLOGÍA: Celosía tipo Pratt

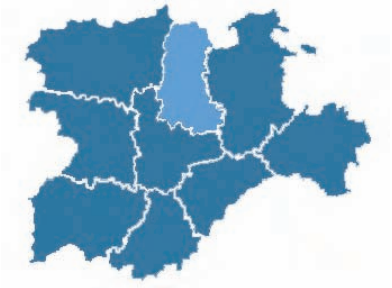
ATRIBUIDO A: Mr. Alphonse Oudry

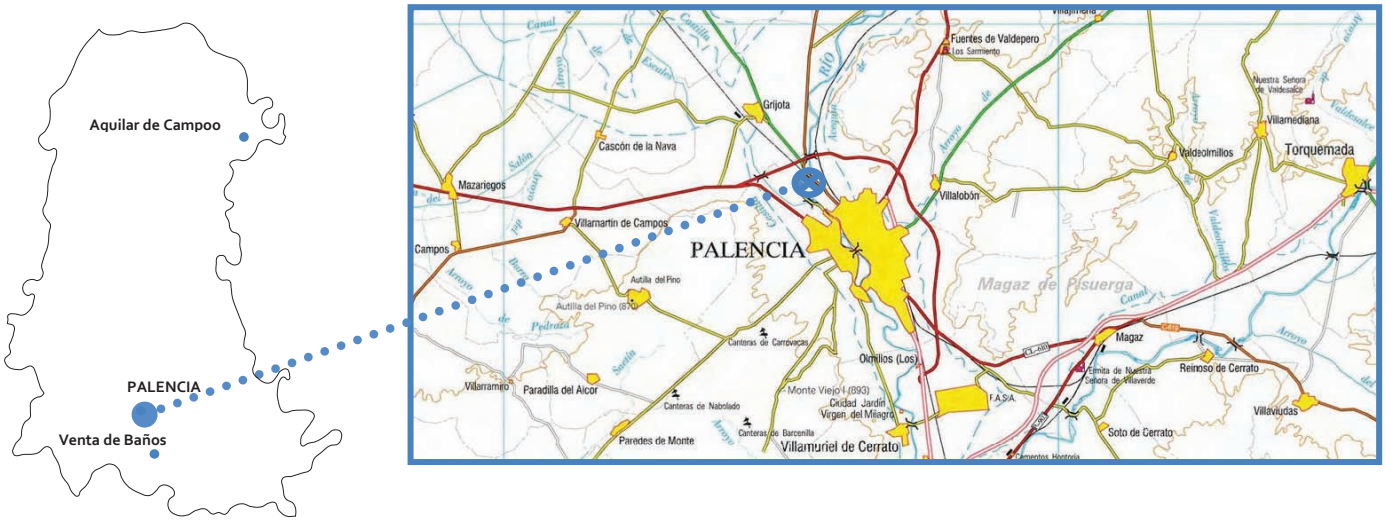
Se trata de la primera de las estructuras de la línea Palencia-A Coruña, con dos pilas intermedias en el cauce del río Carrión. Posee cuatro cuchillos con tablero inferior, presentando de esta manera doble vía para el cruce de trenes.

El puente se ubica muy cerca del núcleo urbano de Palencia.

UBICACIÓN

Municipio de Palencia capital.





ESQUEMA ESTRUCTURAL

La construcción del tramo Palencia-León fue adjudicada al contratista parisino Hubert Debrousse, siendo el ingeniero francés Oudry (autor del famoso puente de D'Arcole de París junto a su compañero Cadiat) el encargado de la ejecución de las obras metálicas del tramo.

El puente consta de tres vanos, dos laterales de 22,65 m y el central de 26,30, con un canto de vigas de 2 m. Su construcción fue una de las más lentas de la línea, ya que tras preparar previamente las piezas en los talleres de Palencia, se trasladaron para su montaje sobre el terraplén del estribo izquierdo, y lanzándose posteriormente mediante rodillos hasta su posición definitiva. Estas maniobras exigieron un corte de las vías de 40 días, lo cual, junto a las dificultades para llevar las piezas a otros pasos posteriores, hicieron recapacitar sobre el método constructivo a seguir para otros puentes de esta misma línea. El puente se ejecutó con perfiles procedentes de los talleres ingleses de Mrs. Lloyd, Fostey y C. situados en Wednesbury, como el resto de obras de hierro de la sección de Palencia a León.

La estructura responde al esquema clásico de celosía tipo Pratt, repitiéndose para cada uno de los tres vanos en función de su longitud, y armándose mediante perfiles simples y palastros que se unen mediante roblones. Los tramos laterales, más cortos, describen tres enes hasta su eje de simetría, que se define con un montante vertical. Por su parte el tramo central incluye una diagonal más por cada lado, dibujando un total de ocho enes en cada cuchillo. Los montantes presentan una chapa de sección variable que crece hacia el interior del puente en función de los esfuerzos que debe resistir en ménsula.

Perspectiva extendida de la estructura desde uno de los estribos

Arriostrado inferior y pila en el cauce del río Carrión.

VIGAS: La estructura se desarrolla con cuatro vigas, dos por cada sentido de la marcha, que se apoyan en los extremos y dos pilas de fábrica intermedias. Entre cada pareja de éstos cuchillos existen una serie de riostras que las mantienen unidas a la distancia invariable de diseño. Dichas vigas transversales coinciden con los propios montantes verticales en las vigas, y permiten un arriostrado transversal de la sección desde su parte inferior, adoptando un perfil doble T armado mediante palastros y angulares roblonados, con dos secciones de rigidización intermedias a base de parejas de angulares adosados.

El tablero es inferior, disponiéndose las traviesas sobre dos vigas longitudinales en la proyección de los propios carriles que se prolongan entre cada dos de los travesaños anteriormente señalados. Aunque su aspecto coincide con la metodología constructiva del resto de conjunto (sección compuesta de palastro y angulares con forma doble T), se observan algunos refuerzos posteriores a la altura de cada uno de sus extremos en forma de cartelas adicionales atornilladas. De igual manera se distingue un refuerzo en el centro de las traviesas, dispuesto para eliminar la mayor parte de su posible deformación, y consistente en un perfil simple en C tumbado para recoger los maderos a través de su alma.

Esta última pieza no corresponde a la misma cronología que el conjunto roblonado, ya que presenta los extremos unidos a una chapa de unión soldada a la barra en todo su contorno, la cual queda unida a las riostras principales mediante tornillos. Adicionalmente a la geometría señalada, existen barras de perfil hueco que atan esta pieza en C con las viguetas doble T bajo carril en el centro de los tramos que quedan entre riostras.

A parte del arriostrado principal ya descrito, la sección transversal queda rigidizada para un trabajo solidario mediante una serie de cruces de san Andrés dispuestas en planta, uniendo los extremos de cada tres vigas traveseras (esto es, desde una esquina de recuadro hasta el punto medio de la siguiente riostra y prolongándose a la esquina del recuadro contiguo), y presentando en su punto medio gran una chapa a modo de cartela en la intersección de las parejas de escuadras que lo conforman.

Detalle de la viga riostra en apoyos, donde se aprecian las viguetas longitudinales bajo carril, y la vigueta en el centro de traviesa.

APOYOS: Los aparatos de apoyo constan de conjunto de rodillos montados sobre unos cojinetes moldeados, de manera que pueden permitir los libres giros en su cabeza (anexa a la propia estructura metálica) y un cierto juego en los desplazamientos que pudieran originarse en relación a los efectos de variación de temperatura (dilatación-contracción).

Las vigas principales desde uno de los estribos y detalle de aparato de apoyo.

PUENTES LINEA PALENCIA-LA CORUÑA: En el tramo correspondiente a la provincia de Palencia se ejecutaron varias estructuras metálicas en los puntos en los que el trazado atravesaba el Canal de Castilla en dos ocasiones (20m cada uno) y cauces de menor caudal (en particular, el río Sequillo con 20 m y los arroyos Valdeginate, con 10 m, y Retortillo, de 20 m, que en las referencias a su construcción se identifica con el nombre de Arroyo Mayor). Su construcción, llevada a cabo por el mismo contratista y supervisada por el mismo técnico que el del río Carrión, Alphonse Oudry, fue objeto de una estudiada metodología en aras de recortar los plazos de ejecución y que partía de la idea de transportar de las piezas previamente prefabricadas y montadas en los talleres de Palencia.

Arroyo Valdeginate.

Río Sequillo.

Arroyo Retortillo.

Sobre el Canal de Castilla en Becerril.

Sobre el Canal de Castilla en Grijota.

Si bien en el caso del Carrión el desplazamiento era mínimo, posteriormente se utilizó el Canal de Castilla para mover las estructuras. Así se ejecutaron los correspondientes al canal de Castilla y Retortillo, todos ellos de 20 m de luz. A partir de Paredes de Nava, las dificultades y retrasos que suponía este sistema motivaron la decisión de aprovechar el propio camino de hierro para el acarreo de los elementos metálicos, de manera que el tramo correspondiente al arroyo Valdeginate (de 10 m de luz) pudo llevarse mediante con dos vagones plataforma. Pero con esta tipología no podían moverse tramos más largos, ya que se corría peligro de que el peso cargara sobre uno solo de los vagones. Para resolver este problema, Oudry ideó unos carruajes especiales articulados que permitían la adaptación al trazado en los tramos curvos y los cambios de rasante; las pruebas se realizaron con el puente del río Sequillo, de 20 m, y posteriormente se aprovechó la idea para los puentes más largos dentro de la provincia de León.

En la actualidad, todos estos tramos cortos han sido sustituidos por puentes de vigas de hormigón pretensado aprovechando los estribos de fábrica para la implantación. En todos ellos se dispuso de un sistema de abrazaderas metálicas transversales que mantienen unidas las vigas, limitando los movimientos diferenciales.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

de GARCIA MATEO, JOSE LUIS

"Inventario de Puentes Ferroviarios de España"

Editorial DOCE CALLES (2005)

BARRÓN, E.

Ferrocarril de Palencia a Ponferrada

Revista de Obras Públicas, 1863, TOMO I, Nº 23-02

Colocación del Puente del Cea

Revista de Obras Públicas, 1863, TOMO I, Nº 14-03

SAAVEDRA Y MORAGAS, EDUARDO

Ferro-carril de Palencia a Ponferrada. Colocación del Puente del Esla

Revista de Obras Públicas, 1863, TOMO I, Nº 19-05

Gaceta de los caminos de hierro, 29 de julio de 1877

Periódico "La época", 19 de febrero de 1863

MARVA Y MAYER, J.

Proyecto de tablero metálico para la recomposición de puentes de vía férrea en campaña.

Publicaciones de la Revista Científico Militar, Barcelona, 1883.

PUENTE METÁLICO EN BARCENILLA DE PISUERGA. FFCC DE VÍA ESTRECHA BILBAO-LA ROBLA.

AÑO: 1891

LONGITUD: 4 tramos de 10 m y dos de 3 m

TIPOLOGÍA: Vigas de Alma llena

ATRIBUIDO A: Manuel Oraá

OBSERVACIONES:

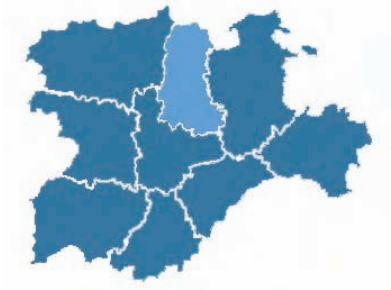
Fue objeto de reparaciones y reformas en los años 1909-10, 1912 y 1944. Sigue en uso por la actual línea de FEVE.

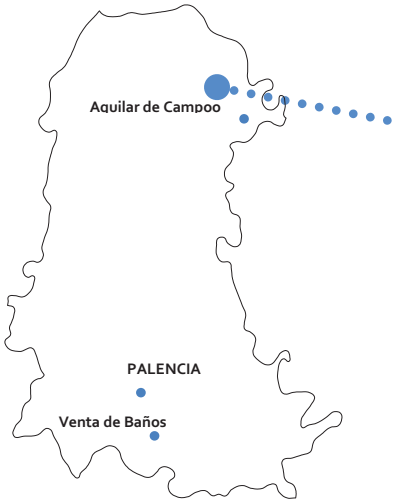
Panorámicas de la estructura desde el camino que cruza bajo la misma.

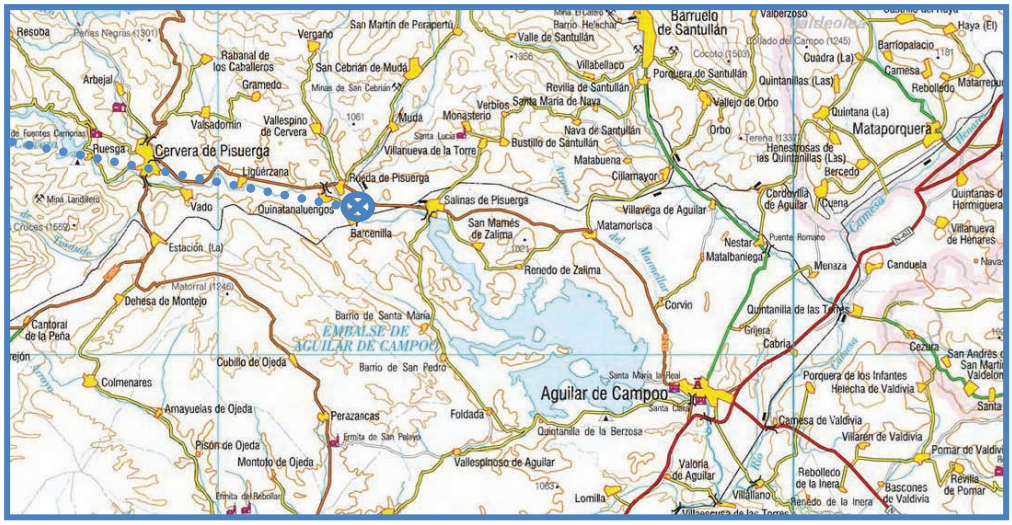
La línea de vía estrecha también posee dentro de su infraestructura algún puente de vigas de alma llena. Un buen ejemplo de esta tipología es el de Barcenilla, que cruza sobre el río Pisuerga apoyándose en tres pilas intermedias.

UBICACIÓN

Municipio de Cervera de Pisuerga (Palencia)







ESQUEMA ESTRUCTURAL

El puente de Barcenilla se desarrolla en un tramo recto, organizándose mediante dos vigas o cuchillos principales que se armaron mediante palastros unidos con perfiles angulares, formando una sección en doble T que se refuerza mediante platabandas adicionales en el ala inferior de las zonas de mayores esfuerzos.

La sección transversal se completa con dos ménsulas laterales que permiten un espacio adicional para unos andenes laterales, a través de perfiles angulares que forman un triángulo desde cuyo vértice se alza una barandilla de protección exterior.

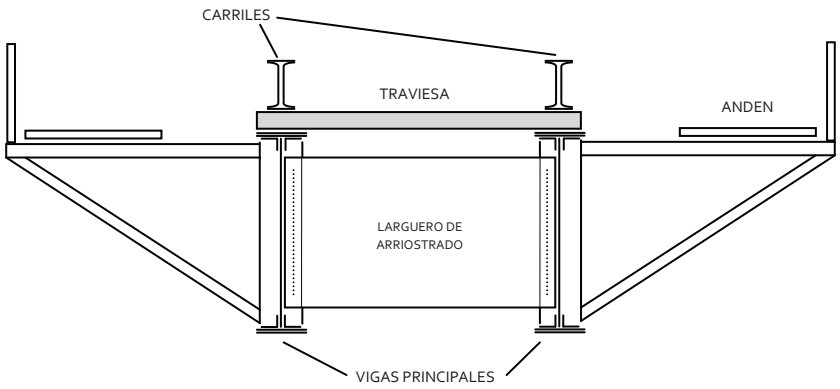
Las traviesas de madera apoyan directamente sobre las vigas, las cuales se separan de forma que la carga de los carriles se proyecte verticalmente sobre el eje de cada uno de los cuchillos. Para mantener la posición de las vigas se diseñaron una serie de elementos de arriostrado que se dispusieron a lo largo de los diferentes vanos:

- Largueros de arriostrado transversal, de distinta escuadría en función de la posición en que colocaban. Algunos cubrían la totalidad de las almas principales, mientras que otras únicamente conectaban ambas secciones a nivel del centro de gravedad.
- Cruces de san Andrés en planta, que ataban los cuchillos a la altura de las alas inferiores.

La unión longitudinal de las ménsulas se realizó con una barra que une las puntas de ambos lados en el sentido del puente, solidarizando los movimientos y buscando un funcionamiento conjunto.

En ambos extremos se incluyeron unos vanos más corto para poder albergar caminos de servicio de 3 m de anchura, por lo que el canto de viga necesario resulta mucho menor y bastó con utilizar perfiles laminados comerciales tanto para las vigas principales como para otras transversales que las atan y mantienen unidas a la distancia adecuada.

Fotografía bajo la estructura en la que se reconocen los diferentes elementos de arriostrado transversal que dispone.



Vista completa del puente de estribo a estribo desde la margen derecha del río Pisuega.

Las fábricas donde se apoyan estos perfiles más cortos han tenido que ser reforzadas mediante perfiles metálicos, intentando así corregir posibles patologías que pudieran generarse por la concentración de cargas, ya que el asiento de las vigas se efectúa de manera directa sobre la propia piedra.

Aspecto actual de los vanos cortos, con los travesaños de arriostrado y los refuerzos en las fábricas de apoyo.

La construcción de la estructura corrió a cargo de los talleres de Zorroza (Bilbao), aprovechando para ello elementos de la casa belga Fumet que fue la primera adjudicataria. Durante su vida ha sido objeto de algunas modificaciones: en diciembre de 1909 una crecida arrastró tres de los tramos largos y uno de los cortos, por lo que tuvo que ser reconstruida parcialmente; en mayo de 1912 se elevó la rasante 30 centímetros; y en 1944 se procedió al refuerzo general de los tramos metálicos. La parte de fábrica fue ejecutada, al igual que muchos otros de la línea, por Teodoro de Ortueta.

Vista desde uno de los estribos

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

FERNÁNDEZ DÍAZ-SARABIA, PEDRO.

"El ferrocarril hullero de La Robla a Valmaseda 1890-1972"

Junta de Castilla y León. Consejería de Educación y Cultura (2003)

FERNANDEZ LOPEZ, JAVIER; ZAITA, CARMELO

El ferrocarril de la Robla

Aldaba Ediciones (1987)

PUENTE METÁLICO SOBRE EL RÍO CARRIÓN EN GUARDO. FFCC DE VÍA ESTRECHA BILBAO-LA ROBLA.

AÑO: 1891

LONGITUD: 37 m

TIPOLOGÍA: Celosía metálica en Cruz de San Andrés.

ATRIBUIDO A: Manuel Oraá

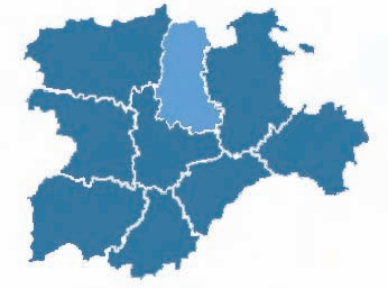
OBSERVACIONES:

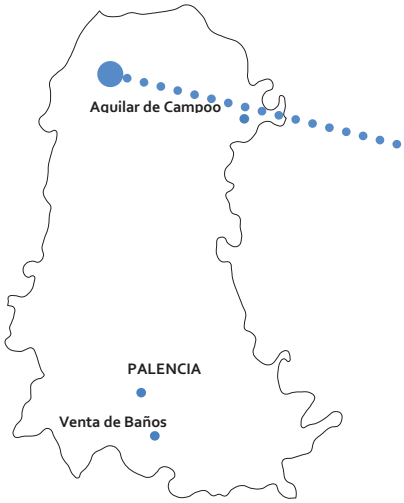
Recientemente ha sido objeto de obras de mantenimiento y adecuación. Sigue en uso por la línea de FEVE

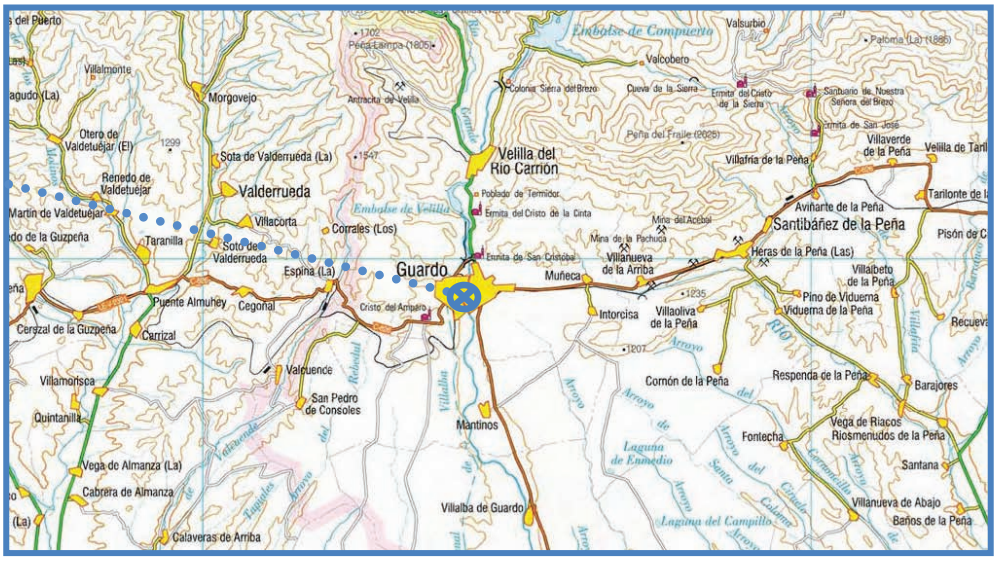
El puente del Ferrocarril de La Robla, tras las últimas operaciones de mantenimiento y pintura.

UBICACIÓN

Núcleo urbano de Guardo (Palencia)







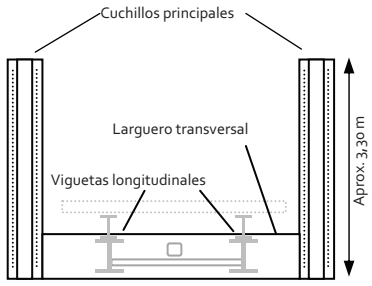
ESQUEMA ESTRUCTURAL

Calculados por Manuel Oraá, los puentes metálicos de la línea Valmaseda - La Robla fueron adjudicados inicialmente a la casa belga "Fumet". No obstante, y tras comenzar con los trabajos de acopio de materiales, tuvo que renunciar a ellos, siendo finalmente ejecutados por los Talleres Zorroza de Bilbao. Para el caso del puente sobre el Carrión en Guardo, que fue abierto al paso en septiembre de 1891, no fue necesario realizar grandes operaciones de reestructuración o refuerzo adicionales durante su vida útil, salvo las labores propias de limpieza, conservación y mantenimiento. No obstante si ha sido objeto de obras de modernización en el año 2008.

Se trata de un puente de un solo tramo, con tablero inferior, de 37 m de luz entre apoyos y 33,3 entre paramentos de estribos. Se compone de dos cuchillos laterales constituidos por celosías en cruz de san Andrés. Un total de 11 recuadros de 3,3 m de lado aproximadamente, arriostrados por las mencionadas cruces, ejecutado íntegramente por composición de perfiles angulares y palastros. Las propias cruces se componen de una sección cruciforme en una de las diagonales y una doble chapa rectangular en las otras, unidas mediante roblones a dos almas que recorren la parte superior e inferior de la viga armada, la cual termina por definirse mediante sendas alas en las zonas comprimidas y traccionadas. Estas se materializaron con nuevos palastros que se unían al resto mediante escuadras, y en los montantes verticales se añadió una cartela triangular que recorre todo el canto de la sección, reforzando y solidarizando el conjunto.

La estructura ha seguido en servicio desde 1891 hasta la actualidad.

La sección transversal se completa con una serie de vigas travesaño que atan los cuchillos principales a la altura de las montantes. Estas viguetas transversales se ayudan de una serie de cruces en planta que arriostran cada uno de los recuadros que se forman mediante simples escuadras que unen los vértices, repitiéndose esta configuración en toda la longitud.



Esquema de la sección transversal

Justo bajos los carriles, la transmisión de las cargas procedentes de los vagones a los mencionados travesaños se realiza desde las traviesas hacia una triada de viguetas en sentido longitudinal. Dos de ellas son de sección doble T y recogen los carriles a través de un suplemento en la parte superior; mientras la tercera se aposenta en el punto medio de éstas. Esta tercera barra presenta una sección hueca, y las uniones están atornilladas en sus extremos, hecho que les diferencia de las doble T (roblonadas) y que hace pensar en ser añadidos posteriores. De igual forma aparecen otras barras que, mediante tornillos, atan las doble T entre sí en el punto medio entre travesaños.

El conjunto de barras en ambas direcciones del espacio, junto a las cruces de arriostrado, confeccionan un conjunto de gran solidez, en un todo que se deforma de manera solidaria.

Detalles del arriostrado inferior

Los estribos han sido recientemente modificados, reforzando la fábrica de piedra original con hormigón. En esta operación se han retirado los aparatos de apoyo para sustituirlos por otros de características modernas.

En estas zonas también aparecen nuevas barras de sección hueca (más modernas que las primitivas), formando nuevas diagonales de arriostrado en los extremos del puente.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

FERNÁNDEZ DÍAZ-SARABIA, PEDRO.

"El ferrocarril hullero de La Robla a Valmaseda 1890-1972"

Junta de Castilla y León. Consejería de Educación y Cultura (2003)

FERNANDEZ LOPEZ, JAVIER; ZAITA, CARMELO

El ferrocarril de la Robla

Aldaba Ediciones (1987)

PUENTE SOBRE EL RÍO CARRION. FFCC SECUNDARIOS DE CASTILLA. PALENCIA

AÑO: 1912

LONGITUD: 3 vanos de 19,5 m

TIPOLOGÍA: Celosía tipo Pratt

ATRIBUIDO A: ¿?

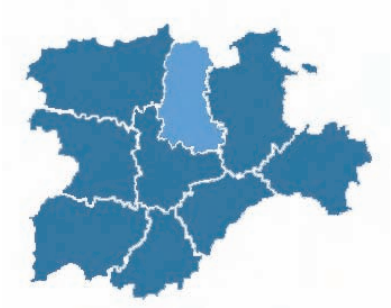
OBSERVACIONES:

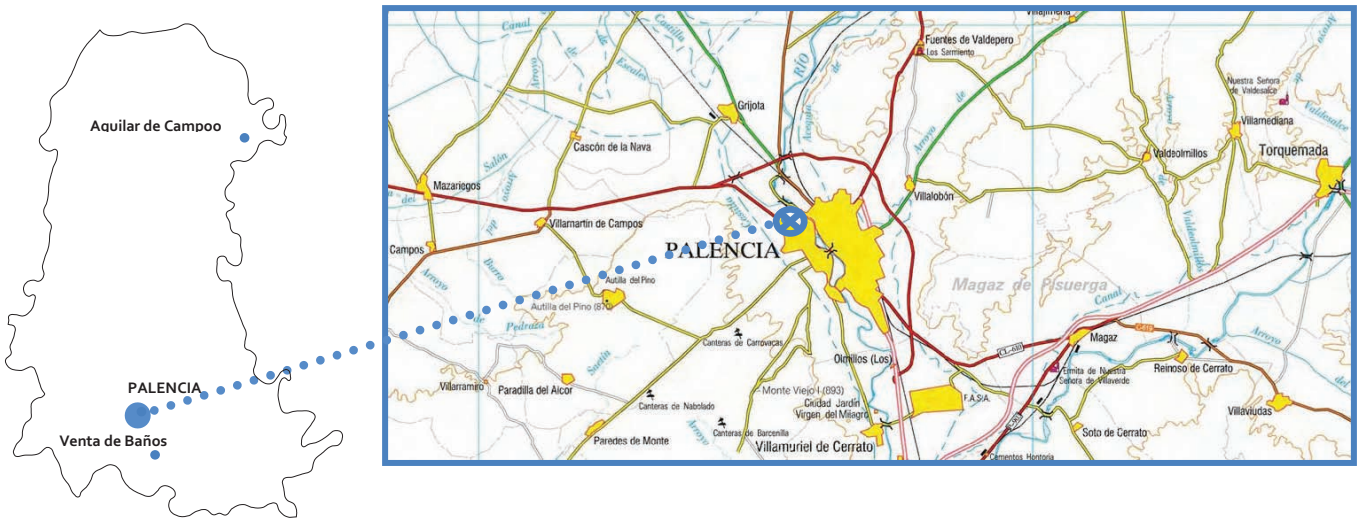
La parte metálica fue retirada con el progresivo abandono de la línea, tras la clausura en 1969. Hoy en día sólo permanecen las pilas y estribos de fábrica en su posición original.

Tras la retirada de los tramos metálicos tan solo se conservan las pilas de la estructura sobre el Carrión.

UBICACIÓN

Municipio de Palencia capital.



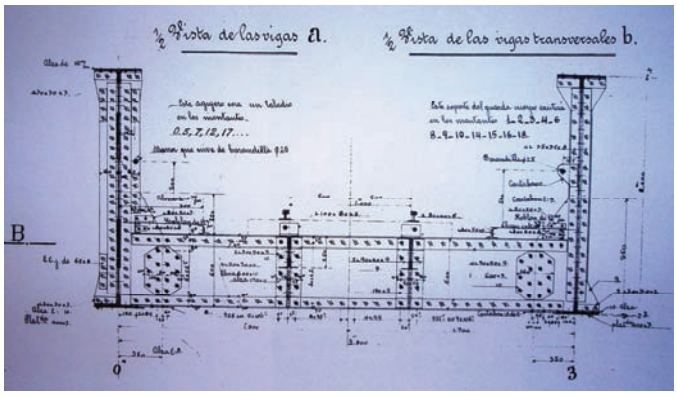


ESQUEMA ESTRUCTURAL

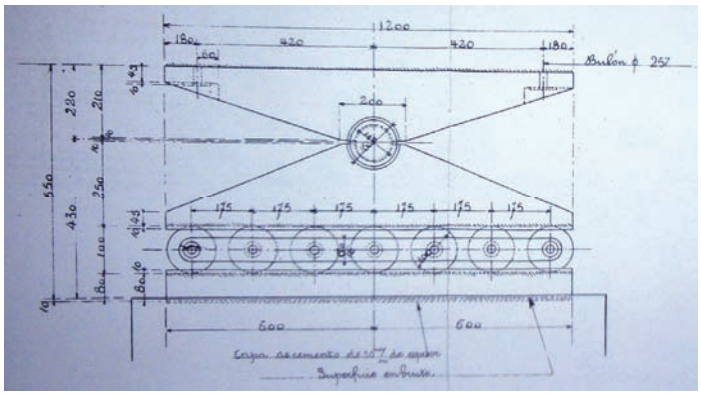
En octubre de 1910 se redacta el proyecto de construcción del puente metálico, de cuya firma no puede identificarse al autor, ya la rúbrica resulta completamente ilegible (tanto en éste, como en otros proyectos de la misma línea Palencia-Villalón).

En la memoria se ubica este puente en el punto kilométrico 2,770, y el documento incluye los detalles del tablero metálico junto a los correspondientes para la ejecución de los apoyos según sus hipótesis de cálculo. Se organiza en tres tramos de 19,5 m cada uno, con una longitud total de 58,5 m que permite cruzar el río Carrión en las inmediaciones de la ciudad de Palencia. La anchura de la vía era métrica, y tras el cierre de la misma ha sufrido un continuo deterioro que progresivamente ha ido borrando el trazado original. Los tramos metálicos fueron desmantelados y hoy en día tan sólo pueden verse los restos de lo que fueron las pilas de fábrica, si bien el estado de conservación de éstas es bastante aceptable. Si bien el esquema estructural responde, tal como se indica en los modelos de la memoria de cálculo del mencionado proyecto, a una celosía tipo Pratt, el ingeniero menciona que se basó en una viga continua de sección y canto constante para la estimación inicial de los esfuerzos, utilizando para ello las fórmulas de Bertot y Clapeyron.

Posteriormente introdujo el modelo de la celosía y dedujo las componentes que correspondían a cada una de las barras (montantes, diagonales y cordones superior e inferior), traduciéndolas a perfiles comerciales y dibujando los detalles necesarios para el correcto armado de la viga y su sección transversal.



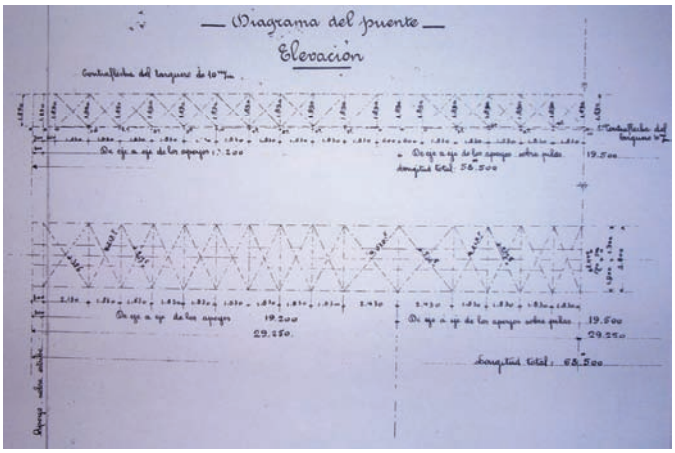
Sección transversal del puente según el proyecto constructivo.



Esquema de uno de los apoyos en los planos originales.

El aspecto final parecía no obstante un ejemplo de recuadros arriostrados con vigas de san Andrés: no era así, ya que la sección resistente de las barras derivaba del modelo Pratt, si bien decidió cerrar cada uno de los recuadros con una chapa diagonal adicional de menores características mecánicas pero que ayudaba a asegurar el funcionamiento homogéneo del conjunto y rigidizar cada uno de estos recuadros con esta triangulación añadida. Respecto a los apoyos, incluían una escuadría diferente y presentaban una distancia menor entre los montantes para conseguir una zona rigidizada en el entorno de los puntos de concentración de cargas.

En particular este puente se organizaba mediante dos cordones que se prolongaban entre los estribos, formados con dos angulares 100x100x10 cada uno y una platabanda de palastro, que se enlazaban con montantes de 1,89 m e longitud separadas 1,83 m entre sí. Las montantes eran 4 angulares de diferentes escuadrías en función de su posición (es decir, en función de los esfuerzos resultantes del cálculo) que variaban entre 75x75x10, 80x80x8 y 90x90x9 formando una cruz con sus alas que se reforzaba con una chapa vertical para formar un alma de 90x9 mm. La distancia ente los montantes se reducía en los apoyos, como ya se ha indicado, de manera que se separaban 0,60 m en las pilas intermedias y tan sólo 0,30 m en los estribos, repitiéndose dos recuadros de este tamaño en cada una de estas zonas que no se triangulaban.



Esquema de las barras

Respecto a las diagonales, se constituían de nuevas cruces de escuadras unidas por sus alas, de tamaños similares a los montantes y se cerraban los recuadros mediante chapas en dirección oblicua a las diagonales, con tamaños comprendidos entre los 870x10 y los 80x 10 mm. De esta forma el canto total de los cuchillos principales era de 2,00 m, los cuales se arriostraban horizontalmente con una nueva celosía de largueros y diagonales en planta ejecutados con chapas de 600x10 mm. Los largueros separaban las vigas 3,90 m en la sección transversal, mientras que las diagonales de estas posiciones eran de 4,217 m de longitud, variando esta magnitud en los apoyos (4,386 m en estribos y 4,51 m en pilas).

El proyecto incluía la definición de los sistemas de asiento: dos rótulas fijas en pilas, dos más con rodillos en los otros apoyos intermedios, y otros cuatro móviles de menores dimensiones en los estribos. Sus dimensiones eran diferentes en cada uno de los casos:

- El apoyo fijo consistía en un cojinete de 1,2 m de longitud en las placas extremas, sección que se reducía progresivamente hacia la rótula que se ubicaba en el punto medio, donde existía una estrangulación que poseía únicamente 20 cm de anchura. La altura del dispositivo era de 0,65 m incluyendo la chapa que se adosaba a la fábrica por la parte inferior.
- El sistema móvil en pilas tenía unas dimensiones similares y también una rótula intermedia, pero disponía de una fila de 7 rodillos de 10 cm de diámetro en la parte más baja que permitían su deslizamiento sobre la placa de asiento embutida en la fábrica.
- Finalmente, los apoyos de estribo tenían la mitad de anchura que el resto; en esto 60 cm presentaban 4 rodillos para asegurar la libre dilatación del conjunto por sus extremos y una rótula para permitir el giro de esta sección final.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

Fondo documental del Archivo General de la Administración

AGA (4) 102 CAJA 26/22209

PUENTES SOBRE EL CANAL DE CASTILLA. FFCC SECUNDARIOS DE CASTILLA. PALENCIA

AÑO: 1912

LONGITUD: 1 vano oblícuo de 32,5 m de luz

1 vano recto de 20 m

TIPOLOGÍA: Celosía tipo Pratt

ATRIBUIDO A: ¿?

