

LA REPRESENTACIÓN GRÁFICA EN LAS PRIMERAS PATENTES DE HORMIGÓN ARMADO DEPOSITADAS EN LA OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES

THE GRAPHIC REPRESENTATION IN THE FIRST REINFORCED CONCRETE PATENTS FILED IN THE SPANISH PATENT OFFICE

Andrés Abásolo Alcázar; orcid 0009-0002-7467-7877

Francisco Domouso De Alba; orcid 0000-0002-0392-9582

UNIVERSIDAD EUROPEA DE MADRID

doi: 10.4995/ega.2024.20396

La materia prima de este artículo son los dibujos inéditos de patentes de hormigón armado de finales del siglo XIX y principios del siglo XX de pioneros europeos de esa tecnología, documentadas en la Oficina Española de Patentes y Marcas. En este artículo se estudia cómo esta evolución técnica interpela al dibujo arquitectónico y de ingeniería, poniendo el foco en las tensiones entre el carácter individual de estos dibujos, y su faceta más uniformadora y estandarizada que tratarán de imponer las grandes asociaciones de estándares gráficos europeos, como la *British Standards Institution* o la *Normenausschuss der Deutschen Industrie*.

PALABRAS CLAVE: DIBUJO, PATENTES, HORMIGÓN ARMADO, ESTANDARIZACIÓN.

The raw material of this article are the unpublished drawings of reinforced concrete patents of the late nineteenth and early twentieth centuries by pioneers of this technology, documented in the Spanish Patent and Trademark Office. In this article, it is studied how this technical evolution challenged architectural and engineering drawing by highlighting the tensions between the individual character of these drawings and their more uniforming and standard that the leading associations of European graphic standards will try to impose, like the British Standards Institution or the Normenausschuss der Deutschen Industrie.

KEYWORDS: DRAWING, PATENTS, REINFORCED CONCRETE, STANDARIZATION



1. Introducción

A partir de la segunda mitad del siglo XIX, se produce en Europa y Norteamérica la revolución tecnológica más rápida y trascendente de la reciente historia de la construcción: la invención del hormigón armado. En este periodo surge, en el contexto de la segunda revolución industrial y en el ámbito de la construcción, un “producto” que aspiraba a dar una solución definitiva a los nuevos retos que planteaba la ingeniería civil y la nueva arquitectura industrial.

Por otro lado, estas innovaciones, ante la gran competencia emergente y el acercamiento de la construcción a la industrialización, comenzaron a ser registradas en las *oficinas de patentes*. De esta manera, se protegía la invención y se intentaba rentabilizarla económicamente, de modo análogo a otros diseños industriales. En 1791 Francia creó la primera ley de patentes “moderna” del mundo. En España, históricamente muy influenciada por las novedades de su vecino, este modo de hacer y registrar la invención influiría notablemente.

Patente (“*patens, patentis*”) significa originariamente “hacer accesible”, “estar abierto”, o, en otras palabras, ser compartido, *comunicar* un conocimiento, como puede ser una solución técnica. En el ecosistema industrial, esa comunicación descansó, prioritariamente, sobre el pilar del dibujo, en la *comunicación gráfica*.

En otro orden de cosas, estos repositorios de patentes, auténticas bibliotecas de la historia del dibujo técnico en la escala constructiva, encierran exploraciones y tensiones: las que se dieron en la historia

del dibujo constructivo, en su proceso de lucha entre las tendencias *singulares y personalistas* propias del dibujo arquitectónico e ingenieril, y la incipiente inclinación hacia la *unificación gráfica* que iba demandando la segunda revolución industrial en su meta hacia la estandarización de las soluciones constructivas. No es casual que el establecimiento de la normalización del dibujo como lenguaje gráfico unificado se produzca en este periodo, cuya sublimación a nivel nacional en los países pioneros se dará durante las dos primeras décadas del siglo XX: *British Standards Institution* (1901) –BSI– Institución Británica de Normalización y la *Normenausschuss der Deutschen Industrie* (1917) –NADI– Asociación de Estándares de la Industria Alemana, o futura DIN. Y a nivel europeo, en 1946, mediante la creación de las *Normas ISO*, tal y como nos recuerda Inmaculada López Vílchez en su artículo ‘Procesos, técnicas y tecnologías’. En ese sentido, aportando más detalles sobre lo que implica tal unificación, esta autora indica que: “Estas normas atañen a los sistemas de representación, a las convenciones relativas a los elementos con los que se representan (acotación, formatos, tipologías de líneas, materiales...) y a las diversas técnicas representativas (cortes, secciones, roturas...)” (López-Vílchez 2011, p. 202”).

Así pues, desde esta perspectiva, se enfoca este artículo, estudiando los dibujos de patentes como tanteos de un lenguaje gráfico propio, necesario para dar un impulso a la “industrialización”, en una lucha entre el lenguaje *individual* y el *colectivo*.

1. Introduction

From the second half of the nineteenth century, the fastest and most important technological revolution in the recent history of construction occurred in Europe and North America: the invention of reinforced concrete. In this period, in the context of the second industrial revolution, a ‘product’ emerged in the field of construction that sought to provide a definitive solution to the new challenges posed by civil engineering and new industrial architecture. Moreover, in view of the emerging large-scale competition and the growing industrialisation of construction, these innovations started to be registered in *patent offices*. This protected inventions and enabled them to be made economically profitable in a similar way to other industrial designs. In 1791, France passed the world’s first ‘modern’ patent law. This way of making and registering inventions would have a notable influence in Spain, which has historically been strongly influenced by innovations in its neighbour. Patent (*‘patens, patentis’*) originally meant ‘to make accessible’, ‘to be open’, or, in other words, to be shared, *communicating* a piece of knowledge, such as a technical solution. In the industrial environment, this communication rested, first and foremost, on the pillar of the drawing, the *graphical communication*.

On another level, these repositories of patents, veritable libraries of the history of technical drawing in the field of construction, preserve the explorations and tensions that occurred in the history of structural drawing, in its process of struggle between the *singular and personalist* tendencies typical of architectural and engineering drawings, and the emerging inclination towards the *graphical unification* that the second industrial revolution demanded in its effort to standardise building solutions. It is no coincidence that the establishment of standardisation of the drawing as a unified graphical language occurred in this period, and its adoption at a national level in the pioneering countries would take place over the first two decades of the twentieth century: the *British Standards Institution* (1901) –BSI– and the *Normenausschuss der Deutschen Industrie* (1917) –NADI– the Association of Standards of German Industry, the future DIN. And at a European level, in 1946, through the creation of the *ISO standards*, as Inmaculada López Vílchez recalls in her article ‘Procesos,

técnicas y tecnologías'. In this sense, giving more detail about what such unification involves, she states that: "These norms concern the systems of representation, the conventions relating to the elements using for representation (dimensioning, formats, types of lines, materials...) and to the diverse representational techniques (cutaways, sections, partial sectional views, etc.)" (López Vílchez 2011, p. 202).

So, from this viewpoint, this article focusses on studying patent drawings as early attempts at finding a distinctive graphical language needed to give an impetus to 'industrialisation' in a struggle between *individual* and *collective* language.

2. Historical context and antecedents

Before undertaking the graphical analysis of the features of the representation of patents, a brief overview of drawings of structural details in the nineteenth century is needed that suggests and outlines the sources on which patent drawings rely.

