



Interior de Can Bagaria (Fuente: Martín E., 2019) / Can Bagaria interior (Source: Martín E., 2019)

La arquitectura de la industria textil catalana: Can Bagaria y las técnicas constructivas en hierro

The architecture in the catalan textile industry: Can Bagaria and the iron constructive techniques

Estefanía Martín, Còssima Cornadó, César Díaz, Pere-Joan Ravetllat, Sara Vima-Grau
Universitat Politècnica de Catalunya - Barcelona Tech (UPC)

Palabras clave: Arquitectura industrial; construcción cohesiva; pilares de fundición; patrimonio industrial; bóveda tabicada

Keywords: *Industrial architecture; cohesive construction; cast iron pillars; industrial heritage; masonry tile vaulting*

El presente artículo se centra en la fábrica histórica de Can Bagaria en Cornellà de Llobregat, Barcelona. A partir de su contextualización y caracterización constructiva se ejemplifica el momento culmen de la construcción en una época marcada por el auge industrial y la innovación tecnológica que experimenta Cataluña (cambio del s. XIX al s. XX). El desarrollo de las estructuras de hierro y fundición, en combinación con las tradicionales fábricas de ladrillo, llevaron a la gestación de un nuevo tipo arquitectónico porticado, bidireccional e isostático, del cual Can Bagaria representa uno de los ejemplos más evolucionados, tal como se constata a través del análisis de sus componentes estructurales y del conocimiento de sus precedentes tipológicos y tecnológicos.

The present paper focuses on the historic Can Bagaria factory in Cornellà de Llobregat, Barcelona. From its contextualization and constructive characterization, the culminating moment of construction is exemplified in a time characterized by the industrial boom and technological innovation (19th and 20th centuries). The development of iron and cast iron structures, in combination with traditional brick masonry, helped the gestation of a new type of porticoed, bidirectional and isostatic architectural type, of which Can Bagaria is found to represent one of the most evolved examples, through the analysis of its various structural components and the knowledge of its typological and technological precedents.

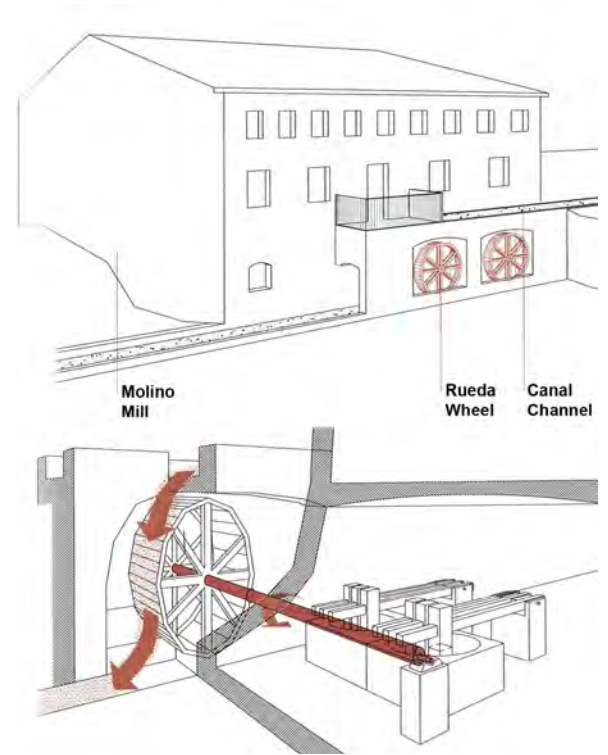
*Texto original: castellano. Traducción al inglés: autores.

*Original text: Spanish. English translation: authors.

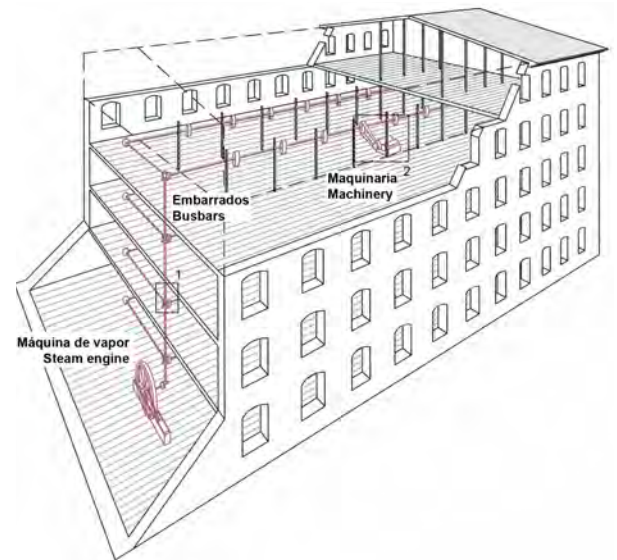
1. INTRODUCCIÓN: ANTECEDENTES Y CONTEXTO HISTÓRICO

La presente investigación estudia el conjunto fabril de Can Bagaria, en Cornellà de Llobregat, como exponente claro de las maneras de concebir y construir un edificio industrial de fabricación textil propio de inicios del siglo XX. Para contextualizar históricamente este tipo de construcción, cabe hacer referencia a sus antecedentes. Un siglo y medio antes, a mediados del XVIII, la actividad industrial del sector textil se desarrollaba de forma dispersa y requería de la provisión de diferentes edificios. La obtención de las materias primas, la preparación de las fibras, el tejido y el tinte final se producían y preparaban en masías, talleres y/o molinos de dimensiones domésticas y se erigían siguiendo modelos constructivos tradicionales (Gumà, 1997). Con la entrada del siglo XIX y el aumento de la demanda esta discreta red de producción se unifica y organiza en torno al tipo arquitectónico de vivienda-fábrica, en donde el propietario residía y dirigía la empresa. En un breve espacio de tiempo, el taller adosado a la vivienda burguesa adquiere importancia y se desvincula del uso residencial para configurar la fábrica urbana, una pieza de habitualmente dos crujías y cuatro o seis plantas. La sistematización del proceso lleva a desplazar las factorías a lugares próximos a las fuentes de energía y, como consecuencia, surge el tipo de fábrica de río.

Con la sustitución de la energía hidráulica por la generada por la máquina de vapor, cuya llegada a Cataluña se dio en 1832, el bloque periférico de la fábrica de río experimenta nuevos cambios estructurales, hacia un modelo de fábrica compacta (fig. 1). A principios de siglo XX, mejoras en el sistema de



1a
1b



1a. Esquemas del tipo de fábrica de río (Fuente: Gumà, R., 1997)

1a. River factory type (Source: Gumà, R., 1997)

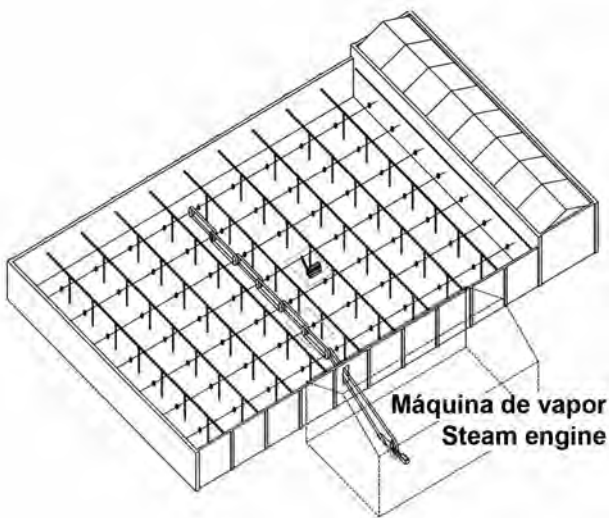
1b. Esquema del tipo nave con máquina de vapor (Fuente: Gumà, R., 1997)

1b. Compact factory model with steam engine (Source: Gumà, R., 1997)

1. INTRODUCTION: BACKGROUND AND HISTORICAL CONTEXT

This research studies the factory complex Can Bagaria, in Cornellà de Llobregat, as a clear exponent of the ways of conceiving and constructing an industrial building for textile manufacturing typical of the beginning of the 20th century.

To historically contextualize this type of construction, it is worth referring to its antecedents. A century and a half before, in the mid-18th century, the industrial activity of the textile sector was carried out in a scattered way and required the provision of different buildings. The obtaining of the raw materials, the preparation of the fibers, the weaving and the final dye were produced and prepared in country houses or “masias”, workshops and/or mills of domestic dimensions which were built following traditional construction models (Gumà, 1997). At the beginning of the 19th century, this discreet production network was unified and organized around the architectural type of house-factory, where the owner lived and directed the company. Soon, the workshop attached to the bourgeois house acquires importance and is detached from residential use to configure the urban factory, usually a building with two bays and four or six floors. The systematization of the process led to moving the factories to places close to the energy sources and, as a consequence, the river factory type appeared.