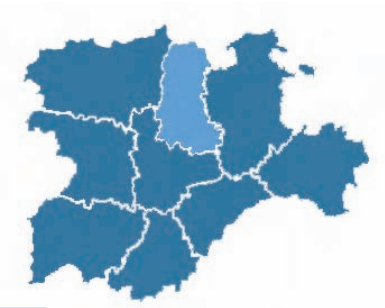
OBSERVACIONES:

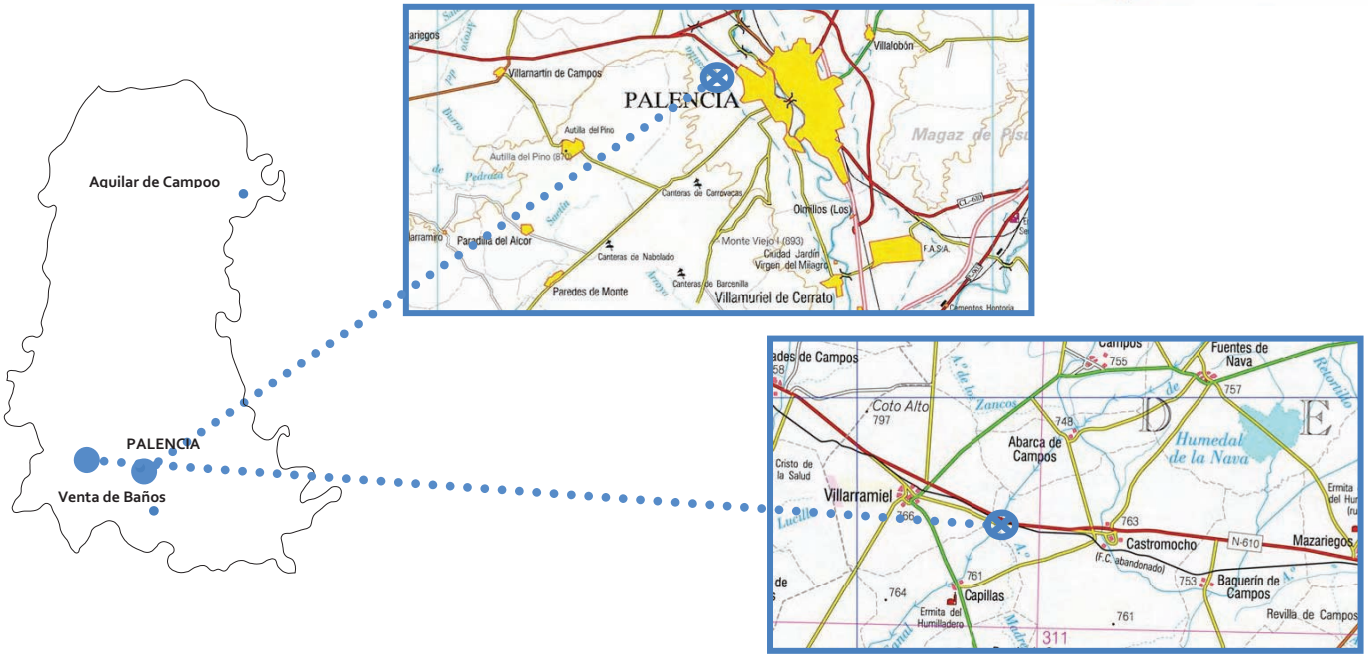
Las partes metálicas de estos pasos fueron retiradas con el progresivo abandono de la línea, tras la clausura en 1969. Hoy en día sólo permanecen las pilas y estribos de fábrica en su posición original.

Aspecto de los restos actuales del primero de los pasos sobre el canal, con la parte metálica desmontada.

UBICACIÓN

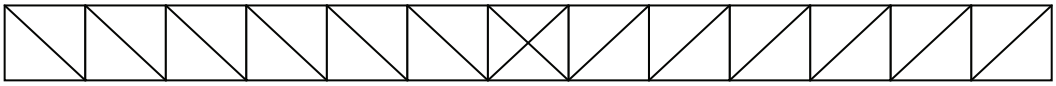
Municipios de Palencia y Castromocho (Palencia).





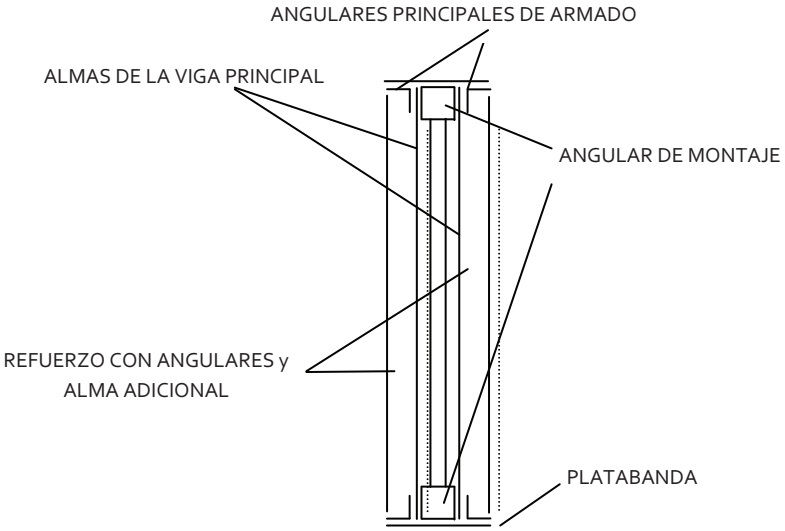
ESQUEMA ESTRUCTURAL

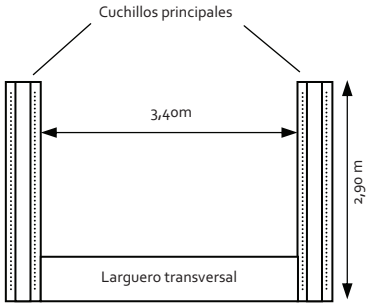
La línea de ferrocarril de ancho métrico entre Palencia y Villalón dispuso en su recorrido de dos pasos sobre el Canal de Castilla: el primero sobre la progresiva 4+780 (en las inmediaciones de la capital palentina), y otro cruzando el Ramal de Campos (entre los núcleos de Castromocho y Villarramiel, PK 30+170). El modelo descrito en el proyecto de 1910 para el primero de ellos, señala que se trataba de un paso oblicuo con una desviación de 40 grados respecto al eje del canal, presentando una longitud total de 31,5 m entre estribos y un metro más entre apoyos reales (luz de cálculo). La organización estructural responde a un tramo de celosía tipo Pratt de 2,90 m de canto, en cuyo modelo se divide longitudinalmente a la viga en 13 celdas mediante los correspondientes montantes verticales y diagonales. El recuadro central se arriostra mediante una cruz de san Andrés:



Esquema de cálculo de la celosía Pratt según el proyecto original.

El proyecto constructivo fue redactado por el mismo autor que el resto de los puentes de la línea, de cuya firma no puede distinguirse el nombre del ingeniero encargado de estos diseños, fechados en octubre de 1910. Tras el cálculo de esfuerzos, el ingeniero introduce una comprobación en servicio para estimar las deformaciones elásticas de las barras y de esta manera controla la flecha máxima previsible. De esta manera señala prevé introducir una contraflecha de 20 mm durante su ejecución para compensar los movimientos que esperaba a la altura de los largueros de la zona central. Según estos criterios, los cuchillos se armaban mediante cuatro perfiles angulares 90x90x11 mm, dos platabandas de de 500x8, y dos almas de palastro 700x10 mm separadas 30 cm entre sí. Esta separación se aseguraba mediante una serie de casquillos o angulares de montaje (140x80x9) que se cosían a la parte central de ambas alas superior e inferior. Estos casquillos se incorporaban en la misma sección que los montantes verticales, materializados mediante angulares 70x70x7 y un alma adicional de 700x10 mm, de forma que las chapas sobresalían en la zona central de la sección (entre las dos almas)



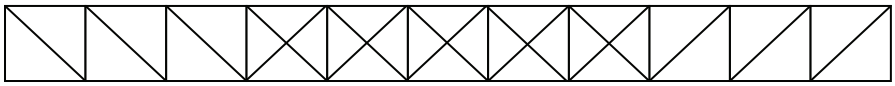


Esquema de la sección transversal

Los dos cuchillos principales quedaban separados 3,90 m entre sí mediante una serie de largueros o longarinas de chapa de 592 mm de altura y 10 mm de espesor, que se disponían en las mismas secciones que los propios montantes. De igual forma, las barras diagonales se componían de dos angulares en cruz 90x90x9 ó 100x100x10, que ataban vértices extremos mediante cartelas adicionales de montaje que los unían a los montantes.

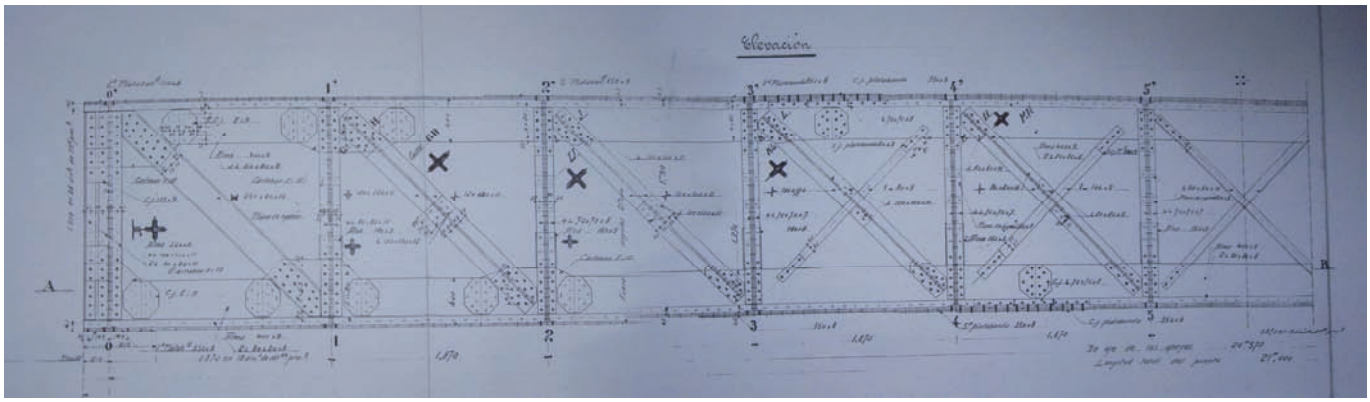
Los estribos de fábrica permanecen todavía en su posición original a ambos lados del Canal de Castilla.

Respecto al segundo de los puentes, sobre el Ramal de Campos, también se conserva la documentación correspondiente al proyecto original de la estructura redactado en las mismas fechas y por el mismo autor que el anterior. En este caso, el esquema de cálculo varía ligeramente, tratándose de un tramo recto de 20 m de luz, en el que el sólo se necesitó dotar de 1,91 m de canto a los cuchillos.



Esquema de cálculo de la celosía del puente sobre el Ramal de Campos.

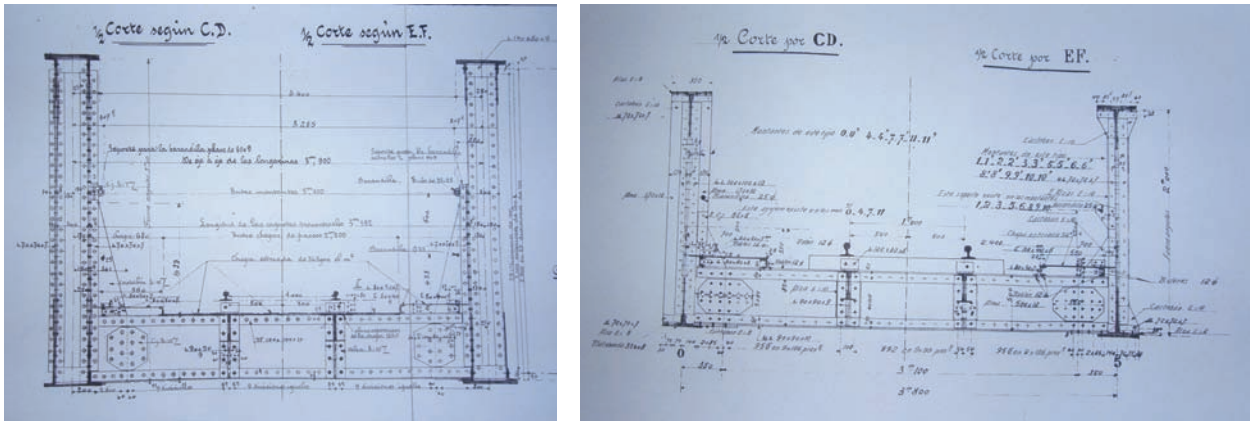
La organización de las barras planteaba una repetición de 11 recuadros triangulados según la tipología escogida, Pratt, quedando la parte central rigidizada mediante cruces en los 5 marcos interiores. La solución definitiva que se incluyó en los planos proponía un sistema de arriostrado transversal mediante longarinas de 3,80 m de longitud, distancia a la que separan las vigas principales entre sí.



Semi-alzado del puente según los planos del proyecto del puente sobre el Canal de Castilla a la altura de la progresiva 30+170.

Fotografía del estado actual de los estribos en ambas márgenes de Ramal de Campos.

Las vigas constaban de un armazón de angulares en montantes y palastros. Mediante dos escuadras 70x70x7 y un chapón de 170x10 se ejecutaron las montantes a la altura de los apoyos, mientras que en el centro de vano se reducían a sendos cartabones en los extremos de 10 mm de espesor, y una barra compuesta de 4 angulares en cruz. Por su parte las alas tenían forma de T y constaban de dos perfiles en L 80x80x8, a los que se sumaban 2 ó 3 platabandas adicionales en función de su posición en el vano y una nueva chapa de 400x9 formaba el alma propiamente dicha.



Secciones transversales de ambas estructuras (PK 4+780 a la izquierda, y 30+170 a la derecha).

Finalmente, las diagonales principales constaban de una sección en cruz armada mediante el solapamiento de las alas de cuatro angulares. Esta sección se repetía en todos los recuadros del puente, quedando los centrales arriostrados mediante chapas de 100x9 que cerraban las cruces de san Andrés. El recuadro central presentaba de manera singular una cruz ejecutada exclusivamente mediante palastros sin angulares adicionales.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

Fondo documental del Archivo General de la Administración

AGA (4) 102 CAJA 26/22209

PUENTES SOBRE EL RIO VALDEGINATE. FFCC SECUNDARIOS DE CASTILLA. PALENCIA

AÑO: 1912

LONGITUD: 46.20 m

Nº DE VANOS: 7 vanos de 6.60 m cada uno

TIPOLOGÍA: Vigas armadas de alma llena

ATRIBUIDO A: ¿?

OBSERVACIONES:

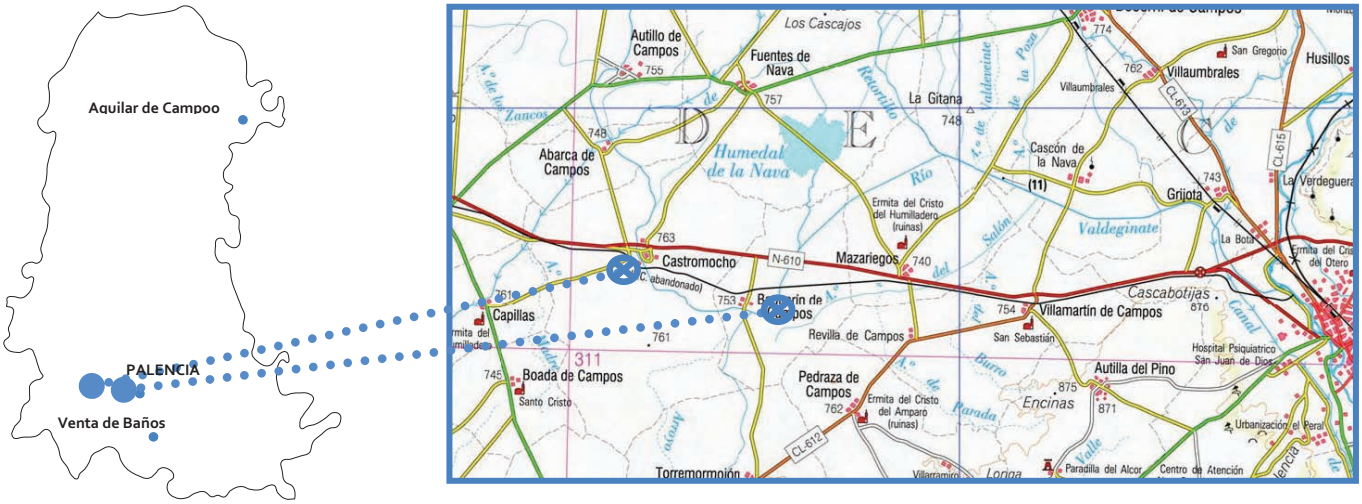
Aunque todavía queda la mayor parte de los conjuntos de pontones, estos corresponden a una reconstrucción posterior a base de vigas de hormigón prefabricadas.

Se trataba de los puentes más largos de toda la línea, construidos como una agrupación de tramos biapoyados sobre pilas de fábrica de piedra y ladrillo, este último material característico de varias obras de fábrica en esta línea de ancho métrico.

Panorámica del alzado del grupo de pontones sobre el río Valdeginate a la altura de Castromocho.

UBICACIÓN

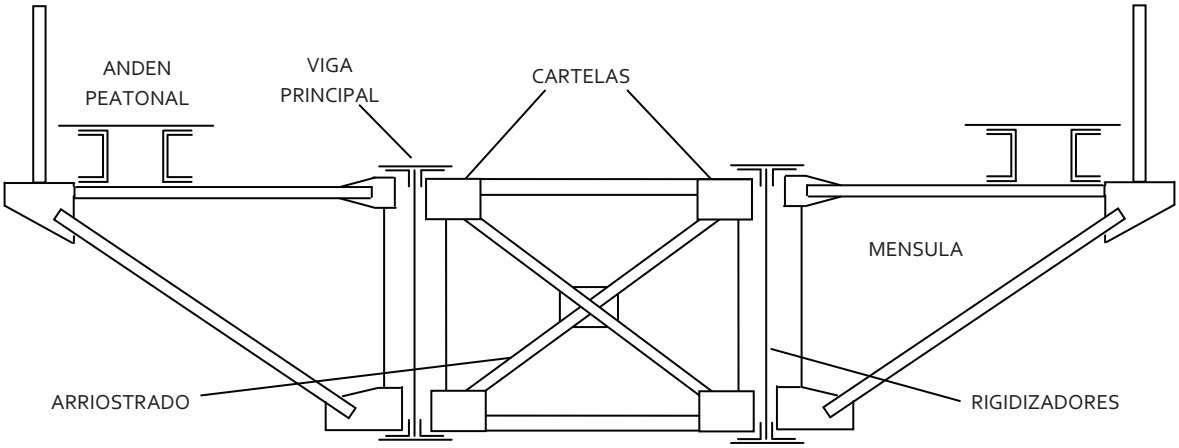
Términos municipales de Castromocho y Baquerín de Campos (Palencia).



ESQUEMA ESTRUCTURAL

Entre los numerosos fondos documentales del Archivo General de la Administración, se conserva documentación sobre un proyecto de pontones de 6,00 m de luz libre elaborado en octubre de 1910. De los datos recabados, parece que fue un cálculo común para las estructuras tipo que se ejecutaron sobre este río (tal como se deduce en la literatura incluida también en el proyecto del paso sobre el río Sequillo, ya en la provincia de Valladolid). En la memoria de cálculo se indica, además, que existió una modificación de la propuesta inicialmente prevista para incluir en el diseño una barandilla lateral y ajustar las cotas de la parte metálica a las necesidades reales de la obra. La rúbrica del autor resulta ilegible.

Cada uno de los siete tramos que los componían se ejecutó en base a un cálculo tipo de vano biapoyado, definiendo para ello una sección de dos vigas armadas bajo los respectivos carriles que recogían las cargas del ferrocarril a su paso. Estos cuchillos constaban de cuatro angulares 80x80 que daban forma a las alas, formadas estas con sendas platabandas de 210x9 mm, mientras el alma se constituía mediante una nueva chapa de 600x10 mm, todo ello convenientemente unido mediante roblones de 20 mm de diámetro. Los cálculos se efectuaron tanto a flector como a cortante, comprobando las secciones pésimas de estos esfuerzos para la hipótesis pésima considerada. El canto así necesario alcanzaba los 60 cm.



Perspectiva de los restos del puente sobre el Valdeginate en Baquerín de Campos.

Detalle de una de las pilas en Baquerín, donde se aprecia la sección transversal de la viga reconstruida en hormigón.

Transversalmente la pareja de vigas quedaba separada la anchura métrica de las vías, y se arriostraba con una cruz de san Andrés a base de escuadras 60x60x6, cosidas a unas cartelas extremas que se apoyaban en unos montantes verticales que hacían de rigidizador de los elementos principales. Estos montantes presentaban idéntica sección y escuadría que las diagonales de la cruz.

En cuanto a los andenes laterales, se alzaban con una viga formada por dos perfiles en U 120x55x7, formando un cajón abierto sobre el que se disponía el piso peatonal de 65 cm de anchura. Estas vigas volaban dejando un hueco de más de un metro desde los carriles, apoyándose en unas ménsulas triangulares ejecutadas con angulares de 50x50x5 m.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

Fondo documental del Archivo General de la Administración

AGA (4) 102 CAJA 26/22209

OTRAS ESTRUCTURAS DE LA LÍNEA DE FFCC SECUNDARIOS DE CASTILLA. PALENCIA

AÑO: 1912

TIPOLOGÍA: Vigas armadas de alma llena

ATRIBUIDO A: ¿?

OBSERVACIONES:

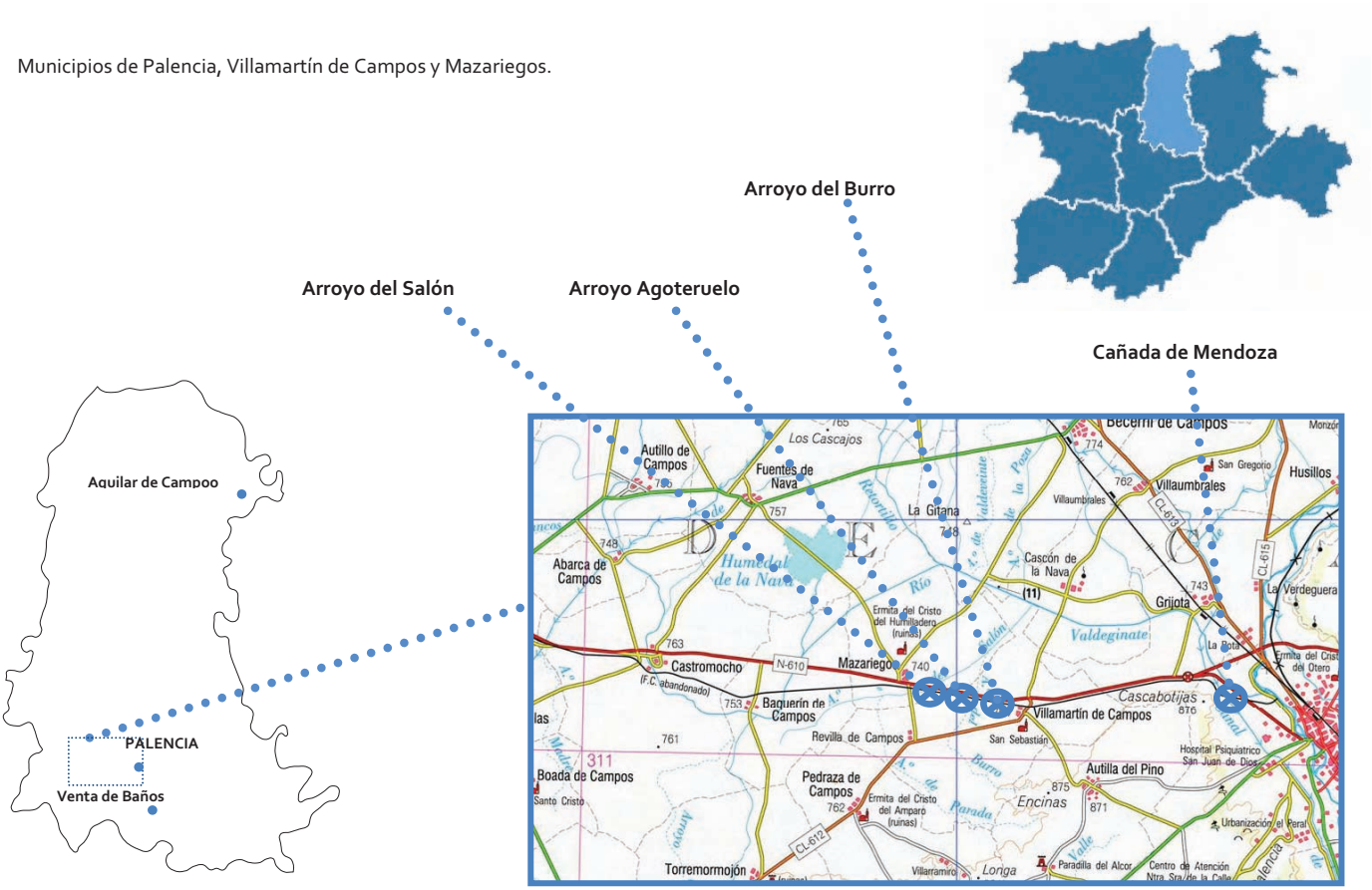
Al igual que en los puentes sobre los cauces de mayor entidad, la parte metálica fue desmontada con el paso del tiempo una vez que se desmanteló la línea.

Dentro del trazado de esta línea se salvaron varios arroyos y caminos mediante tramos más cortos, algunos de ellos con pilas de fábrica de ladrillo intermedias.

En las inmediaciones Palencia pueden verse todavía los estribos de uno de estos pasos, que cruzaba sobre la vía pecuaria de la Cañada de Mendoza.

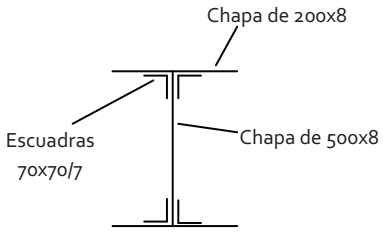
UBICACIÓN

Municipios de Palencia, Villamartín de Campos y Mazariegos.



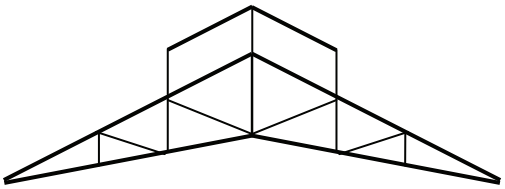
ESQUEMA ESTRUCTURAL

La línea Palencia- Villalón incluía una serie de pasos de menor entidad, todos ellos bajo diseño del mismo autor que los puentes más largos y atendiendo a un esquema estructural similar (los arroyos del Burro, Agoteruelo y del Salón, y la Cañada de Mendoza). La ilegibilidad de la rúbrica impide conocer al ingeniero encargado de estos cálculos.



En varios de estos casos se utilizó un vano de dos vigas biapoyadas bajo carril de 4 m de luz, armadas mediante chapas y platabandas de 8 mm de espesor partiendo de perfiles angulares de montaje que daban forma a la sección transversal de la figura.

De igual forma, la documentación que se conserva en el Archivo General de la Administración hace referencia a una estructura metálica de cubierta para una cochera tipo de locomotoras, sin indicar ubicación concreta. Esta cubierta se diseñó con una serie de seis cerchas separadas 2,75 m entre sí, atendiendo a una celosía triangulada en N, con un lucernario en la zona central del edificio. Las cerchas dibujaban una tijera de 10 m de luz, disponiendo de 2,65 m de canto máximo en la parte central de la nave mientras la sección iba reduciéndose hacia los apoyos que cargaban sobre muros de carga laterales. En sentido longitudinal las cerchas quedaban arriostradas con una viga en celosía de cruz de San Andrés que las ataba a la altura de la cumbrera hasta cubrir la longitud completa del edificio.



Esquema de la cercha de cubierta del edificio de locomotoras.

Restos del paso sobre el Arroyo Agoteruelo

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

Fondo documental del Archivo General de la Administración

AGA (4) 102 CAJA 26/22209

4. Puentes metálicos de carretera y pasarelas

PUENTE COLGANTE SOBRE EL PISUERGA. DUEÑAS.

AÑO: 1845

LONGITUD: 72 m

TIPOLOGÍA: Puente colgante

ATRIBUIDO A: Andrés de Mendizábal

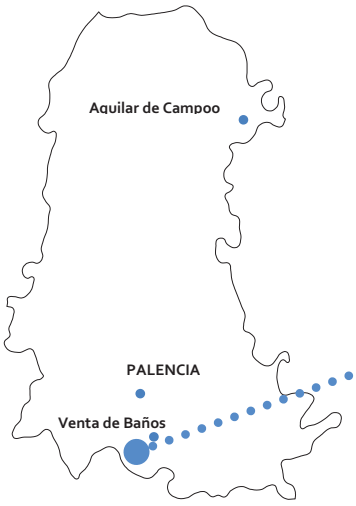
OBSERVACIONES:

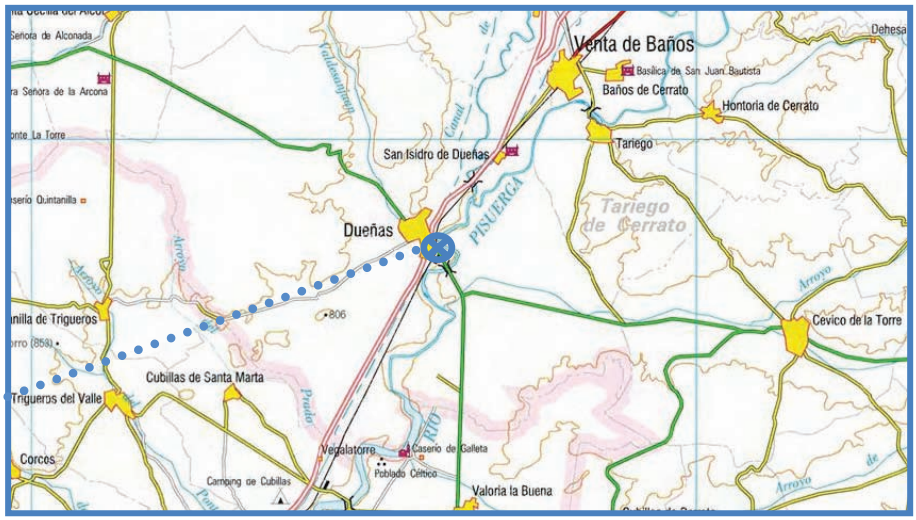
- **Reparado integralmente al pasar a manos del Estado en 1874.**
- **Desmantelado en 1926 y sustituido por otro de hormigón armado.**

Imagen de portada de la Revista de Obras Públicas, el 8 de diciembre de 1898, con el aspecto que tenía el puente en esas fechas

UBICACIÓN

Municipio de Dueñas (Palencia)

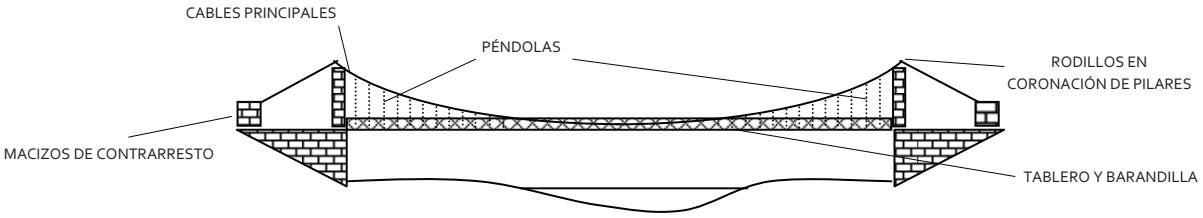




ESQUEMA ESTRUCTURAL

Se trata un buen ejemplo de construcción dentro de la tipología de puentes colgados o colgantes. La mínima conservación durante los 29 años en que estuvo a cargo del Ayuntamiento de Dueñas (hasta el año 1874), y el elevado coste que suponía el mantenimiento una vez pasó a manos del Estado, aconsejaron su sustitución por otra tipología más adecuada a las nuevas necesidades que el tráfico iba requiriendo.

El diseño y ejecución del original fue a cargo del ingeniero Andrés de Mendizábal, que propuso una sección transversal de 5,60 m repartidos en un carril central de 4 m y dos andenes laterales de 0,80 m cada uno. El tablero se alzaba sin pilas intermedias suspendido de un sistema de cables que colgaban de unos pilares en los extremos, sobre cada uno de los dos estribos. Los pilares presentaban una altura de 7,70 m separados 4,50 metros entre sí, con una sección rectangular de 1,66 x 1,40 m. La altura libre sobre el cauce del río Pisuerga en aguas bajas era de unos 8,80 m.



Esquema del antiguo puente colgante.

El tablero se compuso mediante 63 tablones de madera de roble, de 0,23 x 0,28 m de escuadría en los extremos y 6,40 m de largos, definiendo un arco parabólico de 46 cm de flecha. Sobre estas vigas transversales se dispusieron largueros de 0,21 x 0,09 m que recibían un entablado de álamo negro de 0,057 m de espesor y que, en definitiva, era el que componía el propio piso del puente. También en esta dirección se incluyeron dos vigas o traveseros fijados a cada uno de los estribos mediante piezas metálicas, con objeto de rigidizar la estructura a efectos de oscilaciones. El arriostrado longitudinal se conseguía mediante una barandilla de madera de roble en forma de cruz de san Andrés, que aumentaba la rigidez de la sección transversal solidarizándose a las vigas mediante barras de hierro.

En los extremos de las vigas se enganchaban 126 péndolas ejecutadas con redondos de 32 mm que se separaban 1,14 m entre sí, que se fijan mediante estribos metálicos en el tablero y unas piezas en forma de yugo en los cables superiores. Cada uno de los lados disponía de dos pares de cables, es decir ocho en total, de manera que las péndolas se iban repartiendo alternativamente entre cada uno de los pares de cada lado. De esta forma cada pareja de cables sólo recibía la mitad de las péndolas de cada uno de los lados.

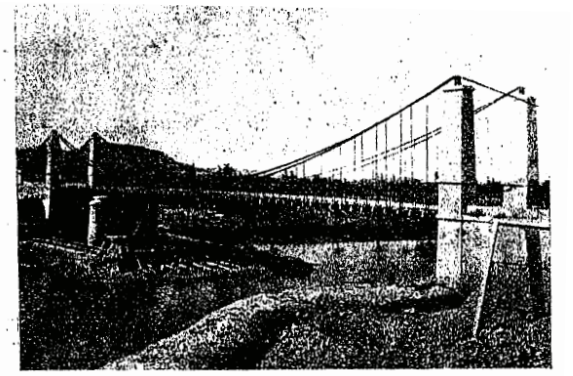


Ilustración de de la R.O.P. con el puente durante la primera fase de las obras de desmantelado en 1925.

Los cables superiores se componían de 240 hilos, y de 220 los del par inferior, de manera que cada cordón disponía de 62 mm de sección. Al acercarse a los pilares laterales se juntaban formando una madeja para pasar sobre unas piezas especiales de fundición que se dispusieron en coronación. Estas piezas se componían de una placa de fundición de 4,6 cm de espesor sobre la que incorporaban unos rodillos de 62 cm de altura, todo ello reforzado mediante unos nervios del mismo material. Tras el paso por estos rodillos pasaban a formar los cuatro fiadores que se desarrollaban 17 m en proyección horizontal hasta acoplarse con los cables de amarra.

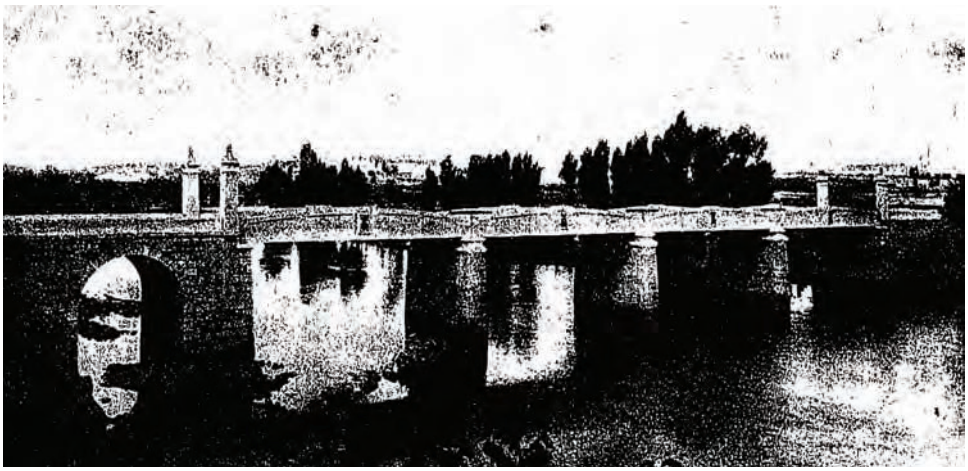
Éstos últimos entraban por unas estrechas chimeneas verticales hacia unas galerías interiores en los estribos, a los que se anclaban mediante tres grandes pasadores de hierro forjado. Este sistema de construcción demuestra la calidad del diseño, ya que permitía una posterior inspección del estado de los anclajes a través de pozos de registro dispuestos a tal efecto. De hecho, el método fue propuesto también por el propio Mendizábal para el primer proyecto del puente sobre el río Pisuerga en Valladolid (que finalmente fue ejecutado como un arco y denominándose Puente de Prado), y cuya adopción en este caso fue alabada en el número 19 de la Revista de Obras Públicas en el año 1854 por uno de sus colaboradores.

La preocupación por la posibilidad de corrosión de los elementos más importantes a nivel resistente, los propios cables, hacía que se buscaran métodos para prevenir los fenómenos de oxidación. En este caso se llevó a cabo un barnizado de los cordones bañándoles en una mezcla hirviendo de linaza oxigenada con un poco de negro de humo. Tras empaparlos completamente en este líquido, se secaban completamente al aire libre y se repetía el proceso dos veces más, consiguiendo así cubrirlos de manera homogénea. Mediante un recubrimiento adicional con una hoja de zinc se protegía puntualmente a las gruperas finales de los cables de amarra en los estribos, lo cual permitía dotarle de una protección añadida frente a estos procesos químicos.

Para esta realización, el material metálico utilizado fue nacional: las placas y rodillos se fundieron en Valladolid, mientras que las piezas de hierro forjado se fabricaron en Bilbao. Durante su vida útil, el puente fue presa de un incendio en el año 1883 (noticia que fue publicada en La Vanguardia), el cual devoró completamente las piezas de madera del tablero teniendo que por esta razón ser restituido un año más tarde. No obstante la estructura resistió perfectamente a las excepcionales crecidas acaecidas en la zona años antes a este incendio que destrozaron parte de los puentes de la línea del ferrocarril del Norte, prueba de la solidez de sus cimientos y de las precauciones llevadas a cabo durante la construcción de la obra para mejorar su durabilidad.