This family of images, as is well known, is based more firmly than other architectural drawings on the systems of codification established by Gaspar Monge in 1798, as Jorge Sainz explains in the epigraph 'La ciencia del dibujo y el lenguaje de la arquitectura' from his work *El dibujo de arquitectura*: 'According to Monge's laws, each object can be reproduced, within a particular system of representation, unambiguously and independently of the material executor of the drawing' (Sainz 1990, p. 52), thus marking the path towards a tendency to standardise and neutralise the character of graphic representation. In this way, it is stipulated that the different *dialects* of the drawing are unified in 'an authentic *system of communication*' (Sainz 1990, p. 52). Sainz also notes the value of Luigi Vagnetti's outlook when he refers in his work *L'Architetto nella storia di Occidente* to Monge's graphical method as a '*science of drawing*' (Sainz 1990, p. 52), which coexists and competes with '*the art of drawing*' (with more options for developing character, for providing more subjective variables).

That said, it is necessary to consider that the emergence of Monge's graphical method in the early nineteenth century, with the line becoming the principal element at the expense of colour and texture, is not a sudden

2. Contexto histórico y antecedentes

Antes de abordar el análisis gráfico de la representación de las patentes atendiendo a su carácter, es necesario hacer un breve recorrido por el dibujo del detalle constructivo del siglo XIX, que intuye y esboza las fuentes de las que beberá el dibujo de las patentes.

Esta familia de imágenes, como es bien conocido, se sustenta de un modo más firme que otros dibujos de arquitectura, en los sistemas de codificación establecidos por Gaspar Monge en 1798, tal y como explica Jorge Sainz en el epígrafe "La ciencia del dibujo y el lenguaje de la arquitectura" de su obra *El dibujo de arquitectura*: "Según las leyes de Monge, cada objeto se puede reproducir, dentro de un determinado sistema de representación, de un modo unívoco e independiente del ejecutor material del dibujo (Sainz 1990, p. 52)", marcando así el camino hacia una tendencia a la uniformización y neutralización del carácter de la representación gráfica. De este modo, se prescribe que los distintos *dialectos* del dibujo se unifiquen en "un auténtico *sistema de comunicación*" (Sainz 1990, p. 52)". Igualmente, Sainz pone en valor la mirada de Luigi Vagnetti al referirse en su obra *L'Architetto nella storia di Occidente* al método gráfico de Monge como una "*ciencia del dibujo*" (Sainz 1990, p. 52)", que convive y compite con *el arte del dibujo* (con más opciones de desarrollo de carácter, por aportar más variables subjetivas).

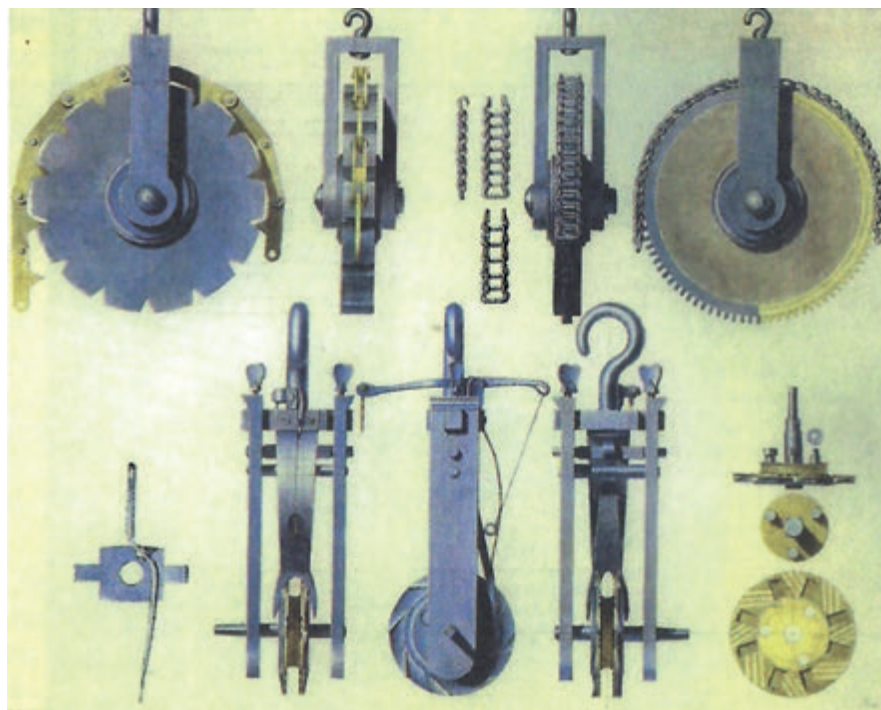
Ahora bien, hay que tener en cuenta que el nacimiento del método gráfico de Monge a comienzos

del siglo XIX, donde la línea comienza a ser el elemento protagonista en detrimento del color y la textura, no se impone de un modo súbito, ni desmonta de golpe el andamiaje gráfico de su época. Por el contrario, convivirá durante largo tiempo mezclándose con la técnica de dibujo más utilizada en la época, contaminando el dibujo del detalle constructivo propio de la arquitectura y la ingeniería. Nos referimos a la técnica del *lavado*, donde sombras, texturas y tonos son recreados mediante *acuarelas líquidas* para dar una apariencia corpórea al objeto arquitectónico-industrial, tal y como subraya López Vílchez en el artículo mencionado anteriormente (López-Vílchez 2011, p. 217). A tal efecto, se toma, como un primer punto de partida de este recorrido un dibujo de una *colección de poleas* (Figura 1) seleccionado por esta autora, donde el color y la sombra son los protagonistas de una ilustración de detalle ingenieril, el cual representa materiales mediante códigos de color naturalistas (el *azul de Prusia* se asocia al hierro fundido, el *siena tostado* se asocia al cobre, etc.). Así, partiendo de esta imagen, se ira avanzando hacia casos posteriores donde color y realismo irán perdiendo presencia en favor de la línea y la codificación abstracta, en un proceso de "destierro del color (López-Vílchez 2011, p. 214)", tomando prestadas las palabras de López Vílchez. Esta evolución se irá dando conforme se haga más evidente la necesidad de que la copia, reproducción o *re-presentación repetida* del mismo dibujo (sobre lo que profundizaremos más adelante), gane peso respecto a su mera *presentación*



1. Ejemplo de técnica de lavado: Colección de poleas, hacia 1800. Fuente: López Vílchez, Inmaculada, ed. 2011. 'Procesos, técnicas y tecnologías'. en *Dibujo y construcción de la realidad*, editado por Lino Cabezas et al., Madrid: Cátedra. p. 217.

1. Example of the wash technique: Collection of pulleys, circa 1800. Source: López Vílchez, Inmaculada, ed. 2011. 'Procesos, técnicas y tecnologías'. in *Dibujo y construcción de la realidad*, edited by Lino Cabezas et al., Madrid: Cátedra. p. 217.



1

única, pensada en muchos casos en contextos de concurso/encargo, más que en situaciones industriales.

Antes de entrar en el análisis de las patentes objeto de estudio, nos detenemos en tres dibujos de Labrouste, Viollet le Duc y Schinkel (Figuras 2, 3 y 4), por entender que la influencia de estas figuras de referencia y sus estrategias de dibujo del detalle constructivo –con la entrada en escena del acero– marcaron, directa o indirectamente, la cultura gráfica de los futuros inventores ante el reto de representar el hormigón armado. Además, se vislumbra en estos tres autores el comienzo de la transición entre la incipiente tendencia hacia la estandarización –la ciencia del dibu-

jo– y la pertinaz fuerza del carácter más personal –el arte del dibujo. Asimismo, se anticipan en estos tres ejemplos aspectos que reaparecerán en los dibujos de patentes, tales como las vistas en *figuras*, en dos o tres dimensiones, que beben entre otras fuentes de *L'Encyclopédie* de Diderot y D'Alambert, y los códigos tonales, que aportan a estos dibujos una impronta personal que permite identificar al autor por el uso que hace de texturas y sombras.