2a
2b



2. Esquema del tipo extensivo con correas de transmisión centrales y ejemplos: Vapor Aymerich (2a), Can Vilumara (2b) y Font Batallé (2c). (Fuentes: esquema de Gumà, R., 1997, vistas de pájaro de Google Maps, e imágenes de Ravetllat, P.J. y Díaz, C., 2017 y Llordés, T. (Can Vilumara)

2. Extensive type with central transmission belts and examples, from left to right: Vapor Aymerich (2a), Can Vilumara (2b) and Font Batallé (2c). (Sources: sketch of Gumà, R., 1997, bird's-eye views from Google Maps, and images of Ravetllat, P.J. and Díaz, C., 2017 and Llordés, T. (Can Vilumara)

transmisión (de embarrados a correas) propician la construcción de fábricas extensivas de una única planta e iluminación cenital, entre las que predominan los tipos nave y shed (edificio extensivo). Los nuevos tipos perfeccionan y sustituyen el sistema constructivo anterior de muros gruesos y forjados con vigas o cerchas de madera por envolventes de menor espesor con estructuras interiores de pilares, jácenas metálicas y bóvedas cerámicas, que permiten la ampliación de los vanos mediante la adición de columnas en las dos direcciones y la introducción de iluminación cenital (Gumà, 1997). Así, el tipo de fábrica surgido con la Primera Revolución Industrial (1730-1850) en el marco europeo, principalmente inglés (Birmingham, Manchester, etc.), se optimiza tras la Segunda Revolución Industrial (1850-1914). Particularmente, el Modernismo aunó albañilería tradicional y esbeltos y modernos componentes de herrería, lo que significó un salto tecnológico en el diseño del nuevo tipo arquitectónico e industrial (Silva, 2007). La combinación de sistemas permitió erigir obras emblemáticas durante la fase de transición entre la obra de fábrica atirantada y la de hormigón armado, como son la fábrica Batlló (1868-1869), la fábrica Arañó (1872-1874), la Farinera del Clot (1900-1902) y la fábrica Casaramona (1911-1913), claros precedentes de la fábrica de Can Bagaria, objeto del presente artículo.

De esta forma, la estructura vertical metálica, primero de hierro y después de fundición, entraba en sustitución de la mampostería y la madera gracias a sus prestaciones mecánicas. En cuanto a la estructura horizontal, las vigas de madera se reemplazaban por perfiles metálicos compuestos,

With the replacement of hydraulic energy by the steam engine, first in Catalonia in 1832, the peripheral river factory changed structurally towards a compact factory model (fig. 1). At the beginning of the 20th century, improvements in the transmission system (from busbars to belts) favored the construction of large single-story factories with overhead lighting, among which the shed and extensive building types predominated. The new types improved and replaced the previous construction systems of thick walls and slabs with wooden beams or timber trusses, for thinner envelopes with interior structures of pillars, metal beams and ceramic vaults, which allow the spans to be enlarged by adding columns in both directions and the introduction of overhead lighting (Gumà, 1997). Thus, the type of factory appeared with the First Industrial Revolution (1730-1850) in the European framework, mainly English (Birmingham, Manchester, etc.), is optimized after the Second Industrial Revolution (1850-1914). Particularly, Modernism combined traditional masonry and modern ironwork components, which meant a technological leap in the design of the new architectural and industrial type (Silva, 2007). The combination of systems made it possible to erect emblematic works during the transition phase between cable-stayed masonry and reinforced concrete, such as the Fàbrica Batlló (1868-1869),

de alma maciza o en celosía, y los entrevigados de yeso por bovedillas cerámicas o bóvedas tabicadas atirantadas. Con dichos avances se logró salvar luces de hasta 13 m frente a los 6 o 7 m precedentes y dotar a la estructura de ciertas propiedades incorruptibles e incombustibles. Y pese a que la estabilidad del conjunto seguía dependiendo de la envolvente, se redujo el espesor de los muros de cerramiento mediante la disposición secuenciada de pilastras adosadas.

A principios del siglo XX, se abandona definitivamente el tipo de fábrica en altura (de pisos), que es sustituido por una nueva arquitectura extensiva y bidireccional de osamenta metálica. Los complejos industriales de Vapor Aymerich (1907-1908), Can Vilumara (1907), Font Batallé (1916) y Can Bagaria (1920-1925), formados por varias naves de planta baja, constituyen los ejemplos más representativos (Fig. 2). En dicha época se popularizaron los catálogos constructivos y pre-prontuarios (Figs. 3, 4) de estructuras metálicas para construcción (Rovira y Rabassa, 1900; Kersten, 1929) editados por herrerías industriales, que sustitúan a los antiguos talleres de forja. Son ejemplos La Maquinista Terrestre y Marítima (1855), Torras Herrería y Construcciones S.A. (1877) o Altos Hornos de Vizcaya (1902).

2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

El objetivo principal de la investigación que aquí se presenta es ahondar en el conocimiento constructivo del tipo arquitectónico fabril de esta época en Cataluña, con el fin de verificar que representa el final de un proceso

the *Fábrica Arañó* (1872-1874), the *Farinera del Clot* (1900-1902) and the *Fábrica Casaramona* (1911-1913), clear precedents of the *Can Bagaria* factory, object of this article.

In this way, the vertical metal structure, first made of iron and then cast iron, replaced previous solutions thanks to its mechanical features. Regarding the horizontal design, the wooden beams were replaced by metal profiles, with a solid or lattice core, and the plaster interbeams were replaced by ceramic vaults or cable-stayed ceramic vaults. With these advances, it was possible to reach 13m-spans compared to the previous 6 or 7 m and to provide the structure with rather incorruptible and incombustible properties. And despite the fact that the stability of the complex continued to depend on the envelope, the thickness of the enclosing walls was reduced by means of the sequenced arrangement of attached pilasters. At the beginning of the 20th century, high-rise factory type became definitively obsolete, and was replaced by a new and extensive building type with bidirectional metallic structure. The industrial complexes of Vapor Aymerich (1907-1908), Can Vilumara (1907), Font Batallé (1916) and Can Bagaria (1920-1925), made up of several single-story sheds, are the most representative examples (fig. 2). At that time, construction catalogs and compendia (figs. 3, 4) of metal structures for construction (Rovira y Rabassa, 1900; Kersten, 1929) edited



2c

2d



evolutivo en el que el uso del hierro, el ladrillo y sus formas combinadas de aplicación le son específicos, a la vez que se adapta a las cambiantes exigencias de la fabricación textil del momento.

La metodología seguida se inicia con una fase documental de estudio contextualizado de fábricas precedentes, en buena parte expuesto en el punto anterior, y en el trabajo de campo en las naves de la fábrica de Can Bagaria. Para su contextualización se procedió a la identificación de las diferencias y paralelismos existentes con otras fábricas textiles de Cataluña, lo cual permitió reconocer sistemas constructivos recurrentes, algunos de ellos recogidos en patentes de la época. Para completar la caracterización constructiva se realizaron prospecciones y calas a fin de comprobar la resolución de sus elementos y encuentros. A raíz de todo ello se pudo constatar que Can Bagaria constituye un referente tipológico y constructivo de esta época.

3. LA FÁBRICA

Can Bagaria es uno de los recintos de industrias textiles mejor conservados del territorio, sin apenas modificaciones en su morfología urbana y arquitectónica (Fig. 5). Se mantuvo en funcionamiento hasta la década de los setenta y, a partir de entonces, albergó distintos usos mediante la compartimentación de sus naves. Fue construida entre 1920 y 1925 por el arquitecto Modest Feu i Estrada, entre cuyas obras se hallan edificios que son un claro antecedente de Can Bagaria por el uso de cubiertas de bóvedas tabicadas vistas, como las de los desaparecidos almacenes de Olis Macià de la fábrica de mecánica Rivera, Miralles i Cia (1920-21).

by industrial ironwork companies became popular. La Maquinista Terrestre y Marítima (1855), Torras Herrería y Construcciones S.A. (1877) or Altos Hornos de Vizcaya (1902) were some examples.