También el Ingeniero Antonio Borregón describió en la R.O.P. las distintas vicisitudes que durante años fueron desarrollándose en referencia al mantenimiento de la estructura y que desembocaron, a partir de 1870, en una serie de sucesivos informes de distintos ingenieros que en todo caso aconsejaban operaciones de reparación: Carlos Campuzano y Manuel Morales Borrell, Cayetano González de la Vega y Melchor Palau y finalmente el propio Borregón y junto a Luis Diez de Luis. El principal problema detectado, aparte del deplorable estado de la maderas, fue la existencia de agua en las galerías de amarre; un descuido que sin duda pudo haber desembocado en accidente si la corrosión hubiera sido más efectiva en estas delicadas zonas. Las conclusiones de estos trabajos derivaron en un proyecto de reparación que fue llevado a cabo durante el año 1874.

Finalmente, en junio de 1924 comienzan las obras de construcción de una nueva estructura en su lugar: un tablero con 4 tramos de 18,54 m de hormigón armado con tres pilas de hormigón en masa, introduciendo un pontón de alivio en el estribo izquierdo con forma de arco de 6 m de luz. Esta nueva obra mantuvo los pilares iniciales sobre los que atirantaron los cables, dándose por terminada con la prueba de carga que se efectuó en mayo de 1927.



Aspecto del puente remodelado según fotografía aparecida en la Revista de Obras Públicas en 1928.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

NAVASCUÉS PALACIO, PEDRO.

"Arquitectura e ingeniería del hierro en España (1814-1936)"

FUNDACIÓN IBERDROLA, Ediciones El Viso, 2007.

La Vanguardia, 15 de septiembre de 1883.

Revista de Obras Públicas, Nº1211. 8 de diciembre de 1898. PUENTE COLGADO DE DUEÑAS.

BORREGÓN, ANTONIO

Puente colgado en Dueñas sobre el Pisuerga. Revista de Obras Públicas, 1 de septiembre de 1874

SAINZ, JOSÉ MARÍA

Puente de Dueñas. Revista de Obras Públicas. Nº 2504, 1928

DE P. MELLADO, FRANCISCO

Guía del Viagero en España, 1846

PUENTE "ABILIO CALDERÓN" SOBRE EL RÍO CARRIÓN. PALENCIA.

AÑO: Proyecto de 1909; inauguración en 1911; pruebas de carga en 1914

LONGITUD: 45 m

TIPOLOGÍA: Arco Metálico Bow String

ATRIBUIDO A: Luis Morales y Eduardo Jungairiño

OBSERVACIONES:

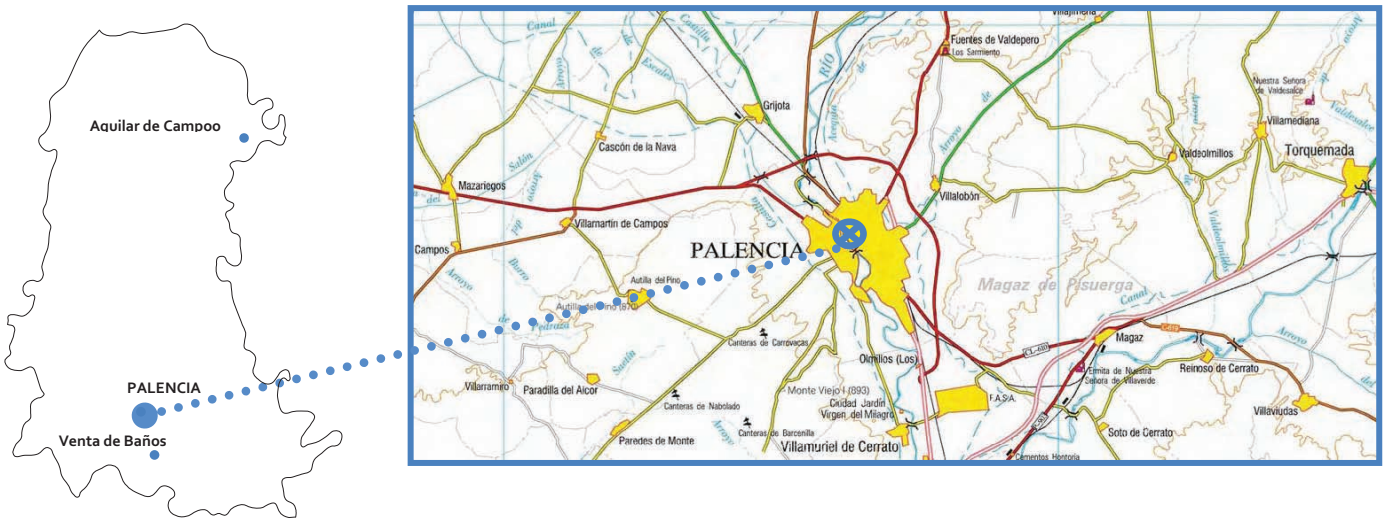
La falta de presupuesto hizo que no se completara la decoración prevista en el proyecto original.

Fotografías del puente durante su construcción.

Este puente, junto al mercado de abastos, constituye uno de los mejores ejemplos de la potencialidad estética de las construcciones de hierro y acero en la ciudad de Palencia.

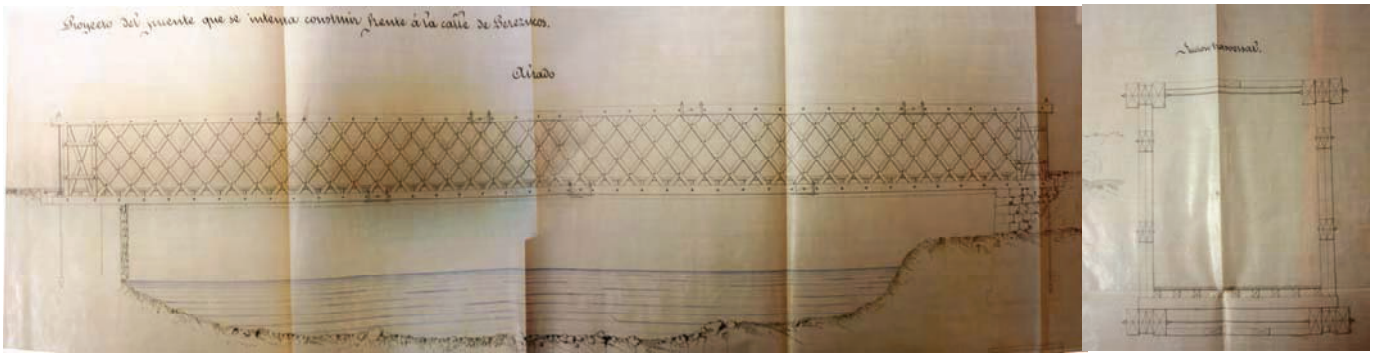
UBICACIÓN

Núcleo urbano de Palencia capital



ESQUEMA ESTRUCTURAL

El paso anterior a la construcción del puente de hierro era una estructura de madera en celosía, proyectado en abril de 1874, y cuyo diseño cayó a cargo del Arquitecto Municipal Cándido Germán. Los documentos que se conservan lo describen como un puente de "vigas americanas", como se denominaba muchas veces a esta tipología heredada de los ferrocarriles estadounidenses, y que cruzaba sobre el río Carrión a la Calle de los Perezucos.



Planos de alzado y sección del primer puente de madera sobre el río Carrión.

Grabado con el aspecto del puente de madera, publicado en la Ilustración Española y Americana de 1875.

La falta de recursos para su mantenimiento hizo que la estructura de madera se deteriorara rápidamente, hasta el punto que en el año 1883 (en menos de diez años) se subastaran los materiales por que el estado comprometía la propia estabilidad del puente, por lo cual tuvo que ser cerrado al tránsito en ese mismo año, procediéndose a la venta de los materiales que lo constituían. En varias ocasiones entre este mismo año y 1897 se intentó rescatar el proyecto de un nuevo puente, esta vez de hierro, para la conexión de ambas márgenes del río. Conocedor de estos antecedentes, D. Abilio Calderón promovió la construcción de un nuevo puente en este mismo punto desde su cargo de Director de Obras Públicas. Este interés del que llegara posteriormente a los puestos de Ministro de Fomento y más tarde de Trabajo por la provincia de Palencia fue objeto de numerosas críticas por parte de sus opositores que lo usaban como un arma política en el escenario de las Cortes Generales. La historia de la construcción se mezcla además con la del derribo del denominado Arco del Mercado, un arco de piedra de 12,2 m de anchura y 14,9 m de altura que comenzó a levantarse en el año 1786 siguiendo planos y trazas del Arquitecto D. Francisco Prieto, y con el apoyo del capitán de ingenieros D. Lorenzo Sanz Sedano. Tras distintas vicisitudes, sus piedras fueron finalmente aprovechadas por el constructor vallisoletano Antonio Ortiz de Urbina para la ejecución de los estribos del puente palentino tras su demolición en marzo de 1909.

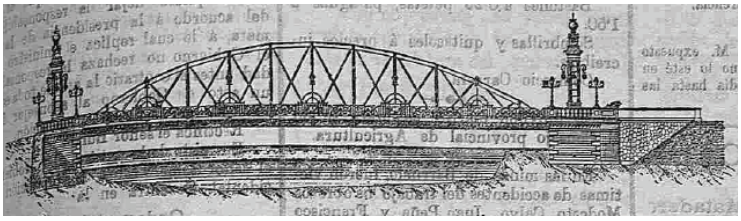
El puente de hierro se levantó siguiendo el proyecto de los ingenieros Luis Morales y Eduardo Fungairiño, que adoptaron una solución formada por dos cuchillos parabólicos metálicos, que puede enmarcarse dentro de la tipología arco-cuerda (bow-string). Cada uno de estas vigas en celosía se armó con un arco principal ejecutado con chapas roblonadas siguiendo una directriz poligonal, y del cual se colgaron una serie de péndolas empresilladas que sujetan al tablero desde su parte inferior.

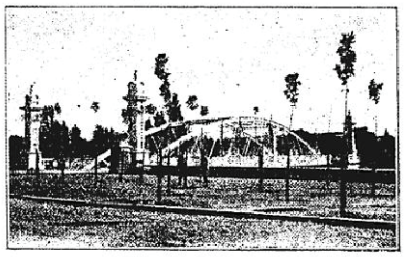
La estructura metálica fue utilizada también en el tablero, para el cual se dispuso de dos grandes vigas de alma llena con las que se ató a cada uno de los arcos en sentido longitudinal (formando su cuerda). En esta misma dirección se dispusieron cruces de san Andrés entre cada pareja de péndolas, materializadas mediante perfiles simples que todavía unen cada uno de estos nudos de encuentro, reforzados mediante chapas y cubrejuntas adicionales.

Transversalmente el arriostrado se efectuó a dos alturas. Por un lado, una serie de travesaños a la altura de cada una de las mencionadas péndolas a la altura del tablero y con una escuadría similar a la de las vigas-cuerda, los cuales se prolongaron exteriormente mediante unas costillas en ménsula de sección variable que sostienen los andenes laterales. Por otra, y de forma paralela a esta, varias vigas en celosía y de canto variable que rematan la estructura en su parte superior, colaborando con su propia complejidad interna a la estética del conjunto. El arriostrado incluye también otra serie de cruces que aseguran el control de los movimientos por la parte más baja de la estructura, siendo éstas únicamente visibles bajo el propio tablero.

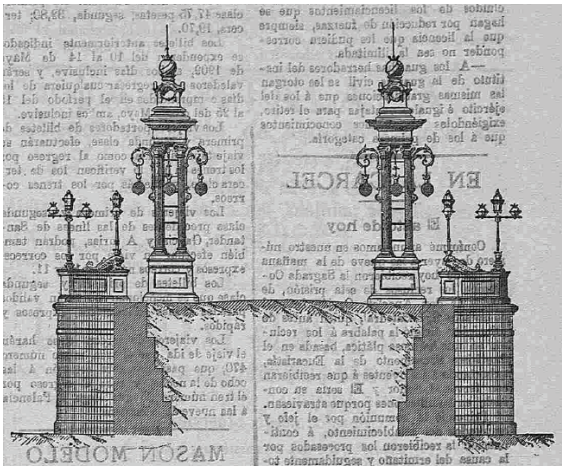
Las piedras del antiguo arco también sirvieron para levantar dos parejas de pilastras que jalonan cada entrada al paso contribuyendo a los valores estéticos de este puente, si bien (según se puede deducir de la comparación entre los grabados de la época publicados en un periódico local) no todos los remates previstos fueron definitivamente ejecutados, o al menos, no de la misma manera inicialmente proyectada.

Aspecto actual de una desde una de las márgenes del Carrión.





Perspectiva del puente tras su construcción.



Alzado lateral y sección frontal del puente, según El Día de Palencia, en el año 1909.

Por una parte, los pilonos extremos aparecían centrados, como en prolongación de los propios arcos, incluyendo además unos pilarcillos cilíndricos en las esquinas. Estos dos detalles no se observan de igual manera en la composición finalmente ejecutada. En realidad el aspecto definitivo de estas columnas es algo diferente, sin el pináculo en el cénit, quizá menos estilizados; y tampoco los bulbos de iluminación aparecen en las fotografías más antiguas. Los paseos peatonales de los laterales se preveían iniciar desde los recrecidos de ambas márgenes a la altura de los estribos; pero definitivamente fueron colocados los pilonos en esta posición, en vez de unas farolas de cuatro brazos. Los pasillos se completan con un antepecho de forja y una serie elementos de iluminación que se unen con barras horizontales a la estructura principal, tal como aparecía en el diseño original.

La construcción tuvo que hacer frente al retraso que supuso la destrucción de parte de los trabajos de cimentación debido a las crecidas del río en diciembre de 1909. Las piezas metálicas se ejecutaron en los talleres vascos de Astilleros del Nervión, montándose de forma provisional en uno de los lados, lo que actualmente ocupa la denominada plaza de Pío XII, y posteriormente se empujó hasta su posición sobre el río procediéndose al ensamblaje definitivo y afianzado del entablado que constituyó la superficie de paso.

Como en tantos otros ejemplos, además del propio ejercicio de composición y de la belleza intrínseca que la obra metálica consigue desde su fidelidad al modelo estructural que exige su desarrollo teórico previo, debe de incluirse entre los valores que atesora la gran carga artesanal que el gran número de uniones roblonadas exige durante el proceso de montaje. Debe de reconocerse esta característica como uno de los elementos caracterizadores de esta etapa de la historia de la construcción, aspecto no tan visible en construcciones posteriores una vez generalizado el uso de la soldadura en todo tipo de conexiones.

Imágenes de la estructura que fueron utilizadas en postales de principios del s. XX.

Fotografía del contratista, Martín Lago

En el periódico "El Día" se publicó el año 1917 un artículo sobre la inauguración oficial de una fábrica de pan en Madrid. En este texto se señalaba cómo el contratista de esta panificadora había sido Martín Lago; el mismo que, años antes, había construido el puente de cuchillos parabólicos sobre el Carrión, en Palencia. El constructor había logrado una sólida reputación tras numerosas obras en Castilla, principalmente las provincias de Valladolid y Palencia, y en 1915 se trasladó a Madrid, donde consiguió nuevos contratos.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

DE LA CRUZ MACHO, FRANCISCO JAVIER

Centenario del "Puente de Hierro"; Diario Palentino, 27 de marzo de 2011.

DÍAZ, JOSÉ MARÍA

"Cien años de servicio"; El Norte de Castilla, 8 de junio de 2009.

Entrevista a Alberto Calderón, hijo de Abilio Calderón; El Norte de Castilla, 8 de junio de 2009.

"Un precedente caduco"; El Norte de Castilla, 8 de junio de 2009.

BARREDA MARCOS, PEDRO MIGUEL

Construcción problemática y derribo polémico: El Arco del Mercado.

Publicaciones de la Institución Tello Téllez de Meneses, Nº. 70, 1999, pp. 443-459.

GONZÁLEZ DELGADO, JOSÉ ANTONIO; MUÑOZ GONZÁLEZ, LUIS ROBERTO

Palencia. Guía de Arquitectura.

Colegio Oficial de Arquitectos de León, 2001.

Palencia, postales para el recuerdo

Diario Palentino y Ayuntamiento de Palencia, 2002.

Archivo Municipal de Palencia

R. 1975/25; R.1975/26 Legajo 19; Catálogo de Obras Públicas Municipales.

La Ilustración Española y Americana. 15 de marzo de 1875.

Palencia - Nuevo puente sobre el Carrión, p. 163.

Nuevo puente tubular de madera, de un solo tramo, sobre el Carrión (Grabado), p. 172.

CALLEJA GONZÁLEZ, MARÍA VALENTINA

Publicaciones de la Institución Tello Téllez de Meneses, Nº. 68, 1997.

BUZÓN CONCEIRO, VICENTE

Palencia Antiguo. Álbum fotográfico.

La editora del Carrión, 1997.

GONZÁLEZ, JULIO; MARTÍN GONZÁLEZ, JUAN JOSÉ; URREA FERNÁNDEZ, JESÚS

Historia de Palencia. TOMO II: Edades moderna y Contemporánea

El arte en la Edad Contemporánea.

Excma. Diputación Provincial de Palencia, 1984.

GARRACHÓN BENGOA; AMBROSIO

Glorias Palentinas

Editorial MAXTOR 2001

Periódico "El Día". 4 de mayo de 1917.

El Rey en la Panificadora Popular Madrileña.

Periódico "El Día de Palencia". 8 de mayo de 1909.

Puente sobre el río Carrión en Palencia.

Archivo fotográfico de D. Félix Pollos Carazo.

PASARELA COLGANTE DE ALAR DEL REY.

AÑO: 1921

LONGITUD: 30 m

TIPOLOGÍA: Pasarela colgante de cables

ATRIBUIDO A: Alberto Corral

OBSERVACIONES:

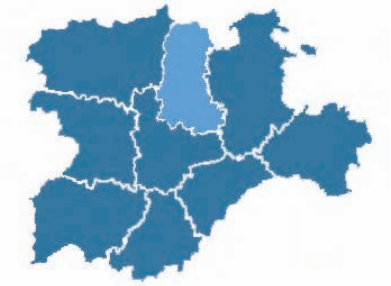
La estructura sufrió un colapso por exceso de carga el día 14 de julio de 1927, mientras se celebraba una romería en sus inmediaciones.

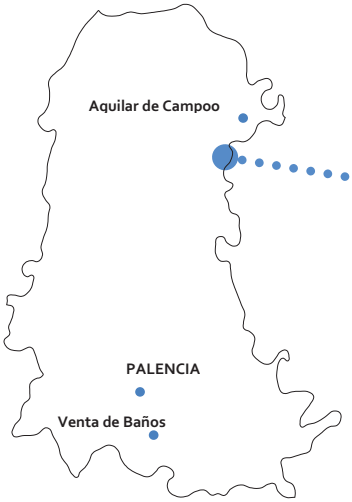
Sobre el Pisuerga, a la altura de la antigua fábrica textil de Alar (la conocida como Fábrica de Campo), existe una pasarela colgante que une ambas márgenes del río. Las noticias sobre su construcción lo sitúan en torno a 1921, ejecutado a expensas del Conde de Mansilla para unir la fábrica con los pabellones de los obreros, todo ello a la altura de la población de Nogales de Pisuerga.

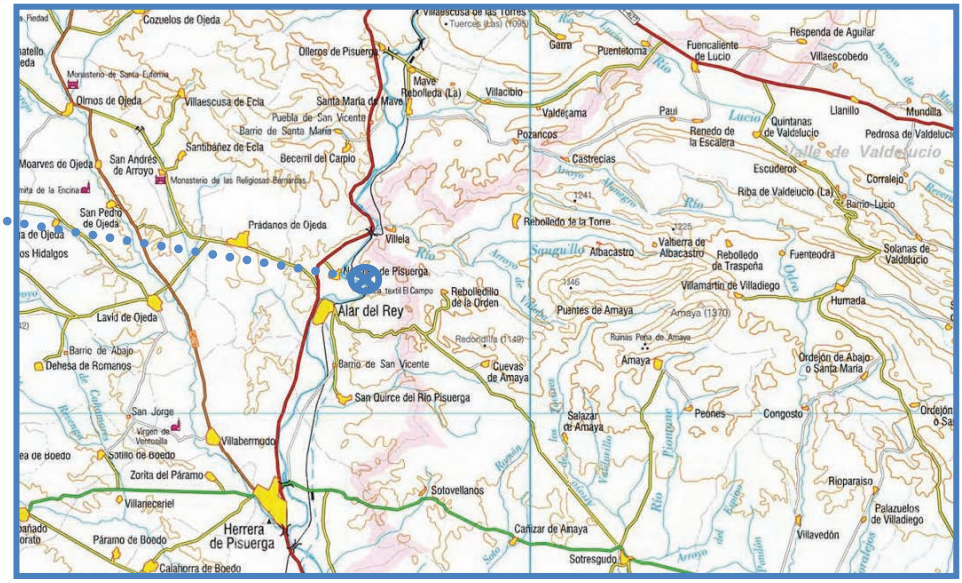
Alzado de la estructura de paso sobre el río Pisuerga.

UBICACIÓN

Municipio de Alar del Rey (Palencia)







ESQUEMA ESTRUCTURAL

Con un vano central de aproximadamente 30 m de longitud y una anchura de poco más de un metro, presenta unos pórticos en los bordes del cauce con una serie de elementos metálicos sobre los que se extienden los cables principales que se anclan lateralmente a los estribos de fábrica, cerrados con muros en vuelta para formal una especie de pila en el caso de la margen derecha. La altura de los estribos eleva la plataforma unos metros sobre la cota de la ribera. El tablero, formado por tablones de madera, queda suspendido de una serie de cables verticales que cuelgan directamente de los principales, atados a ellos. Unas barandillas de madera rigidizan la sección transversal, aunque su estado actual está tan deteriorado que el paso ha sido cortado para evitar accidentes. Los cables presentan una discontinuidad en los vértices de estos postes, de manera que mediante una pareja de bielas se ata por cada uno de los extremos el correspondiente cable de retenida para contrarrestar y equilibrar la carga horizontal que le llega desde el vano de la pasarela.

Los tirantes verticales se atan a unos travesaños también de madera, que junto a unas piezas longitudinales constituyen el piso del tablero que se arma por completo con las propias barandillas en forma de cruz de san Andrés.

Esta pasarela es tristemente recordada en los pueblos de alrededor por el fatal accidente que acaeció el 14 de julio de 1927, un día de fiesta en la fábrica en que se celebraba una romería en honor a la Virgen del Perpetuo Socorro. El exceso de personas apoyándose sobre una de las barandillas provocó que oscilara lateralmente y acabó por derrumbarse. Según la reseña de La Vanguardia, más de cien personas cayeron al agua apareciendo varios muertos a pesar de los esfuerzos de los vecinos congregados y los músicos de la banda de San Marcial que se unieron para el rescate. Tras la inspección del ingeniero llegado desde Palencia, el señor Signier, tanto el promotor como el autor del proyecto (el conde de Mansilla y don Alberto Corral respectivamente) fueron procesados inicialmente. Ya en 1929, después del correspondiente juicio, fue demostrada la total falta de culpabilidad del proyectista para lo que fueron necesarios varios informes periciales intermedios.

Estado de deterioro generalizado de la pasarela.

El anclaje lateral de los cables, tal y como puede verse en está ejecutado mediante unas piezas roscadas finales, ancladas directamente en los paramentos de los estribos, quedando totalmente visibles para su control y auscultación.

También metálicas son una especie de cartelas que refuerzan los nudos de las cruces de madera en los antepechos, que han contribuido de forma activa al mantenimiento de su forma en sentido longitudinal, evitando además corrimientos de los tirantes en esta dirección.

Añadidos de hormigón y castilletes de piezas soldadas, características que los separan de la construcción original.

Actualmente presenta una forma muy similar a la original, tal como puede comprobarse por comparación de las fotografías, si bien pueden observarse distintas modificaciones puntuales respecto a la primitiva. En particular, puede señalarse la sustitución de las pilastras desde la que colgaban los tirantes principales por unas estructuras metálicas en forma de caballete, en las que las señales de soldadura en las uniones deben de situarlas en una etapa muy posterior a las primeras ejecuciones y reconstrucciones. También la rampa de acceso al estribo derecho es un postizo de hormigón que no encaja con el resto de elementos, sobre el que se presenta una barandilla ejecutada con perfiles tubulares soldados.

En cualquier caso, el estado que de forma general presentan las piezas que componen la estructura es totalmente ruinoso y amenaza nuevamente con su desplome.

Varias imágenes de la pasarela tras el fatídico acontecimiento de su derrumbe, en 1927.

Revista de Obras Públicas, 1929, TOMO I, Nº 2531.

Procesamiento y absolución de D. Alberto Corral

Colecciones fotográficas de Isaac González Palacios y Fernando Santos Gutiérrez (A.H.P.Pa.)

La Vanguardia, 16 de julio de 1927.

5. Templetes o kioscos de música

TEMPLETE DEL PARQUE DEL SALÓN. PALENCIA.

AÑO: 1888

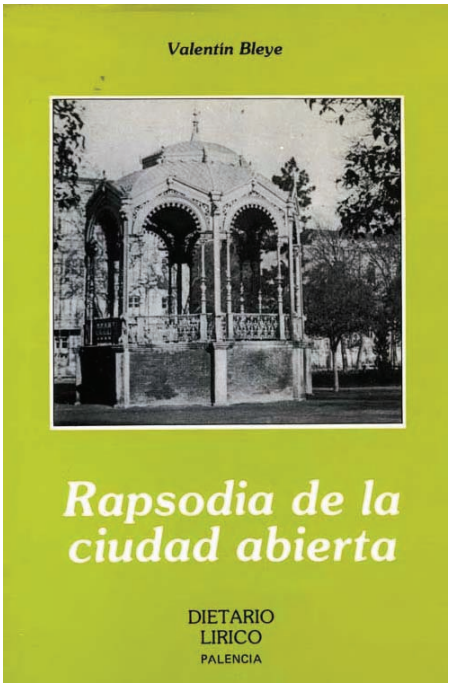
TIPOLOGÍA: Templete de base octogonal

ATRIBUIDO A: Cándido Germán - J. Petrement

OBSERVACIONES:

El templete fue desmantelado durante el s XX (1966).

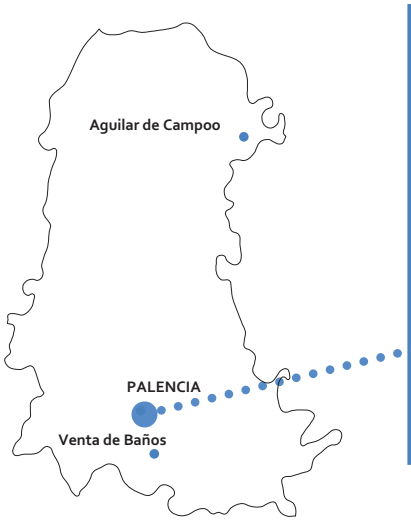
El constructor e ingeniero Juan Petrement, propietario de unos talleres de forja y fundición en la ciudad de Palencia a finales del s. XIX, fue adjudicatario de la ejecución de este kiosco en el Parque del Salón de Isabel II. Su inauguración se realizó en las fiestas de San Antolín del año 1888, y fue punto de encuentro durante muchas décadas hasta que se desmanteló para la construcción del auditorio en agosto de 1966.

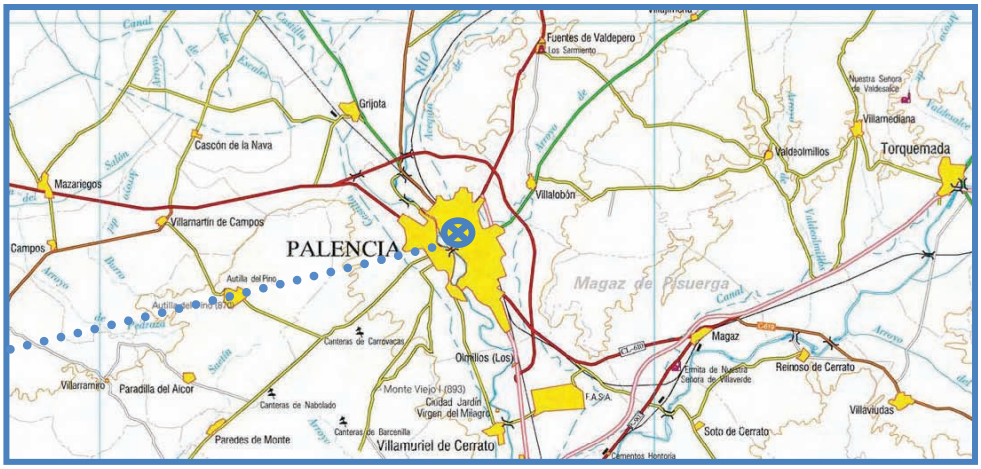


La imagen del templete se utilizó en una portada de Dietario Lírico de Palencia.

UBICACIÓN

Núcleo urbano de Palencia capital





ESQUEMA ESTRUCTURAL

No se ha encontrado la documentación relativa al diseño o contratación de la obra, por lo que las únicas referencias existentes son las fotos de época y postales que permiten conocer la forma, con sus detalles y complementos artísticos, y obtener una idea de las dimensiones con las que contaba. José Antonio González y José Luis Hermoso atribuyen su diseño al Arquitecto Municipal de ese momento en la ciudad de Palencia, Cándido Germán. Esta afirmación parece razonable ya que fue redactado un proyecto constructivo al efecto, presentado el 27 de enero de 1888, que salió luego a subasta por un importe de 6.542 pesetas.

En cuanto a su constructor adjudicatario, suele señalarse en las publicaciones anteriormente realizadas únicamente con la sigla del nombre: J. Petrement. Por la fecha de la realización, esta "J" inicial corresponde al nombre de Juan, y no al de Julio (su hijo) quién continuó con el negocio de su padre años más tarde (Julio todavía estudiaba Ingeniería Industrial en la escuela de Bilbao en el año 1912, según se comprueba en el periódico ABC del 10 de mayo de este mismo año). Juan Petrement Rembo fue propietario de un taller de forja, fundición y maquinaria agrícola, y un empresario muy activo durante esta etapa de finales del s. XIX en la ciudad de Palencia. Su campo de actuación llegó hasta provincias alejadas, para más tarde fusionarse con los talleres vizcaínos del grupo Chávarri (de origen portugalujo), en una operación que se llevó a cabo entre 1899 y 1900. Este ingeniero incluso llegó a patentar en 1883 un sistema de "limpieza de trigo" que denominó "La Nacional Palentina". De su empresa saldrían, en el año 1893, las armaduras metálicas que sirvieron para ejecutar la marquesina proyectada por Grasset para la Estación de Valladolid. Los contactos de Julio con los capitales vascos, desde su despacho de Bilbao, permitieron también ampliar el negocio a otras empresas palentinas, como los talleres de Francisco Gallego y Jerónimo Arroyo (de los cuales surgió Talleres de Palencia S.A. en 1916).

BASAMENTO:

El templete palentino contaba con una planta octogonal, la más repetida para este tipo de ejecuciones, con un zócalo inferior de fábrica ajustado a la propia planta, y en el que sobresalían únicamente unos pilares prismáticos en las esquinas reatados con molduras en la parte superior. Este añadido ornamental continuaba alrededor del resto de la coronación del murete exterior.

De las imágenes consultadas no puede deducirse la forma ni posición de la escalera que permitía el acceso a la parte de piso elevado, pero sí puede comprobarse que la altura del zócalo era considerable a compararla con el tamaño de algunos paseantes y árboles cercanos que aparecen en las instantáneas. Poco puede decirse con exactitud sobre los materiales y dimensiones exactas.

Varias postales de principios del s. XX reflejaron en su estampa el cuidado diseño del templete del Parque del Salón de Palencia.

ALZADO Y CUBIERTA:

El cuerpo de la estructura no presenta como en otros kioscos volados o balconadas: se ajusta a las dimensiones del basamento y hace coincidir el alzado de los fustes metálicos sobre los pilares de fábrica de las esquinas del zócalo inferior. El perímetro estaba cerrado con un antepecho o balaustrada metálico, y de cada vértice del octógono nacían unas esbeltas columnas de fundición.

El tamaño de la balaustrada también permite compararlo con la altura de la base, que es aproximadamente el doble. Tomando como referencia una altura habitual en estas barandillas para otros casos de esta misma tipología arquitectónica, debía tener entorno a 1 – 1,20 metros de altura, con lo que el basamento llegaría hasta los 2 m aproximadamente.

Esta misma relación permite deducir la longitud de los pilares metálicos, que se prolongarían hasta los 3 m aproximadamente, incluyendo los remates correspondientes a los extremos (basa y capitel), distancia similar a la correspondiente a la separación de las propias columnas. Sobre estos pilares se apoyaba una curiosa y poco típica cubierta mediante arcos de medio punto rematados frontalmente con un marco quebrado a dos aguas. Sobre estos arcos se desarrollaban a modo de bóvedas las superficies de cubierta propiamente dicha, terminando en un lucernario o linterna con una forma achatada, sin sobresalir en exceso del resto.

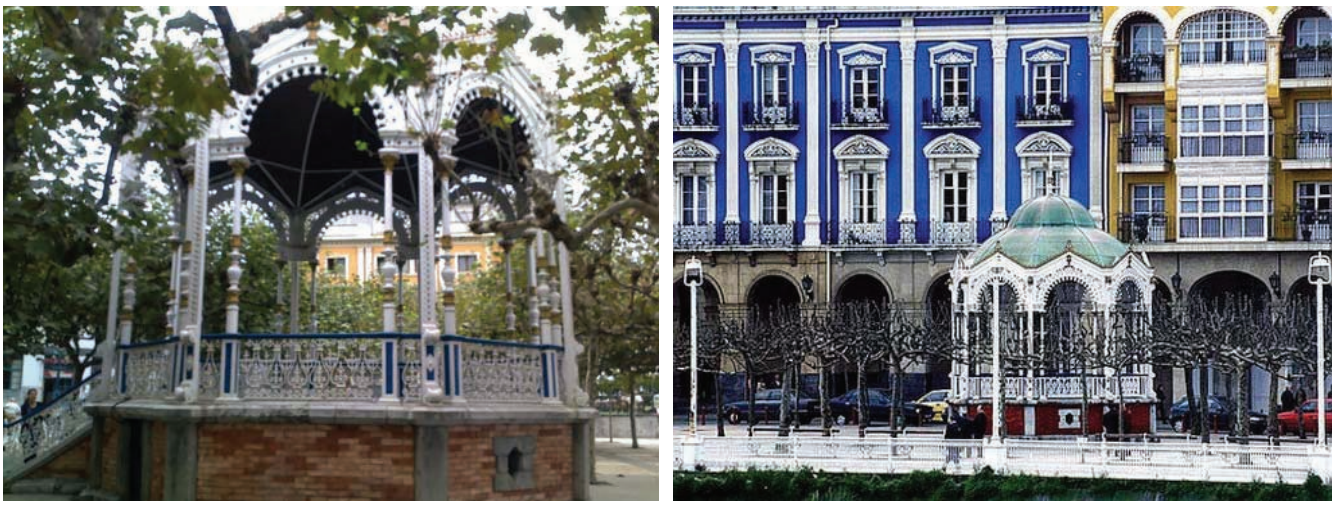
Merece destacar la cargada decoración de los arcos, que se presentaban polilobulados, enmarcados por una especie de dintel quebrado perfilado con molduras y con remates en sus esquinas (pináculos, relieves...). En realidad parece que los huecos se resolvieron mediante la unión de las cabezas de los pilares con estos perfiles quebrados, mientras que los arcos eran añadidos que colgaban de los mismos acartelando las esquinas y engordando la sección de apoyo con los capiteles de los esbeltos soportes que los sostenían. El diseño de este kiosco puede servir como ejemplo adicional a la identificación que el profesor Navascués realiza, por ejemplo en el Templete de la Alameda de Santiago de Compostela, sobre la grácil aplicación conceptual del *ritmo palladiano* o triple hueco serliano, en referencia al esquema típicamente renacentista. Los remates tipo pináculo se repetían en los vértices del perímetro, así como en la cúspide de la linterna.

UNA RÉPLICA EN PORTUGALETE:

Si bien la pieza original de Palencia fue desmontada y posteriormente fundida, todavía puede contemplarse en la actualidad una copia de sus trazas en las inmediaciones del Puente de Vizcaya (Plaza del Solar de Portugalete), aunque no puede deducirse si las dimensiones eran exactamente las mismas. En este caso, fue construido el año 1912 según los planos firmados por el entonces arquitecto municipal Emiliano Pagazaurtundúa, sustituyendo a otro anterior que diseñó el maestro de obras Francisco Berriozabal a finales del siglo XIX (y del cual también se conserva testimonio fotográfico).

Antigua fotografía y plano de Alzado, según proyecto firmado por Pagazaurtundúa, del nuevo Kiosco de la Plaza del Solar en Portugalete.

Como ya se ha apuntado, la conexión con los talleres Petrement y los Chávarri permitió el trasvase de los datos necesarios para su definición, siendo precisamente la Sociedad Regular Colectiva de Palencia la que resultara adjudicataria de la contrata del apartado metálico. La comparación de fotografías permite comprobar la total similitud con el del palentino Paseo del Salón.



Dos imágenes del kiosco portugalujo en la actualidad.

Distintas perspectivas del Kiosco vasco en la trama urbana de Portugalete.

El triple hueco serliano.

La lira, como referencia al uso musical de estas construcciones, fue un recurso icónico profusamente utilizado en los kioscos. Detalle de un remate de coronación.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

ALARIO TRIGUEROS, Mª JOSÉ

Castilla y León. Palencia.

Editorial Mediterráneo, 1991.

GONZÁLEZ FRAILE; EDUARDO

Ayer y Hoy en nuestras ciudades.

Junta de Castilla y León

BUZÓN CONCEIRO, VICENTE

Palencia Antiguo. Álbum fotográfico.

La editora del Carrión, 1997.

Palencia, postales para el recuerdo

Diario Palentino y Ayuntamiento de Palencia, 2002.