3. Análisis gráfico de patentes

Entrando en la radiografía de las patentes de hormigón armado documentadas a partir de los expedientes originales depositados en

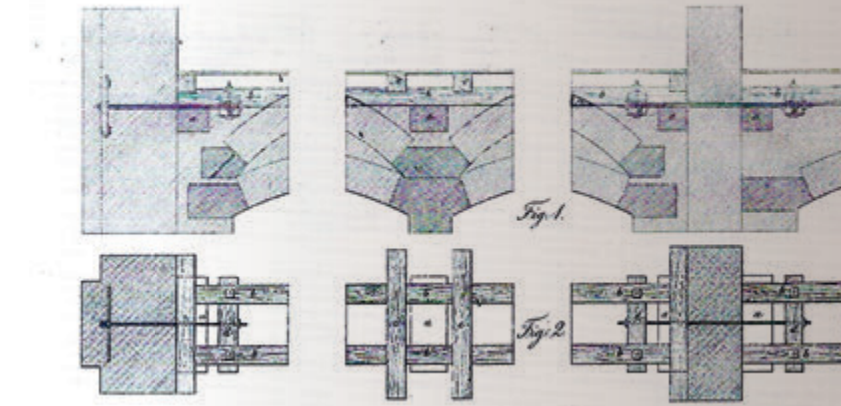
process and it does not abruptly dismantle the graphical scaffolding of its period. Instead, it coexists for a long time, combining with the drawing technique most used in the period and influencing the drawing of structural details characteristic of architecture and engineering. We refer to the *wash* technique, where shading, textures, and tones are recreated using *liquid watercolours* to give a corporeal appearance to the architectural-industrial object, as López Vílchez underlines in the article mentioned above (López Vílchez 2011, p. 217). To this effect, we use a drawing of a *collection of pulleys* (Figure 1), selected by this author, as a starting point for this journey. In it, colour and shade play leading roles in an illustration of engineering detail, which represents materials by means of naturalistic colour coding (*Prussian blue* for cast iron, *burnt sienna* for copper, etc.). Starting from this image, we move on to later cases where colour loses ground in favour of lines and abstract coding, in a process of 'exile of colour', in the words of López Vílchez (2011, p. 214). This development comes about as the need for copying, reproduction, and *repeated re-presentation* of the same drawing becomes apparent (which we consider in more depth below), gaining weight compared with its mere *single presentation*, conceived in many cases in contexts of contest/assignment, more than in industrial situations. Before undertaking the analysis of patents that is the subject matter of this study, we will consider three drawings by Labrouste, Viollet le Duc, and Schinkel (Figures 2, 3, and 4), as we believe that the influence of these important figures and their strategies for drawing structural details – with the emergence of steel – directly or indirectly shaped the graphical culture of future inventors when they faced the challenge of depicting reinforced concrete. In these three authors we can also distinguish the start of the transition towards the emerging tendency to standardisation – the science of drawing – and the stubborn presence of the more personal character – the art of drawing. These three examples also anticipate aspects that would reappear in patent drawings, such as views in *figures*, in two or three dimensions, that, among other sources, drew on the *Encyclopédie* of Diderot and D'Alambert, and the tonal codes that give these drawings a personal imprint that makes it possible to identify the authors through their use of textures and shading.

3. Graphical analysis of patents

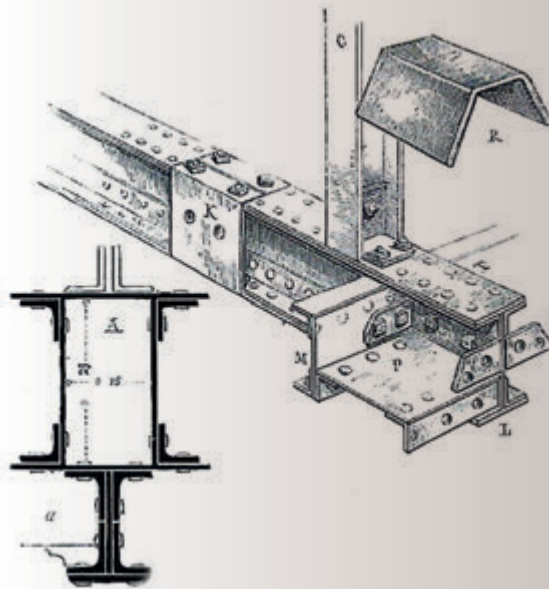
Starting our overview of patents for reinforced concrete taken from the original files deposited in the *historical collections of the Spanish Patents and Trademarks Office (OEPM)*, we will analyse a series of selected cases.

This journey begins with the gardener and inventor Joseph Monier, one of the pioneers of the technique of reinforced concrete, and a precursor to its diffusion. His drawing in patent 6156, representing various reinforced concrete pieces (Figure 5), deposited in Spain in 1886, partly connects with the tradition of structural drawings from the mid-nineteenth century, mentioned previously (numbered figures that represent different objects or plan views of them, pursuing the maximum transparency of the construction solution). And, although this representation is not a milestone that inaugurates a graphical lineage, it stands out as a prelude to following series for its focus on graphical technicality and minimalism, which, as shown below, will be a constant from now on within the graphical diversity of later cases.

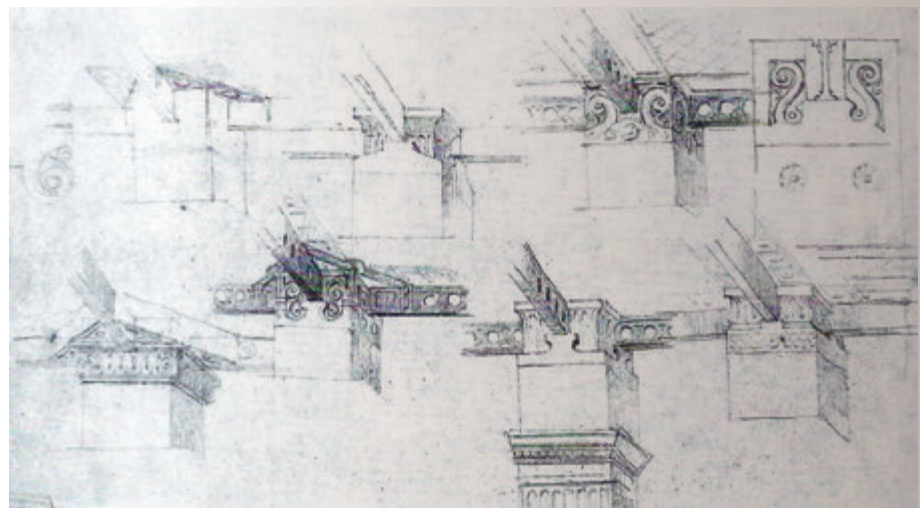
Following Monier's graphical introduction, we consider a series of black and white drawings from patents by two authors whom we could link to each other: the Frenchman François Hennebique and the German Franz Habrich. The reason for focusing on these two inventors is that we see the drawings from these patents as a transition between the previous more personal graphical style and the emerging standardised technical drawings. More specifically, we highlight how Hennebique's patent 13652 for a *System of metal and cement beams* (Figure 6), in a similar way to Violet le Duc, shows the reinforced-concrete floor slab in cross sections in different positions to make its multiple layers more visible and didactic, clearly representing the position of the framework within the concrete mass. In this way, perspective is used to complement the cross-sections, helping to understand the functioning of the patent and its construction process through successive layers. In addition, these perspectives have features reminiscent of the artistic (with evocations of texture drawing), where the vanishing points and scales change. The materials are also displayed in a didactic but also partly aesthetic way, with the use of rich textures, stippling