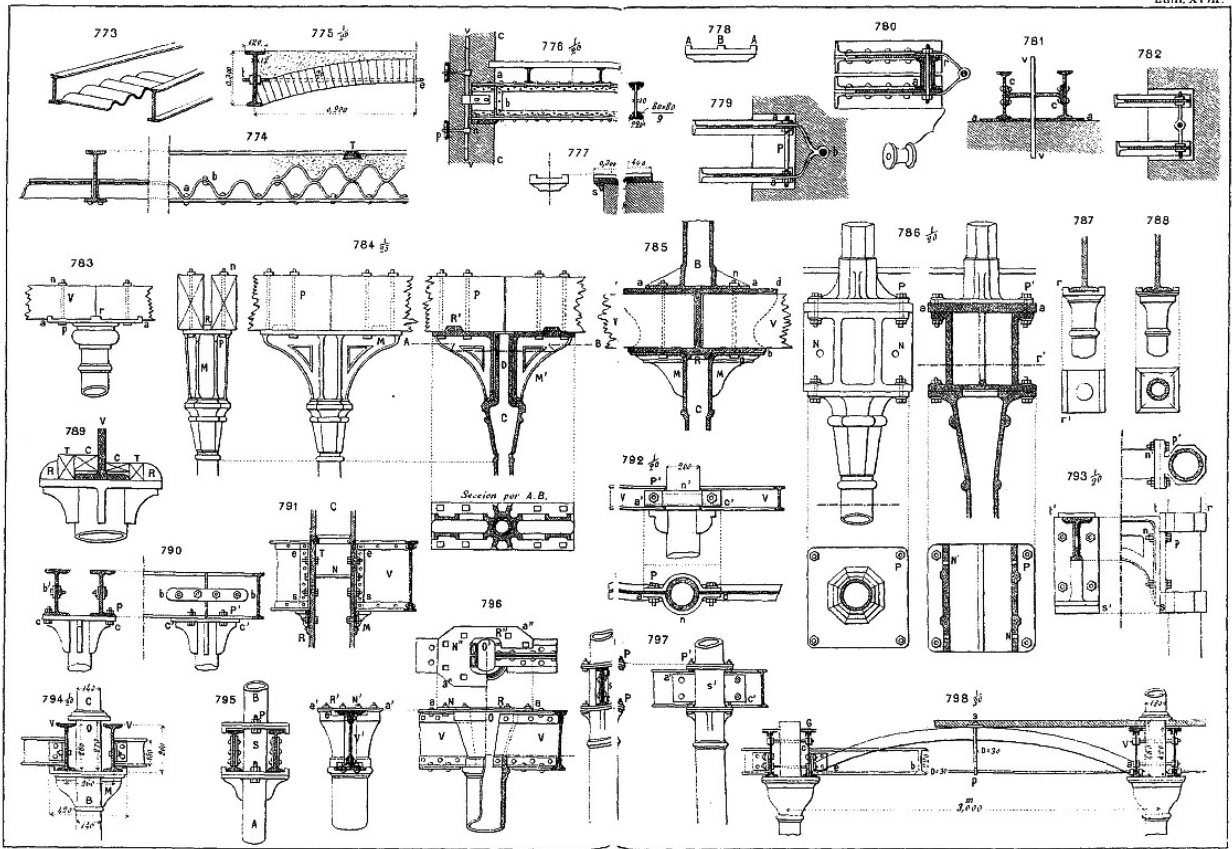
2. OBJECTIVES AND METHODOLOGY

The main objective of the present research is to deepen the constructive knowledge of the manufacturing architectural type of this period in Catalonia, to verify that it represents the end of an evolutionary process in which the use of iron, brick, and its combined forms of application are specific to it, while it adapts to the changing demands of textile manufacturing at the time.

The methodology followed begins with a phase of contextualized study documentation of previous industrial warehouses, widely exposed in the previous point, combined with field work in Can Bagaria buildings. For its contextualization, the existing differences and parallels with other textile factories in Catalonia were identified, which allowed recognizing recurring construction systems, some of them included in patents of the time. To complete the constructive characterization, surveys and tests were carried out to verify the description of its elements and constructive solutions. As a result of all this, it was possible to verify that Can Bagaria is a typological and constructive reference of this time.

3. Arriba: capiteles compuestos con cartelas (Fuente: Ger y Lobe, F., 1898, lám. XVIII). Abajo: ejemplos de la variabilidad en los capiteles continuos (Fuente: Rovira y Rabassa, A., 1900, lám. 18 (bis))

3. Up: composite capital with side plates (Source: Ger y Lobe, F., 1898, lám. XVIII). Down: examples of variability in extended capitals (Source: Rovira y Rabassa, A., 1900, lám. 18 (bis))

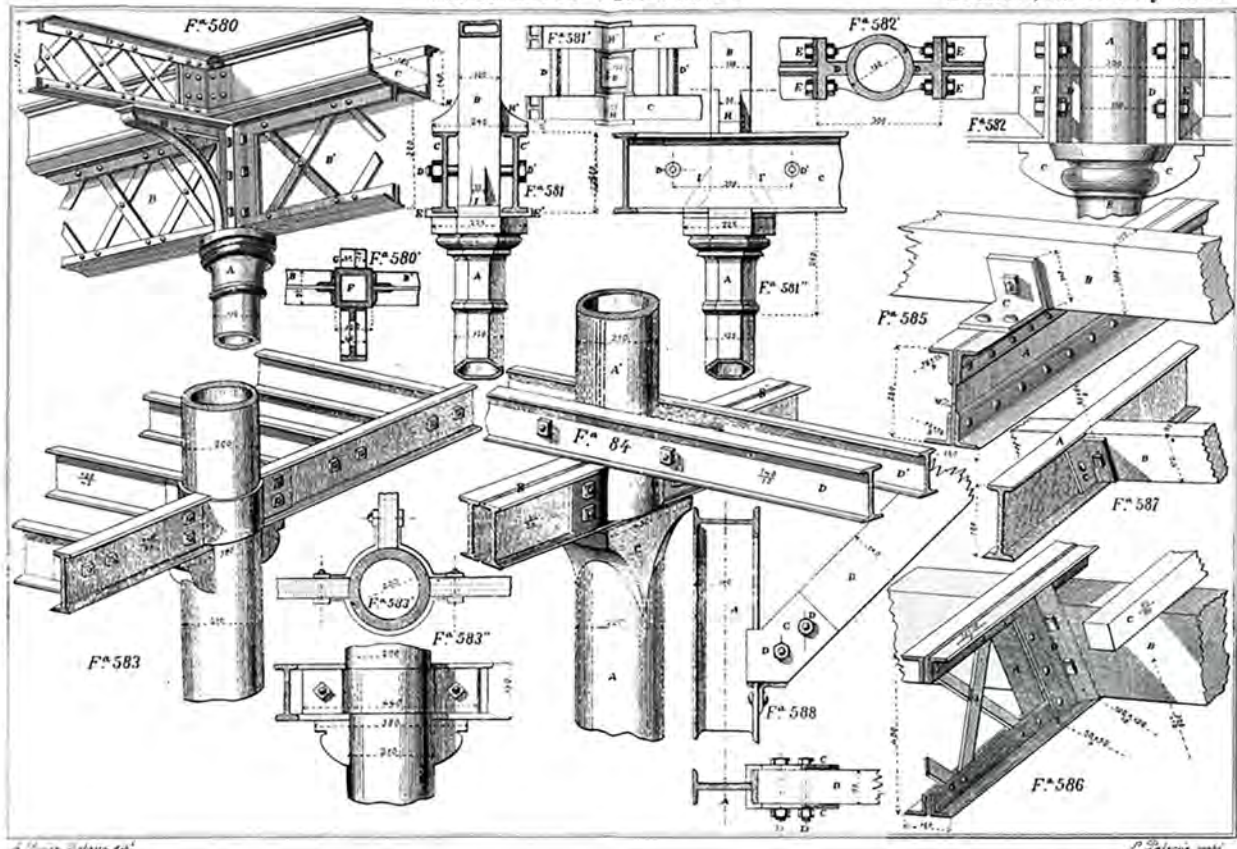


EST. MENDEL-IBARCEL. LA CATALUÑA-25-MADRID.

Lám.ª 18 (bis)

ENSAMBLES ESPECIALES

El hierro, sus cortes y enlaces

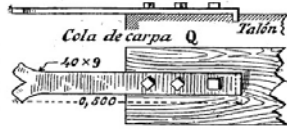


A. Duran y Barba, est.

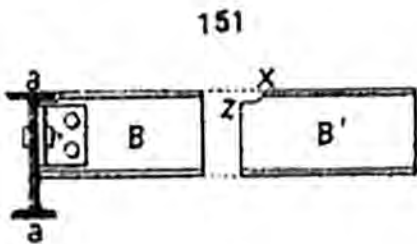
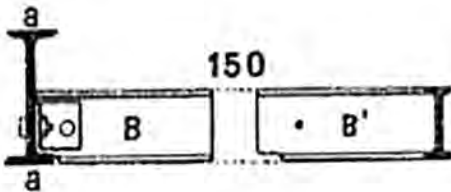
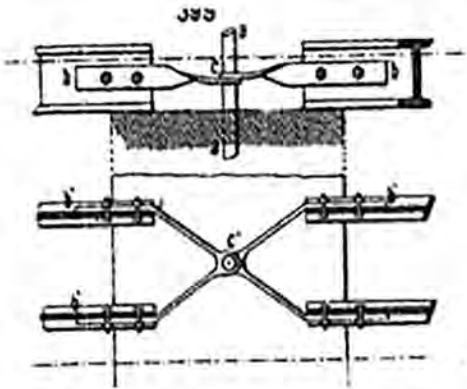
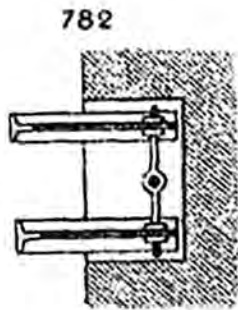
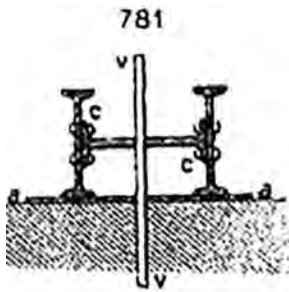
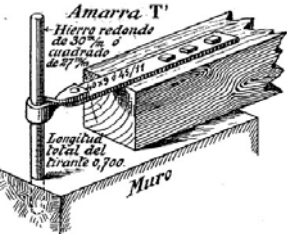
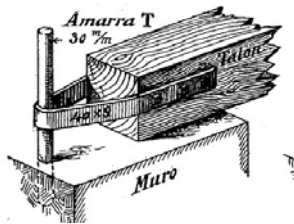
L. Salas y Gual



Figs. 636 y 637. — Estribo.