GONZÁLEZ DELGADO, JOSÉ ANTONIO; HERMOSO NAVASCUÉS, JOSÉ LUIS

Jerónimo Arroyo. Arquitecto.

La Editora del Carrión, 1999.

CALLEJA GONZÁLEZ, MARÍA VALENTINA

Panorama de la ciudad de Palencia en el primer tercio del siglo XX

Publicaciones de la Institución Tello Téllez de Meneses, Nº 68, 1998

CALVO CABALLERO, PILAR

El nacimiento de la Cámara de Comercio de Palencia: un episodio de reacción de los intereses económicos ante el 98.

Publicaciones de la Institución Tello Téllez de Meneses, Nº 69, 1999

Periódico ABC, 10 de mayo de 1912.

"Los alumnos de Ingenieros Industriales"

NAVASCUÉS PALACIO, PEDRO

La Arquitectura Gallega del S. XIX.

Colexio Oficial de Arquitectos de Galicia. Comisión de Cultura. Obradoiro: Suplemento Nº5, 1984

VALDALISO GAGO, JESÚS MARÍA

Grupos empresariales e inversión de capital en Vizcaya, 1886-1913.

Revista de Historia Económica, Año VI. Nº 1 - 1988, pp. 11-40.

Revista Ilustrada de Vías Férreas, 15 de abril de 1893, Año 1, nº 6, p. 46.

Nueva Estación de Valladolid.

Industria e Invenciones, 12 de enero de 1884, Nº2, Tomo I, p. 18.

Parte Oficial. Ministerio de Fomento. Conservatorio de Artes. Relación de las patentes de invención de que ha tomado razón durante los meses de Julio, Agosto y Setiembre de 1883.

PÉREZ DE LA PEÑA OLEAGA, GORKA

Portugalete (1852-1960) Historia de su Arquitectura y Expansión Urbana.

Diputación Foral de Bizkaia - Departamento de Cultura, 1993.

Archivo y biblioteca personal de D. Alfredo Pérez Trimiño.

6. Edificaciones e infraestructuras industriales o fabriles

CASTILLETES EN LOS POZOS MINEROS DE BARRUELO DE SANTULLÁN.

AÑO: entre 1883 y 1940

TIPOLOGÍA: Castilletes metálicos

ATRIBUIDO A: ¿?

OBSERVACIONES:

La mayor parte de las construcciones metálicas de esta cuenca ha sido desguazadas a medida que dejaban de ser útiles para las labores extractivas.

La actividad minera en la cuenca del Rubagón se ha desarrollado durante más de 170 años, planteándose durante todos ellos numeroso elementos característicos de este tipo de industria de los cuales tan solo unos pocos corresponden a las construcciones metálicas que forman parte de los objetivos de este trabajo.

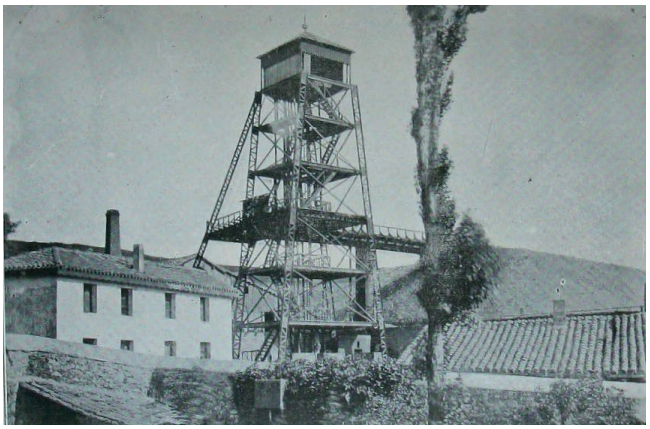
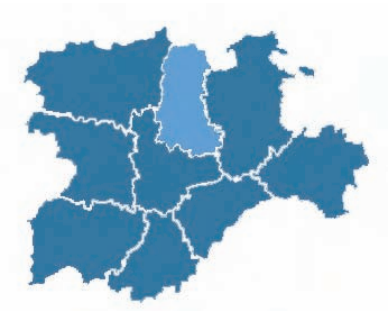
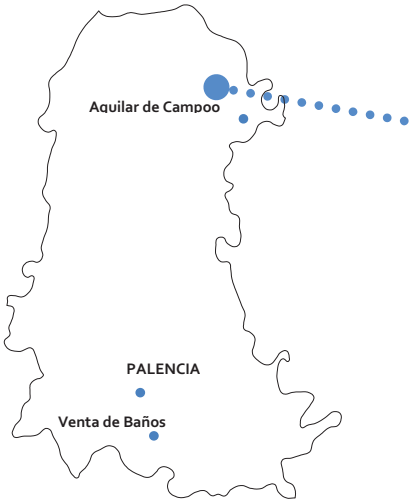


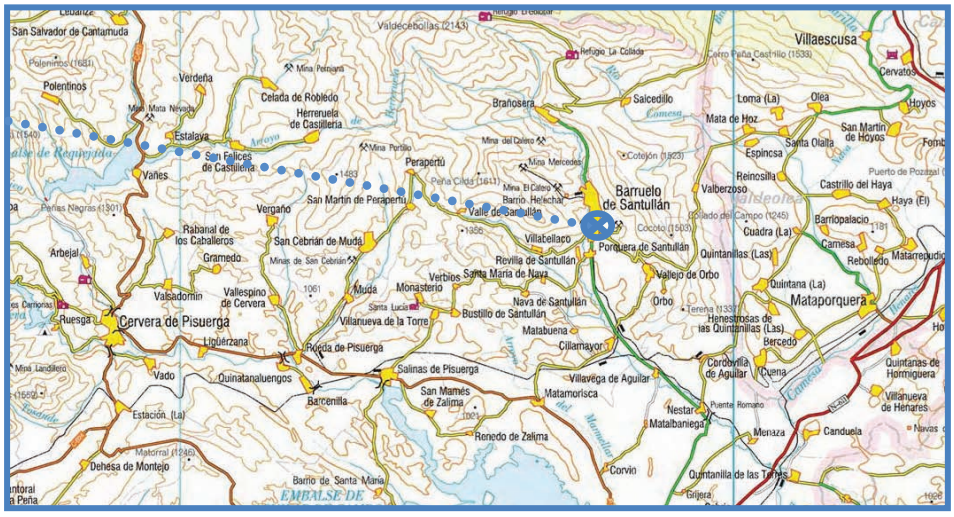
Imagen del año 1900 con el alzado del castillete del Pozo Bárbara.

UBICACIÓN

Municipio de Barruelo de Santullán (Palencia)







ESQUEMA ESTRUCTURAL

Las labores de extracción de las acumulaciones de hulla requieren de construcciones específicas para la elevación de los materiales hasta el exterior. Se suele denominar de forma genérica como castilletes a las estructuras de carácter vertical que sobresalen desde los puntos de extracción, con altura suficiente para incluir las poleas y cables de izado, así como para permitir el movimiento transversal de la carga una vez elevada. La historia minera de estas poblaciones y sus gentes ha conocido varias de estas plataformas de este tipo a lo largo de casi dos siglos. Además de los pozos de extracción, también se utilizó la tecnología metálica para construcciones de tipo nave asociadas a las industrias explotadoras, y en la torre anexa a la subestación eléctrica.

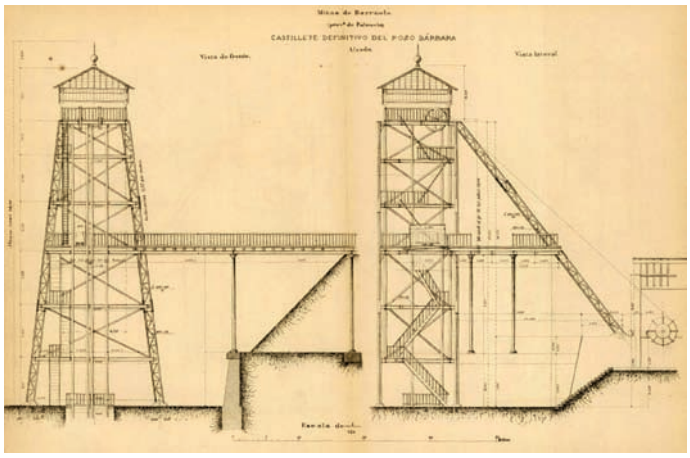
El honor del descubrimiento de los criaderos de Barruelo y Orbó corresponde a D. Ciriaco del Río, Párroco del Pueblo de Salcedillo, quien allá por el año 1838 observó como existían afloramientos de piedras negras y brillantes que le llevaron a experimentar en su propia casa sobre sus posibilidades como combustible. Animado y convencido de su potencialidad industrial, convenció a los dueños de una explotación de lignito en Las Rozas, los Sres. Collantes, y se formó así la primera sociedad explotadora. La extracción comenzaría el año 1844 en la zona que posteriormente ocuparía el Pozo Bárbara, y progresivamente fueron abriéndose nuevas bocaminas, encargándose de la dirección de los trabajos el ingeniero Rafael Gracia Cantalapiedra. Años más tarde también trabajarían en la cuenca Félix Parent y el célebre Mariano Zuaznavar, bajo cuya dirección se construyó una de las obras más singulares del entorno: el Canal Subterráneo de Orbó.

Las minas se desarrollaron muy rápidamente, si bien tuvieron que hacer frente a numerosos cambios de planteamiento para adaptase a la compleja realidad que las demandas energéticas iban exigiendo con el paso del tiempo, imponiendo transformaciones económicas y sociales que se iban sucediendo de manera imparable. Los hermanos Collantes venden parte de las posesiones mineras a al Crédito Mobiliario Español en 1856; en 1877 pasan a la Compañía de Ferrocarriles del Norte, escindiéndose de ella la Sociedad Anónima Minas de Barruelo el año 1922, con objeto de continuar este negocio de forma autónoma. En 1929 se absorben las Minas de Orbó (que hasta la fecha habían tenido una vida propia en paralelo), quedando unificadas desde este momento. Ya en 1941, con la nacionalización de la Red de Ferrocarriles bajo el sello de RENFE, la sociedad Minas de Barruelo pasa a manos del estado, quien se encarga a partir de ese momento de su explotación y destina toda su producción a la provisión de combustibles de sus trenes de vapor. La electrificación sistemática de las vías exigió la búsqueda de nuevos clientes pasando nuevamente a la gestión privada: la S.A. Hullera Vasco - Leonesa en 1966. En menos de un año, se declara una crisis que culmina con el cierre progresivo de las minas, que se prolonga hasta 1972, y su posterior venta a los Altos Hornos de Vizcaya (si bien bajo esta firma no volvieron a abrirse las explotaciones). Hay que esperar hasta la década de los años 80 para que se cree una nueva sociedad que sí lo hace (Hullas de Barruelo S.A. - H.U.B.A.S.A.), que posteriormente sería absorbida por Unión Minera del Norte en 1998, terminando con el cierre definitivo de todas las explotaciones en 2005.

Actualmente parte de estos cambios se han centrado en el propio aprovechamiento de parte del patrimonio heredado con fines culturales y museísticos, siendo el Centro de Interpretación de la Minería el máximo exponente de estos esfuerzos por mantener una conexión entre el pasado y presente industrial, y un futuro sostenible orientado a la divulgación.

EL POZO BÁRBARA

Gracias a la documentación que todavía se conserva, disponemos hoy algunas imágenes, planos y descripciones sobre la estructura metálica que durante años permitió la extracción de carbones desde el denominado Pozo Bárbara, cuya excavación comenzó el año 1874 dentro del propio núcleo urbano de Barruelo. Antes de su construcción definitiva, las labores de extracción se realizaban mediante un castillete de madera de tan solo 10 m hasta eje de poleas, altura que hacía inviable el vertido directo de los escombros y que por ello debían ser transportados hasta la cañada de Valdomillo (una zona más despejada, con espacio suficiente para este tipo de acopios). Esta estructura se deterioró muy rápidamente, y en tan solo 10 años tuvo que ser desmantelada para instalar otra metálica de carácter más duradero. Su instalación fue efectiva el año 1883, prefabricado por los talleres de la firma belga Construcciones Willebroeck. Las piezas viajaron desde Amberes hasta Santander, y desde allí hasta el propio pueblo de Barruelo. El castillete finalmente ejecutado disponía de una altura total de 28 metros, 21,94 m a eje de poleas, dividiéndose en 2 niveles: uno inferior, a nivel de brocal, que permitía la evacuación del mineral de carbón; y otro superior a 11,90 m desde el que se retiraban los estériles a una escombrera anexa, para lo que incluía una plataforma sostenida por una doble fila de columnas metálicas. El izado de los carbones se realizaba mediante un sistema de jaulas que permitían albergar vagones cargados en su interior.



Planos del Castillete del Pozo Bárbara publicados en la Revista Minera el año 1883.

En cuanto al alzado, se organizaba mediante cuatro montantes inclinados ejecutados mediante escuadras y pletinas con una inclinación del 12 % y consolidándose mediante una serie de cinco cruces de san Andrés y tirantes armados con perfiles en doble T, definiéndose de esta manera 5 pisos intermedios con tramos de escalera entre ellos. A través de dos grandes tornapuntas de sección similar a la de los montantes, y colocados en dirección a la maquinaria de elevación y anclados a un macizo en cota inferior, se conseguía la reacción suficiente para garantizar la estabilidad del conjunto durante las operaciones de elevación y carga. La parte más alta se coronaba con un tejadillo a cuatro aguas, rematado en la cúspide con un pináculo de peculiar diseño.

Se abandonó el año 1887, sin que respondiera a las expectativas inicialmente creadas: la presencia continua de agua en el interior exigía grandes esfuerzos para asegurar las maniobras de movimiento de mineral. Hasta que se abrió este pozo, las minas explotadas eran eminentemente horizontales, mediante aperturas en la ladera del valle; con esta instalación se buscaba aumentar los rendimientos, si bien las numerosas dificultades que imponía su posición limaron su efectividad hasta hacerlo inviable, como se demostró al cabo de los años. Aunque en 1910 todavía aparece en alguna de las fotos que se conservan, esto no ocurre en las del año 1914, datos que permiten acotar bastante el año de su desmantelamiento.

POZO PEÑACORBA

Se situaba cercana a la antigua mina Antoniana, cuya concesión fue adquirida por los hermanos Collantes en 1848. La instalación del castillete data del año 1907, y alcanzó una altura de 15 metros hasta el eje de poleas, con un peso total de 32 toneladas. El pozo propiamente dicho se perforó con un diámetro de 3,6 m, desde la superficie hasta una profundidad máxima de 120 m, revistiéndose con cemento. Hasta la fecha no se conocen más datos sobre las características particulares de esta estructura, salvo alguna fotografía en blanco y negro recogidas en publicaciones y artículos.

De las imágenes se deduce que presentaba un perfil muy esbelto, con tejadillo superior, alzándose sobre una salida desde la cuales se transportaba el carbón a través de la denominada Via Antoniana.

El Pozo Peñacorba, antes de su desmantelamiento.

POZO PERAGIDO

Se sitúa en el límite de las concesiones mineras de Orbó y Barruelo, tomando el nombre del arroyo que discurre en sus inmediaciones. Las noticias sitúan el inicio de las labores de perforación en el año 1936, y todavía hoy se conserva (con algunas modificaciones modernas) el castillete metálico que debió comenzar a ser construido a finales de esa misma década. La apertura inicial se realizó mediante una estructura provisional de madera, que durante un tiempo continuó en servicio hasta la construcción del que puede verse en la actualidad, abandonado tras el cierre definitivo del complejo en 2005. Con una altura de 14 m, consta de seis pilares ejecutados mediante perfiles y presillas en cruz, los cuales quedan divididos en dos cuerpos por una serie de barras horizontales que les unen a media altura. Los soportes verticales fueron arriostrados en ambas direcciones mediante cruces de san Andrés que atan los vértices de las esquinas del cuerpo superior. Para conseguir la reacción necesaria a las fuerzas de tracción de los cables, y orientados en la misma dirección en la que se tiraba éstos, dispone de tres largos tornapuntas de sección compuesta con los que se consiguió asegurar la estabilidad global durante su funcionamiento. En la parte más alta, disponía de un tejadillo a dos aguas que finalmente se retiró para utilizarlo como parte de una línea eléctrica.

Dos imágenes del Pozo Peragido, la derecha tal como puede verse en la actualidad.

EL POZO CALERO

La necesidad de conseguir nuevos puntos de extracción en vista del agotamiento de las antiguas perforaciones hizo considerar la apertura de un nuevo pozo para alcanzar otros niveles minerales inferiores. En 1909 aparece por primera vez el nombre del pozo Calero, cuyo nombre deriva de la presencia de afloramientos calizos en el sitio de implantación, comenzándose los trabajos de perforación en 1911 y buscando así relanzar la producción para hacerla competitiva. Las tareas se completan en 1914, construyéndose un magnífico castillete de mampostería que tuvo que esperar varios años a su completa puesta en funcionamiento. La Primera Guerra Mundial retrasó la llegada de la maquinaria necesaria para conseguir la producción prevista con esta inversión, ya que la tecnología disponible permitía unos rendimientos que apenas alcanzaban el 10% de los propósitos iniciales. En 1919, se activa definitivamente todo el potencial del pozo (con la llegada de la ansiada maquinaria tras el fin del conflicto bélico), sumándose además la puesta en marcha de una nueva central eléctrica, y comenzando de esta forma una etapa de crecimiento y prosperidad en Barruelo.

Fotografía de dos mineros con el entramado metálico del pozo calero tras ellos.

Pocos datos pueden aportarse sobre la aplicación de la estructura metálica en este pozo: si bien el cuerpo exterior está constituido por un sólido armazón de sillería, también exigió interiormente de un entramado metálico para albergar la jaula y sostener parte de la maquinaria y poleas. Tan solo en algunas fotos de esta época se intuye una composición ortogonal de pilares y vigas que se ajusta al hueco disponible, con un estricto carácter sobrio y funcional ajustado a las necesidades y objetivos que se pretendían.

La estructura interior del Calero responde a un esquema regido por la ortogonalidad funcional.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

CLEMENCÍN; PERFECTO MARÍA; BUITRAGO, JESÚS M.

Adelantos de la Siderurgia y de los Transportes Mineros en el Norte de España

Imprenta de francisco de Sales, Madrid, 1900

CUEVAS RUIZ, FERNANDO; ROMÁN IBAÑEZ, WILFREDO; LLORENTE HERRERO, LUIS

El pozo Calero

Cultura y Comunicación. Tercera Edición 2007.

ORIOL, RAFAEL

Revista Minera, Metalúrgica y de Ingeniería; 16 de febrero de 1909.

ORIOL, RAFAEL

Revista Minera y Metalúrgica; tomo 34, 1883.

SÁNCHEZ BÁSCONES; BLANCA MONTSERRAT

Un nuevo pueblo de obreros

Ayuntamiento de Barruelo de Santullán, 2008.

BECERRO DE BENGOA, RICARDO

Una escuela práctica de minería.

Revista contemporánea, Tomo XXXI, enero-febrero de 1881.

BECERRO DE BENGOA, RICARDO

La minería en Palencia

Revista de España, Tomo CXXII, julio y agosto de 1888.

GONZÁLEZ PEDRAZA, JOSE ANDRÉS

"La compañía de Caminos de Hierro del Norte y las minas de carbón de Barruelo (1877-1941). Fuentes para su estudio en el archivo de Hullera Vasco-Leonesa"

IV Congreso de Historia Ferroviaria. Fundación de los Ferrocarriles Españoles. Málaga 20-22 septiembre 2006

NIETO GONZÁLEZ, JOSÉ RAMÓN. (COORD); GARCÍA GRINDA, JOSÉ LUIS; GONZÁLEZ FRAILE, EDUARDO MIGUEL

Patrimonio arquitectónico de Castilla y León (Volumen V): Arquitectura tradicional, arquitectura preindustrial, industrial y del hierro

Ediciones Tempora - Junta de Castilla y León (2007)

La Minería. Periódico Industrial, Mercantil y Administrativo. 8 de julio de 1874

Archivos personales de los investigadores Fernando Cuevas Ruiz y José Manuel Sanchís

Archivo Fotográfico de Barruelo de Santullán y del Centro de Interpretación de la Minería de Barruelo.

COMPUERTAS Y BARCAZAS CANAL DE CASTILLA.

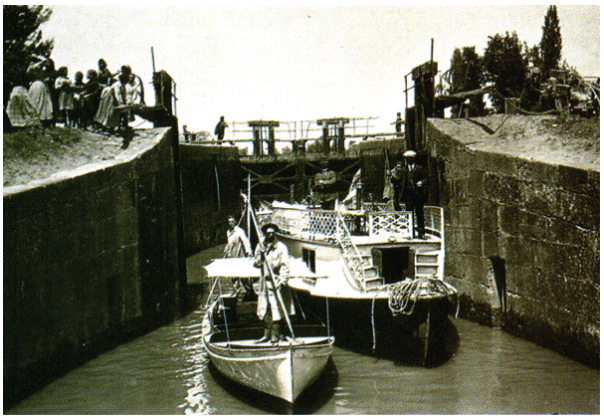
AÑO: Finales del s. XIX -Principios del s.XX

TIPOLOGÍA: Compuertas metálicas con sistema mecánico de apertura y cierre.

Barcazas de chapa metálica reforzada.

La larga vida del Canal de Castilla, magnífica obra de ingeniería del s XVIII, ha permitido que parte de sus elementos se fueran adaptando a las novedades tecnológicas que se sucedían durante el proceso de industrialización.
Por un lado las compuertas de las esclusas se fueron renovando con otras de hierro. También los botes y barcazas cambiaron de material, apareciendo diferentes tipos que fueron evolucionando con los años. El hierro también entra a formar parte de construcciones auxiliares al canal: estructuras de almacenes, grúas, pasarelas...

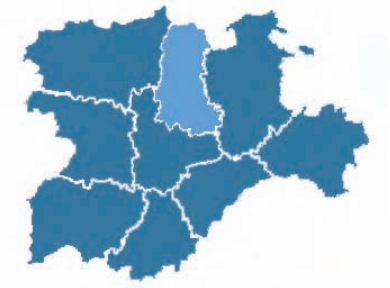
Imagen de principios del s. XX (esclusas de Calahorra) con las compuertas de hierro reforzado características del canal.

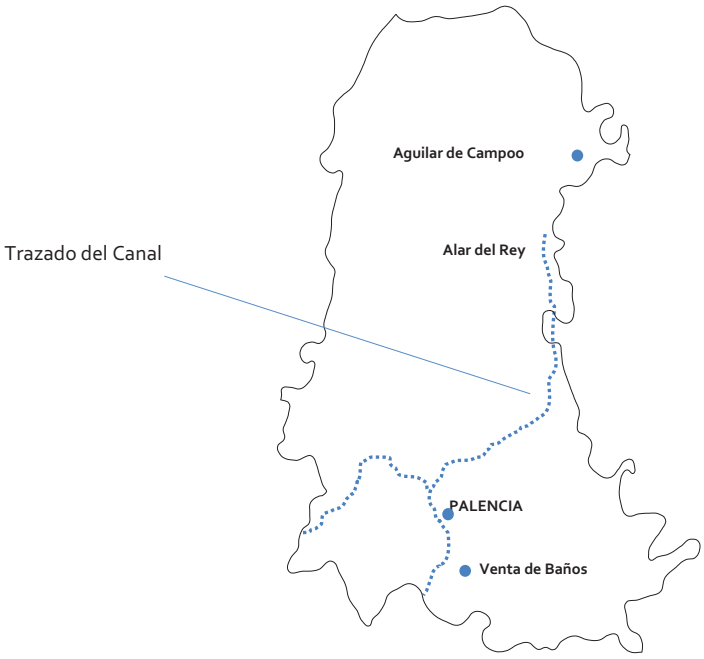


Barcas pasando de una esclusa a otra en Olmos del Pisuerga.

UBICACIÓN

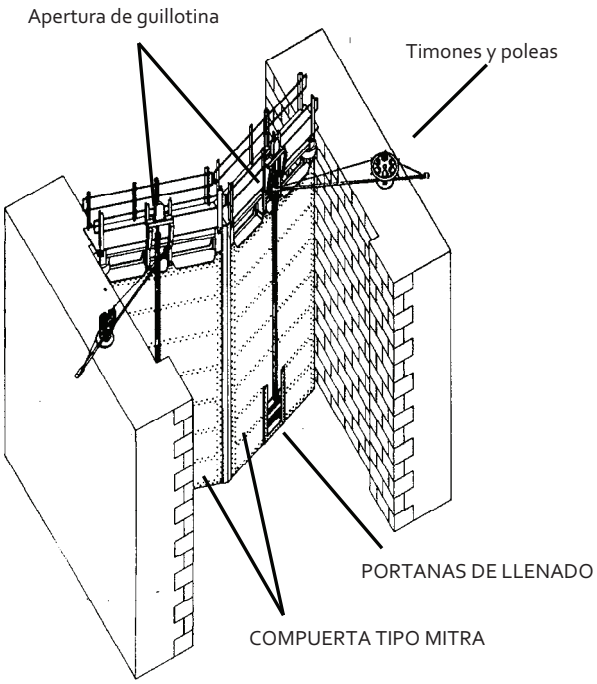
Varios municipios de la provincia de Palencia.





ESQUEMA ESTRUCTURAL

El sistema de esclusas que exigió el canal durante su etapa navegable dispuso de una serie de compuertas que en principio eran de tablones de madera reforzados con listones transversales, y se accionaban mediante una maniobra directa a brazo. A finales del s.XIX y comienzos del XX fueron progresivamente sustituidas por otras de hierro que disponían de mecanismos algo más complejos, ya que las tablas de la parte de aguas arriba duraban entorno a doce años. En este caso los refuerzos están constituidos con vigas de hierro que se cruzan en aspa, impidiendo la abolladura de las chapas metálicas por la presión del agua. El nuevo sistema de apertura incluía un juego de timones y poleas, continuando con la forma en planta tipo "mitra" que aseguraba el cierre de forma natural al disponerse a contracorriente:



Esquema de compuertas según Helguera, García y Molinero a partir de las maquetas que se conservan en la Confederación Hidrográfica del Duero.

Al abrir primeramente la portana inferior se trasvasaba el agua de una esclusa a la siguiente hasta igualar los niveles, momento en el que se podía abrir la compuerta con mayor facilidad y permitir de esta manera el pase de las embarcaciones de un lado a otro, librando de esta manera en cada uno de estos pasillos un desnivel de unos 3 m. En algunas de ellas todavía puede verse el sello de las fundiciones que elaboraron las distintas partes metálicas (Fundición del Canal de Valladolid, Fundición Trinidad de Valladolid...). Con el cierre para la navegación en 1959, y su destino al regadío, muchas de las esclusas se reconvirtieron a este fin, sustituyendo las puertas de acero y hierro por muros de hormigón.

Las compuertas de la sexta esclusa en Herrera de Pisuerga permiten mostrar un buen ejemplo de la estructura metálica que las da forma. Abajo, el sello de uno de los talleres de Valladolid encargados de la construcción de las compuertas, "Fundición de la Trinidad. Antonio Vialhe 1875".

También las barcas utilizadas para el transporte y el mantenimiento del canal se aprovecharon de las características del nuevo material que aparecía a nivel comercial, y de esta manera aumentaron notablemente de capacidad hasta desplazar entre 40 y 53 toneladas. Un trabajo coordinado por Alberto García Monar introducía, tras una revisión a los inventarios disponibles, una clasificación general en tres tipologías básicas de estas gabarras metálicas:

- Las primeras cronológicamente, eran herederas de las formas y líneas de las tradicionalmente construidas de madera.
- Posteriormente aparecen otras con un mayor puntal y con realce de la amurada, disponiendo incluso de ancla
- Finalmente aparecen otras asociadas seguramente a maniobras de mantenimiento y dragado, con un casco sin curvas muy poligonal.

Las imágenes de las primeras décadas del s.XX que todavía se conservan, nos dan una idea del aspecto de estas embarcaciones, y a las maniobras y operaciones habituales durante la etapa navegable

Distintas imágenes de barcas metálicas según tipologías señaladas por García Monar.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

SANZ, RUBIALES, FEDERICO; DOMÍNGUEZ CORTÉS, OSCAR

El Canal de Castilla

Ediciones Cálamo, 1997

HELGUERA, JUAN; GARCÍA TAPIA, NICOLÁS; MOLINERO, FERNANDO

El Canal de Castilla.

Estudios de Historia de la Ciencia y de la Técnica Nº2.

Junta de Castilla y León, 1988.

SARABIA ROGINA, PEDRO; GARCÍA RODRÍGUEZ, PATRICIA; SARABIA, JOSE ANTONIO; GARCÍA MONAR, ALBERTO

"Astilleros y barcos en el corazón de Castilla la Vieja" El canal de Castilla. 2008

GUERRA GARRIDO, RAÚL

Un sueño de la razón.

El canal de Castilla: Un plan regional. Tomo I.

Junta de Castilla y León, 2004.

Fondo fotográfico del Archivo del Canal de Castilla

Archivo fotográfico personal de D. Juan Ramón Lagunilla

FABRICA DE LA AZUCARERA PALENTINA.

AÑO: 1901

DIMENSIONES: 83 m de largo y 38 m de ancho

TIPOLOGÍA: Estructura de entramado metálico

ATRIBUIDO A: Jerónimo Arroyo López

OBSERVACIONES:

Durante la construcción colaboró el ingeniero industrial Juan Almiñaque

Panorámica del interior de la nave anexa.

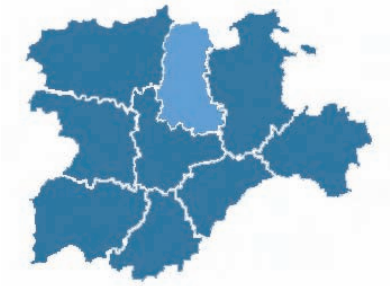
Fachada principal del edificio fabril

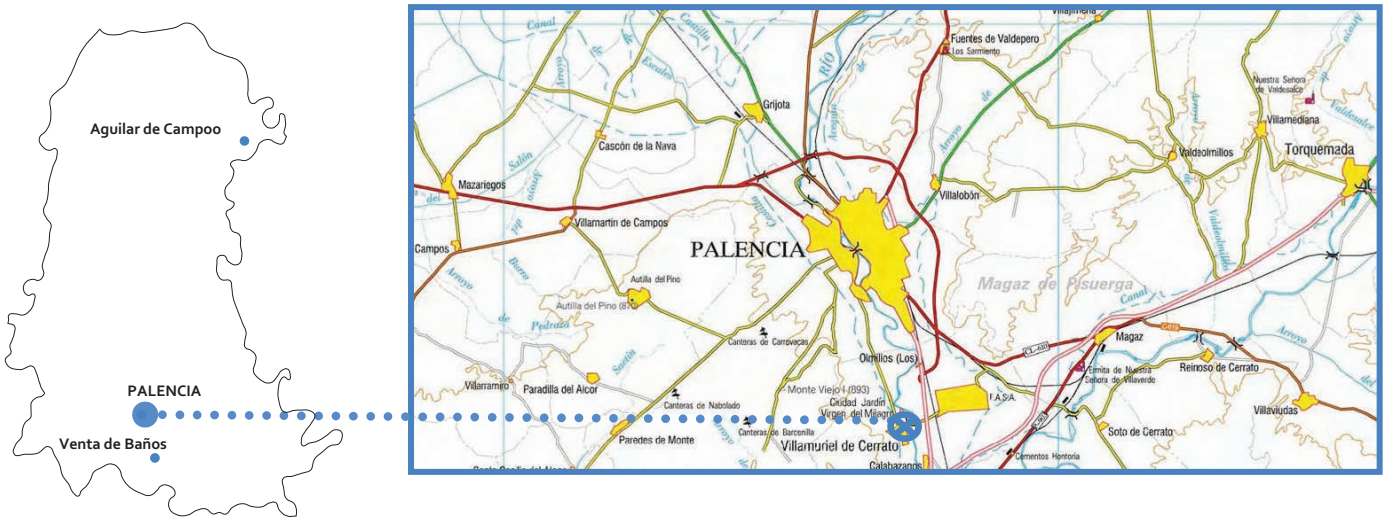
Es considerada como el primer gran proyecto del arquitecto Jerónimo Arroyo tras regresar a Palencia desde Barcelona, donde acabó sus estudios.

Ubicada en la carreta a Villamuriel de Cerrato, sobrevive frente a la fuerte presión urbanística de los últimos años que se ha desarrollado a su alrededor. Se conserva (aunque en un estado casi ruinoso) el edificio principal, cuya estructura interior es especialmente singular y sobresaliente, junto a una nave anexa cuya cubierta también es un buen ejemplo de celosía metálica roblonada.

UBICACIÓN

Municipio de de Villamuriel de Cerrato (Palencia)





ESQUEMA ESTRUCTURAL

La singularidad de la construcción se encuentra en el edificio de la Azucarera propiamente dicha, anunciada por el letrero que así la nombra en su fachada principal junto con la fecha de su puesta en marcha 1901. Un esqueleto interno de entramados metálicos, suma de esbeltos pilares rectos y un sinfín de vigas poligonales y celosías, resultado de un cuidadosísimo estudio de las necesidades de los espacios interiores necesarios para el desarrollo de las actividades propias que se iban a desarrollar y particularizadas en muchos puntos a los requisitos que dichas operaciones exigían, con huecos diseñados ex profeso para los sistemas que necesitaban implantarse y las instalaciones que en su interior se iban a alojar, con espacio suficiente para maniobras y movimientos de materiales y productos elaborados. La empresa encargada de su ejecución fue la del catalán Esteban Grau.

Perspectiva lateral de las naves traseras de la fábrica.

DISTRIBUCIÓN:

La fábrica dispone de una nave principal de 83 m de largo y 16,5 m de ancho, organizada estructuralmente con una serie de cerchas que se delatan desde el exterior por la presencia de pilastras de ladrillo, de forma que permiten salvar la luz lateral completa con una cubierta a dos aguas. Superiormente sobresalen linternas a diferentes cotas y posiciones, que conseguían dotar mayor altura y luz en ciertas partes del local, consiguiendo la mayor de ellas espacio suficiente para incluir nuevas ventanas hacia la fachada principal.

En la parte trasera se prologa el espacio mediante 10 naves en sentido ortogonal de 8.3 m cada una. Cada una de ellas presenta su propia cubierta a dos aguas, repitiéndose en una secuencia acompañada por la arquería de los grandes ventanales abiertos en los paños de mampostería de cierre. Finalmente también se conserva otro edificio exterior, exento del resto del conjunto, con dimensiones en planta de 40x16 m y un lucernario superior de 3,5 m de anchura.

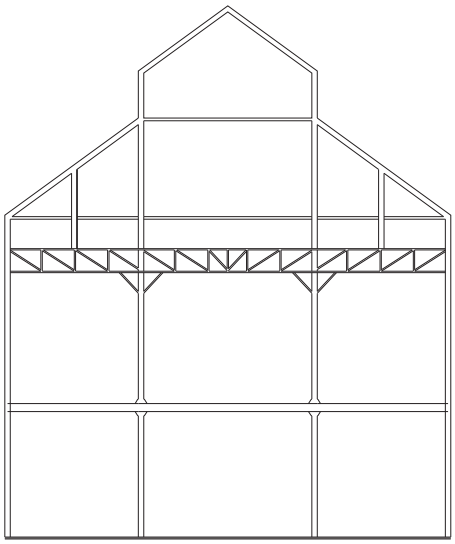
EDIFICIO PRINCIPAL:

La estructura interior de la nave de mayores dimensiones se configura con un entramado de vigas de fundición y vigas compuestas de perfiles metálicos y palastros, desarrollándose en altura con tres cuerpos separados por dinteles en sentido horizontal.

Los pilares destacan por su marcada esbeltez, sosteniéndose los pórticos principales mediante pilastras de ladrillo en la fachada exterior, pilares metálicos en el extremo opuesto, con otros dos altos soportes interiores que marcan la distribución de los espacios disponibles.

En el primero de estos entramados, las vigas presentan una composición adaptada totalmente a las necesidades productivas de la fábrica, permitiendo huecos de amplitud suficiente para el desplazamiento vertical de los materiales. Para ello se colocan formando poligonales o curvas en planta, singularmente brillante y de contrastado comportamiento resistente, mientras los huecos en las fachadas dotan de una fabulosa luminosidad al interior.

En el segundo estrato la altura de las columnas es incluso superior, consiguiendo un gran volumen libre de obstáculos entre los pórticos, y limitándose superiormente por una viga horizontal en celosía que cubre la luz completa. La triangulación responde a un esquema tipo Pratt, con las salvedades en las relaciones canto/luz necesarias en los puente, disponiéndose de esta manera para conseguir una mayor sección y rigidez que permitieron salvar los 16 metros entre sus extremos. El apoyo exige en este caso de dos barras tornapuntas que amplían la superficie de asiento dintel-pilar, reduciendo además ligeramente la longitud de pandeo en la barra vertical.



Esquema estructural de uno de los pórticos principales de la mayor nave.

Las conexiones de las columnas con el primer forjado se realizan con un engrosamiento de la sección y cuatro cartelas en escuadra que, como nervios de refuerzo, mejoraron la estabilidad de las uniones sin disminuir visualmente el marcadísimo efecto de esbeltez de los soportes. Se observa igualmente la introducción de chapas de rigidizado a nivel de nudo, para controlar los efectos de esfuerzos localizados en los puntos de mayor concentración.

Detalle de la celosía horizontal en las naves secundarias.

El último cuerpo superior corresponde al hueco de la cubierta, definido mediante el par que forma las aguas y la viga de celosía, al que se añadió otra viga de contrarresto horizontal. Las columnas se prolongan hasta la parte más alta, desde la que nacen otros pares secundarios de diferentes anchuras en función de la posición longitudinal de la nave.

El arriostrado de los pórticos principales se realiza mediante vigas a nivel de cada uno de los niveles horizontales. En el primero de ellos, el más bajo, se observa un entramado de viguetas que dieron forma a un forjado metálico, con arquillos de entrevigado, para conformar un piso transitable a media altura. La celosía se repite también en esta dirección con igual canto, hasta su encuentro con las transversales. De igual forma los pares se atan entre sí mediante perfilería adicional, materializando así una serie de correas entre las que se incluyen las correspondientes a las limas de encuentro con las linternas, y la de cumbrera en la cúspide.