2



3

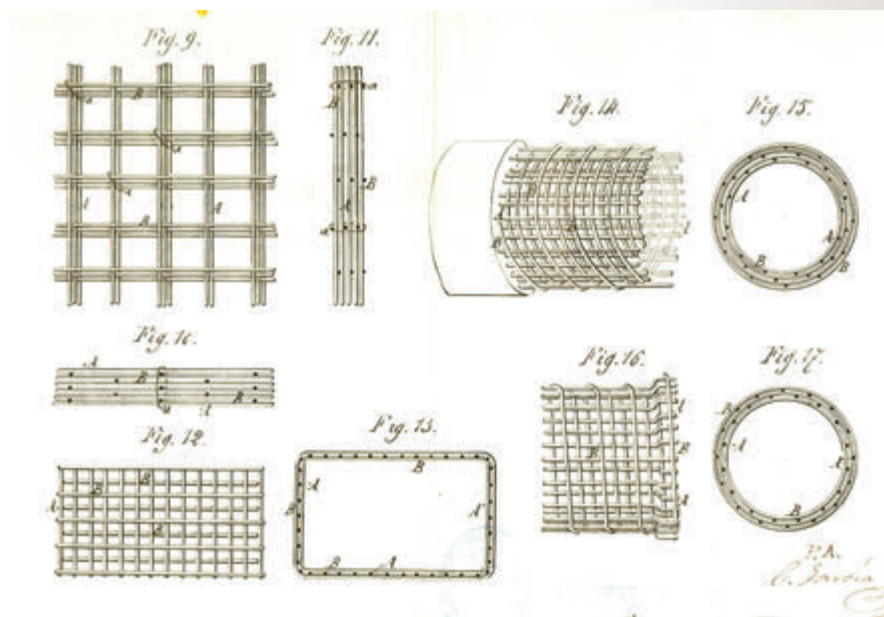


4



2. *Bauakademie, Berlín. Detalle constructivo.* Fuente: Schinkel (1836). *Allgemeine Bauzeitung für den öffentlichen Baudienst* (editor Förster, L)
3. *Detalles constructivos de Proyecto de bloque de viviendas.* Fuente: Violet le Duc (1871). *Entretiens sur l'architecture*, vol. 2. Atlas.
4. *Biblioteca de Sainte-Geneviève.* Fuente: Labrouste (1847).
5. *Patente española 6156, Plano 1/2.* Fuente: Monier (1886). OEPM.

2. *Bauakademie, Berlín. Construction detail.* Source: Schinkel (1836). *Allgemeine Bauzeitung für den öffentlichen Baudienst* (editor Förster, L)
3. *Construction details of a Project for a block of dwellings.* Source: Violet le Duc (1871). *Entretiens sur l'architecture*, vol. 2. Atlas.
4. *Biblioteca de Sainte-Geneviève.* Source: Labrouste (1847).
5. *Spanish patent 6156, Elevation 1/2.* Source: Monier (1886). OEPM.



5

los fondos históricos de la Oficina Española de Patentes y Marcas, (OEPM), se procede a analizar una serie de casos seleccionados.-

Se inicia este recorrido con el jardinero e inventor Joseph Monier, uno de los pioneros de la técnica del hormigón armado, y precursor de su difusión. Su dibujo de la patente 6156, representando diferentes piezas de hormigón armado (Figura 5), depositada en España en 1886, entronca, en parte, con la tradición de los dibujos constructivos de mediados del siglo XIX a los que se ha hecho referencia anteriormente (figuras numeradas que representan distintos objetos o visiones planas de los mismos, buscando la máxima transparencia de la solución constructiva). Y, sin que esta representación sea un hito que inaugure un linaje gráfico, destaca

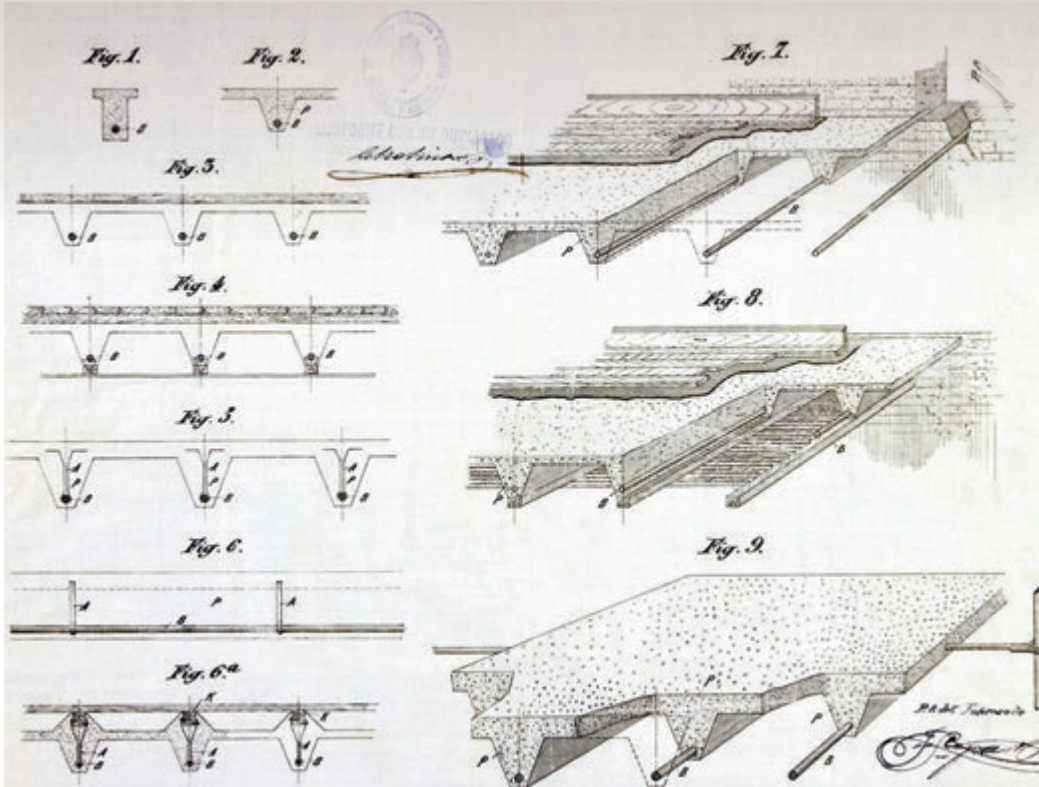
como prelude de las siguientes series, por su acento en el tecnicismo y minimalismo gráfico, que, como se comprobará, será una constante a partir de ahora dentro de la diversidad gráfica de casos posteriores

Tras esta introducción gráfica de Monier, nos detenemos en una serie de dibujos en blanco y negro de patentes de dos autores que podríamos vincular entre sí: el francés François Hennebique y el alemán Franz Habrich. El motivo de poner foco en estos dos inventores es que entendemos los dibujos de estas patentes como una transición entre los antecedentes gráficos más personales y los incipientes dibujos técnicos y normalizados. Por ser más concretos, destacamos en el caso de la patente 13652 de un *Sistema de viguetas de metal y cemento* (Figura 6), de Hennebique,

and shading. In contrast with this language, the sections are drawn in a more sober and technical way with a less personal character. A similar thing happens with patent 25990 (Figure 7) by the same author (*System of retaining walls for railway platforms*), which shows a wall that anticipates reinforced concrete prefabrication. This proposal, without a scale, represents in the isometric view of the retaining wall (more typical of the standardised language than perspective), different intensities of hatching to suggest volumes and shading, and not to define the material. Nonetheless, the material is represented in the left section, in a very realistic way (stippling and grains of concrete).