Figs. 688 y 689. — Cola de carpa.



4a

El conjunto se sitúa en una parcela trapezoidal y se organiza en tres naves perimetrales que forman una U y una nave rectangular de mayores dimensiones en su centro (figs. 5 y 6). El acceso histórico al recinto se realizaba a través del porche de la nave 2, donde se ubicaba la vivienda del portero, la recepción y el almacén de mercancías. Esta nave consta de dos muros de carga longitudinales que cierran 12 crujiás de 5 m de anchura y dos muros extremos de cierre de 3 m y 15 m de longitud. Las crujiás se formalizan a través del desarrollo de arcos de rosca de dimensión variable atirantados perpendicularmente a los muros longitudinales. A diferencia del resto del conjunto, la nave 2 se techa mediante bóvedas vaídas (elípticas) de cerámica vista, con claraboya central.

El centro de producción, con los telares mecánicos, se hallaba en la nave 1 (45x60 m). Esta representaba el corazón de la fábrica al contener las carboneras, la caldera, la chimenea, el depósito y la máquina de vapor, que conectaba con el sistema de transmisión de volante y correas ubicado en el eje central de la nave. Formada por dos naves que se componen cada una de 12 crujiás de 5 m de luz separadas por pórticos de tres vanos transversales a los muros longitudinales. El espacio se cubre mediante arcos aparejados rebajados atirantados, apoyados en los muros perimetrales apilastrados y en pilares de fundición, y bóvedas tabicadas con claraboya central sobre las cuales descansa una cubierta a dos aguas (fig. 6). En las planimetrías históricas se advierte la voluntad, no realizada, de construir una tercera nave en el espacio entre las naves 1 y 2. La nave 3 (110x12 m) servía como almacén de materias

4b

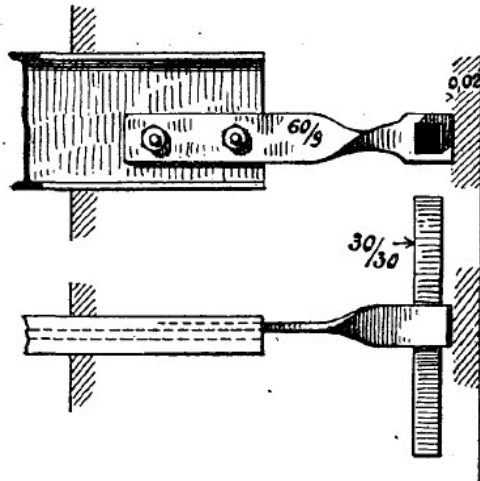
primarias. El espacio se cubre mediante arcos aparejados rebajados atirantados, apoyados en los muros perimetrales apilastrados y en pilares de fundición, y bóvedas tabicadas con claraboya central sobre las cuales descansa una cubierta a dos aguas (fig. 6). En las planimetrías históricas se advierte la voluntad, no realizada, de construir una tercera nave en el espacio entre las naves 1 y 2. La nave 3 (110x12 m) servía como almacén de materias

3. THE FACTORY

Can Bagaria is one of the best preserved textile industry sites in Catalonia, with hardly any changes in its urban and architectural morphology (fig. 5). It remained in operation until the seventies and, from then on, it had different uses through the compartmentalization of its sheds. It was built between 1920 and 1925 by the architect Modest Feu Estrada, among whose works there are buildings that are a clear antecedent of Can Bagaria due to the use of exposed ceramic shell roofs, such as those of the disappeared warehouses of Olis Macià of the Fàbrica de mecànica Rivera, Miralles i Cia (1920-21).

The complex is located on a trapezoidal plot and is organized in three perimeter buildings that form a U and a larger rectangular building in its center (figs. 5, 6). Historical access to the site was through the porch of building 2, where the doorman's house, the reception and the warehouse were located. This volume consists of two longitudinal load-bearing walls that enclose 12 5m-wide bays and two end closing walls, 3m and 15m long. These bays are formalized through the development of brick arches that are cable-stayed perpendicularly to the longitudinal walls. Unlike the rest of the complex, the roof of building 2 is made up of elliptical exposed ceramic vaults with a central skylight.

Building 1 (45x60m) held the production center, with the mechanical looms. It represented the heart of the factory as it contained the coal bunkers, the boiler, the chimney, the tank and the steam engine, which was connected

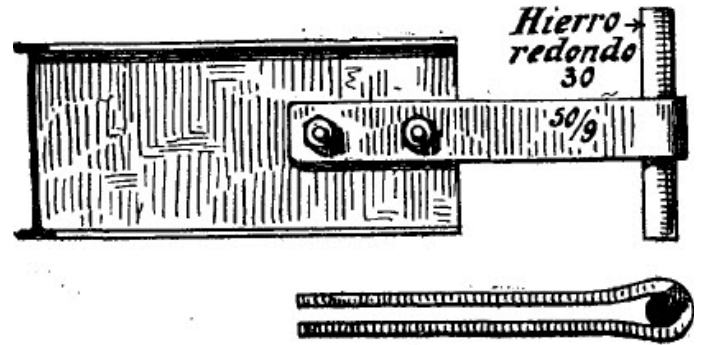


Figs. 899 y 900.

Encadenado de una vigueta, mediante llave.

4c

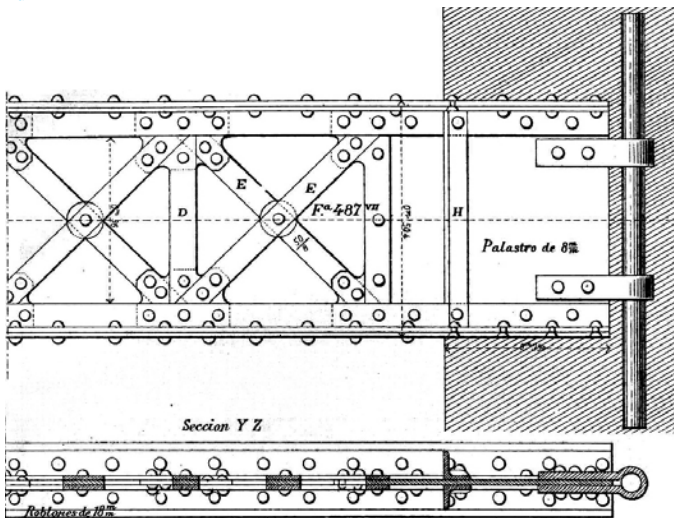
4d



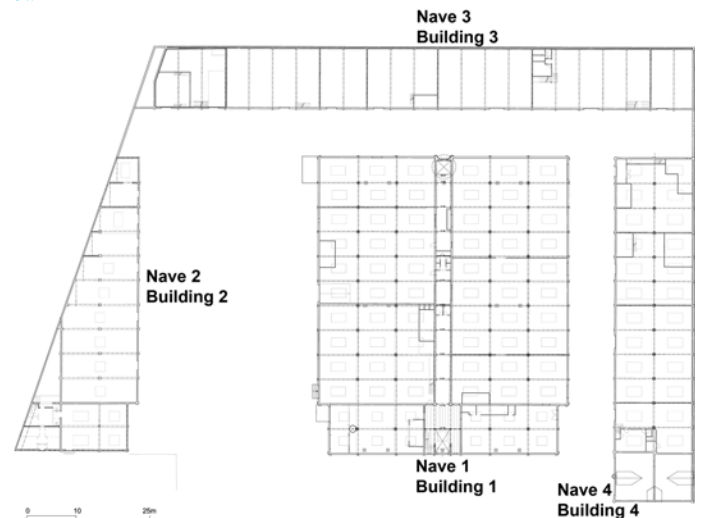
Figs. 901 y 902.

Encadenado de una vigueta, mediante llave.

5a



5b



4a-4b-4c. Anclajes para vigas de madera y para vigas metálicas, respectivamente (Fuente: detalles de Casimir Barberot, J.-E., 1927, p. 247 y 315).