En la fábrica de cerramiento resistente se dispusieron una serie de discos de fundición que, sobresaliendo por la parte exterior de las fachadas testeras, disponen de un sistema de roscar que permiten templar unas barras que aparentemente traspasan el espesor de estos muros. No existe una aparente conexión con los perfiles de la estructura interna, por lo que dado su posición en los paños entre huecos, pudieron ser colocados como elemento de refuerzo de las hojas de mampostería, cosiendo los paramentos interior y exterior a ciertas alturas.
El hierro también se utilizó para otros elementos no resistente, como ocurre con las ménsulas de sustentación de cableado o sistemas de iluminación exterior.

NAVES SECUNDARIAS:
La organización de las estructuras correspondientes a las 10 naves adosadas entre sí que prolongan las instalaciones fabriles hacia la parte trasera del edificio, continúa con los planteamientos descritos para la nave principal. En este caso la organización interior es distinta ente unas y otras, seguramente en relación con las funciones de cada una de ellas. Alguna presentan un espacio completamente diáfano con cerchas que cubren toda la luz sin soportes intermedios, mientras que otras incluyen un entramado que prolonga el forjado de primera planta. También se observa la prolongación de las celosías hacia esta parte trasera en alguna de ellas. Con vigas doble T horizontales se atan los pilares intermedios que se embuten en tabiques de fábrica.
Pero el elemento que los caracteriza respecto el resto de conjunto son las cerchas que permiten la formación de cubierta. Éstas presentan un cordón inferior de sección muy reducida, sujeto desde la cumbrera con un fino tirantillo, armándose con dos dinteles que constituyen el par y una triangulación con perfiles que consiguen salvar la luz de cada una de ellas. Las uniones se acartelan con chapas de forma poligonal, reduciendo el material necesario para su ejecución.

Cercha en una nave sin pilas intermedias.

Prolongación del forjado en la parte trasera.

Detalle de uno de los nudos de encuentro entre pilares y vigas.

Diseño metálico de soportes para iluminación.

Disposición de los discos de fundición en la fachada exterior.

NAVE EXTERIOR:

El complejo se completa, entre otros edificios que no se conservan en la actualizada como las viviendas del director y el de alojamiento de empleados, con una nave que dispone de una chimenea de ladrillo adosada. Su cubierta también presenta unas cerchas metálicas en celosía, trianguladas mediante perfiles y apoyadas en pilastras de ladrillo sobre los muros de cerramiento. El cordón inferior se sustente desde la limatesa de cumbrera con un tirante que se cruza con las barras que forman el par principal en un nudo central, las cuales se prolongan desde la cartela que lo define hacia los extremos superiores de una linterna o lucernario que asoma por encima del bloque.

Como elemento singular merece destacarse dos vigas longitudinales que atan en esa dirección a los pórticos. Para conseguir la suficiente rigidez se armó mediante dos perfiles unidos con montantes verticales con poca separación entre ellos. Estas piezas, junto a las correas superiores, constituyen el sistema de arriostrado del entramado metálico.

En primer plano se distingue la viga de montantes verticales y las cartelas en los nudos de las cerchas.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

GONZÁLEZ DELGADO, JOSÉ ANTONIO; HERMOSO NAVASCUÉS, JOSÉ LUIS

Jerónimo Arroyo López. Arquitecto.

La editora del Carrión, 1999.

GONZÁLEZ DELGADO, JOSÉ ANTONIO; MUÑOZ GONZÁLEZ, LUIS ROBERTO

Palencia. Guía de Arquitectura.

Colegio Oficial de Arquitectos de León, 2001.

CALLEJA GONZÁLEZ, MARÍA VALENTINA

Panorama de la ciudad de Palencia en el primer tercio del siglo XX

Publicaciones de la Institución Tello Téllez de Meneses, Nº. 68, 1997

NAVES DE LOS TALLERES DE PALENCIA.

AÑO: **Proyecto de 1917**

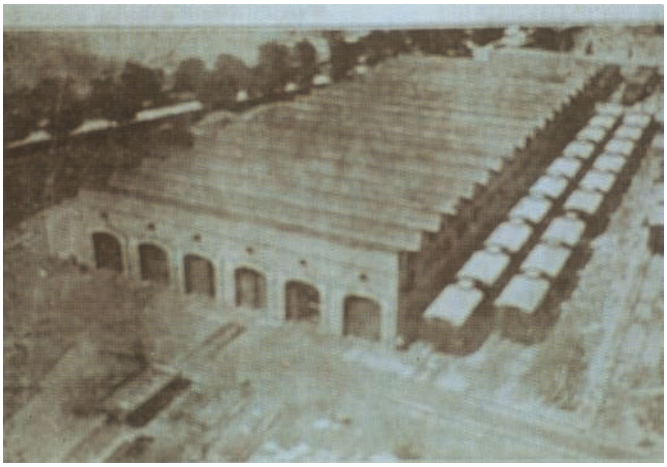
TIPOLOGÍA: **Cubierta metálica en diente de sierra**

ATRIBUIDO A: Jerónimo Arroyo López

OBSERVACIONES:

El edificio fue desmantelado a lo largo del siglo XX.

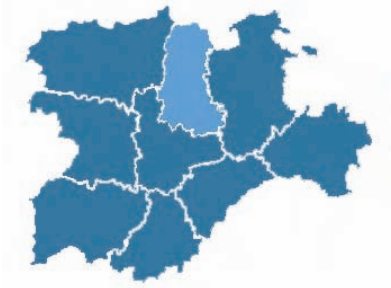
Aunque en Palencia ya se disponía de una asentada estación de ferrocarril que conectaba con las líneas hacia Santander, Madrid, Irún y León, fue con la puesta en marcha de los ferrocarriles de ancho métrico hacia Villalón (los Ferrocarriles Secundarios de Castilla) la que motivó la instalación de unos nuevos talleres que centralizaran las labores de mantenimiento. Posteriormente la factoría amplió su negocio hacia todo tipo de elementos metálicos: armaduras, vagones, puentes, maquinaria…

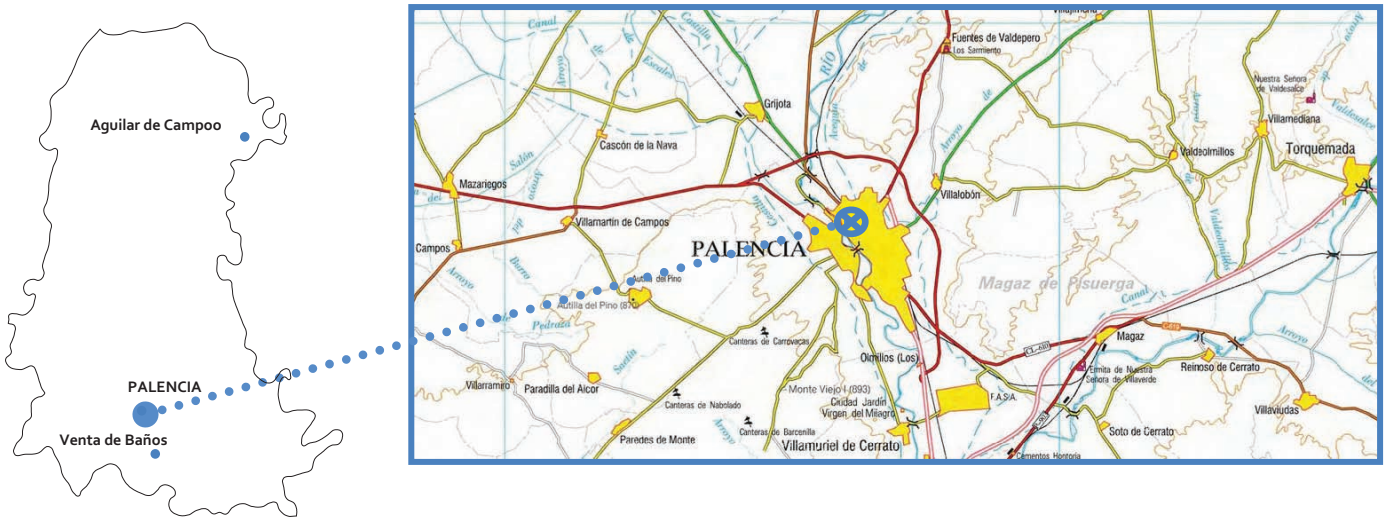


De planta rectangular y con un claro diseño en extensión, su proyecto respondía a unas determinadas necesidades funcionales de cara al método productivo.

UBICACIÓN

Núcleo Urbano de Palencia capital.





ESQUEMA ESTRUCTURAL

La estructura responde a la tipología *shed* o cubierta en diente de sierra, habitual en aquella edificación industrial en la que los movimientos de materias primas y productos resultan más efectivos en dirección horizontal, pero con altura suficiente para albergar la maquinaria específica del proceso en cuestión y permitir cierto volumen de acopios, maniobrando con el adecuado nivel de seguridad.

Puede obtenerse una idea de su forma y entramados resistentes a partir de las fotografías publicadas en el número extraordinario del Diario Palentino (septiembre de 1923). Se intuye que el esquema estructural sigue una disposición de pórticos principales estrictamente metálicos que se repiten en dirección longitudinal. Cada uno de ellos constaba de una serie de pilares que se alzaban verticalmente, quedando atados en dirección transversal mediante vigas en celosía triangulada con el canto adecuado para conseguir salvar luces elevadas en este sentido. Se permitía de esta manera la formación de anchos pasillos de trabajo libres de obstáculos que facilitaban la organización de las operaciones a realizar en su interior. Con esta metodología de diseño se podía conseguir una amplia superficie útil, otorgando gran versatilidad a la edificación durante su vida útil, ya que sus posibilidades funcionales se abrían a las necesidades de adaptación de los métodos, los nuevos productos, o las necesidades específicas de un determinado cliente. De hecho, Aunque la concepción inicial se dirigía a instalar unos talleres centralizados de reparación y puesta a punto del material ferroviario (hecho que determinó desde un principio el estudio de alternativas de implantación y ubicación, cercano a las estaciones de tren del Norte y Secundarios), se apoyaban en una idea mucho más ambiciosa a medio y largo plazo: aprovechar la tecnología, maquinaria y el personal especializado para ampliar su cartera de negocio a todo tipo de piezas, estructuras o maquinaria metálica. Una idea que surgía de la experiencia acumulada en este sector por los talleres Arroyo y Gallego desde 1902.

En definitiva, y siguiendo con la organización interior de la nave, con la disposición de pilares en planta se formaba una malla ortogonal, arriostrándose en sentido longitudinal mediante barras adicionales que se desarrollaban a la altura del cordón inferior de las celosías. Uno de los vanos extremos se remataba mediante una cubierta inclinada soportada mediante una cercha con inclinación hacia el exterior, mientras el lado opuesto se remataba simplemente con un muro de carga que permitía dejar más espacio libre en el exterior de esta margen. Esta zona era la aprovechada como playa de almacenamiento temporal de materiales o productos.

De las imágenes parece distinguirse que la sección de los pilares era seriada, tipo doble T, de canto potente en comparación con las que componían las vigas de celosía y las cerchas extremas.

En cuanto a la cubierta dentada, por analogía con los procedimientos habituales en esta tipología recogidos por la entonces ya recogida en los tratados de construcción, debía de disponer de barras diagonales que permitieran la formación de estas formas.

El interior de los talleres según una fotografía de 1923.

A priori, estas barras diagonales nacerían de cada una de las alineaciones porticadas, desarrollándose de manera ascendente a lo largo del ancho de sus respectivas crujías para llegar a la cota del cordón superior de la siguiente. Por simple repetición de este esquema, se lograba así la formación de los faldones que dibujaban la típica sección *shed*.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

GONZÁLEZ DELGADO, JOSÉ ANTONIO; HERMOSO NAVASCUÉS, JOSÉ LUIS

Jerónimo Arroyo López. Arquitecto.

La editora del Carrión, 1999.

El Diario Palentino. Número extraordinario de septiembre de 1923.

Periódico ABC, 8 de septiembre de 1920.

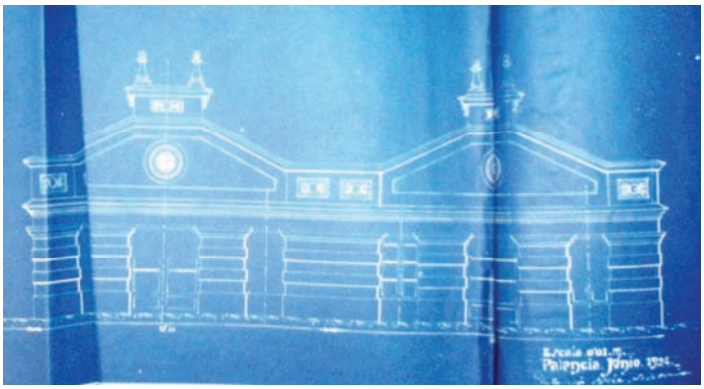
AMPLIACIÓN ALMACÉN "LA CUBANA". PALENCIA.

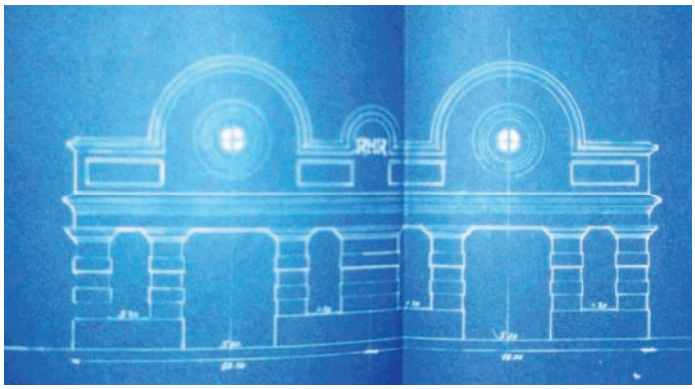
AÑO: 1924

TIPOLOGÍA: Cubiertas en celosía y pilares metálicos

ATRIBUIDO A: Antonio Ortiz Urbina

Con objeto de ampliar la superficie destinada a almacén cubierto en la finca que D. Ramón Herrero Romo poseía en la Avenida casado del Alisal de Palencia, conocidos como "La Cubana", el propietario solicita la correspondiente licencia aportando un diseño básico de los mismos por parte del maestro de obras Antonio Ortiz.

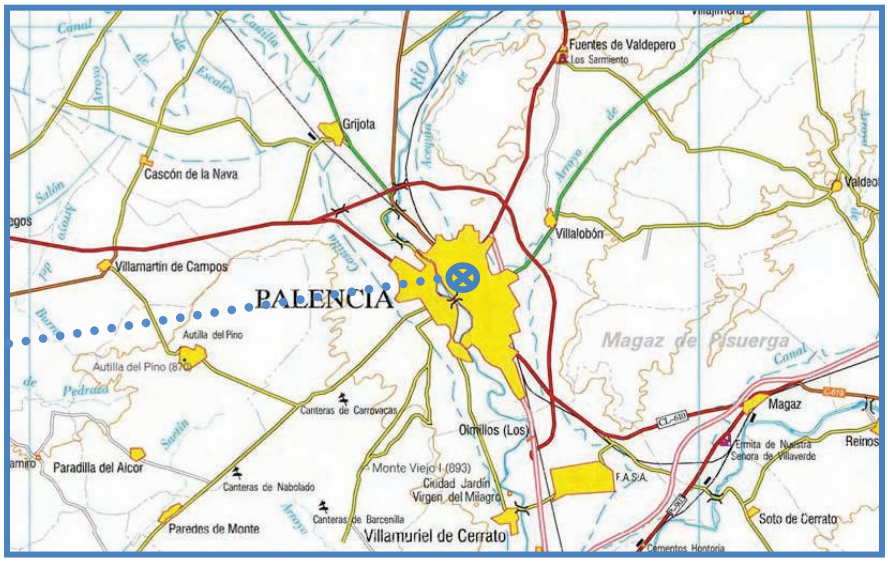




Alzados frontales de las naves-almacén para D. Ramón Herrero.

UBICACIÓN

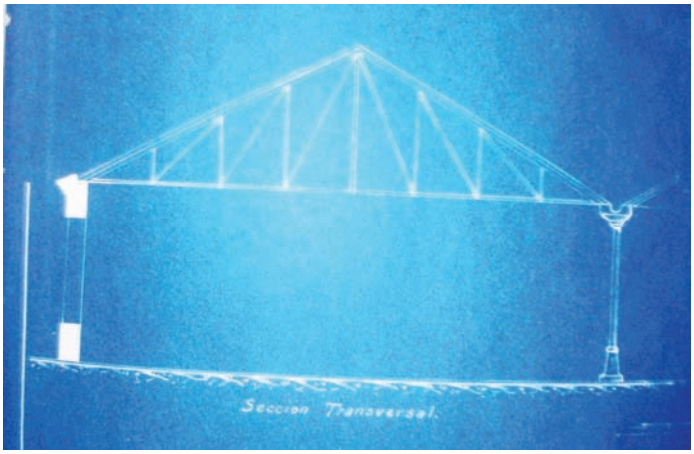
Núcleo Urbano de Palencia capital.



ESQUEMA ESTRUCTURAL

Aunque la definición de las naves no es completa ni detallada, la memoria incluida en el expediente de obras explica claramente cuáles son los materiales previstos para la ejecución de la ampliación que se solicitaba. La propuesta señalaba cuatro naves pareadas dos a dos, siguiendo el mismo esquema compositivo de las ya existentes en ese momento, con los correspondientes pasillos de maniobras entre los edificios.

Antonio Ortiz explica que las cubiertas serán de hierro con cerchas de tipo inglés, tal como se puede comprobar en los planos que completan el documento. En particular, estas estructuras presentaban la tipología señalada con tres montantes a cada lado, y añadiendo un pendolón central desde la cumbrera. No obstante, no se especifica la sección ni escuadría de ninguno de los elementos o barras; pero sí se establecen las dimensiones totales, de manera que se salvan en cada caso 10 m de luz total con los señalados cuchillos. Respecto a los apoyos, exteriormente se asentaban directamente sobre la fábrica de cerramiento, presentando en el interior una fila de pilares de fundición, que se observan también en los planos. A la altura de estos soportes, se proponía superiormente una limahoya en el encuentro de faldones, con un canalón para recogida de pluviales.



Sección transversal tipo de la cubierta.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

Fondo documental Archivo Municipal de Palencia

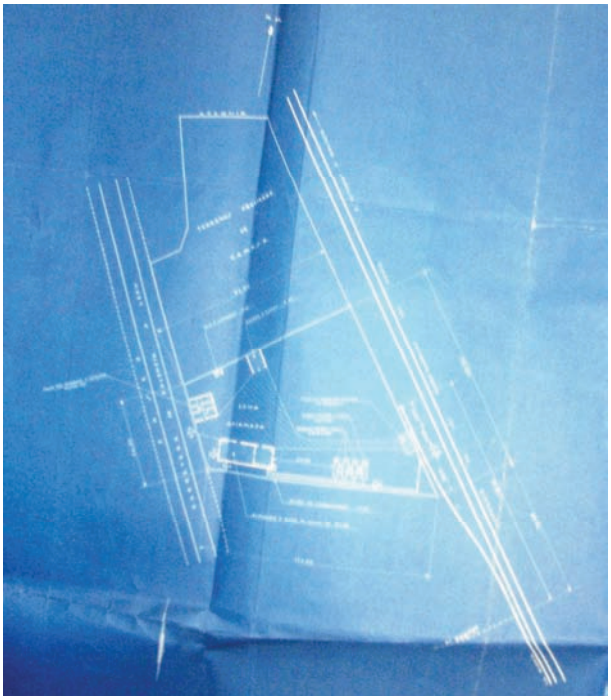
A.M.P. Licencias de obras año 1924.

DEPÓSITOS DE COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES DE CAMPSA. PALENCIA.

AÑO: 1929

TIPOLOGÍA: Cubiertas en celosía

ATRIBUIDO A: ¿?

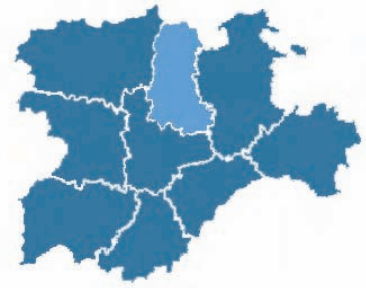


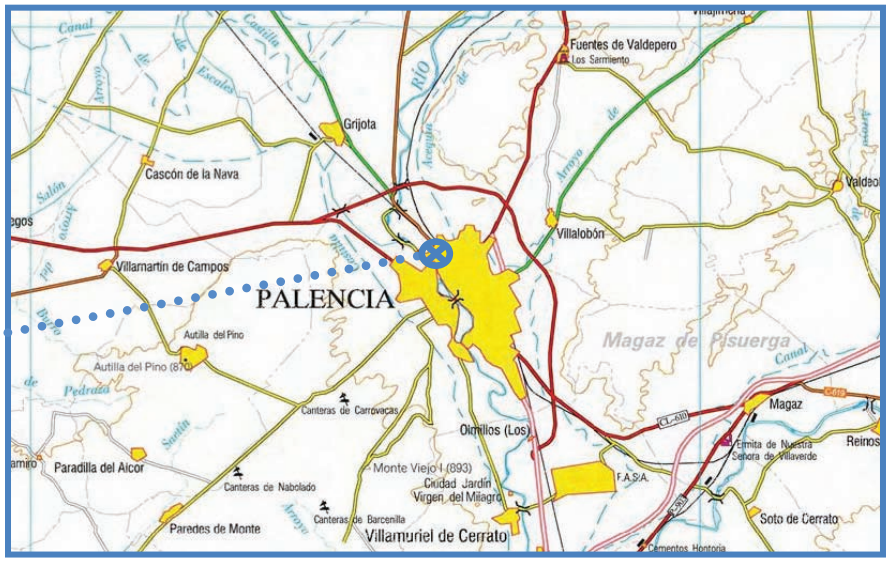
El año 1929, la Compañía Arrendataria del Monopolio de Petróleos solicita, de mano de su director general D. Carlos Resines, la autorización para instalar una serie de depósitos de combustibles, aceites y lubricantes. Entre estas construcciones aparecían dos naves de cubierta en celosía.

Plano de de planta de las instalaciones.

UBICACIÓN

Núcleo Urbano de Palencia capital.





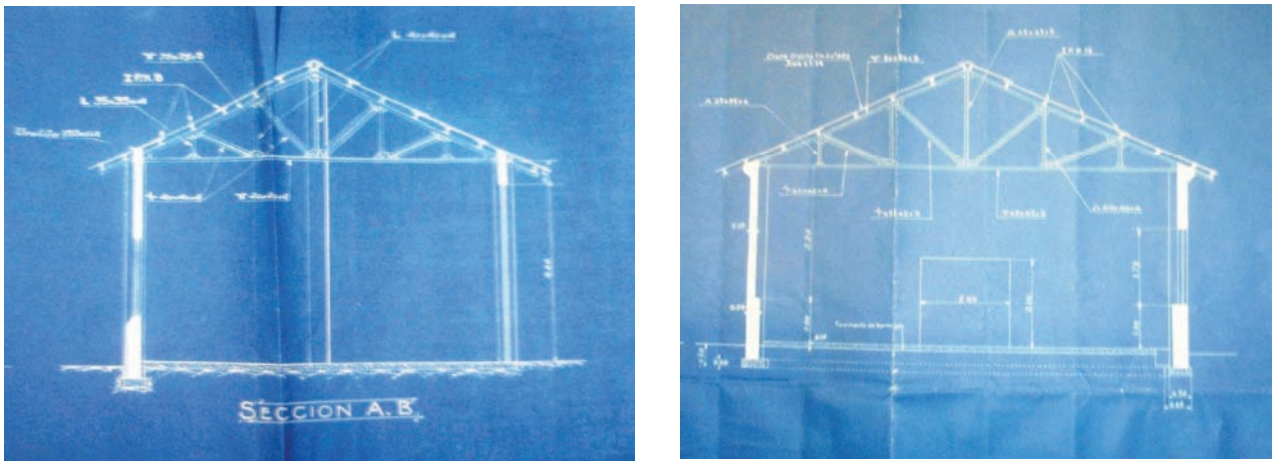
ESQUEMA ESTRUCTURAL

Con objeto de disponer de un punto para la recogida y distribución de productos, C.A.M.P.S.A. adquiere una parcela en la ciudad de Palencia en las inmediaciones de la Estación del Ferrocarril, comunicándose con la línea férrea del Norte mediante una vía y apartadero específicos. El proyecto de implantación fue firmado por un Ingeniero industrial, cuya rúbrica resulta ilegible en los documentos conservados en los archivos municipales. Dentro de los edificios propuestos, destacaban por sus dimensiones los almacenes y el garaje, y en cuyo diseño incorporaban cubiertas de estructura metálica para cubrir de esta manera la luz completa de las construcciones.

En ambos casos la tipología de la cercha responde a la variante denominada americana, con pendolón central y dos montantes en cada uno de los faldones del par, dejando una altura libre mínima de 4 m y presentando las correspondientes cartelas de unión en los nudos.

El edificio del garaje contaba espacio para dos plazas, y su estructura se organizaba mediante cordones superiores armados con dos angulares en T, de 75x75x8, y un cordón traccionado de igual disposición pero con escuadrías 70x70x4. Los montantes se proyectaron con angulares simples, 40x40x4 para el pendolón y los más largos, y 35x35x4 para los cortos en los laterales. Mientras las diagonales se presentaban con parejas de escuadrasen cruz, de la misma sección que el cordón inferior. Se libraba de esta manera una luz total de 8 m, apoyándose en las fábricas de los cerramientos exteriores, y quedando arriostrados los cuchillos mediante ocho perfiles IPN 8 por cada faldón.

Por su parte, la cubierta del almacén era algo mayor (llegaba hasta los 9,5 m de luz). En este caso, El cordón superior se armaba con dos escuadras en T de 80x80x8, mientras el inferior lo hacía con secciones más reducidas de 45x45x5. Las montantes también se resolvían con pares de angulares en T: de 35x35x4 las más cortas, 40x40x40 las intermedias, y 45x45x5 la central. Las diagonales se disponían en cruz, con secciones 45x45x5 las centrales y 40x40x4 las laterales. En este caso la rigidización en sentido longitudinal se realizaba con ocho IPN 12 por cada vertiente, quedando separadas las cerchas 5 m entre sí para un total de 30 m de profundidad de nave. La cubrición en ambos casos se materializaba mediante una chapa ondulada de uralita.



Secciones proyectadas para el garaje, a la izquierda, y el almacén, a la derecha.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

Fondo documental Archivo Municipal de Palencia

A.M.P. Licencias de obras año 1929.

NAVES DE LA YUTERA PALENTINA.

AÑO: 1938

DIMENSIONES: Naves principales con 78x27 m de planta

TIPOLOGÍA: Cubierta metálica en diente de sierra

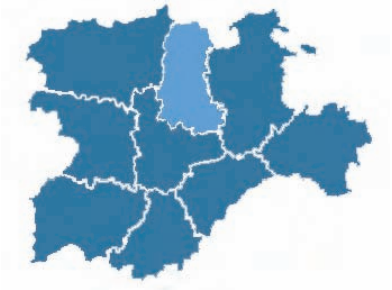
ATRIBUIDO A: Julián Laguna, Luis Carlón Méndez-Pombo (arquitectos) y Eduardo Chávarri (Ingeniero)

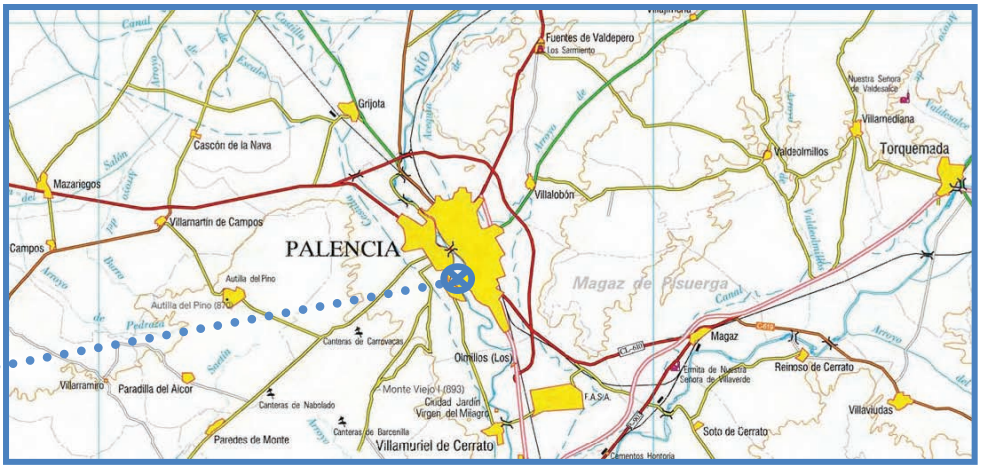
Imagen de la fábrica tras su inauguración

Se emplaza a las afueras de la ciudad de Palencia, al sur de la misma, en el hueco que queda entre la carretera de Valladolid y el río Carrión. El antiguo complejo industrial ha sido reutilizado en su mayor parte tras casi tres décadas de abandono, aprovechándolo como centro universitario y conservando la mayor parte de las características que se buscaban en la concepción original.
El objeto de la industria era la fabricación de sacos de yute e hilados que se usaban, entre otros destinos, para envasar los azúcares de remolacha. Su arquitectura se encuadra dentro de los modelos racionalistas, cuidándose en el estudio de implantación de que el propio diseño y el objetivo funcional del cometido fabril estén en íntima relación. En este caso, se puede observar un gran dominio del espacio, predominando la horizontalidad y la extensión.
La instalación se inauguró el 20 de diciembre de 1938, y fue promovida por D. Benito Lewin como gerente de la Compañía de Azúcares y Alcoholes Ebro S.A., para ser posteriormente comprada por el grupo Cross y Explosivos Rio Tinto y denominarse "Ibérica de Envases S.A." en 1946.
La construcción fue adjudicada a la empresa navarra HUARTE&CO.

UBICACIÓN

Núcleo urbano de Palencia capital



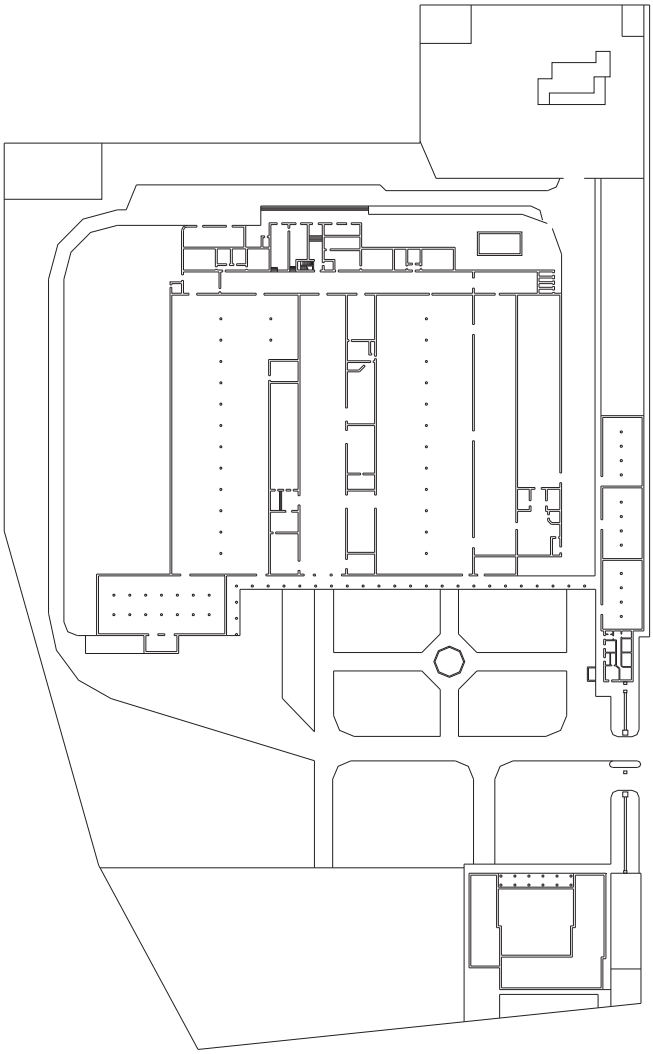


ESQUEMA ESTRUCTURAL

Las posibilidades del solar finalmente escogido para el emplazamiento, después de desestimar la posibilidad de hacerlo en otros terrenos de la carretera de Villalobón por problemas de nivel freático (proximidad de la Laguna Salsa), permiten aprovechar su gran extensión para tomar como criterio de diseño una completa funcionalidad en base al destino final de la factoría. Se observa una fuerte coordinación entre la solución arquitectónica y las necesidades productivas, particularizadas al proceso específico de elaboración de sacos e hilados, así como su posterior almacenaje, movimientos internos y carga para su transporte. Puede deducirse que todos estos puntos habían sido tenidos en cuenta desde el programa de necesidades que derivó del encargo inicial, y que los estudios de implantación supieron ver que no existían problemas de superficie para conseguirlo.

Es por eso que en la fábrica domina la horizontalidad, adivinándose una fuerte simetría en las naves principales según un ficticio eje norte-sur que surca por el patio interior, el cual se rodea de varias construcciones: dos naves laterales, un edificio de oficinas al norte, y en la parte sur una serie porticada a modo de logia que servía de pasillo para el recorrido de los productos elaborados, conectando la zona de expedición de manufacturados con los almacenes. Como único elemento que rompe con la mencionada horizontalidad destaca una torre sobre las oficinas, en la cual se albergaba un depósito de agua.

La idea de partida de la promoción incluía toda una serie de elementos y edificios complementarios, que recuerdan los principios de las ciudades industriales utópicas: viviendas para los obreros, director y encargados, zonas deportivas... Algunos incluso no vieron la luz a pesar de ser diseñados, como el edificio administrativo o la casa cuna (proyecto de los Sres. Laguna y Echevarría), y otros que se quedaron sin proyectar, como las escuelas. Conceptos todos ellos relacionados con otros que pueden concentrarse en lo que se entiende por cultura de empresa, como medio de identificación entre el obrero (y su vida) junto al desarrollo de la compañía para la que trabaja, así como la promoción de la misma. Las dificultades impuestas por las contiendas de la Guerra Civil fue la causa más importante por la que no pudo llevarse a cabo por completo la idea inicialmente prevista.



Planta general del complejo fabril.

Dentro del conjunto, son las dos naves las que mayor detenimiento exigen en el marco del presente trabajo, destacando especialmente la cubierta en diente de sierra. Este tipo de cerchas permiten generar unos grandes lucernarios al orientados norte, consiguiendo una muy buena forma de iluminación natural (la luz del sol entra de manera continua y difusa) para las áreas de trabajo interiores.

Cada una de las naves poseía unas dimensiones en planta de 27 m de anchura (en dirección este-oeste) y 78 m de longitud (para la ortogonal, norte-sur). Entre las naves y el patio existía un anexo cuya cubierta también fue ejecutada con una celosía triangular, como remate, muriendo a cota del cerramiento en la parte más interior de los bloques.

Las uniones son roblonadas y atornilladas, lo cual aporta un valor añadido que no se conseguirían con sistemas de soldadura más modernos, por la gran cantidad de mano de obra casi artesana necesaria para la ejecución de las mismas.

Fotografía durante los trabajos de remodelación en marzo de 2001.

PORTICOS PRINCIPALES

La estructura, de perfiles de acero laminado, consiste en una serie de pilares empresillados de 5,7 m de altura y muros laterales de carga de gran espesor. Los mencionados pilares se constituyen mediante perfiles un U empresillados cada 1,2 m, presentando una serie de perfilería y chapa adicional para conformar una base acartelada, y otras piezas similares pero algo más pequeñas que sirven de apoyo a elementos superiores. Pilares y muros sirven de apoyo a las vigas de celosía que forman los propios lucernarios, que se prolongan de muro a muro con el canto suficiente. Esta celosía está ejecutada mediante dobles angulares y chapas, sentando directamente sobre las cabezas de los mencionados soportes y con el canto suficiente para soportar las cargas de cubierta así como permitir su completa funcionalidad como hueco al exterior, permitiendo la entrada de luz necesaria. Los dos vanos de viga quedan aproximadamente simétricos, ya que las filas de pilares se proyectan en torno al punto medio de los locales.

Esta secuencia se repite 12 veces en la longitud de la nave, completándose los bloques con los cerramientos testeros, con una única variación en este esquema en la parte nordeste de la nave más occidental, en la que se añade una segunda fila de dos pilares sustituyendo los 18 m de muro que corresponderían a este tramo.

FORMACIÓN DE CUBIERTAS Y ARRIOSTRADO:

Las pendientes de las cubiertas se forman mediante la triangulación de las mismas con viguetillas diagonales en la parte superior, y una serie de tirantes que atan por debajo ejecutados con redondos macizos, que se fijan a cada lado de los pórticos principales a través de un sistema atornillado con objeto de conseguir tensar y arriostrar el conjunto.

Con este aparejo repetido un total de 13 veces, se dota a la cubierta del bloque de la particular forma de diente de sierra que puede considerarse como característica y propia de las naves. Cada uno de los tirantes abarca los 5,90 m correspondientes a la luz entre los pórticos principales hasta un total de 7 veces por cada uno de los mencionados "dientes". Sobre estas viguetas se dispusieron las correspondientes correas que servían para arriostrarlas lateralmente y sujetar simultáneamente las piezas de cubrición. Esta tipología fabril de cubierta triangulada se identifica en muchas ocasiones como un icono industrial, asociado con altas chimeneas en uno de los costados: este efecto lo consigue en cierta manera la torre del depósito al observar un alzado lateral de la instalación completa.