Similarly, in his application for a patent for *A perfected procedure for structures with applications of concrete with a spiral steel core* Franz Habrich provides a very personal graphical representation, based on a graphic recalling the detail of the *Bauakademie* of Schinkel that combines the didactic (wood) with the aesthetic (wood grain), precisely differentiating between the system of metal reinforcing bars and the concrete mass (Figure 8). In this case, unlike Hennebique, another layer (wood) is added, which represents the formwork or mould necessary for making the floor slab.

In the drawings by Hennebique and Habrich, the different layers of materials are shown with a black/white code, because the thickness of the cross sections make it possible to introduce different, visible textures. In other cases, as in the patents for posts and tubes by Eduardo González Hervás, Jose Enrique Mayán, Eduardo Vasallo, and Lorenzo de la Tejera, the limited thickness of certain cross sections and their different layers again suggest reclaiming colour, abandoned in other graphical styles from the same period, as a strategy for being able to distinguish the different materials more clearly. With this we identify another graphical family where colour makes it possible to make visible things that would otherwise go unnoticed, following the premises of colour codes – not necessarily realistic but in certain abstract cases for pure convenience of functional communication – to represent different intermixed materials, typical of the reinforced concrete technique. Accordingly, Mayán's patent for *a reinforced-concrete tube* (Figure 9), shows steel in blue (as in the example of the *Collection of pulleys* from 1800,



6

which we discussed in the introduction to this article), the concrete mass in *orange*, and the formwork in *red*.

Besides that, the colouring techniques in the world of the graphic representations of patents, such as those applied by the Spaniards Hervás, Mayán, Vasallo, and de la Tejera, were destined to disappear in favour of monochrome or black and white reproduction, easier to copy to achieve greater dissemination. And here we again turn to López Vilchez, who recalls the following in her article 'Procesos, técnicas y tecnologías': 'The progressive loss of colour happens because of the need to copy and reproduce drawings' (López Vilchez 2011, p. 217). In this text, the author lists the different methods of copying in chronological order: manual ones, such as copying or tracing by draughtsmen; electro-mechanical ones like heliography (as in the example shown in Michelena's patent for posts of 1904, Figure 10); techniques of carbonless copying, photography; etc.

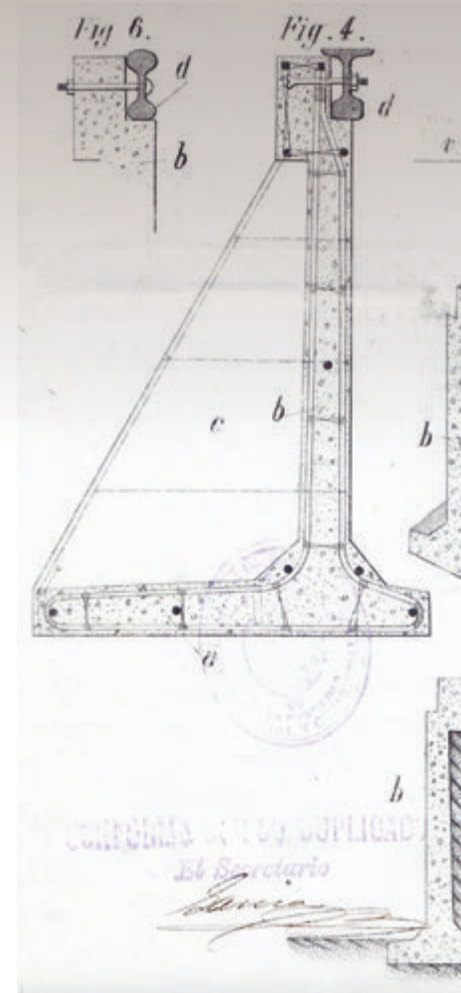
All of these processes are slow and costly in the time period analysed in this article (1886–1906), but even so, they become necessary in the slow process of industrialisation of

De modo equivalente a Violet le Duc, se muestra seccionado el forjado de hormigón armado en diferentes posiciones para hacer más visibles y didácticas sus múltiples capas, representando claramente la posición de la armadura dentro de la masa de hormigón. De esta manera, la perspectiva trabaja de modo complementario con las secciones, que ayudan a entender el funcionamiento de la patente y su proceso constructivo por capas sucesivas. Por añadidura, estas perspectivas tienen reminiscencias cercanas a lo artístico (con evocaciones al dibujo de mancha), en las que cambian los puntos de fuga y las escalas. Además, los materiales se ofrecen desde un punto de vista didáctico, pero también, en parte, estético, mediante el uso de texturas ricas, punteados y sombras.

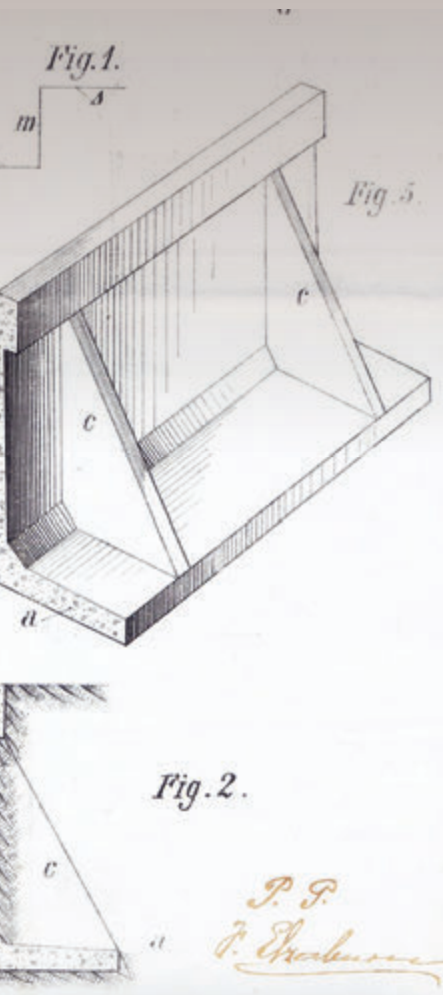
En contraposición a este lenguaje, las secciones se dibujan de modo sobrio, técnico y con un carácter menos personal.

Algo similar ocurre con la patente 25990 (Figura 7) del mismo autor (*Sistema de muros de contención para andenes de vías férreas*), donde se representa un muro que anticiparía la prefabricación en hormigón armado. En esta propuesta, sin escala, se representa en la isometría del muro de contención (más propia del lenguaje normalizado que la perspectiva), un rallado de distintas intensidades para sugerir volumetrías y sombras, y no para definir el material. Sin embargo, el material sí es representado en la sección izquierda, de un modo muy realista (punteado y granulado de hormigón).