4a, 4b, 4c. Steel anchorages for wooden beams and for metal beams, respectively (Source: details of Casimir Barberot, J.-E., 1927, p. 247 and 315)

4d. Entrega de jácena en celosía a estribo (Fuente: detalle de Rovira y Rabassa, A., 1900, lám. 23)

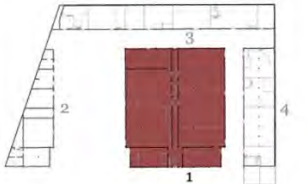

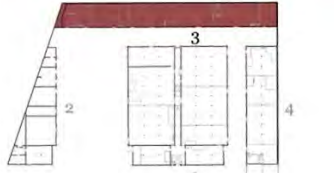

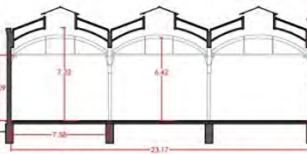
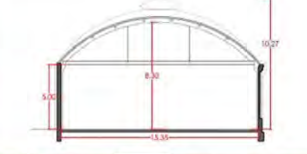
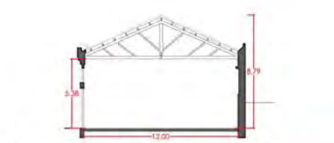
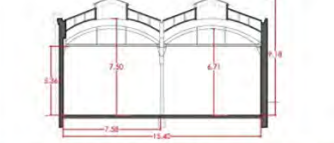



4d. End of lattice girder to fixing bracket (Source: detail of Rovira y Rabassa, A., 1900, lám. 23)

5a. Can Bagaria. (Fuente: planta de elaboración propia)

5a. Can Bagaria. (Source: ground plan by the authors)

5b. Can Bagaria. (Fuente: vista de pájaro de Google Maps)

5b. Can Bagaria. (Source: bird's-eye view from Google Maps)

CAN BAGARIA				
Estructura Vertical	Reticula de pilares metálicos y envolvente perimétrica de muros apilistrados de carga de obra de fábrica.	Caja de muros de carga, a excepción de la pieza de la báscula que se resuelve como las Naves 1 y 4.	Envolvente de muros de carga.	Pilares metálicos y envolvente perimétrica de muros apilistrados de carga de obra de fábrica.
Vertical Structure	Metal pillar grid and brick load-bearing pilastered walls	Masonry load-bearing perimeter walls. Only the porch, with the weighbridge, is built like buildings 1 and 4.	Masonry load-bearing perimeter walls.	Metal pillars and brick load-bearing pilastered walls.
Estructura Horizontal	Arcos rebajados a rosca y bóvedas tabicadas, con claraboya central. Se cubre mediante un tejado a dos aguas de correas sobre los tabiquillos conejeros de las bóvedas.	Arcos rebajados a rosca y bóvedas vaídas (elípticas) de rasilla cerámica, con claraboya central. Constituye la cubierta de la nave.	Armadura de madera mediante cercha con tirante, pendolón y tornapuntas. Cubierta a dos aguas con teja árabe dispuesta sobre correas a teja vana.	Arcos rebajados a rosca y bóvedas tabicadas, con claraboya central. Se cubre mediante un tejado a dos aguas de correas sobre los tabiquillos conejeros de las bóvedas.
Horizontal Structure	Segmental arches and masonry tile shell vaults, with central skylights. Gable roof over ceramic vaulting.	Segmental arches and elliptical masonry tile shell vaults with central skylights. This exposed ceramic shell is the only roof of this building.	Wooden trusses. Ceramic gable roof.	Segmental arches and masonry tile shell vaults with central skylights. Gable roof over ceramic vaulting.
Vano principal Main section	 <p>Ver/See Fig. 8</p>	 <p>Ver/See Fig. 12</p>		 <p>Ver/See Fig. 8</p>
Interior				
				

primas y está cubierta a dos aguas con cerchas de madera que descargan sobre las fachadas longitudinales portantes. Finalmente, la nave 4 (16x60 m) reunía los espacios destinados a las reparaciones, los acabados y los tintes. Estructuralmente repite el formato de la nave 1, con envolvente que encierra doce crujías de 8x5 m separadas por pórticos de dos vanos con pilar metálico intermedio, bóvedas tabicadas atirantadas en los arranques de los pilares, con claraboyas centrales, y cubiertas a dos aguas.

Por lo tanto, las estructuras portantes del complejo fabril consisten, en tres de las naves (núm. 1, 2 y 4), en un sistema bidireccional de pilares y tirantes metálicos en celosía que contrarrestan los empujes que reciben de los arcos de ladrillo macizo y de las bóvedas tabicadas. El sistema se cierra con envolvente de muros de fábrica de ladrillo visto de 30 cm de espesor y 8 m de altura aproximada, con pilastras exteriores en los encuentros con los tirantes. En la nave núm. 3, la estructura vertical de muros de carga se completa con una cubierta tradicional de cerchas de madera.

6. Caracterización constructiva. (Fuente: elaboración propia)

6. Constructive characterization. (Source: authors)

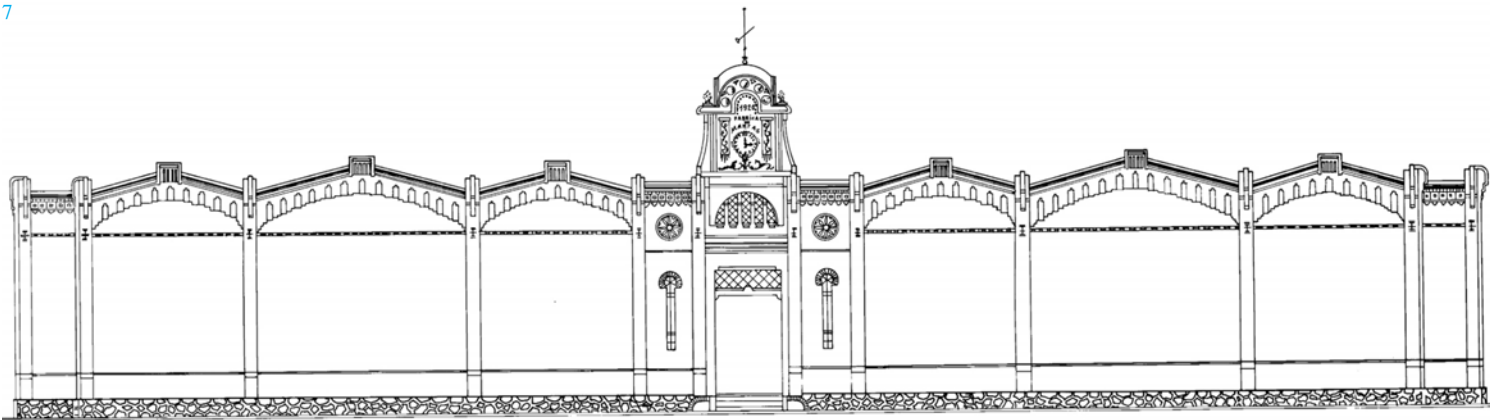
7. Alzado principal de la nave 1. (Fuente: alzado de Modest Feu, 1920 (Archivo Histórico Municipal de Cornellà de Llobregat) y fotografía de Cornadó, C., 2019)

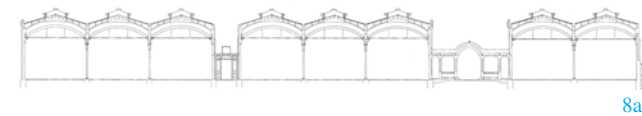
7. Main elevation of building 1 (Source: elevation plan of Modest Feu, 1920 (Archivo Histórico Municipal de Cornellà de Llobregat) and photography of Cornadó, C., 2019)

3.1. Las estructuras murarias

Todas las naves del recinto disponen de muros perimetrales de 30 cm de espesor, a base de fábrica de ladrillo macizo (formato catalán 29x14x4 cm) (Benavent, 1967), con machones o pilastras de 30 cm de ancho que sobresalen del paramento exterior (machones en fachada). Estos entregan en zapatas corridas de ladrillo

7





8a



8b

8d



8c

8e



macizo (80x60 cm) que descansan a su vez sobre una cimentación de hormigón ciclópeo. La nave 2 presenta una estructura de cajas arriostradas a través de antas interiores de trabazón de 50 cm de espesor, las cuales recogen los arcos rebajados y permiten formalizar las zonas irregulares del trapecio (Fig. 12). Una peculiaridad de la envolvente de las naves reside en el cuidado aparejo de sus paños y en los motivos decorativos, que dotan al edificio de una riqueza ornamental propia del modernismo catalán (Fig. 7). El edificio posee un zócalo de 60-80 cm de altura y 15 cm de espesor aparejado a la inglesa –hiladas de tizones sobre hiladas de sogas– y rematado con una verdugada de piezas a soga; por encima, un paño central de 5,80 m de altura con aparejo gótico flamenco –hiladas intercaladas de sogas y tizones alternativos, a rompejuntas–, y un coronamiento con imposta a sardinel adornado con detalles historiados en los sumideros.

3.2. Los elementos estructurales de hierro y fundición

La estructura vertical está formada por columnas de fundición circulares de la herrería Torras y Guardiola, que alcanzan una altura de 3,70 m (diámetro 20 cm; grosor 20 mm). Sobre el fuste se encaja una pieza de hierro prismática horadada que peralta la columna y recibe el capitel de cartelas. Esta combinación geométrica da como resultado un pilar (altura total 5,20 m) compuesto por metales distintos que responde directamente a las prestaciones funcionales requeridas (Fig. 8). El estudio de casos demuestra que, en la implantación del modelo fabril en extensión respecto

with the flywheel and belt transmission system located in the central axis of the building. It consists of two volumes that are made up of 12 5m-span bays with 3 transversal spans each. The space is covered by cable-stayed segmental arches supported by the pilastered perimeter walls and cast-iron pillars that hold masonry tile shell vaults with a central skylight and a double pitch roof. (fig.6). In the historical plans, it can be seen the unfulfilled desire to build a third building in the space between 1 and 2. Building 3 (110x12m) was a warehouse for raw materials. It has a double pitch roof with wooden trusses that are supported on the longitudinal facades. Finally, building 4 held the spaces for repairs, finishes and dyes. Structurally, it repeats the format of building 1, with 12 bays (8x5m), two-span each with central metal pillars and cable-stayed ceramic vaults that have central skylights and double pitch roofs.