Aunque tras las recientes obras de adaptación ya no pueden verse gran parte de las estructuras primitivas, también existían en la obra inicial dos faldones a ambos lados del patio que, como ya se ha señalado, consistían en celosías metálicas trianguladas. Durante una reforma llevada a cabo en 1968 también se cubrió parte de este patio interior con una especie de marquesina, cuyos extremos no se dejaban en vuelo sino que se apoyaban en los muros de cerramiento. Consistía en dos nuevas celosías metálicas de forma triangular cuyos vértices interiores (recogidos con una viga longitudinal que unía dichos puntos) apoyaban en los pilares dispuestos al efecto en el medio de la nave central, mediante un estudiado mecanismo a modo de rótula que permitía el giro de esta sección sobre su capitel, el cual se reforzaba para soportar los posibles esfuerzos locales.

Fotografías con varios detalles de las viguetas de cubierta, los sistemas de arriostrado y las uniones roblonadas.

Panorámicas exteriores de los edificios donde se pueden observar las cubiertas den diente de sierra y el aspecto actual del patio interior.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

COMBARROS AGUADO, ALBERTO

La Yuntera Palentina. 1936-1938

Documentación y estudio del patrimonio moderno en los territorios ibéricos. (DOCOMOMOIBERICO)

GONZÁLEZ DELGADO, JOSÉ ANTONIO; MUÑOZ GONZÁLEZ, LUIS ROBERTO

Palencia. Guía de Arquitectura.

Colegio Oficial de Arquitectos de León, 2001.

COMBARROS AGUADO, ALBERTO;

Monografía para la exposición "Arquitectura industrial en Palencia. La Yutera Palentina."

Diputación Provincial de Palencia y Colegio Oficial de Arquitectos de León, 1991.

ARNUCIO PASTOR, JUAN CARLOS

La Arquitectura desde 1930 hasta el siglo XXI

Patrimonio arquitectónico de Castilla y León. Tomo VI. Junta de Castilla y León, 2007.

Archivo fotográfico personal del profesor e investigador D. Enrique Delgado durante la ejecución de las obras del nuevo Campus Universitario La Yutera.

FÁBRICA NACIONAL DE ARMAS SANTA BÁRBARA. PALENCIA.

AÑO: 1937 y década de 1940

TIPOLOGÍA: Cubiertas en diente de sierra

ATRIBUIDO A: ¿?

OBSERVACIONES:

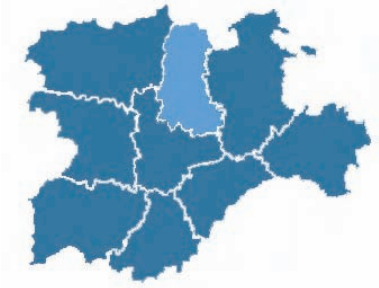
Aunque su origen es militar, promovido por el antiguo Ministerio de la Guerra, actualmente está ocupado por las instalaciones de la compañía Santa Bárbara Sistemas.

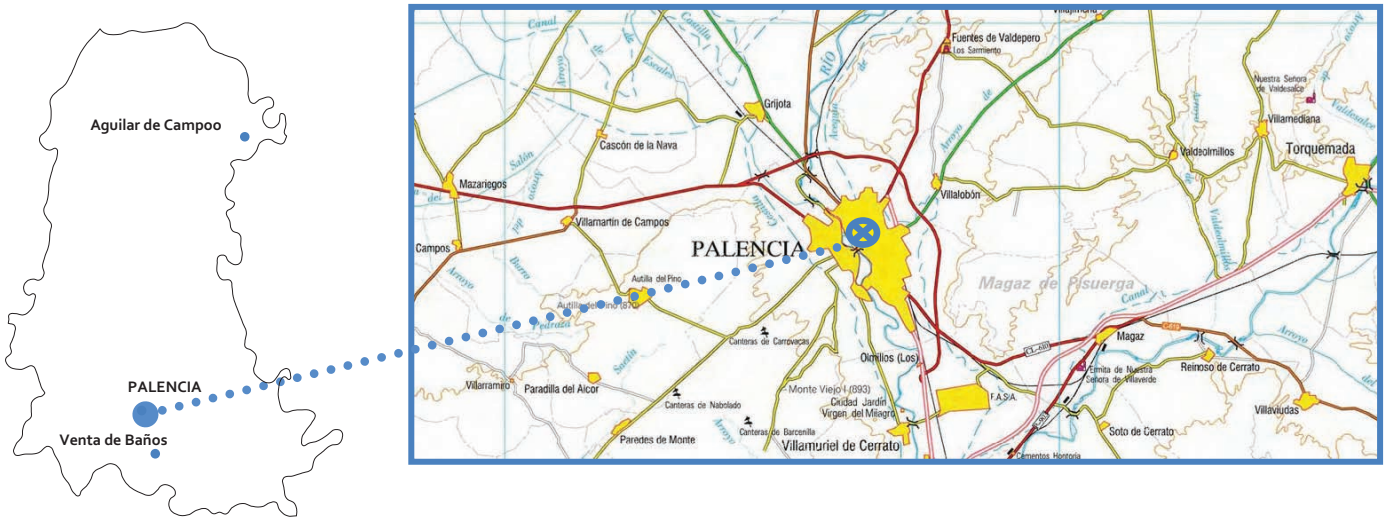
Dentro de las extensas instalaciones de la factoría, destaca la presencia de una serie de naves cuya cubierta se enmarca dentro de la clásica tipología en diente de sierra o *shed*, y que constituían los diferentes talleres que durante años fueron necesarios para la fabricación de municiones. La estructura de estas cubiertas incluye una serie de cerchas metálicas que recogen las cargas de los pares hacia los pilares y muros de carga.

Cubierta de algunas de las naves de talleres y almacenes, en diente de sierra.

UBICACIÓN

Núcleo Urbano de Palencia capital.





ESQUEMA ESTRUCTURAL

Entre los años 1922 y 1926 los comandantes José Díaz y Jerónimo Robledo concibieron y construyeron los acuartelamientos de caballería Alfonso VIII, ejecutándose un asentamiento que constaba de 16 pabellones con capacidad de hasta 1.200 soldados, e incluyendo dependencias que garantizaban una autonomía casi completa: cocina, oficinas, talleres, cuadras... Estas instalaciones se reconvirtieron posteriormente a partir del año 1937, pasando a formar parte de un complejo de mayores dimensiones en el marco de la Fábrica Nacional de armas Santa Bárbara, y edificándose entonces nuevos bloques para albergar la maquinaria específica que exigía una industria de estas características. Este establecimiento fue consecuencia de la toma de Toledo por parte de las tropas nacionales en ese mismo año, ciudad en la que históricamente se encontraba la Fábrica de Armas. En este momento en se decidió el traslado de la mayor parte de la maquinaria hacia Palencia para evitar que ésta se encontrara en una de las zonas todavía en contienda bélica. En primera instancia las máquinas se dejaron en depósito hasta que, una vez terminada la guerra civil, se optó por crear definitivamente una Fábrica en la capital palentina que fue terminándose progresivamente a finales de los 30 y la propia década de los 40.

Antiguo Cuartel Alfonso VIII, tras el muro exterior de cerramiento.

Se construyeron así los nuevos talleres y almacenes, así como un laboratorio balístico, enfocándose su proyecto dentro de una arquitectura de carácter racionalista cuyos criterios de diseño pretendían encontrar posibles ventajas en su disposición en torno el procedimiento productivo que se pretendía instaurar. Atendiendo a estos parámetros, los talleres se distribuyeron en un total de 10 bloques de diferentes dimensiones, todos ellos con la misma tipología *shed* en las cubiertas. Las crujías se resuelven con muros de cerramiento exterior y una retícula de pilares de sustentación en el interior del edificio, permitiendo grandes espacios diáfanos libres para la organización de la maquinaria y los procesos productivos en su interior. Como singularidad en este caso puede señalarse que los dientes de sierra suelen orientarse normalmente con los ventanales hacia el norte, en aras a conseguir la máxima iluminación natural posible y calculando la inclinación de los cristales para conseguir este objetivo en función de la latitud en que se ubica el edificio. Para el caso que nos ocupa, la vertiente traslúcida de los pares de cubierta está orientada hacia el sur, al contrario por ejemplo que las cercana Yutera (en los que sí se cumple este criterio general).

La disposición en planta de los almacenes se adapta a la forma del perímetro de la finca, adoptando una dimensión tipo de 80 m de longitud y 40 de anchura, con tres pórticos o "dientes" cada uno, de manera que libran una luz parcial de 13,3 m cada uno de ellos. Partiendo de estas dimensiones, se aumenta o se reduce en algunos casos la longitudinal para aprovechar el espacio disponible, existiendo naves de 85 m, 55 m y 50 m, e incluso una de longitud variable en cada uno de los tres módulos que lo compone (35, 30 y 25 m, de forma escalonada). También existen dos bloques más grandes que quedan fuera de esta serie, disponiendo éstos de longitud y 7 módulos paralelos de 14,3 m de luz cada uno, logrando de esta manera una dimensión total de 100 m en esta dirección.

Panorámica trasera de las instalaciones y almacenes.

Las naves se alinean dejando un sistema de calles ortogonal para facilitar las maniobras y desplazamientos entre ellas, con una sobria estética pero de exigente carácter funcional, agrupándose en función de sus destinos iniciales a modo de formación militar. Cada una de las naves albergaba un taller específico, que funcionaba de manera casi autónoma del resto e incluía para ello oficinas propias y las correspondientes dependencias necesarias en cada caso, siguiendo las directrices en cuanto a entrada de material, producción y salida de los pedidos desde la jefatura de la Fábrica. Destacaba el sistema interior de climatización que era capaz de suministrar tanto frío como calor en función de las condiciones climatológicas del exterior para logra un ambiente confortable de trabajo.

Desde el exterior de la parcela puede distinguirse la silueta rítmica de la fábrica a lo largo de los distintos módulos que la componen.

Perspectiva de los bloques de naves desde la Avenida de Madrid. Se aprecia como su disposición se adapta al perímetro en que se ubican mientras las calles interiores siguen un esquema ortogonal para mejorar las conexiones entre los módulos.

De esta manera fueron desarrollándose los trabajos de fabricación de municiones en torno a los diferentes talleres que se levantaron a tal efecto: el de herramientas, el de cartuchos de fusil y ametralladora, el de cartuchos para pistolas, el de cápsulas, el de comprobación, el de carga, el electromecánico, el taller de carpintería, el de construcciones diversas, el de espoletas y artificios...

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

GONZÁLEZ DELGADO, JOSÉ ANTONIO; MUÑÓZ GONZÁLEZ, LUIS ROBERTO

Palencia, guía de arquitectura.

Colegio Oficial de Arquitectos de León, 2001.

ARNUCIO PASTOR, JUAN CARLOS

La Arquitectura desde 1930 hasta el siglo XXI

Patrimonio arquitectónico de Castilla y León. Tomo VI. Junta de Castilla y León, 2007.

Periódico ABC., 8 de septiembre de 1946

7. Edificios civiles, residenciales, comerciales y dotacionales

FARMACIA DEL DR. FUENTES. PALENCIA.

AÑO: 1870

TIPOLOGÍA: Escaparate con rejería y columnas de fundición

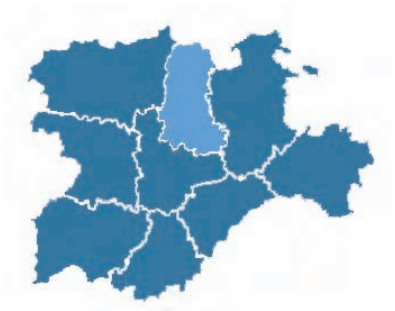
ATRIBUIDO A: ¿?

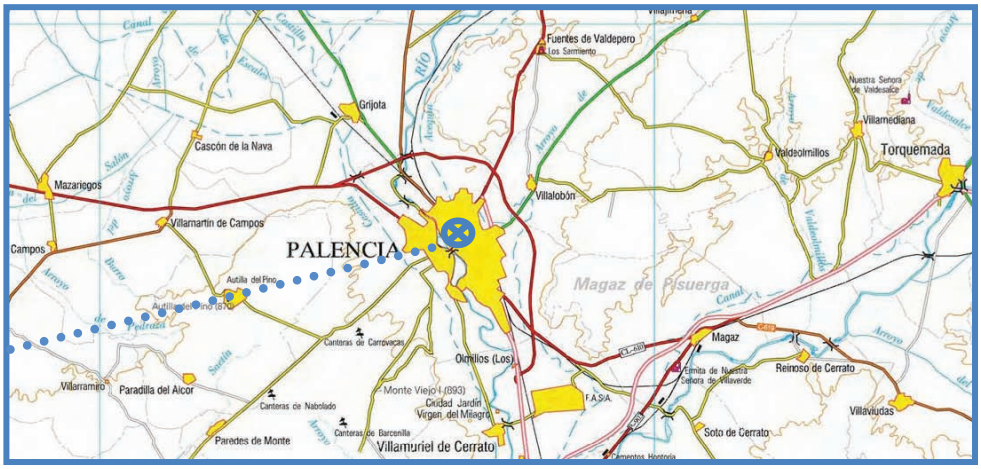
Imagen del exterior de la farmacia, en la Calle Mayor de Palencia

Resulta el mejor ejemplo conservado del uso del hierro en la arquitectura comercial de ambas provincias, preservando el aspecto original desde su apertura.

UBICACIÓN

Núcleo urbano de Palencia capital





ESQUEMA ESTRUCTURAL

En una perfecta combinación de las aptitudes del hierro en todos sus elementos, con el vidrio que permite observar el interior del escaparate, esta farmacia constituye el mejor ejemplo conservado de escaparate metálico, mezclando la potencialidad de este material tanto desde el punto de vista estructural-constructivo como ornamental. Guardando una cuidada simetría en su diseño y composición, consta de dos cuerpos diferenciados en altura: el primero del escaparate y la puerta de acceso propiamente dichos; el segundo, con una delicada forja que completa la fachada contribuyendo estéticamente al conjunto.

La parte inferior incluye dos bellas columnas que marcan el hueco de entrada, con otras dos mitades iguales en ambos extremos. Los dos tercios superiores presentan un esbelto fuste estriado y capiteles de orden jónico, soportando un dintel de chapa en el que se incorpora el nombre del establecimiento. El tercio más bajo tiene forma de jarrón adornado con diversos motivos, y apoyado en un pedestal de sección cuadrangular biselada.

La reja del segundo cuerpo se organiza en tres tramos separados por dos columnillas metálicas de sección circular (que se disponen en prolongación de las del la parte baja, con un diámetro más reducido). Interiormente repite seis recuadros enmarcados, dos por cada tramo, que presentan una serie de dibujos serpenteantes y curvilíneos (habituales en este tipo de trabajos de rejería), rematados por el símbolo de la profesión en el centro de ellos. Un elemento similar se repite en el interior de la farmacia, a esta misma altura, con una barandilla que permite acceso a los vidrios desde esta parte.

Detalle de uno de los capiteles que jalonan la entrada.

Fotografía de la parte superior del comercio.

Únicamente he podido encontrar una referencia en los archivos municipales en esta ubicación, el expediente por el cual D. Natalio de Fuentes solicita al Ayuntamiento de la ciudad el correspondiente permiso para colocar una portada en Calle Mayor 114 de similares características a otras que existían en esa misma calle, mencionando que las obras afectarían tanto a la fachada del inmueble como parte del soportal. Esta solicitud data del año 1866, si bien los anuncios en prensa de la farmacia señalan que la actividad ya existía en el año 1867 (aunque los primeros que he contrastado con la dirección en la Calle Mayor 114 datan de 1870).

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

Fondo documental Archivo Municipal de Palencia

A.M.P. Licencias de obras año 1866

Anuncios en periódicos

La España. Domingo 23 de junio de 1867

La Época. Lunes 14 de enero de 1867 y viernes 13 de marzo de 1868

El Imparcial. Domingo 23 de octubre de 1870

La correspondencia de España. Martes 1 de julio de 1873

INSTITUTO JORGE MANRIQUE. PALENCIA.

AÑO: **Proyecto de 1907**

Finalización 1915

TIPOLOGÍA: **Cubierta de cerchas metálicas. Forjados metálicos y pilares de fundición**

ATRIBUIDO A: Jerónimo Arroyo López y Lorenzo Gallego Llausas

OBSERVACIONES:

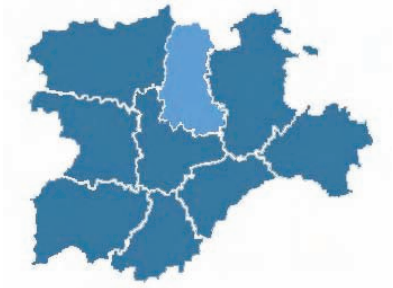
En origen albergó las dependencias del Instituto General y Técnico de Palencia, aunque en 1940 pasó a denominarse Instituto Jorge Manrique conmemorando el quinto centenario del nacimiento de poeta.

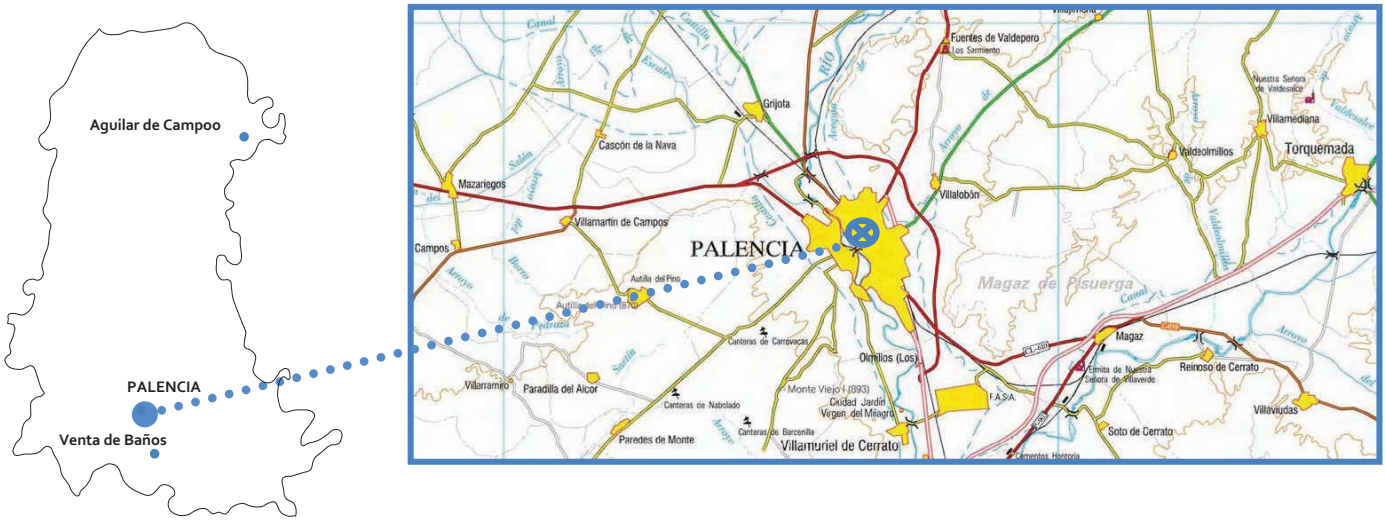
Con una sencilla planta rectangular con patio interior, se alza un edificio de tres alturas rematado por una llamativa cubierta curva. Estilísticamente se le enmarca dentro del modernismo tardío geométrico, apareciendo en su diseño claras referencias secesionistas que se repiten a lo largo de los detalles de fachada: flor cuadrática, laurel, discos, bandas paralelas…

El volumen y dimensiones del edificio dominan la manzana sobre la que se ubica, con una acertadísima combinación de materiales y un cuidado diseño de los detalles.

UBICACIÓN

Núcleo Urbano de Palencia capital.





ESQUEMA ESTRUCTURAL

El diseño inicial del edificio surgió a partir de un concurso convocado por el Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes, de cuyo resultado se encargó el proyecto definitivo a dos de los arquitectos participantes: Jerónimo Arroyo, como representante local, y Lorenzo Gallego, de Madrid. El documento definitivo se entregó a la Junta Facultativa de construcciones Civiles en febrero de 1908. Muy rápidamente, en julio de ese mismo año, comienzan las obras del instituto siendo Eugenio Nogales el constructor responsable de las mismas, con Teodoro Morrondo como encargado. El acto oficial de colocación de la primera piedra se produce el 8 de septiembre de 1908. El 1911, Jerónimo Arroyo presenta un proyecto de ampliación para recoger algunas partidas no reflejadas en el primer proyecto y resultaban imprescindibles para la terminación del edificio, incluyendo además la elevación de las cúpulas del pabellón central y las esquinas, y un nuevo invernadero.

Fotografías de las fachadas laterales del instituto.

El conjunto presenta unas dimensiones totales de 71,2 m en las fachadas principales, 57,8 m en las laterales, y una altura total de 18 m sobre rasante, al que debe de sumarse la correspondiente a los dos sótanos inferiores (de 5,8 y 3,75 m respectivamente). Aunque las fachadas son un compendio de detalles y materiales de diferente índole, que incluyen el ladrillo visto, la piedra artificial, la sillería aplantillada de Pola de Gordón (León) y un zócalo de piedra caliza natural procedente de Hontoria de la Cantera (Burgos), su estructura incluye un buen número de elementos que se enmarcan directamente sobre las diferentes posibilidades que los materiales férreos permiten en construcción:

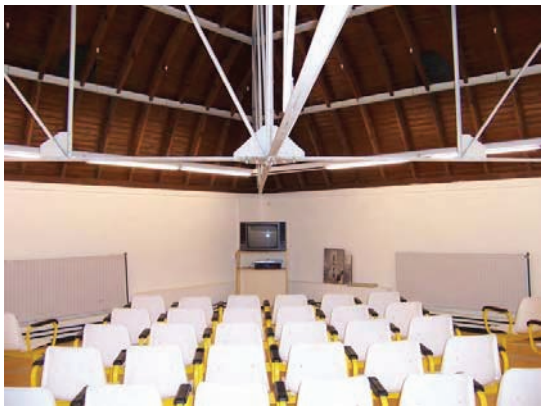
- Por una parte la mayoría de los forjados de todo el edificio se construyeron con viguetas doble T de acero laminado y bovedillas cerámicas, vinculándose lateralmente con muros de carga para la transmisión de las compresiones hasta cimentación.

- En la planta baja, se sitúan columnas de fundición en los locales de mayor superficie (vestíbulo, salón de estudio, gimnasio, y clase de dibujo). Son columnas huecas y circulares, de 30 cm de diámetro y 2,8 cm de espesor, sentadas sobre basa de piedra Con su combinación se consiguieron las grandes luces que las estancias de esta categoría exigían, minimizando así las interferencias visuales y dando sensación de limpieza.

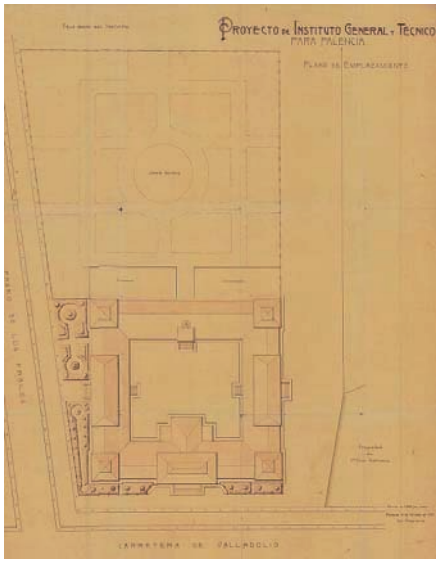
- Quizá el mejor ejemplo del uso de esta tecnología corresponda a las cerchas que sostienen la cubierta a lo largo de su perímetro. Adaptadas a su forma cupular, curva, se repiten una serie de cerchas metálicas trianguladas. Éstas presentan un cierto peraltado en su tramo central, habitual en estas tipologías que quedaban visibles, disponiendo de una barra de contrarresto que controlaba los movimientos y además podía disimular los posibles descensos que pudieran producirse por las propias cargas para las que están calculadas. Las secciones de estas barras son angulares, de muy estricta escuadría, uniéndose entre ellas a través de cartelas y roblones. Para el arriostrado longitudinal también dispone de barras adicionales que unen los cuchillos principales entre sí a la altura de los nudos d l cordón inferior.

- También la escalera de caracol del Observatorio es de hierro, tanto los peldaños como el bolo central en el que se apoyan.

Aspecto de la biblioteca bajo cubierta tras las últimas operaciones de conservación.



Las celosías repetidas a lo largo de la cubierta, con el cuidado estudio de las formas en los testeros curvos, proporcionan una sensación de tridimensionalidad en su concepción, ayudada por la propia esbeltez de las secciones utilizadas.



En el proyecto se incluye una somera descripción de las obras metálicas, además de un apartado específico con los cálculos justificativos de sus secciones y escuadrías (en el caso de los perfiles laminados), así como de los diámetros y espesores de las columnas de fundición. Los arquitectos indican la utilización del método de Ritter para las cerchas o armaduras de cubierta, excepto en el caso de pabellones y salones, que se calculanron mediante el método gráfico de Cremona.

El edificio alberga actualmente una sala dedicada al Museo Jerónimo Arroyo, en el que se realiza una visión general de la vida de este arquitecto, incluyendo documentación sobre las numerosísimas ejecuciones que tuvo el privilegio de diseñar y construir a lo largo de su vida.

Plano de planta incluido en el proyecto del año 1907.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

GONZÁLEZ DELGADO, JOSÉ ANTONIO; HERMOSO NAVASCUÉS, JOSÉ LUIS

Jerónimo Arroyo López. Arquitecto.

La editora del Carrión, 1999.

CORIA COLINO, JESÚS ILDEFONSO; FERNÁNDEZ GARCÍA, J. J.

Del Instituto de 2ª Enseñanza al Instituto General y Técnico. Una visión histórica a través de sus documentos. Palencia (1845-1923).Volumen I.

Instituto Jorge Manrique-Junta de Castilla y León, 2010.

GONZÁLEZ DELGADO, JOSÉ ANTONIO; MUÑOZ GONZÁLEZ, LUIS ROBERTO

Palencia. Guía de Arquitectura.

Colegio Oficial de Arquitectos de León, 2001.

CALLEJA GONZÁLEZ, MARÍA VALENTINA

"Panorama de la ciudad de Palencia en el primer tercio del siglo XX".

Boletín de la Institución Tello Téllez de Meneses, nº 68, 1998

Fondo Antiguo del Archivo del Instituto "*Jorge Manrique*": Proyecto de Instituto General y Técnico para Palencia.

OTROS PROYECTOS DE JERÓNIMO ARROYO EN LA PROVINCIA DE PALENCIA.

AÑO: **Entre 1902 y 1929**

TIPOLOGÍA: **Pilares y/o forjados metálicos**

Cubiertas en celosía

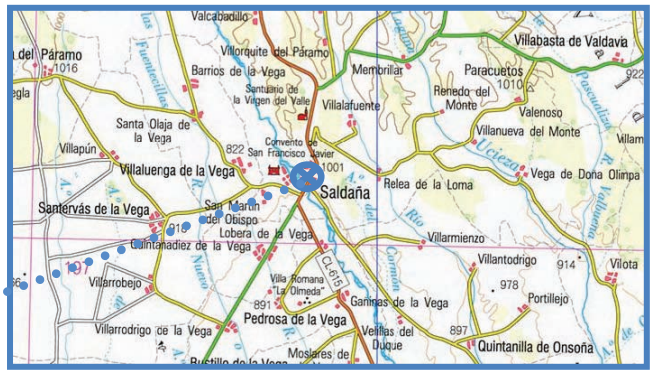
ATRIBUIDO A: Jerónimo Arroyo López

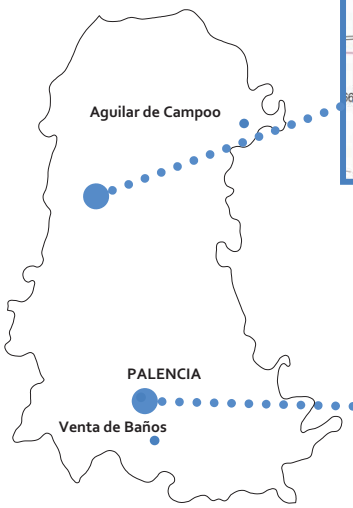
Además de su labor como técnico, Jerónimo Arroyo era socio propietario de talleres de materiales de construcción. Es decir, que fabricaba sus propias construcciones. En sus proyectos utilizaba la piedra artificial de la fábrica J.A.L.A. y estructura metálica de los talleres Arroyo y Gallego.

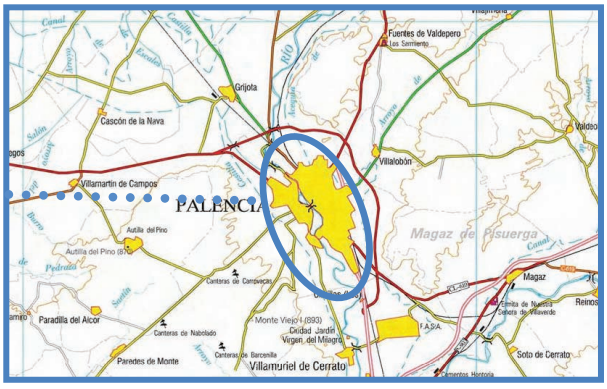
Exteriores del Palacio Provincial, considerada una de las mejores obras de Arroyo, con las modificaciones posteriores.

UBICACIÓN

Núcleo Urbano de Palencia capital y Saldaña.







ESQUEMA ESTRUCTURAL

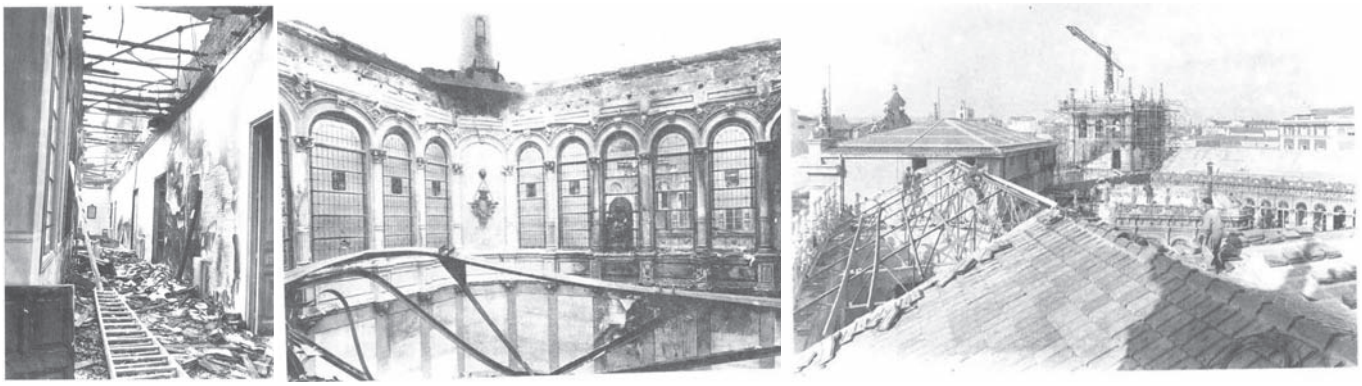
A lo largo de su trayectoria profesional, el arquitecto Jerónimo Arroyo realizó una gran cantidad de realizaciones en múltiples variantes funcionales. Entre todas ellas se puede apreciar el contante aprovechamiento de las ventajas de la repetición y seriación de elementos, ya no solo metálicos, sino en los correspondientes a los detalles de fachada ejecutados en piedra artificial.

Hospital Psiquiátrico Provincial

Este centro fue construido el año 1902, y presentaba una planta rectangular alargada, de 52 m de longitud y solamente 9 m de anchura. Aunque el esquema estructural se desarrolla a partir de tres muros de carga (las fachadas frontal y trasera junto a uno central en paralelo con el que se dividió al conjunto en dos crujías longitudinales) el piso inferior rompe con este criterio incluyendo pilares de fundición en la parte intermedia. De esta manera, se consiguió un amplio espacio libre y permeable, limpio de obstáculos al movimiento. En la actualidad tan solo se conserva la fachada, habiendo sido reconstruido el interior para uso residencia, después de ser utilizada como cárcel durante la Guerra Civil y albergar temporalmente las oficinas de la Delegación Provincial de Hacienda.

Palacio de la Diputación Provincial

Se trata de uno de las estandartes de la ciudad, un edificio neo-plateresco cuyas obras comienzan el año 1907 y terminan en 1914. El contratista encargado de la ejecución fue D. Cándido Germán, que falleció antes de ver terminado el Palacio por completo, haciéndose cargo su hijo del resto del contrato. En 1966 sufre un fatal incendio que destruye varias obras de arte que se albergaban en su interior, dejando visible parte de la estructura de cubierta: cerchas metálicas a base de perfiles angulares en celosía triangulada. Además Arroyo utilizó columnas de fundición en la galería de la planta inferior, dotando de esta manera al patio de un aire muy diferente al de los patios castellanos.



Dos fotografías del Palacio tras el incendio de 1966, y otra durante las obras de reconstrucción, incluidos por Mª Valentina Calleja en las Publicaciones de la Institución Tello Téllez de Meneses.

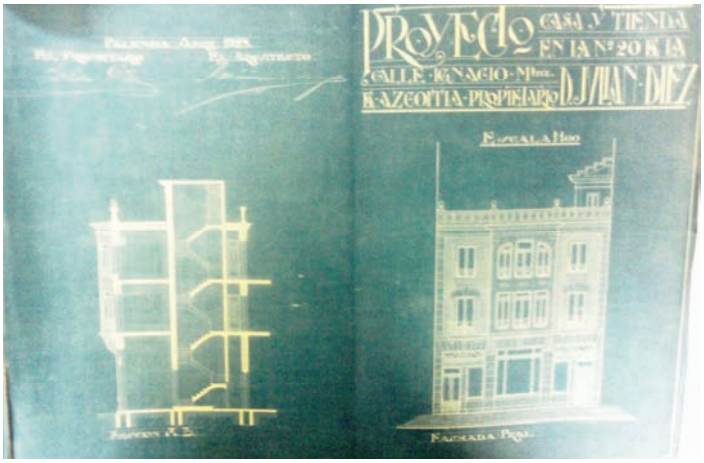
Teatro Principal

También en la reforma que el arquitecto, con el maestro de obras Mariano Garrán, realizó al edificio del Teatro Principal en 1907 se incluyeron elementos metálicos, sustituyéndose las columnas de madera por otras de fundición con bellos capiteles, y añadiéndose en el último piso un mascarón entre las mismas que las transforma en una elegante arquería.

Fotografías del exterior y el interior del Teatro en la actualidad.

Casa y tienda para Julián Díez

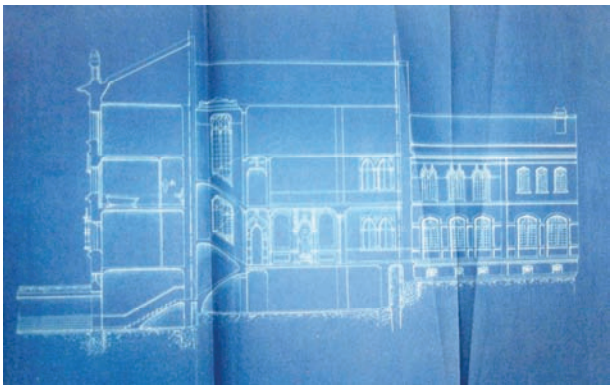
En mayo de 1928, Julián Díez presenta instancia de solicitud de licencia de obras para la construcción de un edificio en la calle Ignacio Martínez de Azcoitia de Palencia. El proyecto fue redactado por Jerónimo Arroyo, señalando en su memoria que, además de sus tres plantas, se diseñaba una terraza a la catalana mediante viguetas de hierro.



Planos del proyecto para Julián Díez

Ampliación del Hospital de San Bernabé y San Antolín

La dirección del hospital realiza la solicitud para las obras en el año 1929, aportando el documento elaborado por este arquitecto para la definición de las mismas. En sus descripciones, Arroyo también indica que los forjados serán entramados horizontales metálicos, con piezas de entrevigado cerámicas (bovedillas de doble rasilla).



Anteproyecto para Residencia de la Compañía de Jesús

Arroyo también intervino en la fase de licencias del edificio que solicitó esta Compañía en la Calle San Francisco de Palencia (el año 1917), señalando en la memoria que los entramados horizontales debían ser de hierro laminado.

Sección de la Residencia para la Compañía de Jesús

Asilo Santa Catalina (en Saldaña)

Aunque posteriormente el edificio fue destinado a la fabricación de harinas, el propósito inicial del proyecto era cumplir los deseo de Catalina Martín García, una adinerada viuda que señaló en su testamento su intención de crear un asilo para pobres o huérfanos de la comarca saldañesa. El edificio (que se data sobre el año 1906) se proyectó con una estética neogótica y en su interior se incluyó, flanqueando a la escalera principal, seis pilares de fundición.

Aspecto actual del edificio en Saldaña.

En realidad es casi seguro que Arroyo, como propietario de un taller metálico y perfecto conocedor de las ventajas que este sistema ofrecía por ejemplo en las cubiertas, introdujera estas tipologías muchas de sus realizaciones (algo que sí puede comprobarse directamente con las piezas de piedra artificial que se observan en las fachadas de prácticamente todas sus construcciones). De hecho sus investigadores hacen también referencia al uso de perfiles metálicos en el forjado de otros edificios como la casa para Flora Germán (1916), y en dinteles como en el edificio que ejecutó para Guillermo de la Torre (1926), ambos ejemplos en Palencia capital. Este arquitecto era especialista en utilizar cada material en su posición más acertada, y además utilizaba gran cantidad de ellos: piedra natural para las partes nobles de fachada, ladrillo prensado para los cerramientos, piedra artificial para los elementos decorativos exteriores, hormigón y ladrillo en el interior, columnas de fundición vistas, escayola en la decoración interior, acero en las estructuras más exigentes, madera para soluciones más económicas… y todo ello complementado con los más correctos y elegantes detalles en cuanto a acabados, pavimentos y pinturas, y aprovechando en cuanto era posible las rapidez de ejecución que permitía el trabajo repetitivo o seriado.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

GONZÁLEZ DELGADO, JOSÉ ANTONIO; HERMOSO NAVASCUÉS, JOSÉ LUIS

Jerónimo Arroyo López. Arquitecto.

La editora del Carrión, 1999.