De un modo similar, Franz

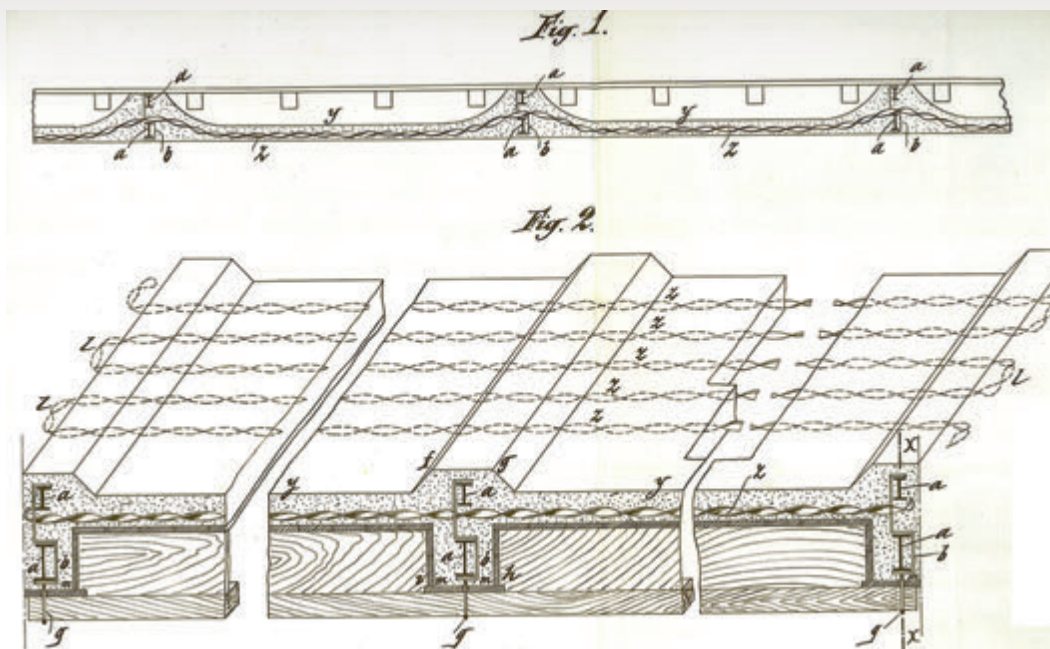


7



6. Patente española 13652, Plano 1/2. Fuente: Hennebique (1892). OEPM.
 7. Patente española 25990, Plano 1/1. Fuente: Hennebique (1900). OEPM.
 8. Patente española 28592, Plano 1/2. Fuente: Habrich (1901). OEPM.

6. Spanish patent 13652, Elevation 1/2. Source: Hennebique (1892). OEPM.
 7. Spanish patent 25990, Elevation 1/1. Source: Hennebique (1900). OEPM.
 8. Spanish patent 28592, Elevation 1/2. Source: Habrich (1901). OEPM.



8

Habrich, aborda en su propuesta de patente de *Un procedimiento perfeccionado para construcciones con aplicaciones de hormigón con alma de hierro espiral*, una representación gráfica muy personal, apoyándose en un grafismo que, recordando al detalle de la *Bauakademie* de Schinkel, combina lo didáctico (madera) con lo estético (veta de la madera), diferenciando con precisión el sistema de armaduras metálicas y la masa de hormigón (Figura 8). En este caso, a diferencia de Hennebique, se añade otra capa más (la madera), que representa el encofrado o molde necesario para la ejecución del forjado.

En los dibujos de Hennebique y Habrich se vislumbran las distintas capas de materiales mediante un código blanco/negro, porque

los grosores de las secciones permiten introducir texturas diferenciadas y visibles. En otros casos, como se comprueba en las patentes de postes y tubos de Eduardo González Hervás, Jose Enrique Mayán, Eduardo Vasallo y Lorenzo de la Tejera, el escaso grosor de ciertas secciones y sus distintas capas invita a rescatar de nuevo el *color*, abandonado en otros grafismos del mismo periodo, como estrategia para poder distinguir con mayor nitidez los diferentes materiales. Con ello identificamos otra familia gráfica donde el color permitirá hacer visible lo que de otro modo pasaría desapercibido, siguiendo las premisas de los *códigos de colores* –no necesariamente realistas sino en ciertos casos abstractos por pura conveniencia de comunicación funcional– para

construction. In fact, it was the physicist Chester Carlson who, working in a patent office and personally enduring the slow and laborious process of making copies through the photography–development process of the period, would invent xerography, initially called electrophotography. This technique, which Carlson patented in 1938, came to be implemented two decades later, and so its very real graphical impacts did not affect patents in the period studied. In any case, however slow and expensive the manual or mechanical reproduction of original elevations from the patents filed between 1886 and 1906, this copying was part of their life cycle and was necessary for their dissemination. Considering another graphic family, we have selected the patents for *T-section prefabricated beams*, by Oscar Lavanchy (Figure 11) who was of Swiss origin and for *Lattice beams* by the architect Franz Visintini who was also Swiss, from 1906 (Figure 12). These proposals, in a similar way to the previous ones, display constructional advances and shortcomings. So, Lavanchy's patent can be said to suggest a type of prefabricated reinforced concrete floor slab. We understand that these patents



are not foreign to a period in which colour is on the retreat while techniques for mechanical copying are emerging. This makes it necessary to devise a new way to represent the materials in black and white, as an early example of what the material conventions of standards bodies would entail. This model announces itself, among other signs, by means of the use of abstract texture as a *material code* in an effort to conceptualise materials in a way that facilitates their identification. Consequently, over a very few years, the drawn textures of the sections of the concrete go from being represented by naturalistic stippling that imitates the real texture to abstract diagonal hatching, as shown in the representations from the patents of Lavanchy and Visintini. Another emerging trend is the choice of axonometry in three-dimensional representations (as Hennebique did in his patent for *Railway walls*), which would become dominant in the standardised systems instead of perspective, which is more artistic and less precise with regards to angles and measurements. We also note that the soft shading and textures apparent in the graphical representations in the patents of Hennebique or Habrich simply disappear in Lavanchy and Visintini, with the drawing coming to be purely linear. Finally, we consider the patents by the engineer De Granda Callejas, the German engineer Hans Bayer, and the Belgian engineer Joseph Sacrez (Figures 13, 14, and 15

9. *Patente española 6997. Plano 1/1. Fuente: Mayán (1887). OEPM.*
 10. *Patente española 34953. Fuente: Michelena (1904). OEPM.*
 11. *Patente española 37371. Plano 1/1. Fuente: Lavanchy (1906). OEPM.*
 12. *Patente española 31097. Plano 1/1. Fuente: Visintini (1906). OEPM.*

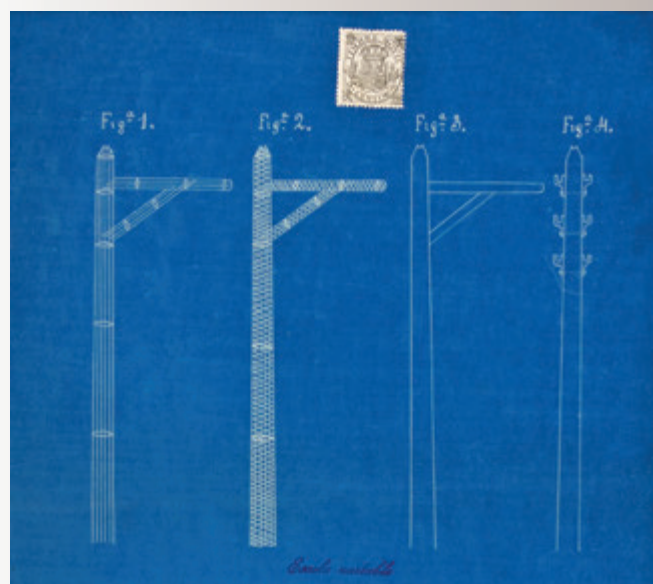
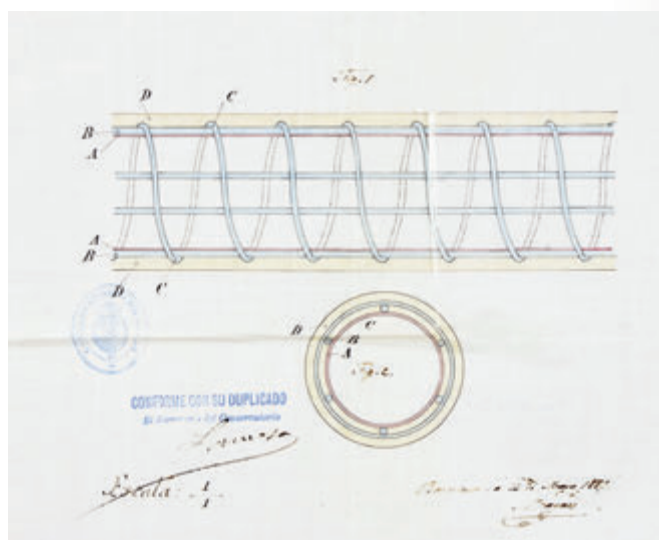
9. *Spanish patent 6997. Elevation 1/1. Source: Mayán (1887). OEPM.*
 10. *Spanish patent 34953. Source: Michelena (1904). OEPM.*
 11. *Spanish patent 37371. Elevation 1/1. Source: Lavanchy (1906). OEPM.*
 12. *Spanish patent 31097. Elevation 1/1. Source: Visintini (1906). OEPM.*