Therefore, the load-bearing structures of Can Bagaria consist, in three of the buildings (No. 1, 2 and 4) of a bidirectional system of pillars and cable-stayed lattice girders that counteract the horizontal thrusts they receive from the solid brick arches and the ceramic vaults. The system is closed with 30cm-thick and 8m-high masonry walls that have exterior pilasters where the tie-rods are anchored. The vertical load-bearing-wall structure of building 3 completed with a traditional roof of wooden trusses.

del desarrollado en altura, es habitual hallar columnas compuestas de elementos de fundición y hierro, como ocurre en la Fábrica Ca l'Alíer (1853) y de Can Marfà (1898), entre otras.

Por encima de los capiteles, en el arranque de los arcos, se disponen tirantes de hierro en celosía, cuya configuración consta de dos perfiles paralelos (170 mm), que abrazan el espesor total de los arcos de rosca. Las uniones entre estos perfiles se realizan con angulares en L (50 mm) dispuestos oblicuamente y unidos mediante roblones remachados mecánicamente (Fig. 8). La prolongación de la columna en cubierta parece adoptar la solución técnica de inicios del siglo XX de los edificios en altura, donde la prolongación de los pilares entre plantas (Rovira y Rabassa, 1900) mejoraba el equilibrio y la estabilidad al garantizar la conexión y el ininterrumpido descenso de cargas. La recogida de pluviales se realiza a través de canales que aprovechan la geometría de las bóvedas o que se sitúan coincidiendo con las zonas de limahoyas. Las canales conducen el agua hasta los sumideros conectados a las bajantes que discurren por el interior de las pilastras o de los pilares (Fig. 10).

3.3. Los arcos y las bóvedas tabicadas

En las naves 1, 2 y 4 la estructura horizontal consta de un primer orden de arcos rebajados y un segundo orden de bóvedas tabicadas vaídas de planta rectangular. Los arcos de ladrillo macizo disponen de dos roscas en la nave 2, la inferior aparejada y la superior con las piezas a tizón dispuestas a sardinel, con un canto total de 45 cm, y el resto de las naves de 30 cm, de los que en todos los

3.1. The walls

All the buildings in the site have 30cm-thick perimeter walls, made of solid brick (Catalan format 29x14x4cm) (Benavent, 1967), with 30cm wide protruding pilasters. The foundation of the facade walls is made up of a brick masonry footing placed on a cyclopean concrete footing. The box structure of building 2 is braced by 50 cm thick internal pilasters, which support the arches and allow the irregular areas of the trapezoid to be formalized. (fig. 12). A peculiarity of the facade is the pattern of the brickwork and the decorative motifs, which give the building an ornamental richness typical of Catalan Modernism (fig. 7). The base of the facade wall is 60-80cm high and 15cm thick with English cross bond - alternating rows of headers and stretchers- and topped with a stretcher course; above it, a 5.80 m high central face with Flemish Gothic bond- with headers and stretchers at the same row, breaking the vertical joints - and a cornice with a course of header bricks adorned with historiated details in the perimeter roof drainage system.

3.2. Structural elements of iron and cast iron

The vertical structure is made up of circular cast iron columns from Torras y Guardiola company, they reach a height of 3,70m (diameter 20cm; thickness 20mm). On top of the shaft, in the upper part of the elongated column, a

8a. Sección de las naves 1 y 4. (Fuente: sección de Modest Feu, 1920 (Archivo Histórico Municipal de Cornellà de Llobregat)

8a. Cross sections of buildings 1 and 4 (Source: cross section of Modest Feu, 1920 (Archivo Histórico Municipal de Cornellà de Llobregat)

8b. Ménsula y pernos para la repisa del árbol de transmisión
8b. Cantilever and bolts for the transmission rod

8c. Entrega de los arcos sobre el capitel
8c. Union of the arches to the capital

8d. Pilastra y anclajes exteriores de la repisa
8d. Pilaster and outrigger bolts

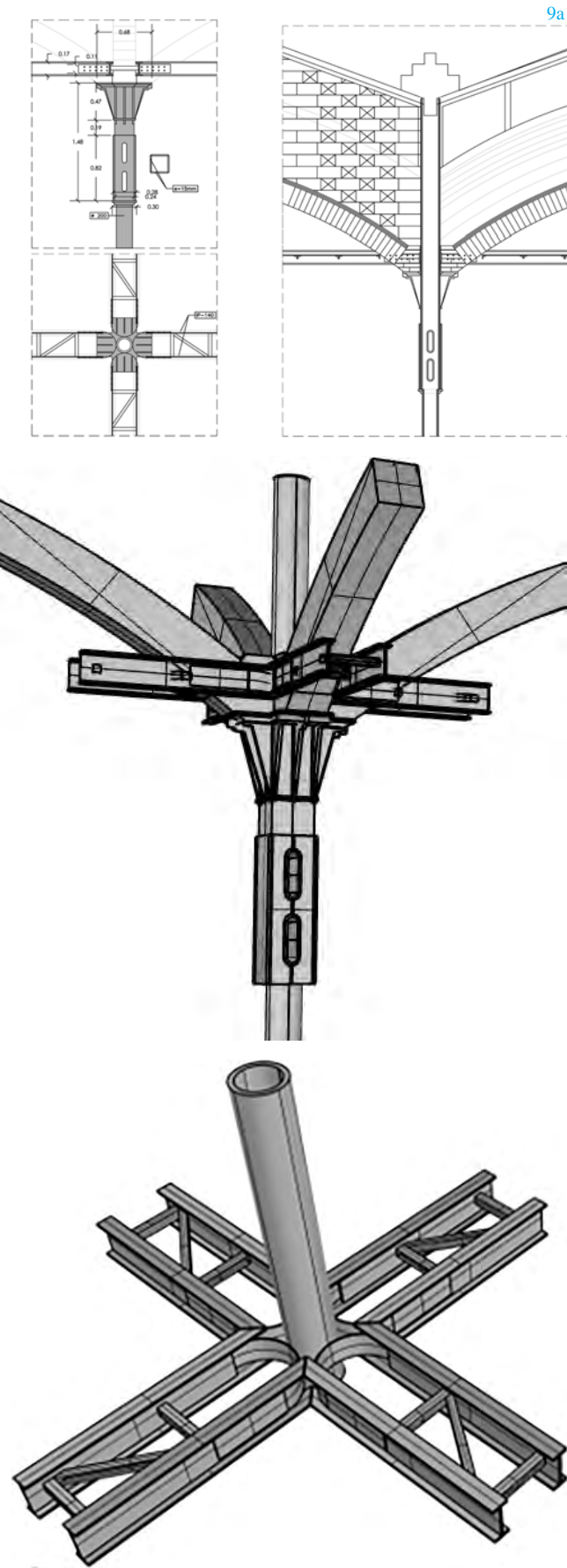
8e. Ménsula en nave 4
8e. Cantilever of building 4

8f. Unión del tirante doble con el arco mediante pendolón
8f. Connection of the double tie-rod to the arch by king posts

(Fuente: fotografías Martín, E. y Vima, S., 2019 / Source: photographs of Martín, E and Vima, S., 2019)

8f





casos parten las bóvedas. La bóveda tabicada es una técnica tradicional muy empleada en la cuenca del mediterráneo desde los siglos XII-XIII (Frattaruolo, 2000) y resultó ser el método más propicio para cubrir espacios industriales durante el siglo XIX-XX, no sólo por su capacidad de superar considerables distancias entre apoyos sino por sus estudiadas propiedades incombustibles (Huerta, 2004; Redondo, 2000). En Cataluña la práctica mayoritaria consistía en realizar tabicados tanto los arcos como las bóvedas para así reducir su masa, a diferencia del pesado sistema inglés de arcos y bóvedas de rosca (Redondo, 2000). Sin embargo, en Can Bagaria la estructura horizontal está a caballo entre el sistema inglés y el catalán, puesto que no renuncia a las características resistentes del arco de rosca ni a la ligereza de la bóveda tabicada. La presencia del perfil vertical embebido en la pilastra sigue patrones conocidos en otros edificios coetáneos (González, 2011; Graus Rovira, 2012) de naves *shed*, donde la estructura porticada (Fig. 11) puede estabilizarse sin necesidad de una gruesa envolvente. El conjunto se atiranta en las dos direcciones con perfiles dobles de ala estrecha que salvan la luz de los arcos y, a su vez, se conectan a estos a través de uno o dos perfiles verticales que dividen su luz según la orientación (un pendolón para la luz de 5 m y dos para la de 8 m) para evitar la flexión de los tirantes. Cabe destacar que las bóvedas de la nave 2 atracan directamente a los muros, y precisan de tirantes de sección circular.

La ligereza y rapidez propia del sistema constructivo no solía precisar de cimbra. Su correcta ejecución dependía de la pericia del albañil encargado, que podía ayudarse de guías para obtener la geometría deseada (Huerta, 2004).

piece of prismatic perforated iron is fitted, which receives the capital with lateral plates. This geometric combination results in a pillar (total height 5.20m) made up of different metals that responds directly to the required functional features (fig. 8). The case contextualization shows that, in the implantation of the factory model in extension (single-story) with respect to the one developed in height, it is common to find columns composed of cast iron and iron elements, as occurs in Ca l'Alie (1853) and Can Marfà (1898), among others.