GONZÁLEZ DELGADO, JOSÉ ANTONIO; MUÑOZ GONZÁLEZ, LUIS ROBERTO

Palencia. Guía de Arquitectura.

Colegio Oficial de Arquitectos de León, 2001.

CALLEJA GONZÁLEZ, MARÍA VALENTINA

El Palacio Provincial. Historia de su construcción

Publicaciones de la Institución Tello Téllez de Meneses, Nº. 59, 1988

CALLEJA GONZÁLEZ, MARÍA VALENTINA

Panorama de la ciudad de Palencia en el primer tercio del siglo XX

Publicaciones de la Institución Tello Téllez de Meneses, Nº. 68, 1997

Fondo documental Archivo Municipal de Palencia

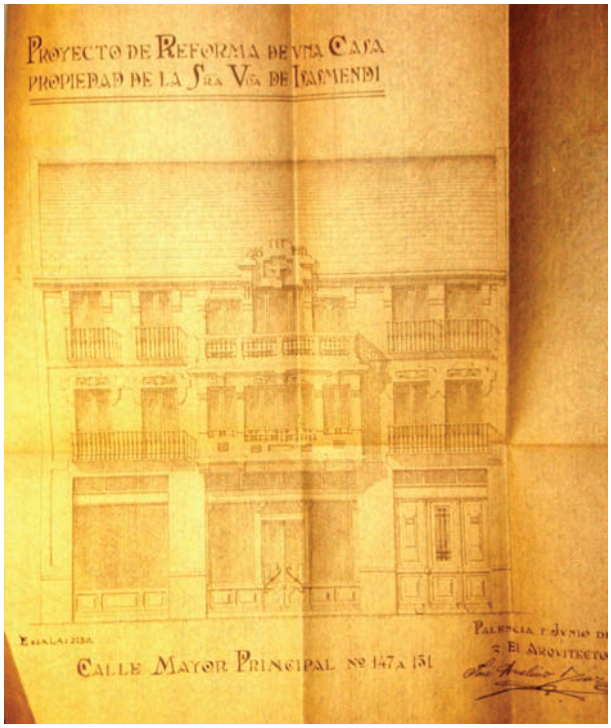
A.M.P. Licencias de obras años 1917, 1928 y 1929,

REFORMA DE LA CASA DE LA VIUDA DE ISASMENDI. PALENCIA.

AÑO: 1917

TIPOLOGÍA: Forjados metálicos, cubiertas y voladizos de viguetas

ATRIBUIDO A: José Avelino Díaz

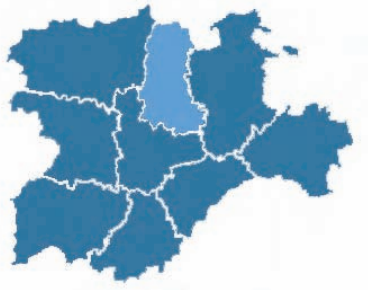


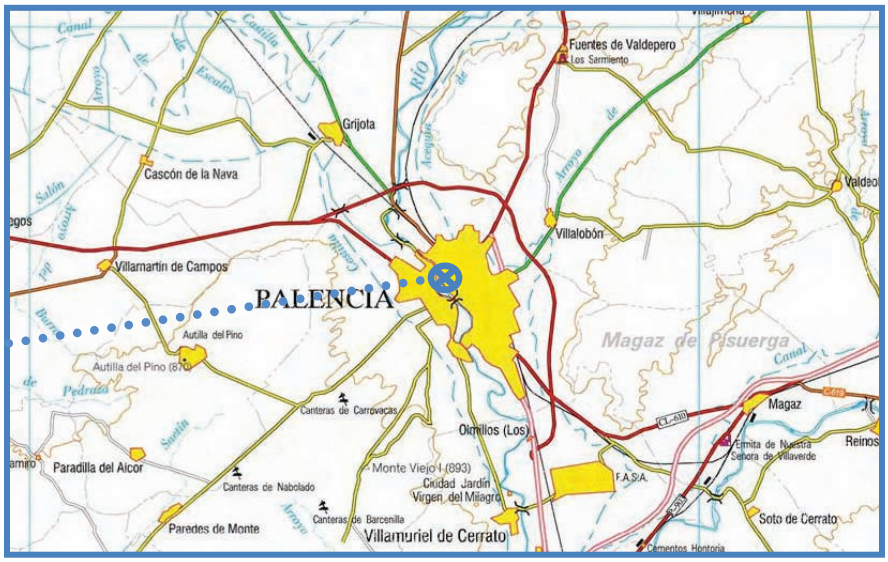
En este edificio se realizó una completa reconfiguración estructural incorporando en su diseño perfiles metálicos para las vigas maestras, viguetas y apoyos, todos en acero laminado.

Alzado del edificio de la viuda de Isasmendi, en la Calle Mayor de Palencia.

UBICACIÓN

Núcleo Urbano de Palencia capital.

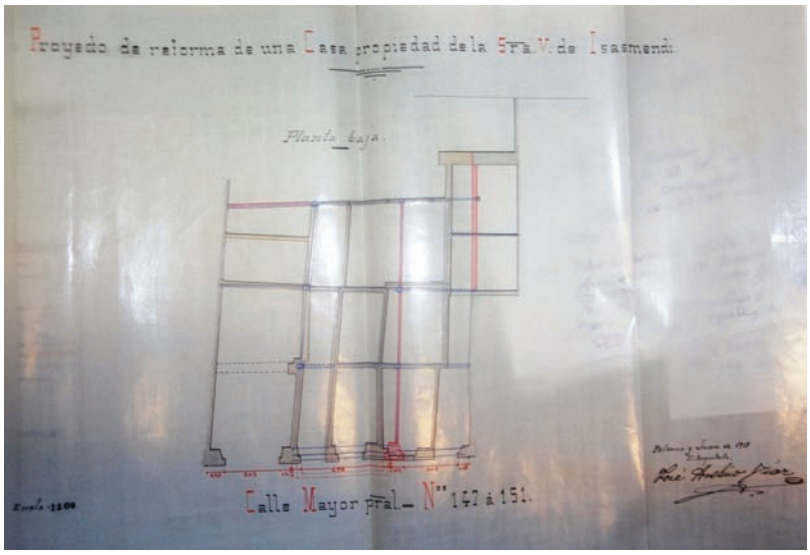




ESQUEMA ESTRUCTURAL

La propuesta de reforma del edificio propiedad de la familia Isasmendi en la Calle Mayor de Palencia, fue redactada por el arquitecto José Avelino Díaz en el año 1917. En su memoria, describe las operaciones que se proponían ejecutar durante las obras, reseñando primeramente los cambios en la configuración de huecos de fachada, la apertura de un nuevo mirador-terraza y el vaciado interior del edificio para su completa reconstrucción.

Es en esta última parte en la que el técnico propone el uso de un entramado resistente de acero, mediante perfiles laminados que se distribuían entre pilares, vigas y viguetas, acompañando un plano esquemático de la planta baja con la distribución de los elementos principales en comparación con los originales. Se proponía salvar así luces de hasta unos 5 m entre apoyos.



Plano de la planta baja, con la nueva distribución.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

Fondo documental Archivo Municipal de Palencia

A.M.P. Licencias de obras año 1917.

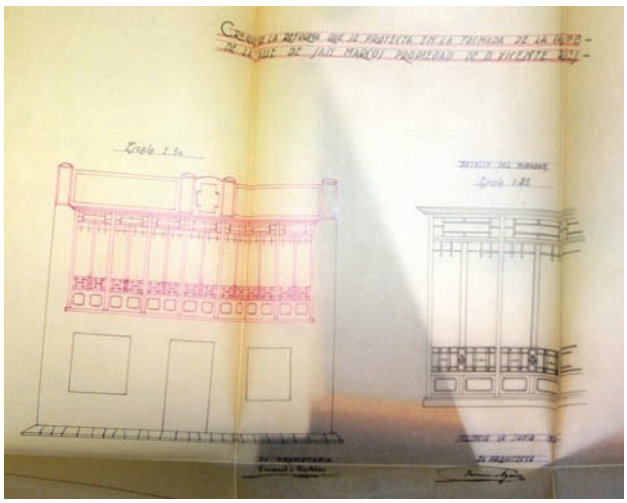
OBRAS DE FERMÍN AZCUE EN LA CIUDAD DE PALENCIA.

AÑO: **Entre 1929 y 1930**

TIPOLOGÍA: **Forjados metálicos, cubiertas y voladizos de viguetas**

ATRIBUIDO A: Fermín Azcue y Zabala-Auchieta

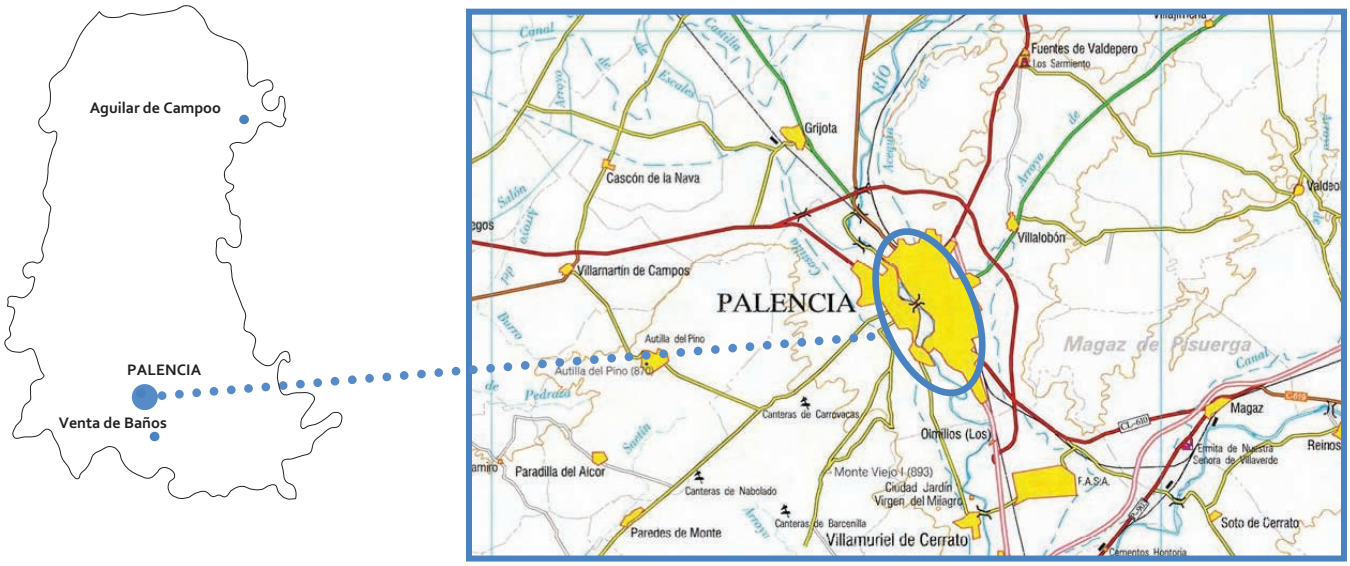
Durante unos años se propusieron múltiples proyectos de reformas de fachadas en la ciudad de Palencia para incorporar galerías o mejorar las existentes. Fermín Azcue firmó varios de estos trabajos utilizando en algunos de ellos el hierro como material resistente, además de en otras construcciones de nueva planta.



Planos de los miradores para Vicente Robles, izquierda, y Canuto Pérez, derecha.

UBICACIÓN

Núcleo Urbano de Palencia capital.



ESQUEMA ESTRUCTURAL

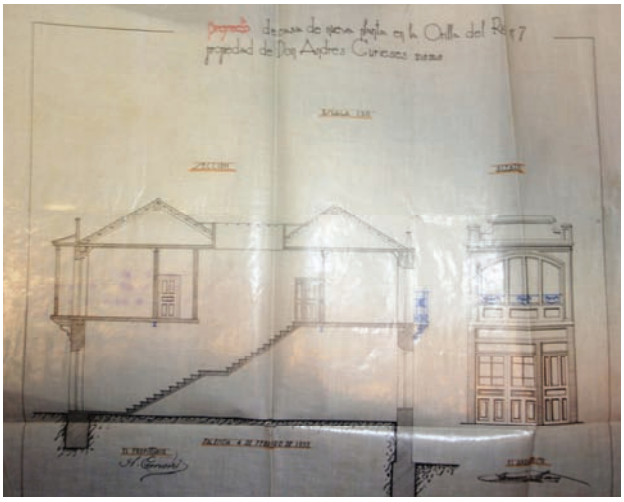
La perfilería metálica fue utilizada por el arquitecto Fermín Azcue, aprovechando sus características resistentes, en las ménsulas sobre las que apoyaban alguno de los miradores o balcones que proyectó. Pueden encontrarse dos ejemplos de este uso específico en los expedientes de obras del año 1930:

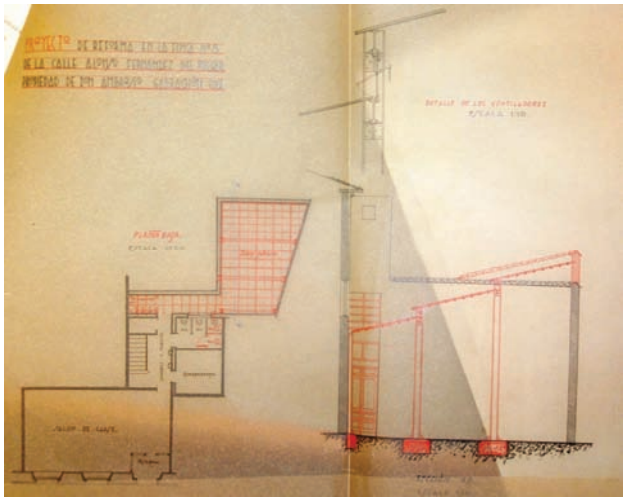
- La reforma de fachada de un inmueble en la C/ San Marcos 13, propiedad de D. Vicente Robles. En este caso se proponía un mirador de madera para cuyo sostenimiento preveía perfiles doble T del 12 y relleno de hormigón intermedio.

- La incorporación una nueva galería en el edificio de D. Canuto Pérez, sito en C/ Mayor Principal 51, con un vuelo de 80 cm que se sujetaba mediante viguetas metálicas doble T empotradas en la fachada.

Por otra parte, este arquitecto también lo usó en obras de nueva planta, como la solicitada por D. Andrés Curieses en 1930 para su finca en la C/ Los Gatos. En este proyecto proponía el derribo del inmueble existente y la construcción de una nueva vivienda alineada con la orilla del río, previendo los entramados horizontales de hierro con bovedillas de rasilla, además de pilares metálicos en la planta baja a base de dobles perfiles U que conformaban un entramado vertical de sostenimiento en aras de lograr la máxima diafanidad a esta parte (destinada a taller).

También usa el hierro en la reforma de casa de D. Ambrosio Garrachón en la Calle Alonso Fernández del Pulgar (1929), donde dispone viguetas para formar una cubierta escalonada que permitiera la ventilación interior del local. Propone un sistema de ventanas articuladas para disponer la abertura deseada en cada momento; se componía esta solución con dos viguetas doble T apoyadas sobre pilares de la misma sección, disponiendo de escuadras para formar los marcos de las ventanas. Los faldones propiamente dichos se armaban con nuevas viguetas doble T que, colocados en las dos direcciones, permitían sostener y anclar sobre ellos los vidrios que cerraban superiormente la cubierta.





Planos de los proyectos para Andrés Curieses, izquierda, y Ambrosio Garrachón, derecha.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

Fondo documental Archivo Municipal de Palencia

A.M.P. Licencias de obras años 1929 y 1930,

TEATRO-CINE ORTEGA.

AÑO: 1937

TIPOLOGÍA: Cubierta metálica

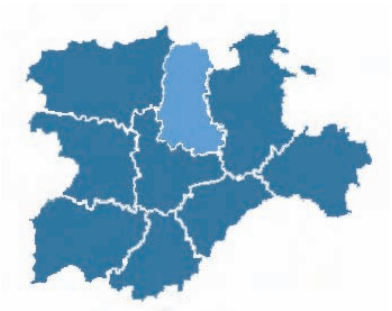
ATRIBUIDO A: Julián Laguna y Luis Carlón Méndez-Pombo

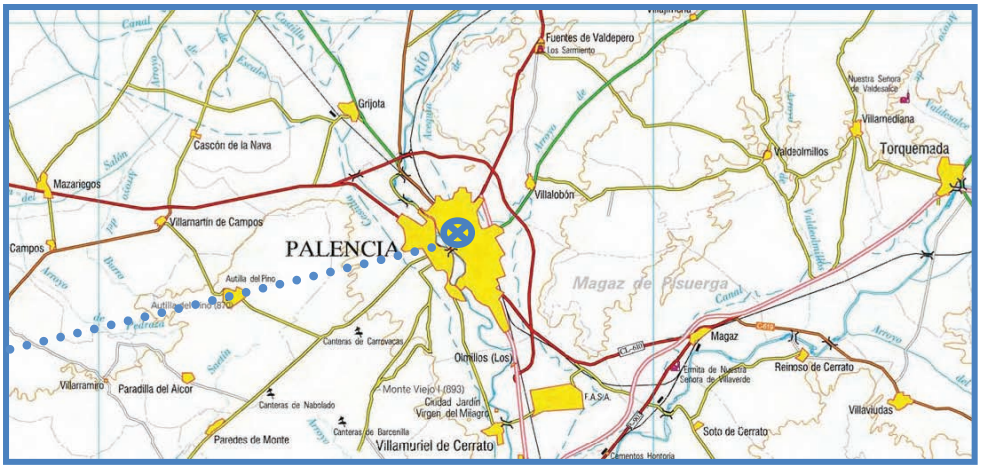
Fachada exterior del edificio del actual Cine Ortega

Las salas de cine, por su necesidad de espacios diáfanos cubiertos, son otra de los campos en los que la tecnología constructiva del hierro y acero pudo demostrar sus capacidades resistentes.

UBICACIÓN

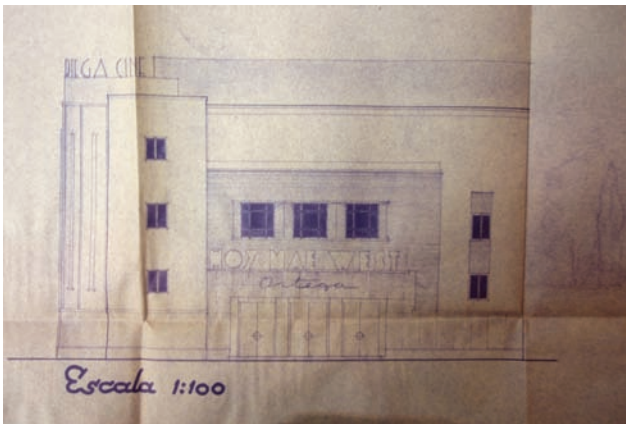
Núcleo urbano de Palencia capital





ESQUEMA ESTRUCTURAL

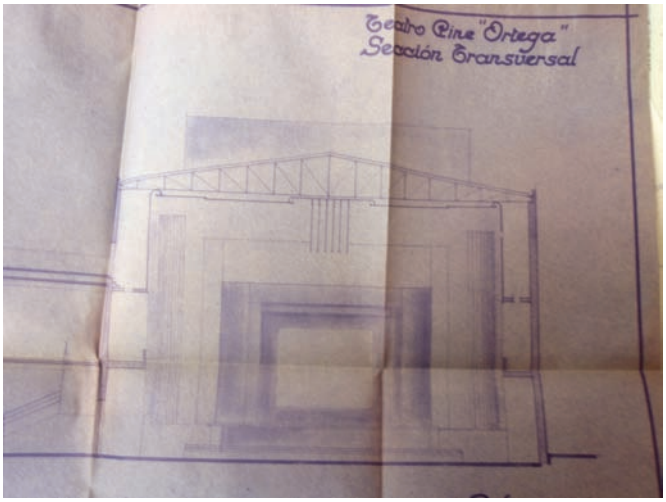
Se trata de uno de los ejemplos de introducción de la arquitectura vanguardista en la capital palentina, con una composición de planos superpuesto que acaban por ajustarse a la forma de esquina redondeada en la que se introducen acanaladuras verticales. El diseño responde a los principios de adecuación a la lógica funcional racionalista, e inicialmente presentaba en su interior un gran anfiteatro de dos plantas (una de ellas en voladizo). Puede destacarse también la renuncia a los palcos habituales en los teatros de tipología decimonónica. Su posterior transformación a multicine requirió una redistribución de los espacios, cambiando la configuración original.

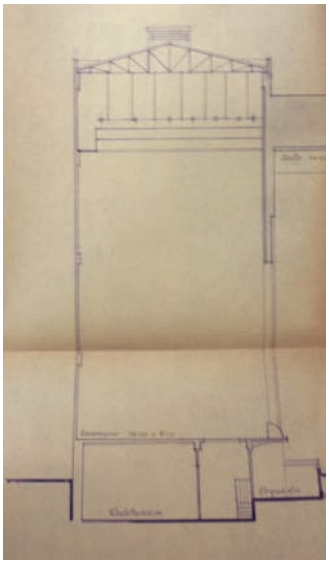


Fachada de acceso según plano de proyecto.

Imagen actual de la fachada trasera.

En el expediente del proyecto, aunque no se dispone de la memoria descriptiva y justificativa, se conservan varios planos que permiten hacerse una idea de las luces que se salvaron mediante cerchas de perfiles metálicos, todas ellas con celosías trianguladas que evitaban la introducción de soportes intermedios. Se conseguían así un amplio espacio liberado de obstáculos visuales, uno de los objetivos que se pretende en este tipo de instalaciones.
En los planos se observa la forma y la ligera pendiente que adoptan las cubiertas con una composición de montantes y diagonales análoga a una viga Pratt en su disposición, apoyándose sobre las fachadas de fábrica en ambos extremos. El diseño incluye muy pocos huecos, dadas las características de los locales que alberga, que no exigen iluminación natural.





Planos de la sección interior del edificio, con las cerchas estructurales en cubierta.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

ARNUCIO PASTOR, JUAN CARLOS

La aparición de lo moderno. La Arquitectura desde 1930 hasta el siglo XXI.

Patrimonio Arquitectónico de Castilla y León. Volumen VI. Junta de Castilla y León, 2007.

GONZÁLEZ DELGADO, JOSÉ ANTONIO; MUÑOZ GONZÁLEZ, LUIS ROBERTO

Palencia. Guía de Arquitectura.

Colegio Oficial de Arquitectos de León, 2001.

Fondo documental Archivo Municipal de Palencia

AMP 2674-3

8. Rehabilitaciones o restauraciones

REFORMAS DE LA CATEDRAL DE PALENCIA.

AÑO: **Proyectos de 1903 y 1909**

Finalización en 1917

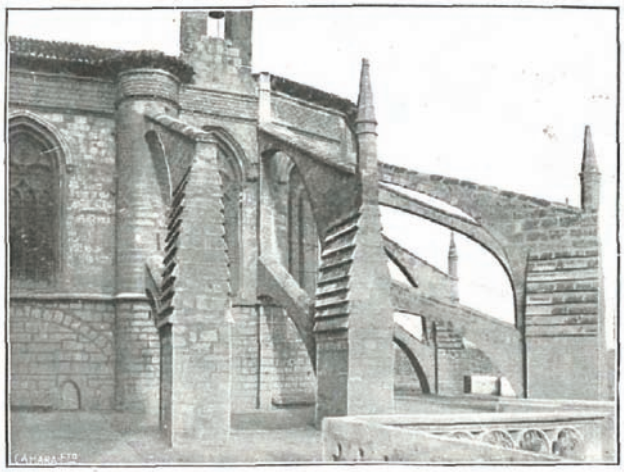
TIPOLOGÍA: **Reparaciones y mejoras con estructura metálica**

ATRIBUIDO A: Jerónimo Arroyo López

OBSERVACIONES:

Una de las ideas de Arroyo fue sustituir parte de las cubiertas por una terraza plana, lo cual fue objeto de fuerte polémica hasta su definitiva aprobación por su ruptura con la tipología general del edificio.

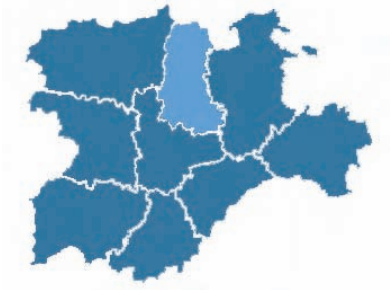
El prolífico arquitecto Jerónimo Arroyo también realizó actuaciones en edificaciones religiosas durante su etapa de Arquitecto Diocesano de Palencia. Entre ellas destaca el estudio y ejecución de reformas en la Catedral, donde aprovechó las posibilidades que el hierro ofrecía para aliviar a los muros exteriores de cargas poco aconsejables para asegurar su integridad.

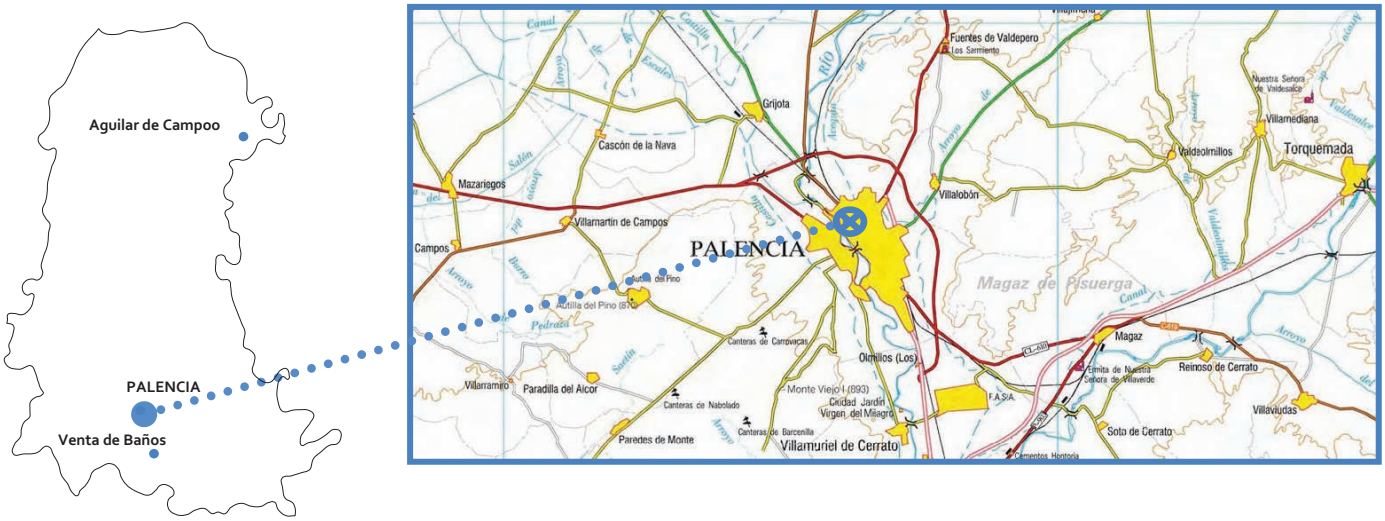


Aspecto de la azotea planteada por Arroyo en una imagen publicada el año 1914.

UBICACIÓN

Núcleo Urbano de Palencia capital.





ESQUEMA ESTRUCTURAL

La entrada en juego de las características resistentes de los materiales metálicos permitía su aprovechamiento para funciones especialmente delicadas, como resulta en el caso de reparaciones o reformas de monumentos o edificios históricos. Consciente de su potencial y su determinante utilidad, Jerónimo Arroyo experimentó estas posibilidades durante los proyectos de reformas que se llevaron a cabo en la Catedral de Palencia entre los años 1903 y 1917, asignándose a Tadeo Dueñas García el contrato de las obras.

El arquitecto se encontró en un estado muy deteriorado la cubierta de la nave central, principalmente en lo correspondiente al entablonado superior. Su estructura resistente pudo ser conservada, reforzándola simplemente en los nudos y mejorando el sistema de arriostramiento hacia las naves laterales. Pero el punto crítico de su actuación fue precisamente sobre las cubiertas de estas naves del perímetro hasta el ábside. Arroyo percibió en el estado de los arbotantes superiores que estaban siendo sometidos a empujes procedentes de las naves secundarias, diferentes de las cargas para los cuales estaban concebidos: recibir y transmitir los esfuerzos residuales desde los nervios de las bóvedas hacia los muros de carga.

La propuesta consistía en la eliminación directa de los faldones de estas cubiertas, eliminando así cualquier posible empuje transversal hacia los arbotantes, y sustituirlas por una terraza plana que simplemente se apoyara en los muros. Esta nueva estructura será concebida mediante viguetas metálicas con bovedillas cerámicas, consiguiendo de esta manera una solución muy ligera, y será rematada desde fuera con una balaustrada.

Fotografía aérea del templo catedralicio, en la que se aprecia la formación completa de la azotea rodeando a la nave mayor.

Exterior del ábside de la Catedral palentina.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

GONZÁLEZ DELGADO, JOSÉ ANTONIO

Jerónimo Arroyo López. Arquitecto.

La editora del Carrión, 1999.

SANCHEZ ROJAS, JOSÉ

Sensaciones palentinas. En la Catedral.

La Esfera. Año XI. Núm. 527. Madrid, 9 de febrero de 1924.

Bibliografía y fuentes generales

AA. VV (1838). *The Civil Engineer and Architects Journal, from October, 1837 to December, 1838*. London.

AA. VV (1950). *Memoria del CSIC.*

AA. VV (1951). *Memoria del CSIC.*

AA. VV. (1864). *Annales des Ponts et Chaussées -4ème série - Mémoires et Documents-, Tome 8*, 1864. Ecole nationale des ponts et chaussées, Commission des Annales.

AA. VV. (1906). *Société des Ingénieurs Civils de France. Annuaire de 1906*

AA. VV. (2005) *BULLETIN of The International Committee for the Conservation of the Industrial Heritage*. Number 28. Spring-05.

AA.VV (1882). *Association francaise pour l'avancement des sciences, Compte Rendu de la 10ª Session. Alger, 1881.* Paris: Secretaría de la Asociación.

Abad Balboa, Tomás; Chías Navarro Pilar (2008). "La construcción del territorio: caminos y puentes en Castilla y León". *Historia de las Obras Públicas en Castilla y León*; Francisco Bueno Hernández, coord. Valladolid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

Aguilar Civera, Inmaculada (1998). *Arquitectura Industrial: Concepto, método y fuentes*. Valencia: Diputación de Valencia.

Aguilar Civera, Inmaculada (2007). "Arquitectura Industrial, testimonio de la era de la industrialización". *Bienes Culturales: Revista del Instituto de Patrimonio Español*, Nº7.

Aguilar Civera, Inmaculada (2007). "La mirada fotográfica de la Ingeniería Civil". *Ingeniería y Territorio*, Nº78, pp. 82-93.

Aguilar Civera, Inmaculada (2007). "Arquitectura industrial, testimonio de la era de la industrialización". *Bienes culturales: revista del Instituto del Patrimonio Histórico Español*, Nº. 7, pp. 71-101.

Aguilar Civera, Inmaculada (2007). "Patrimonio cultural de la obra pública. Acciones del pasado, propuestas de futuro". *Jornadas de Patrimonio Industrial y la Obra Pública. Zaragoza 16, 17 y 18 de abril de 2007*. Gobierno de Aragón- Departamento de Educación, Cultura y Deporte. Colección Actas, 71.

Aguiló Alonso, Miguel (2008). *Forma y tipo en el arte de construir puentes*. Madrid: Abada Ediciones SL.

Aguiló Alonso, Miguel (2010): Intervención en el coloquio sobre "Arte estructural en ingeniería y arquitectura". [En línea] URL: http://www.fundacionmiguelaguilo.org/2010/11/arte-estructural-en-ingenieria-y-arquitectura/ [última consulta: 22.11.2010]

Alario Trigueros, María. Teresa (2002). *Arquitectura y Urbanismo en Palencia (1759-1898)*. Tesis Doctoral: Universidad de Valladolid. Facultad De Filosofía y Letras.

Alcaide González, Rafael (1999). "El ferrocarril en España (1829-1844): las primeras concesiones, el marco legal y la presencia de la geografía en las memorias de los anteproyectos de construcción de las líneas férreas". *Biblio 3W. Revista bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, vol IV, nº 190. Universidad de Barcelona. [En línea] URL: http://www.ub.es/geocrit/b3w-190.htm [última consulta: 13-09-2001]

Alonso Durá, Alfonso; Cabrera i Fausto, Iván; Fenollosa Forner, Ernesto; Martínez Boquera, Arturo; Pérez García, Agustín; Serrano Lanzarote, Begoña (2005). *Introducción a las estructuras de edificación*. Departamento de Mecánica de los Medios Continuos Teoría de Estructuras, Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Editorial Universidad Politécnica de Valencia.

Álvarez Areces, Miguel Ángel (2007). "El Patrimonio Industrial en España. Situación actual y perspectivas de actuación", conferencia inaugural de las jornadas *El patrimonio Industrial y la Obra Pública*. Zaragoza, 2007.

Álvarez Areces, Miguel Ángel (2007). "El patrimonio industrial en España. Situación actual y perspectivas de actuación". *Jornadas de Patrimonio Industrial y la Obra Pública. Zaragoza 16, 17 y 18 de abril de 2007*. Gobierno de Aragón- Departamento de Educación, Cultura y Deporte Colección Actas, 71.

Álvarez Areces, Miguel Ángel (2010). "Patrimonio Industrial en España. Notas sobre el presente y perspectivas sobre el futuro", en *I Jornada de Expertos en El patrimonio Industrial. Presente y perspectivas de futuro y la Obra Pública, 16 de octubre de 2010*. Sabero: Fundación Hullera Vasco-Leonesa.

Álvarez Clavijo, Mª Teresa (2007), *La casa de Chapiteles en Logroño*. Instituto de Estudios Riojanos (IER).

Álvarez-Sanchís, Jesús; Cardito, Luz María (2000). *Comisión de Antigüedades de la Real Academia de la Historia: catálogo e índices. Castilla y León*. Real Academia de la Historia. Comisión de Antigüedades.

Anónimo (2001). The museum gazette. *National Park Service*. U.S. Department of the Interior. January-01.

Antigüedad, María Dolores (1998). "La Arquitectura de los Ingenieros". *1as Jornadas de Arquitectura Histórica y Urbanismo*. Cádiz: Universidad de Cádiz, Servicio de Publicaciones.

Antigüedad, María Dolores. (1997). "Los ingenieros urbanistas en la España decimonónica". *Espacio, Tiempo y Forma*, Serie VII, Hª del Arte, t. 10, pp. 217-236.

Apraiz Sahagún, Amaia; Martínez Matia, Ainara (2002). "La arquitectura del hierro en Bilbao y su relación con la pervivencia clásica". *Sancho el sabio: Revista de cultura e investigación vasca*, Nº 17, pp. 31-54

Aranguren, Javier (1992), *Automotores españoles (1906-1991)*. Madrid: Soto de Viñuelas. J. Aranguren, D.L.

Arenas de Pablo, Juan José (1982). *El puente, pieza esencial del mundo humanizado*. Santander: Universidad de Santander.

Arenas de Pablo, Juan José (2002). *Caminos en el Aire. Los puentes*. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Colección Ciencias, Humanidades e ingeniería, 57.

Arnucio Pastor, Juan Carlos (2007). "La Arquitectura desde 1930 hasta el siglo XXI". *Patrimonio arquitectónico de Castilla y León. Tomo VI*. Junta de Castilla y León.

Aroca Hernández-Ros, Ricardo; Fernández Cabo, José Luis (1996). "Las estructuras y el peso propio. Historia de enfoques teóricos versus empíricos. Esclarecimiento y relación entre las variables del problema. Estudios sobre puentes de acero como caso paradigmático". *Actas del Primer Congreso Nacional de Historia de la Construcción. Madrid, septiembre 1996.* Instituto Juan de Herrera, Ministerio de Fomento.

Arrechea Miguel, Julio (1998). "Arquitectura del siglo XIX". *Historia del Arte en Castilla y León, Tomo VII. Del Neoclasicismo al Modernismo*. Valladolid: Ámbito Ediciones

Arrechea Miguel, Julio (2000). "Arquitectura". *Historia del Arte en Castilla y León, Tomo VIII. Arte Contemporáneo*. Valladolid: Ámbito Ediciones

Ávila Jalvo, José Miguel (2000). "El puente de Triana en Sevilla y su tiempo". *Actas del Tercer Congreso Nacional de Historia de la Construcción, Sevilla, 26 a 28 de octubre de octubre 2000.* Coord. Amparo Graciani García, Vol. 1. Instituto Juan de Herrera, SEdHC, Universidad de Sevilla, Junta Andalucía, COAAT Granada, CEHOPU, pp. 69-78.

Ávila Jalvo, José Miguel (2001). "El puente de Triana en Sevilla y su tiempo". *Informes de la Construcción*, vol 52, nº 472. Marzo /Abril-01, pp. 5-16.

Barba Quintero, Joaquín (2002). "El muelle cargadero de mineral de la Rio Tinto Company LTD". *Clásicos de la Arqueología de Huelva*, nº8, pp. 45-80.

Barré, L.A. (1899). *Carpintería de armar.* Traducción de Luis Gaztelu. Librería editorial de Bailly-Bailliere e Hijos, Madrid.

Barreda Marcos, Pedro Miguel (1999). "Construcción problemática y derribo polémico: El Arco del Mercado". *Boletín de la Institución Tello Téllez de Meneses*, nº 70, pp. 443-459.

Benjamin, Walter (1989). *Discursos Interrumpidos I*. Taurus, Buenos Aires.

Bernabeu Larena, Alejandro (2007). *Estrategias de diseño Estructural en la Arquitectura Contemporánea: El trabajo de Cecil Balmond*. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid.

Bernard, Marrey (1990). *Les ponts modernes - 18e et 19e siècles*. París: Picard Editeur.

Berodia Gordejuela, Ricardo (2007), "El ferrocarril del Bidasoa, 1.916 – 1956", *Bidasoako ikaskuntzen aldizkaria = Boletín de estudios del Bidasoa*, Nº 25, pp. 199-287.