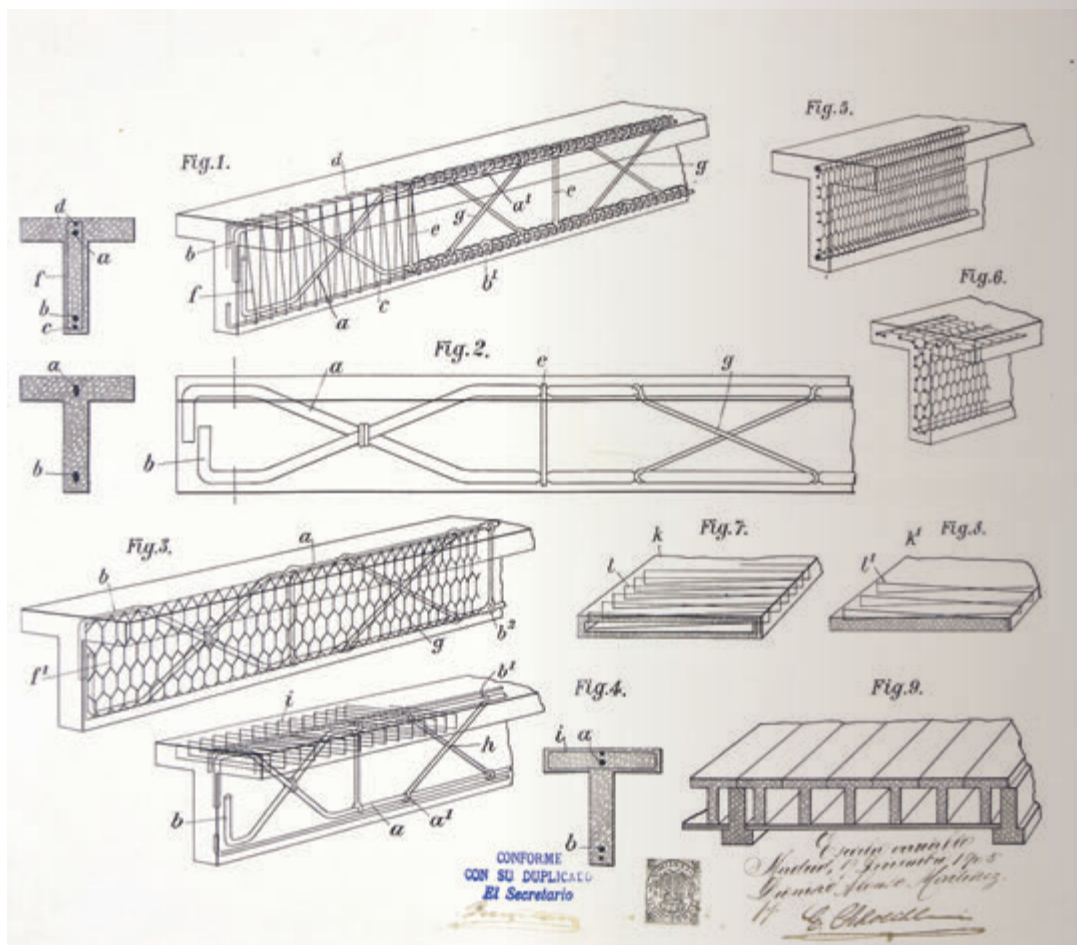
representar distintos materiales entremezclados, propios de la técnica del hormigón armado. De este modo, en la patente de Mayán de *un tubo de hormigón armado* (Figura 9), el acero se muestra *azul* (como en el ejemplo de la *Colección de poleas de 1800* que ilustrábamos en la introducción de este artículo), la masa de hormigón *naranja* y el encofrado *rojo*.

Por lo demás, las técnicas coloreadas en el mundo de la representación gráfica de las patentes, como las aplicadas por los españoles Hervás, Mayán, Vasallo y de la Tejera, estarían destinadas a desaparecer en favor de la reproducción monocolor o en blanco y negro, más sencilla de copiar para conseguir una mayor difusión. Y aquí recurrimos de nuevo a López Vilchez, que recuerda lo siguiente en su artículo ‘Procesos, técnicas y tecnologías’: “La pérdida progresiva del color se produce debido a la obligación de copiar y reproducir dibujos (López-Vilchez 2011, p.

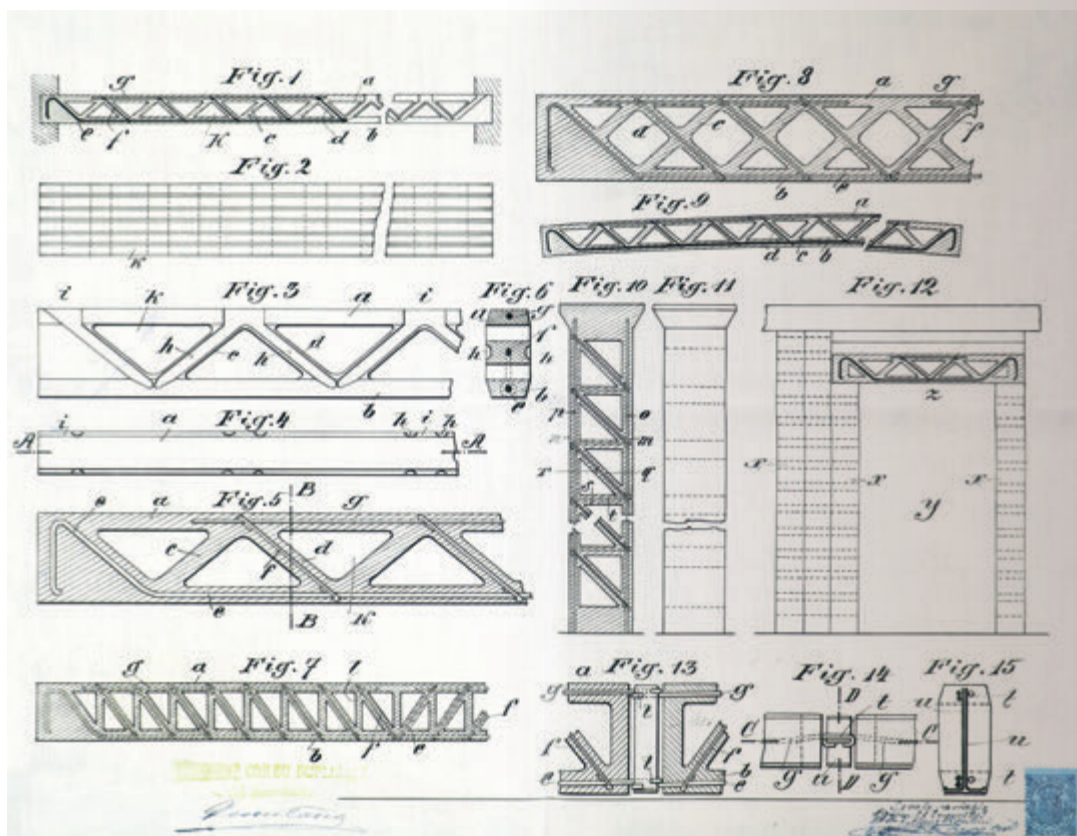
217)”. En ese texto, la autora hace un inventario de los distintos métodos de copia por orden cronológico: los manuales, como el calco o el trasluz que realiza el delineante, los electromecánicos como la heliografía (como el ejemplo mostrado en la patente de postes de Michelena de 1904, Figura 10), las técnicas de autocopiado por presión, la fotografía; etc.