Cable-stayed iron lattice girders made of two parallel profiles embrace the total thickness of the arches at their start, just above the capitals. The joints between these profiles are made with L-shaped angles (50 mm) arranged obliquely and joined by mechanical rivets (fig.8). The extension of the column on the roof adopts the technical solution of the early 20th century of high-rise buildings, where the extension of the pillars between floors (Rovira y Rabassa, 1900) improved balance and stability by guaranteeing the connection and uninterrupted transmission of loads. Rainwater collection is carried out through gutters that, following the geometry of the vaults, are located coinciding with the roof valleys. The gutters lead the water to the inner drain pipes that run through the interior of the pilasters or pillars (fig. 10).

Las bóvedas de cubierta de la nave 2 muestran la flexibilidad de la técnica en su capacidad de adaptación a formas complejas. La cubierta a dos aguas de las naves 1 y 4 se forma mediante tabiques conejeros construidos sobre las bóvedas.

4. PATOLOGÍA Y POTENCIAL DE RESTAURACIÓN

Los daños presentes en Can Bagaria se encuentran distribuidos de forma generalizada y a tal efecto se ha optado por tipificarlos aportando imágenes de detalle. Cabe señalar fenómenos patológicos asociados a la presencia de agua y a la propia resolución constructiva de determinados encuentros. El agua es el principal agente patógeno del conjunto fabril. Por un lado, se hallan filtraciones en las cubiertas de las cuatro naves, que se manifiestan en forma de manchas de humedad al interior a causa del deterioro de los sistemas de recogida de aguas pluviales (obturación de sumideros y pérdida de estanqueidad e impermeabilización), y en forma de eflorescencias al exterior como consecuencia del transporte de sales por lavado. Por otro lado, se detecta humedad de capilaridad en la base de los muros, cuya causa puede residir en el terreno y/o en la obsolescencia de las arquetas y colectores. La continua presencia de humedad ha provocado la disgregación de los morteros de agarre y la erosión y pérdida de sección de los ladrillos (Figs. 6,13).

El empleo de las columnas compuestas (huecas) como bajantes pluviales ha dado como resultado la oxidación de diversos elementos metálicos (Fig. 13). Esta también afecta a los elementos de anclaje embebidos en la obra de fábrica

3.3. Arches and masonry vaults

In buildings 1, 2 and 4 the horizontal structure consists of a first order of arches and a second order of rectangular segmental ceramic vaults. In building 2, solid brick arches have two courses, the lower course bonded and the upper one with a header brick course, 45cm in total, while in buildings 1 and 4 arches are 30cm thick. In all cases, arches hold ceramic vaults. Masonry tile shell is a traditional technique widely used in the Mediterranean since the 12th - 13th centuries (Frattaruolo, 2000) and it turned out to be the most widely used method to cover industrial spaces during the 19th-20th century, not only due to its ability to achieve considerable distances between supports but also for its incombustible properties (Huerta, 2004; Redondo, 2000). In Catalonia, vaults are commonly tile shell vaults in order to reduce its mass, unlike the heavy English system consisting of solid arches and vaults (Redondo, 2000). However, in Can Bagaria the horizontal structure is halfway between the English and Catalan systems since it does not renounce the resistant characteristics of the solid arches nor the lightness of the masonry tile shells. The presence of the vertical profiles embedded in the pilasters follows patterns known in other contemporary buildings (González, 2011; Graus Rovira, 2012) where a porticoed structure can be stabilized without needing a thick building envelope (fig. 11). The building is cable-stayed in both directions with narrow-wing double beams with a length equal to the span of the arches, and they are connected to these through one or

9b

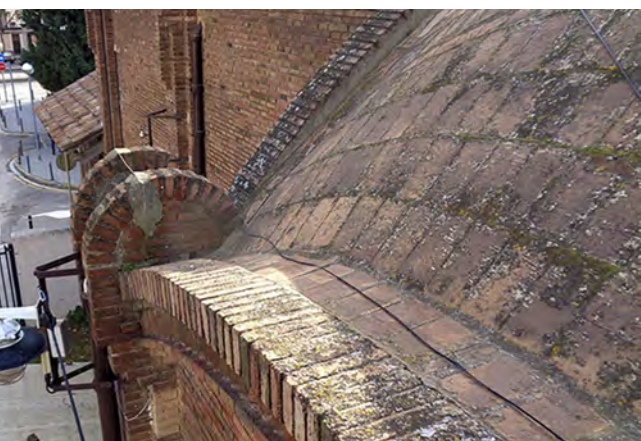


9a. Interpretaciones gráficas de la resolución del capitel y encuentro de los tirantes dobles en celosía (Fuente: elaboración propia)

9a. Graphical interpretations of the resolution of the capital and contact of the double lattice braces (Source: self-made plans)

9b. Interior del pilar. (Fuente: Ayuntamiento de Cornellà de Llobregat (empresa Hidrotec))

9b. Interior of the pillar (Source: Ayuntamiento de Cornellà de Llobregat (Hidrotec company))



10

10. Detalles de la recogida de aguas. (Fuente: Martín, E., 2019)
10. Details of roof drain system. (Source: Martín, E., 2019)
11. Interior de la nave 1. (Fuente: Martín, E., 2019)
11. Building 1 interior. (Source: Martín, E., 2019)
12. Uniones del tirante doble de los arcos de la nave 2. (Fuente: Martín, E., 2019)
12. Connections of the two tie-rods of the arches in building 2. (Source: Martín, E., 2019)

(Figs. 3,14), tanto en las pilastras como en los arcos cerámicos. Por otro lado, la falta de mantenimiento de las cubiertas ha provocado el deterioro y fisuración de las bóvedas de rasilla, especialmente en torno a los lucernarios.

En cuanto a las lesiones de origen mecánico asociadas a determinados encuentros, hay que referirse a la presencia de grietas verticales en las pilastras exteriores en torno a la zona de los estribos embebidos, debidas a las vibraciones generadas por el sistema de transmisión interior (Figs. 9, 14). Se trata de grietas de origen dinámico, típicas del sistema, que con el cese de la actividad fabril devienen pasivas.

El estado actual del edificio es susceptible de reutilización tras una restauración de sus prestaciones constructivas básicas. Estas actuaciones deben abarcar, independientemente del uso que se le asigne, la recuperación de la impermeabilización de las cubiertas y del correcto funcionamiento de los sistemas de desagüe; la reparación y restitución de la estanqueidad de los lucernarios; la restauración de los elementos estructurales afectados por oxidación o corrosión; la reintegración de morteros de agarre y la adopción de medidas anticapilares en fachada; y finalmente, la limpieza superficial de los paramentos interiores y exteriores, y/o la restitución de los revestimientos. Dados los valores histórico-arquitectónicos del edificio, declarado Bien Cultural de Interés Local, los retos de una intervención futura residen en la necesidad de conservar íntegra su envolvente (fachadas y sistema de bóvedas), manteniendo la concepción diáfana interior (polivalente), y compatibilizando estos requerimientos con las exigencias de reducción de la demanda energética y mejora de la accesibilidad.

two king posts depending on the orientation (one for the 5m span and two for the 8m span) that prevent beam bending. The vaults of building 2 are in direct contact with the walls and have circular cross-section braces.

The lightness and speed of the construction system did not usually require a wooden formwork. Its correct execution depended on the skills of the person in charge, who could use guides to obtain the desired geometry (Huerta, 2004). The roof vaults of building 2 show the flexibility of the technique in its ability to adapt to complex shapes. The double pitch roof of buildings 1 and 4 are achieved by means of interior partitions built on top of the vaults.

4. PATHOLOGY AND RESTORATION POTENTIAL

The damages present in Can Bagaria are distributed in a generalized way and for this, it has been decided to classify them by providing detailed images. It is worth noting the pathological phenomena associated with the presence of water and the constructive resolution of certain contacts between elements.

Water is the main pathogenic agent in Can Bagaria. On the one hand, there are water filtrations in the roofs of the four buildings, which can be seen from the interior as damp stains. They occur due to the deterioration of the rainwater collection systems (clogging of inner drains and loss of sealing and waterproofing). There is also external efflorescence that is caused by the transport of salts by



11

12b



12a

12c



washing. On the other hand, capillary dampness is detected at the base of the walls, the cause of which may lie in the ground and/or in the obsolescence of the drainage chambers and collectors. The continuous presence of humidity has caused the disaggregation of mortars and the erosion and loss of material in bricks (figs. 6, 13).

The use of composite empty columns as drainage has resulted in the oxidation of various metallic elements (fig.13). This also applies to anchorages embedded in the masonry (figs. 3, 14), both in the pilasters and in the ceramic arches. Moreover, the lack of maintenance of the roofs has caused the deterioration and cracking of the brick vaults, especially around the skylights.

Regarding the mechanical origin damage which can be related to certain constructive details, it has to be noted the presence of vertical cracks in the external pilasters around the embedded anchorages. They appeared due to the vibrations generated by the internal transmission system (figs. 9, 14). These are cracks of dynamic origin are typical of the system, and have become passive which with the end of the manufacturing activity.