Biel Ibáñez, Mª Pilar (2001). "Arqueología industrial". *III Jornadas de Estudios sobre Aragón en el umbral del siglo XXI, Caspe, 15-17 de diciembre de 2000*. Zaragoza: Instituto de Ciencias de la Educación, Universidad de Zaragoza, 1.ª ed.

Biel Ibáñez, María Pilar (2000). "Los puentes metálicos de carretera sobre el Ebro en la provincia de Zaragoza". *Artigrama: Revista del Departamento de Historia del Arte de la Universidad de Zaragoza*, Nº. 15, pp. 125-144.

Biel Ibáñez, María Pilar (2006). "Los puentes parabólicos de hierro y el ingeniero D. Joaquín de Pano y Ruata (1849-1919)". *Artigrama: Revista del Departamento de Historia del Arte de la Universidad de Zaragoza*, Nº. 21, pp. 543-576.

Billington, David P. (1983). *The Tower and the Bridge*. New York, Basic Books.

Bödeker, Hans Erich; Veit, Patrice, Werner, Michael, Kraus, Julia, Lassaigne, Dominique (2002). *Le concert et son public: mutations de la vie musicale en Europe de 1780 à 1914 (France, Allemagne, Angleterre)*. Editions MSH (Fondation Maison des sciences de l'homme).

Búrdalo, Soledad; Delgado, Carlos (1987). "Por fin, el hierro. Puentes del s. XIX". *MOPU: Revista del ministerio de Obras Públicas y Urbanismo*, Nº 345, julio-agosto-87, pp. 136-171.

Burrieza Sánchez, Javier (2007). Texto introductorio en: Agapito y Revilla, Juan (1925). *Las cofradías, las procesiones y los pasos de Semana Santa en Valladolid*. (Reedición de la obra) Valladolid: Editorial MAXTOR, p. XIX.

Bustelo García del Real, Francisco (1986). "La nueva cara de la historia económica de España (II)". *Revista de Historia Económica*. Año IV. Nº 2, pp 267-294.

Caballero Sánchez, Miguel Ángel; Delgado Poullet, José Ignacio; García Pazos, Mercedes; Maldonado Rosso, Javier; Villalobos Chaves, María del Mar (2006). "Recuperación in extremis y puesta en disfrute del puente ferroviario sobre el Guadalete a su paso por el Puerto de Santa María". *IV Congreso de Historia Ferroviaria. Málaga, 2006*.

Cabieces Ibarrondo, María Victoria (2001). "Arquitectura industrial y del hierro". *Arte en Cantabria. Itinerarios*. Universidad de Cantabria, Aula de Etnografía, pp. 169-176.

Calleja González, María Valentina (1998). "Panorama de la ciudad de Palencia en el primer tercio del siglo XX". *Boletín de la Institución Tello Téllez de Meneses*, nº 68, pp. 463-592.

Calvo Caballero, Pilar (1999). "El nacimiento de la Cámara de Comercio de Palencia: un episodio de reacción de los intereses económicos ante el 98". *Boletín de la Institución Tello Téllez de Meneses*, nº 69, pp. 479-504.

Carrasco Celedonio, Vicente (1999). "El edificio metálico (la arquitectura del hierro)". *Puertas a la lectura*, Nº. 6-7, pp. 35-36.

Carvalho Quaresma, Maria Clementina de (1995). *Inventário Artístico de Portugal. XIII Cidade do Porto*. Academia Nacional de Belas Artes (Portugal).

Casado Galván, Ignacio (2009). "Breve historia de la construcción de los ferrocarriles carboneros en la provincia de León". *Contribuciones a las Ciencias Sociales*, diciembre-09.

Castañer Muñoz, Esteban (2006). *La arquitectura del hierro en España: los mercados del siglo XIX*. Madrid: Monografías de la Real Academia de Ingeniería.

Cervera Sardá, María Rosa (1999). "El hierro ornamental en la arquitectura madrileña del siglo XIX". *Tratado de rehabilitación*, Vol. 1, (Teoría e historia de la rehabilitación), pp. 273-290.

Cervera Sardá, María Rosa (2008). "Hierro y arquitectura en el Madrid del siglo XIX". *Arquitectura y espacio urbano de Madrid en el siglo XIX. Ciclo de Conferencias Madrid, 6-7 de octubre de 2008*, pp. 56-83.

Clemencín, Perfecto María; Buitrago, Jesús María (1900). *Adelantos de la siderurgia y de los transportes mineros en el norte de España*. Imprenta de San Francisco de Sales.

Comín Comín, Francisco (1983). "Comentarios en torno al ferrocarril y el crecimiento económico español entre 1855 y 1913". *Revista de Historia Económica*. Año I. Nº 1, pp. 181-195.

Comín Comín, Francisco (1999). "Los efectos económicos del ferrocarril sobre la economía española (1855-1935"). *Siglo y medio de ferrocarril en España 1848-1998. Economía, industria y sociedad*. Fundación de los Ferrocarriles Españoles.

Coria Colino, Jesús Ildefonso; Fernández García, J. J. (2010). *Del Instituto de 2ª Enseñanza al Instituto General y Técnico. Una visión histórica a través de sus documentos. Palencia (1845-1923). Volumen I.* Palencia: Instituto Jorge Manrique-Junta de Castilla y León.

Coronas, Luis Javier (2008), "El abastecimiento de agua potable a las capitales de Castilla y León: entre la concesión y la municipalización (1886-1959)". *IX Congreso Internacional de la Asociación Española de Historia Económica*. Murcia, 9, 10, 11 y 12 de septiembre de 2008

Cuéllar Villar, Domingo (2007). "El ferrocarril en España, siglos XIX y XX: una visión a largo plazo". *Working Paper 03/2007. Departamento de Análisis Económico: Teoría Económica e Historia Económica. Universidad Autónoma de Madrid.*

Cuéllar Villar, Domingo (2007). "El Ferrocarril en España, siglos XIX y XX. Una visión a largo plazo". *Economic History. Working Paper Series*. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid, Departamento de Análisis Económico: Teoría Económica e Historia Económica.

Cuéllar Villar, Domingo; Jiménez Vega, Miguel (2008). "Siglo y medio de ferrocarril en Castilla y León: territorio, historia y legado patrimonial". *Historia de las Obras Públicas en Castilla y León. Ingeniería, territorio y patrimonio*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

de Alzola y Minondo, Pablo (1892). *El Arte Industrial en España*. Bilbao: Imprenta de la Casa Misericordia.

de Alzola y Minondo, Pablo (1899). *Las Obras Públicas en España*. *Estudio Histórico*. Bilbao: Imprenta de la Casa Misericordia.

de la Cruz Macho, Javier (2009), La huella de un arquitecto. *Diario Palentino*, 22 de julio de 2007.

de La Cruz, Fray Valentín (1979). (Cronista oficial de la provincia de Burgos) *Burgos. Puentes y caminos*. Burgos: Caja de Ahorros Municipal.

de la Plaza, Santiago; Redondo Cantera, María José. (1998), *Arquitectura Neoclásica. Historia del Arte en Castilla y León, Tomo VII. Del Neoclasicismo al Modernismo*. Valladolid: Ámbito Ediciones

de la Plaza Santiago, Francisco Javier (2002). "El movimiento Romántico". *Ondare: cuadernos de artes plásticas y monumentales*, Nº 21, pp. 95-112.

del Valle, Lucio (1844). *Memoria sobre la situación, disposición y construcción de los puentes. 1844*. Reedición 1994: Fundación Esteyco.

Delony, Eric (1996). "Context for World Heritage Bridges". *A joint publication with TICCIH. 1996*. [En línea] URL: http://www.icomos.org/studies/bridges.htm [última consulta: 05.12.2010]

Díez Javiz, Carlos (1992). "Catalogo Documental de Arquitectura Civil en Miranda de Ebro durante el período 1922-1939". *López de Gámiz: Boletín del Instituto Municipal de Historia de Miranda de Ebro*, Nº XXV, p. 25-50.

Díez Javiz, Carlos (1993). "Los templetes de música. Dos ejemplos de la arquitectura del hierro en Miranda de Ebro". L*ópez de Gamiz: Boletín del Instituto Municipal de Historia de Miranda de Ebro*, Nº 27, págs. 101-107.

Escudier, Jean-Louis (1995), "Itinéraire d'un entrepreneur de travaux publics éclectique: Edmond Bartissol (1841-1916)", *Histoire, économie et société*, 14e année, n°2. pp. 229-251, (doi: 10.3406/hes.1995.1771). [última consulta: 12.09.2011]

Fernández Cabo, José Luis (2000). "Criterios de diseño de estructuras entre los siglos XIX y XX. Herramientas lógicas y analógicas". *Actas de Tercer Congreso Nacional de Historia de la Construcción. Sevilla, octubre 2000*. Instituto Juan de Herrera, Ministerio de Fomento.

Fernández Díaz-Sarabia, Pedro (2003). *El ferrocarril hullero de la Robla a Valmaseda 1890-1972*. Junta de Castilla y León. Consejería de Educación y Cultura.

Fernández Fernández, José (1987). "Breve noticia histórica de los mercados coruñeses en hierro". *Boletín Académico. Escola Técnica Superior de Arquitectura da Coruña*, Universidade da Coruña, Nº 7, pp. 4-20.

Fernández López, Javier; Zaita, Carmelo (1987). El ferrocarril de la Robla. Madrid: Fundación de los Ferrocarriles Españoles y Aldaba Ediciones.

Fernández Molina, José Ramón; González Moriyón, Juan (1980*). La arquitectura del hierro en Asturias*. Oviedo: Colegio Oficial de Arquitectos de León y Asturias. Delegación de Asturias.

Fernández Troyano, Leonardo (1999). *Caminos sobe el agua. Visión histórica universal de los puentes*. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Colección ciencias, humanidades e ingeniería.

Fraile, Alberto; Hermanns, Lutz; Alarcón, Enrique (2008). "El cálculo de estructuras en la obra de Carlos Fernández Casado". *Informes de la Construcción*, vol. 60, Nº 509, Enero/Marzo-08, pp. 45-56.

G. Serrano, Salvador (2009). "La arquitectura del hierro". *Técnica industrial*, Nº 285, pp. 89-91.

Garabito López, Javier (2005). *La restauración y conservación del patrimonio monumental: estudio sistematizado de los métodos de programación en las intervenciones de restauración*. Tesis doctoral. Universidad de Burgos: Escuela Politécnica Superior.

García Alonso, Rafael (2003): "La Estética en Walter Benjamin y Theodor W. Adorno". *Theoria. Proyecto crítico de ciencias sociales - Grupo de Investigación UCM. Materiales.*04.Abril.2003. [En línea] URL: http://www.ucm.es/info/eurotheo/materiales/hismat/rgalonso.htm [última consulta: 10.10.2010]

García Lozano, Rafael Ángel; Rodríguez Vidal, José Manuel (2010). Proyecto de Patrimonio Industrial. El patrimonio ferroviario en Zamora. *Revista Informativa del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid (COIIM)*, Nº 48, septiembre/octubre-10, pp. 26-33.

García Mateo, José Luis (2005). *Inventario de Puentes Ferroviarios de España*. Madrid: Editorial Doce Calles.

Garrues-Irurzun, Josean (2008), "Public utility of water and private service of production and distribution of electricity in Pamplona, 1893-1961", *Munich Personal RePEc Archive (MPRA),* Paper No. 17950, posted 21. October 2009 [En línea] URL: http://mpra.ub.uni-muenchen.de/17950/. [última consulta: 11.09.2011]

Gauvreau, Paul (2002) "The Three Myths of Bridge Aesthetics". *Developments in Short and Medium Span Bridge Engineering*, Ed. P. H. Brett, N. Banthia, and P. G. Buckland. Montreal: Canadian Society for Civil Engineering.

Gaztelu, Luis (1896). *Práctica usual de los cálculos de estabilidad de los puentes*. Madrid: Establecimiento tipográfico de Fortanet.

Ger y Lobez, Fulgencio (1898). *Tratado de Construcción Civil*. La Minerva Extremeña. Badajoz.

Gómez Mendoza, Antonio (1981). *Railways and Spanish Economic Growth in the Late 19th Century.* PhD Thesis, University of Oxford.

Gómez Mendoza, Antonio (1982). *Ferrocarriles y cambio económico en España*. Madrid, Alianza.

González de Roba, José Luis (1998). "Dificultades para un descanso eterno: los huesos viajeros del Cid". *Boletín de la Institución Fernán González*, Nº 217, pp. 393-414.

González Delgado, José Antonio; Hermoso Navascués, José Luis (1999). *Jerónimo Arroyo. Arquitecto*. La Editora del Carrión.

González Delgado, José Antonio; Muñoz, Luis Roberto (2001). *Palencia. Guía de Arquitectura*. Palencia: Colegio Oficial de Arquitectos de León.

González Fraile, Eduardo Miguel (2007). "Arquitectura Preindustrial, Industrial y del Hierro". *Patrimonio* arquitectónico *de Castilla y León. Tomo V*. Junta de Castilla y León. Salamanca: Ediciones Témpora.

González Fraile, Eduardo Miguel (2007). *Arquitectura Preindustrial, Industrial y del Hierro. Patrimonio arquitectónico de Castilla y León. Tomo V*. Junta de Castilla y León.

González Fraile, Eduardo Miguel; Sanchez Rivera, José Ignacio (1995). "Presencia de la escuela de Eiffel-Seyrig en el Duero. Los Puentes del Ferrocarril de Ariza". *Anales de Arquitectur*a, Nº6, pp. 36-54.

Gonzalo, Esteban; Royo, Carlos; Andrés, Enric (2003). "La compañía del ferrocarril de Almansa, Valencia y Tarragona". *A todo vapor. Revista de la Asociación Valenciana de Amigos del Ferrocarril* (Valencia), Nº 39, junio-03, pp. 5-10.

Grattesat, Guy (1984). Ponts de France. Paris, Presses Ponts et chaussées.

Guillet, León (1929), *Cent ans de la vie de l'Ecole Centrale–1829-1929*. París: Editions artistiques de Paris, M. de Brunoff.

Hernández Cembellín, Beatriz (2005). "El patrimonio histórico industrial". *Técnica Industrial*, Nº 260, diciembre-05, pp. 66-70.

Hernández Gutiérrez, A. Sebastián; González Chávez, Carmen Milagros (2009). *Arquitectura para la ciudad burguesa: Canarias, siglo XIX*. Santa Cruz de Tenerife; Las Palmas de Gran Canaria: Viceconsejería de Cultura y Deportes.

Hernández Rodríguez, María Candelaria (1984). Arquitectura de hierro en Tenerife. *Basa*, Nº. 2, (Ejemplar dedicado a: Homenaje a Eduardo Weterdahl), pp. 69-75.

Hernández Rodríguez, María Candelaria (1989). *La arquitectura del hierro en Tenerife*. Santa Cruz de Tenerife. Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos.

Hernández Sanchez, Alfredo (1986). "El capitalismo industrial y la actividad empresarial: la frustrada modernización en Castilla y León". *Anales de Estudios Económicos y Empresariales*, Nº 1, pp. 37-64.

Heyman, Jacques (1972). *Coulomb's memoir on statics: an essay in the history of civil engineering*. Cambridge University Press,

Heyman, Jacques (2001). *La ciencia de las estructuras (The Science of structural engineering)*. Madrid: Instituto Juan de Herrera (Imperial College Press, 1999).

Heyman, Jacques (2004). Análisis de estructuras: un estudio histórico. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Huerta Fernández, Santiago (2003). *Proceedings of the First International Congress on Construction History, Madrid, 20th-24th January 2003*. Instituto Juan de Herrera, SEdHC, ETSAM, A. E. Benvenuto, COAM, F. Dragados, 2003.

Humanes Bustamante, Alberto (2007). "La necesidad de un plan para el Patrimonio Industrial". *Bienes Culturales: Revista del Instituto de Patrimonio Español*, Nº7, pp. 43-49.

Iglesias Rouco, Lena Saladina (1979). *Burgos en el siglo XIX. Arquitectura y Urbanismo (1813-1900)*. Valladolid: Universidad de Valladolid.

Iglesias Rouco, Lena Saladina (2007). "Arquitectura Contemporánea. Génesis y Desarrollo (1760-1960)". *Historia de Burgos. IV - Edad Contemporánea (Tomo 4)*. Dir. Jesús María Palomares Ibáñez. Burgos: Caja de Burgos.

Jacobo, Guillermo José (2004). "El diseño estructural por medio de los métodos gráficos". *Universidad Nacional del Nordeste*. *Comunicaciones científicas y Tecnológicas*, T-088.

Jaramillo Jiménez, José Oscar (2004). *Análisis clásico de estructuras*. Universidad Nacional de Colombia. Unibiblos.

Johnston, Bruce Gilbert (1983). "Column Buckling Theory: Historic Highlights". *Journal or Structural Engineering (ASCE)*, Vol. 109, septiembre-83, pp. 2086-2097.

José Iglesia, Rafael Eliseo (2005). *Arquitectura Historicista en el siglo XIX*. Nobuko, Buenos Aires.

Kruft, Hanno-Walter (1994). *A history of architectural theory: from Vitruvius to the present*; Ronald Taylor, Elsie Callander, Antony Wood (versión inglesa). New York: Princeton Architectural Press.

Kurrer, Karl-Eugen (2008). The History of the Theory of Structures: From Arch Analysis to Computational Mechanics. Berlin: Ernst & Sohn.

Laubé, Sylvain (2009), "Modélisation des documents numériques pour l'histoire des techniques: une perspective de recherché". *Documents pour l'histoire des techniques* 18/ 2e semestre-09. [En línea] URL : http://dht.revues.org/160 [última consulta: 09.09.2011]

Lemoine, Bertrand (2002). *Gustave Eiffel*. Akal Arquitectura. Ediciones Akal.

Leonhardt, Fritz (1980). *Ponts / Puentes.* Suiza: Laussanne. Presses Polytechniques Romandes.

Leralta García, Javier (2002). *Madrid: cuentos, leyendas y anécdotas. Volumen 2*. Madrid: Sílex Ediciones

Linarejos Cruz, María (2007). "Plan Nacional de Patrimonio Industrial: Apuntes Históricos y Conceptuales". *Bienes Culturales: Revista del Instituto de Patrimonio Español*, Nº7, pp. 31-41.

Linarejos Cruz, María; Fernández-Posse, Dolores; Humanes, Alberto; De La Mata, Ramón (2002). "El Plan Nacional del Patrimonio Industrial"*. Patrimonio Industrial: Lugares en la memoria. Proyectos de reutilización en industrias, turismo y museos*. Coord. Miguel Ángel Álvarez Areces. Gijón: CICEES.

López García, Mercedes (2005). *MZA. Historia de sus estaciones*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Fundación de los Ferrocarriles Españoles.

López-Morell, Miguel ángel (2003). "Peñarroya: un modelo expansivo de corporación minero-industrial, 1881-1936". *Revista de Historia Industrial*, Nº 23, pp. 95-135.

Manterola Armisén, Javier (2006). Pu*entes: Apuntes para su diseño, cálculo y construcción. TOMO I*. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Colección Escuelas.

Mañas Martínez, José (2007). "Eduardo Saavedra y su entorno". *Ingeniería y Territorio*, Nº 79, pp. 86-89.

Martín González, Juan José (1988), "Fernando Sánchez-Moreno del Moral, Historia del Palacio de Capitanía General de Burgos y sus antecesores" (Reseña bibliográfica). *Boletín del Seminario de Estudios de Arte y Arqueología: BSAA*, Tomo 54, pp. 553-554.

Marvá y Mayer, J. (1883). *Proyecto de tablero metálico para la recomposición de puentes de vía férrea en campaña*. Publicaciones de la Revista Científico-Militar. Barcelona.

Matallana, Mariano (1848). *Vocabulario de Arquitectura Civil.* Imprenta a cargo de don Francisco Rodriguez. Madrid.

Mateos Gil, Ana Jesús (2009), "El panteón de Plácido Madorrán en el cementerio de La Planilla de Calahorra". *Kalakorikos: Revista para el estudio, defensa, protección y divulgación del patrimonio histórico, artístico y cultural de Calahorra y su entorno*, Nº 14, pp. 335-372.

Matés Barco, Juan Manuel (2008), "Las empresas de abastecimiento de agua en la España del norte (1840-1970)", *La modernización económica de los ayuntamientos: servicios públicos, finanzas y gobiernos municipales.* Coord. Luis González Ruiz, Juan Manuel Matés Barco. Universidad de Jaén, Servicio de Publicaciones.

Maurin Álvarez, Manuel (1994). Ferrocarril y territorio: el centenario del Ferrocarril de la Robla. *Ería: Revista cuatrimestral de geografía,* Nº 35, pp. 241-248.

Merino, María del Mar (2002). "Lucio del Valle (1815-1874)". *Ambienta,* Noviembre-02, pp. 71-72.

Moffett, Marian; Fazio, Michael; Wodehouse, Lawrence (2003). *A World History of Architecture*. Laurence King Publishing Ltd. Mc Graw Hill Companies, Inc.

Molada Gómez, Angela (1996). "Los materiales de construcción y el cambio estético: sobre la estética del hierro y el cemento". *Actas del Primer Congreso Nacional de Historia de la Construcción. Madrid, septiembre 1996*. Instituto Juan de Herrera, Ministerio de Fomento.

Mugica, Serapio (1916). *Geografía de Guipúzcoa*. Barcelona: Alberto Martín. (Colección: Geografía del País Vasco-Navarro. Dir. Francisco Carreras Candi).

Mukařovský, Jan (2000). *Signo, función y valor: estética y semiótica del arte*. Edición, Introducción y Traducción: Jarmila Jandová y Emil Volek. Plaza & Janés Editores, Universidad Nacional de Colombia, Universidad de los Andes. Colombia: Bogotá D.C.

Nadal i Oller, Jordi (1975). *El fracaso de la revolución industrial en España, 1814-1913*. Barcelona: Editorial Ariel.

Navascués Palacio, Pedro (1980). "La Arquitectura del hierro en España". *CAU, Construcción, Arquitectura y Urbanismo*, Barcelona), Nº 65, pp. 39-69.

Navascués Palacio, Pedro (1984). *La Arquitectura Gallega del S. XIX*. La Coruña: Colexio Oficial de Arquitectos de Galicia. Comisión de Cultura. Obradoiro: Suplemento Nº5

Navascués Palacio, Pedro (1985). "L'architecture Espagnole du XIXe siècle". *Revue de l'Art*, Nº 70, pp. 65-74.

Navascués Palacio, Pedro (1990). "La Arquitectura española del siglo XIX: el estado de la cuestión". *Anuario del Departamento de Historia y Teoría del Arte (U.A.M.)*, Vol. 11, pp. 27-42.

Navascués Palacio, Pedro (1994). *Arquitectura Española 1808-1914*. Colección Summa Artis, XX. Madrid, Espasa Calpe.

Navascués Palacio, Pedro (2007). *Arquitectura e ingeniería del hierro en España (1814-1936)*. Fundación Iberdrola. Ediciones El Viso, Madrid.

Navascués Palacio, Pedro; Aguilar Civera, Inmaculada (1980). *El mundo de las estaciones*. Madrid: Ministerio de Cultura.

Navascués Palacio, Pedro; Quesada Martín; María Jesús (1992). *El siglo XIX. Bajo el signo del Romanticismo*. Madrid: Silex Ediciones.

Ojeda San Miguel, Ramón (2001). *Estudios de Historia y Arqueología Industrial en Miranda de Ebro*. Miranda de Ebro.

Ojeda San Miguel, Ramón (2003). *Obras de ampliación y mejora del Puerto de Castro Urdiales (1831-1928). Historia de un empeño centenario*. Castro Urdiales.

Oró Quixal, Ramón (2005). E*stética en ingeniería civil. Elementos de composición y situación actual*. Universidad Politécnica de Cataluña.
[En línea] URL: http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/3311/1/55859-1.pdf [última consulta: 25.08.2010]

Ortega, Miguel A.; Romero, José L.; de La Rosa, Emilio (2007). Un estudio histórico del problema de las piezas prismáticas rectas sometidas a compresión. Parte I. *Informes de la Construcción*, Vol. 59, Nº 507, julio-septiembre-07, pp. 69-81.

Ortiz-Villajos. José María (1999). "Tecnología y desarrollo regional en España, 1882-1935. Estudio basado en las patentes de invención". *Revista de Historia Económica*, Año XVII Invierno 99, Nº 1, pp. 11-50.

Paliza Monduate, María Teresa (2000) "Los ingenieros y la práctica de la arquitectura. La obra de Miguel de la Colina Puyol". *Espacio, Tiempo y Forma*, Serie VII, Hª del Arte, t. 13, pp. 401-430.

Paliza Monduate, María Teresa (2007). "La Arquitectura civil desde el Clasicismo hasta el Art Decó"*. Patrimonio arquitectónico de Castilla y León. Tomo IV*. Junta de Castilla y León.

Pardo Abad, Carlos J. (2010). "El Patrimonio Industrial en España: análisis turístico y significado territorial de algunos proyectos de recuperación". *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, Nº 53, pp. 239-264.

Pelke, Eberhard (2003). "Presenting Construction History in museums: Bridges in the German StraBenmuseum Germersheim". *Proceedings of the First International Congress on Construction History, Madrid, 20th-24th January 2003*. Ed. S. Huerta, Madrid: I. Juan de Herrera, SEdHC, ETSAM, A. E. Benvenuto, COAM, F. Dragados.

Pérez de la Peña Oleaga, Gorka (1993). *Portugalete (1852-1960) Historia de su Arquitectura y Expansión Urbana*. Diputación Foral de Bizkaia - Departamento de Cultura.

Pevsner, Nikolaus (1979). *Historia de las tipologías arquitectónicas*. Ed. Gustavo Gili.

Pevsner, Nikolaus (2000). *Pioneros del diseño moderno*. Ediciones Infinito.

Prados Rosales, Luis Miguel (2005). "Patrimonio, memoria e industria: castilletes y pozos de la minería del carbón en el Valle del Alto Guadiato (Córdoba)". *Atrio 10/11. Revista de Historia del Arte*, pp. 93-104.

Puig Raposo, Nuria (2004). "Redes empresariales de oportunidad en la España del siglo XX: el caso de la industria químico-farmacéutica". *Información Comercial Española (ICE): Revista de economía*, Nº 812, pp. 179-188.

Punmia, B.C.; Kumar Jain, Ashok; Kumar Jain, Arun (2005). *Theory of Structures*. Laxmi Publications, New Delhi.

Racalbuto, Bruno (2005). *Les kiosques à musique de la ville de Geneve. Etude historique et architecturale*. Ville de Genève: Conservation du patrimoine architectural.

Rodenes Adam, Manuel; Chismol, Ramón; Arango Serna, Martín Darío (2000). "Un enfoque sistemático para realizar la tesis doctoral". *Psicothema*, vol. 12, supl. nº2, pp. 474-478..

Rodriguez Lázaro, Francisco Javier (2000). *Los primeros ferrocarriles españoles*. Madrid: Ediciones AKAL.

Rovira y Rabassa, Antonio (1900). *El Hierro, sus cortes y enlaces*. Librería de Ribó y Marín. Barcelona.

Rui-Wamba Martija, Javier (1999). "Quo vadis". Número Monográfico de puentes de la revista: *Carreteras: Revista técnica de la Asociación Española de la Carretera*, Nº. 1, (Ejemplar dedicado a: Puentes al futuro), pp. 12-24.

Saavedra y Moragás, Eduardo (1853), *Teoría de los puentes colgados*. Madrid: Imprenta de D. José C. de la Peña.

Sáiz González, José Patricio (2002). "Los orígenes de la dependencia tecnológica española. Evidencias en el sistema de patentes. 1759-1900", *Economía Industrial*. (Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, Madrid), Nº 343, pp. 83-95.

Santos y Ganges, Luis; Lalana Soto, José Luis (2009). "Ferrocarril y Territorio: el caso de la Sección 7ª del Santander-Mediterráneo". *V Congreso de Historia Ferroviaria, Palma, 14-45 de octubre de 2009.*

Serna García-Conde, José; Rui-Wamba. Javier (2006). Los puentes del tren. Madrid: Fundación Esteyco.

Simón Segura, Francisco (1992). *Manual de Historia Económica Mundial y de E*spaña. Centro de Estudios Económicos Ramón Areces.

Skempton; S. Alek (2002). *Biographical Dictionary of Civil Engineers. Volume I 1500 to 1830*. Thomas Telford Publishing, The Institution of Civil Engineers.

Snell, Major S. (1921). *A story of railway pioneers; being an account of the inventions and works of Isaac Dodds and his son Thomas Weatherburn Dodds*. London: SELWYN & BLOUNT, LTD.

Sobrino Simal, Julián (1996). *Arquitectura industrial en España* (1830-1990). Madrid: Cátedra.

Sobrino Simal, Julián (2010). "Revisión crítica de las estrategias para el Patrimonio Industrial en este nuevo siglo". *I Jornada de Expertos en El patrimonio Industrial. Presente y perspectivas de futuro y la Obra Pública. Sabero: Fundación Hullera Vasco-Leonesa, 16 de octubre de 2010.*

Steinman, David B.; Ruth, Sara (2001). *Puentes y sus constructores*; Miguel Aguiló Alonso (versión española). 2ª Edición. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, colección ciencias, humanidades e ingeniería.

Strike, James (2004). *De la construcción a los proyectos. La influencia de las nuevas técnicas en el diseño arquitectónico, 1700-1800*. Editorial Reverté.

Tartarini, Jorge Daniel (2005). *Arquitectura Ferroviaria*. Buenos Aires: Colihue.

Tedde de Lorca, Pedro (1985). "La economía política del crecimiento en la España del siglo XIX". *Revista de Historia Económica*, Año III. Nº 2 – 85, pp. 323-333.

Timoshenko, Stephen P. (1953). *History of strength of materials*. New York: McGraw-Hill.

Todhunter, Isaac; Pearson; Karl (1863). *A History of Theory of Elasticity and of the Strength of Materials from Galilei to the present time. VOL. II*. Cambridge: Cambridge University Press.

Torroja Miret, Eduardo (2007). *Razón y ser de los tipos estructurales*. Colegio de Caminos, Canales y Puertos. Colección Ciencias, Humanidades e Ingeniería, 2007.

Tous y Caze, Nicolás (1909). *Puentes met*álicos. Imprenta Elzeviriana de Tomás y Mestres, Barcelona.

Ugalde Gorostiza, Ana Isabel; Otaduy Tristán, Arantza (2011). El kiosco de la música de la plaza del ensanche de Irún (1903), obra del arquitecto Javier Aguirre Iturralde. *Ars bilduma: Revista del Departamento de Historia del Arte y Música de la Universidad del Pais Vasco/Euskal Herriko Unibertsitateko Artearen Historia eta Musika Saileko aldizkaria*, Nº. 1, pp. 137-153.

Urbán Martínez, Guadalupe Araceli (2005). *Fertilizantes químicos en México (1843-1914)*. Tesis de Maestría en Historia. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional Autónoma de México.

Uribe Escamilla, Jairo (2001). "Recorrido Histórico por la Construcción Metálica en el mundo y su desarrollo en Colombia". *Primer encuentro del acero en Colombia, Cartagena*.

Valdés, Nicolás (1870). *Manual del Ingeniero y Arquitecto*. Imprenta de Gabriel Alhambra.

Vasseur, Édouard (2001), "L'Exposition universelle de 1867: un événement architectural à travers la presse spécialisée". *Livraisons d'histoire de l'architecture*. N°2, 2e semestre 2001. pp. 71-88. [En línea] doi: 10.3406/lha.2001.884 [última consulta: 11.09.2011]

Vélez Chaurri, José Javier (1997). "El puente del "Inglés" y el puente del "Francés" de Miranda. La arquitectura tradicional frente a la tecnología del hierro". *Miranda: Historia y Ferrocarril*. Miranda de Ebro: Instituto Municipal de Historia.

Vélez Chaurri, José Javier (1997). "La estación de Ferrocarril de Miranda de Ebro. Una estación victoriana en la ribera del Ebro". *Miranda: Historia y Ferrocarril*. Miranda de Ebro: Instituto Municipal de Historia.

Vicens Vives, Jaume (1960). "La industrialización y el desarrollo económico de España de 1800 a 1936". *Revista de Economía Política*. Nº 25, enero/junio-60, pp. 138-147.

Vidal Olivares, Javier (1999)."La estructura de la propiedad, de la organización y la gestión de una gran empresa ferroviaria: la Compañía de los Caminos de Hierro del Norte de España, 1858-1936". *Revista de Historia Económica*, Nº 17, otoño/Invierno-99, pp. 623-662.

Vignoles, K.H. (1982). *Charles Blacker Vignoles: Romantic Engineer*. Cambrige: Cambridge University Press

Villanueva Muñoz, Emilio Angel (2003). "Hierro y arquitectura en el siglo XIX: iglesias con columnas metálicas en la diócesis de Almería". *Cuadernos de arte de la Universidad de Granada*, Nº 34, pp. 97-113

Wais y San Martín, Francisco (1974). *Historia de los ferrocarriles españoles*. 2ª Edición. Madrid: Editora Nacional.

Wais y San Martín, Francisco (1987). *Historia de los ferrocarriles españoles*. 3ª Edición. Madrid: Fundación de los Ferrocarriles Españoles.

PRENSA Y REVISTAS HISTÓRICAS:

Revista de obras Públicas:

Aguiló Alonso, Miguel (2002): "Invariantes estéticos de la ingeniería civil". *Revista de Obras Públicas*, nº 3426, p. 59-68.

Barrón Avignón, Eugenio (1863). "Ferrocarril de Palencia a Ponferrada". *Revista de Obras Públicas*, Tomo I, 23-02, pp. 280-284.

González de la Vega, Cayetano (1855). "Obras Públicas en la Provincia de Burgos. (Continuación)". *Revista de Obras Públicas*, Tomo I, 10-01, pp. 107-110.

González de la Vega, Cayetano (1855). "Obras Públicas en la Provincia de Burgos. (Conclusión)". *Revista de Obras Públicas*, Tomo I, 11-01, pp. 121-124.

Machimbarrena Gogorza, Vicente (1924). "Arquitectura e Ingeniería". *Revista de Obras Públicas*, tomo I, Nº 2397, pp. 17-21.

Manterola Armisén, Javier (1999). "Filosofía y técnica estructural". *Revista de obras públicas* Nº 3.388, pp. 172-175.

Mendizábal, Domingo (1941). "Ensayos en probetas soldadas". *Revista de Obras Públicas*, Tomo I, Nº 2711-02, p.91.

Sáenz García, Clemente (1966)."Biografía de Eduardo Saavedra". *Revista de Obras Públicas*, tomo I, Nº 3009, pp. 1-7.

Otras publicaciones:

Álvarez de Sestrí, Julián (1889). "Exposición Universal de París (III)". *La Ilustración Ibérica. Semanario científico, literario y artístico*. Año VII. Núm. 338. Barcelona, 22 junio 1889, pp. 392-398.

Anónimo (1864). "La Manche et le Dètroit de Messine". *Le Moniteur de la Mode* (París), Nº631, abril de 1864, pp. 423-424.

Anónimo (1889). "La exposición Universal de 1889". *La ilustración española y americana*, Año XXXIII, Núm. XV, 22 de abril de 1889, pp. 236.

Anónimo (1895). "Los diferentes motores mecánicos para tranvías y ferrocarriles secundarios", *Revista Ilustrada de Vías Férrea*s, Madrid, 25 de enero de 1895, p. 21.

Anónimo (1904). "VI Congreso Internacional de Arquitectos celebrado en esta corte en el mes de Abril de 1904". *La Construcción Moderna. Revista quincenal de Arquitectura e Ingeniería*, Año II. Núm. 8 (1904), pp. 185-193.

Becerro de Bengoa, Ricardo (1880), "El almacén de Luz de Madrid", *La ilustración Española y Americana*, Año XXIV, Núm. XXII, 15 de Noviembre de 1880, pp. 291-294.

Martínez de Velasco, Eusebio (1891), "Zamora. Puente de hierro sobre el río Duero en el ferrocarril de Malpartida a Astorga", *La ilustración Española y Americana*, Año XXXV, Núm. XXII, 15 de Junio de 1891, pp. 363 y 372.

Micktewicz, Adam (1929). "París. Comentarios del momento". *La esfera*. Año XVL. Núm. 807. Madrid, 22 de junio de 1929, pp. 21-22.

Moigno, Francois Napoleón Marie (Conocido como: M. L'Abbé Moigno) (1863). "Pont du Tibre". *Les Mondes. Revue hebdomadaire des sciences* (París), Nº 14, t. II, 5 de noviembre de 1863, pp. 361-362..

Real, Álvaro (1927). "El espíritu nuevo en la vieja norma. Teodoro de Anasagasti". *La esfera*, Año XIV, Núm. 721, 29 de octubre de 1927, p. 8.

Archivos consultados:

Archivo General de la Administración

Archivo Histórico Ferroviario

Archivo Histórico Provincial de Burgos

Archivo Histórico Provincial de Palencia

Archivo Histórico de la Diputación de Burgos

Archivo Histórico y Biblioteca de la Diputación de Palencia

Archivo Municipal de Burgos

Archivo Municipal de Briviesca

Archivo Municipal de Miranda de Ebro

Archivo Municipal de Pradoluengo

Archivo Diocesano de Burgos

Archivo y Biblioteca de la Facultad de Teología de Burgos

Archivo de la Catedral de Burgos

Archivo del Centro de Interpretación de la Minería de Barruelo de Santullán

Archivos Personales:

Profesores de la Universidad de Valladolid (Campus "La Yutera", Palencia): Dña. Mª Teresa Alario y D. Enrique Delgado

D. Pablo Gadea Garzón (Asociación Burgalesa de Amigos del Ferrocarril - ABUAF)

Profesor de la Universidad de Burgos: D. Jesús Gadea Sáinz (actual Director de la Escuela Politécnica Superior)

Investigadores: D. Alfredo Pérez Trimiño, D. José Manuel Sanchís, D. Fernando Cuevas Ruiz, D. Daniel Bratos, D. Carlos Díez Javiz, y D. Josu Aramberri, D. Francisco Javier de la Cruz Macho.