The current state of the building is susceptible to reuse after a restoration of its basic construction features. These actions must cover, regardless of the use assigned to it, the recovery of the waterproofing of the roofs and the correct functioning of the drainage systems; the repair and restoration of the sealing of the skylights;

5. CONCLUSIÓN

La caracterización y el estudio detallado de los edificios que forman el complejo fabril de Can Bagaria permiten ratificar su importancia como obra culminante de la evolución de los sistemas constructivos aplicados en los edificios industriales del final del siglo XIX e inicios del XX en Cataluña. Esta se distingue por la adaptación de la tipología industrial edilicia a los nuevos requerimientos y necesidades derivados de las innovaciones acaecidas en los procesos de producción, donde las correas de la máquina de vapor se sitúan centrales para alimentar los árboles de transmisión (Fig. 1). En tres de sus cuatro naves, los elementos estructurales a base de hierro, fundición, bóvedas cerámicas livianas y atirantamientos metálicos resuelven funcionalmente la extensa cobertura de uso fabril en una sola planta, reservando los muros de ladrillo perimetrales para la doble función de carga y de envolvente exterior. Tipológicamente el espacio diáfano y la estructura porticada de grandes luces permiten el crecimiento en superficie. El uso de materiales refractarios e incombustibles, así como los lucernarios ventilados, satisfacen los requisitos de integridad y salubridad. A diferencia de las naves del Vapor Aymerich, Can Vilumara y Font Batallé, Can Bagaria incorpora lucernarios centrales en las cubiertas de tres naves y añade el innovador pilar compuesto

the restoration of structural elements affected by oxidation or corrosion; the reintegration of mortars and application of anti-capillary measures in facades; and finally, the superficial cleaning of the interior and exterior walls, and/or the restoration of cladding. Given the historical-architectural values of the building, declared a Cultural Asset of Local Interest, the challenges of a future intervention lie in the need to fully preserve its envelope (facades and vault system), maintain the diaphanous interior design (multipurpose), and make these requirements are compatible with the demands of reducing energy demand and improving accessibility.

5. CONCLUSION

The characterization and detailed study of the buildings of Can Bagaria allow us to ratify its importance as the culminating work in the evolution of construction systems applied to industrial buildings at the end of the 19th century and the beginning of the 20th in Catalonia. This is characterized by the adaptation of the industrial building typology to the new requirements and needs derived from the innovations that had occurred in the production processes, where the steam engine belts were centrally located to move the transmission rods (fig. 1). In three of its four buildings, the structural elements based on iron, cast iron, light ceramic vaults and metal braces functionally solve the great need for space in a single-story factory use, giving the brick perimeter walls a double function: structural and facade.

13. Capitel y pilastra. (Fuente: Martín, E. y Comadó, C., 2019)

13. Capital and pilaster. (Source: Martín, E. and Cornadó, C., 2019)

para sostener los árboles de transmisión y albergar la bajante de pluviales en su interior. Asimismo, la técnica constructiva basada en arcos de rosca rebajados atirantados y contrarrestados, permite emplearlos como una incipiente cercha mixta biapoyada y bidireccional, con el cordón superior cerámico comprimido y el inferior metálico traccionado. Esta concepción isostática del conjunto, donde la estructura vertical se desvincula de la horizontal, representa el estadio previo a la introducción de nudos rígidos o articulados en estructuras metálicas.

Constructivamente se mueve entre la industrialización y la tradición, ya que reúne las innovaciones tecnológicas de la época y culmina un proceso que consolida la construcción mixta como un eficiente sistema estructural, como demuestra la resistencia, equilibrio y estabilidad del conjunto un siglo después de su erección. Las formas de aplicación de estas soluciones constructivas y espaciales hacen de Can Bagaria un claro exponente de la construcción fabril en Cataluña en estos años, coincidentes con la expansión de las técnicas en hormigón armado y acero en edificios no residenciales, impulsada por la versatilidad para conseguir geometrías diversas, el avance de los métodos de cálculo y su facilidad en la obtención o elaboración de componentes básicos. 🏭

Typologically, the diaphanous space and the porticoed structure with large spans allow the growth of the ground floor. The use of refractory and fireproof materials, as well as ventilated skylights, meets the integrity and health requirements. Unlike Vapor Aymerich, Can Vilumara, and Font Batallé, Can Bagaria incorporates central skylights on the roofs of three buildings and adds the innovative composed pillar to support the transmission rod and contain a downspout inside. Also, the construction technique based on counteracted and cable-stayed segmental arches, allows the creation of a biaxial and bi-directional composite truss, with the upper ceramic course compressed and the lower metallic rod tensioned. This isostatic conception of the whole, where the vertical structure is detached from the horizontal, represents the initial state of the introduction of rigid or articulated nodes in metallic structures.

Constructively, Can Bagaria moves between industrialization and tradition, as it brings together the technological innovations of the time and culminates a process that consolidates mixed construction as an efficient structural system, as demonstrated by the resistance, balance, and stability of the complex a century after its erection. The forms of application of these constructive and spatial solutions make Can Bagaria a clear exponent of industrial construction in Catalonia in these years, coinciding with the expansion of techniques in reinforced concrete and steel in non-residential buildings, driven by the versatility to achieve diverse geometries, the advancement of calculation methods and their ease in obtaining or elaborating basic components. 🏭



13a

13b





14a
14d



14b



14c
14e



14a. Repisa de sujeción de un árbol de transmisión
14a. Cantilever transmission rod outrigger
14b. Vista exterior del estribo y placa de reparto
14b. Exterior view of the abutment and distribution plate
14c-d-e. Tres vistas del pie derecho embebido en el cerramiento
14c-d-e. Three views of the pillar embedded in the facade

(Fuente: Martín, E., 2019 / Source: Martín, E., 2019)

BIBLIOGRAFÍA / REFERENCES

GUMÀ, R. (1997): *Origen i evolució de les tipologies edificatòries i característiques constructives dels edificis de la indústria tèxtil a Catalunya (Període 1818-1925)*. Tesis Doctoral UPC, Barcelona.

SILVA, M. (2007): “Estabilidad y carácter complementarios: Estructuras metálicas y albañilería en la arquitectura del modernismo catalán.” *V Congreso Nacional de Historia de la Construcción*. Burgos, pp. 895-906.

ROVIRA Y RABASSA, A. (1900): *El Hierro, sus cortes y enlaces*. Librería de Ribó y Marín, Barcelona.

GER Y LOBEZ, F. (1898): *Tratado de construcción civil. Atlas*. Establecimiento tipográfico La Minerva Extremeña, Badajoz.

CASIMIR BARBEROT, J.-E. (1921): *Tratado Práctico de Edificación*. 1927. Traducido de la 5ª edición francesa por L. Álvarez Valdés. Gustavo Gili Ed., Barcelona.

KERSTEN, C. (1929): *Empleo del hierro en la construcción*. Editorial Canosa, Barcelona.

LACUESTA, R., GONZÁLEZ, X. (2017): *El modernisme perdut: Sants i Les Corts*. Ed. Base, Ajuntament de Barcelona, Barcelona.

RAVETLLAT, P. J., DÍAZ, C. (2017): *La transformación de los edificios industriales textiles en Cataluña*. Ediciones UPC, Barcelona.

Página Web “Espais recobrats, els nous usos del patrimoni industrial català”:
<https://www.espaisrecobrats.cat/can-vilumara-ies-can-vilumara>

BENAVENT, P. (1967): *Cómo debo construir. Manual práctico de construcción de edificios*. Bosch Casa Editorial, Barcelona.

FRATTARUOLO, M. (2000): “Las bóvedas in folio: tradición y continuidad”. *III Congreso Nacional de Historia de la construcción*. Sevilla, pp. 327-334.

HUERTA, S. (2004): *Arcos, bóvedas y cúpulas: Geometría y equilibrio en el cálculo tradicional de estructuras de fábrica*. Instituto Juan de Herrera, ETSAM, Madrid.

REDONDO, E. (2000): “Las patentes de Guastavino & Co. en Estados Unidos (1885-1939)”. *III Congreso Nacional de Historia de la Construcción*. Sevilla, pp. 895-905.

GONZÁLEZ, J. L. (2011): “Los sistemas de estribado de las bóvedas tabicadas del Hospital de Sant Pau Barcelona: tirantes, zunchos y pórticos.” *VII Congreso Nacional de Historia de la Construcción*. Santiago de Compostela, pp. 583-592.

GRAUS ROVIRA, R. (2012): *Modernització tècnica i Arquitectura a Catalunya, 1903-1929*. Tesis Doctoral UPC, Barcelona.

AGRADECIMIENTOS / ACKNOWLEDGEMENTS

Los autores quisieran agradecer la atención recibida por los técnicos del Ayuntamiento de Cornellà de Llobregat y por el Archivo municipal, en cuanto a la entrega de documentación histórica y técnica, las facilidades de acceso al recinto y la realización de prospecciones de diversa índole para el estudio del complejo fabril / The authors would like to thank the attention of the Cornellà de Llobregat City Council and the Municipal Archives for providing us with historical and technical documentation, the ease of access to the factory and for conducting architectural inspections for this study.