Todos estos procesos son lentos y costosos en el periodo de tiempo analizado en este artículo (1886-1906), pero aun así, se van haciendo necesarios en el lento proceso de industrialización de la construcción. De hecho, será el físico Chester Carlson el que, trabajando precisamente en una oficina de patentes y sufriendo en primera persona el lento y laborioso proceso de realizar copias mediante el procedimiento de la fotografía-revelado de la época, inventará la xerografía, inicialmente llamada electrofotografía. Esta técnica, patentada por Carlson en 1938, se

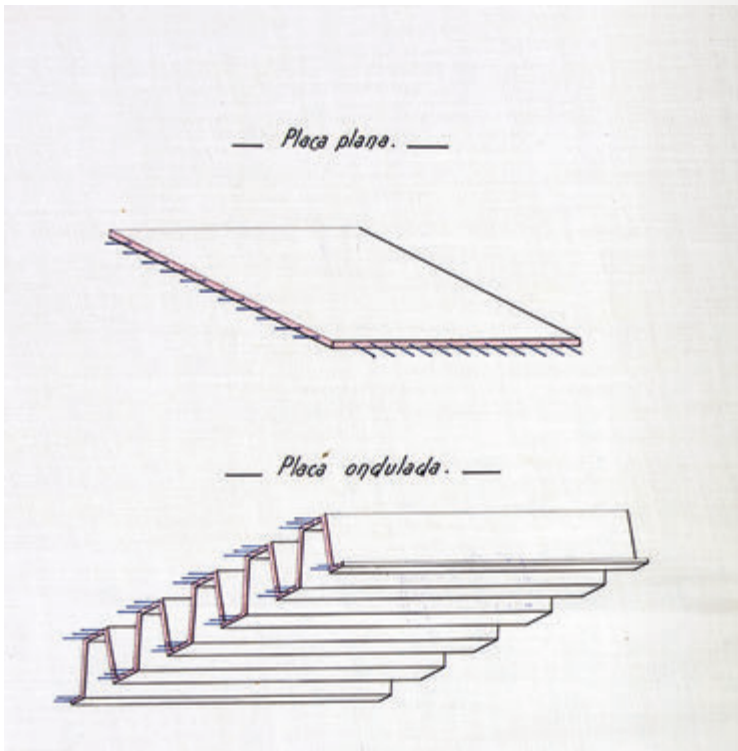




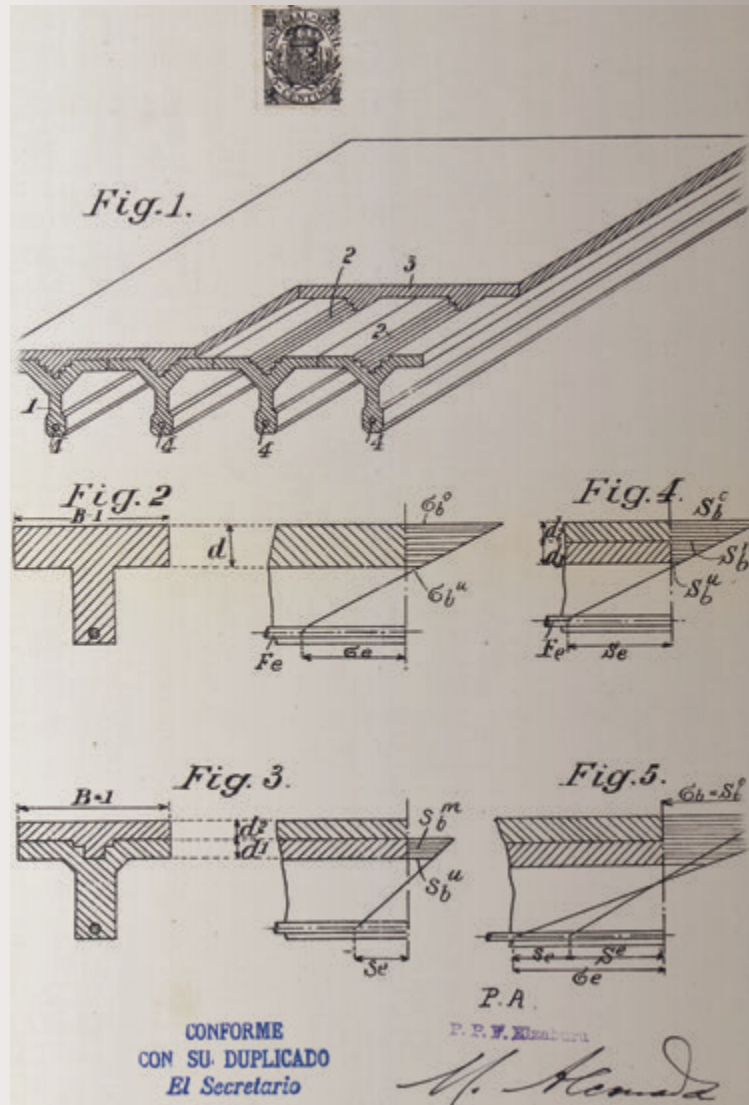
11



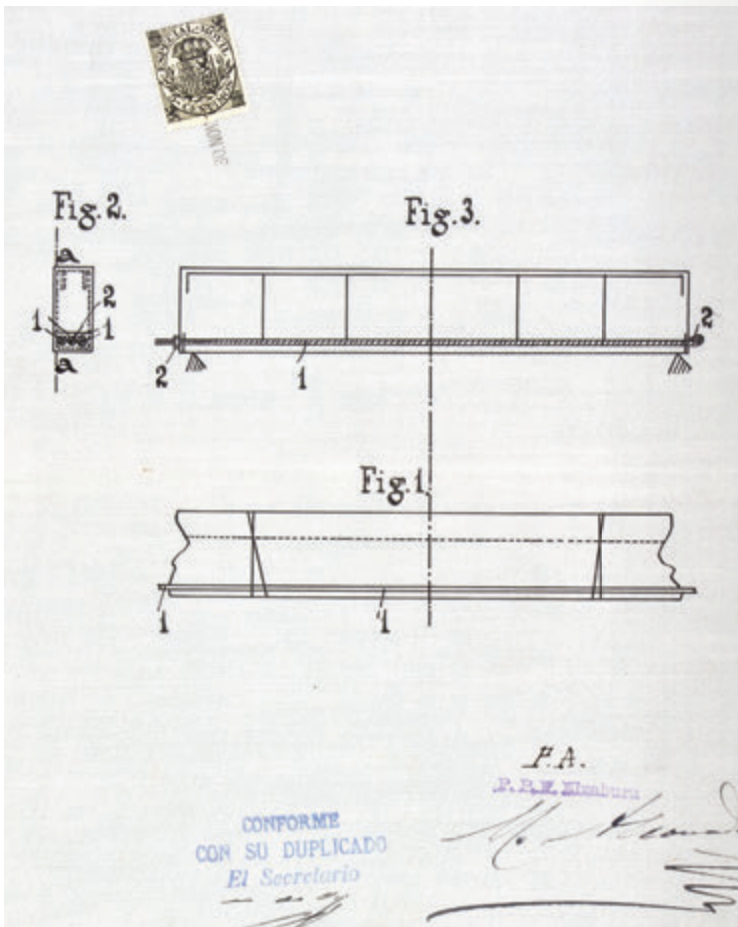
12



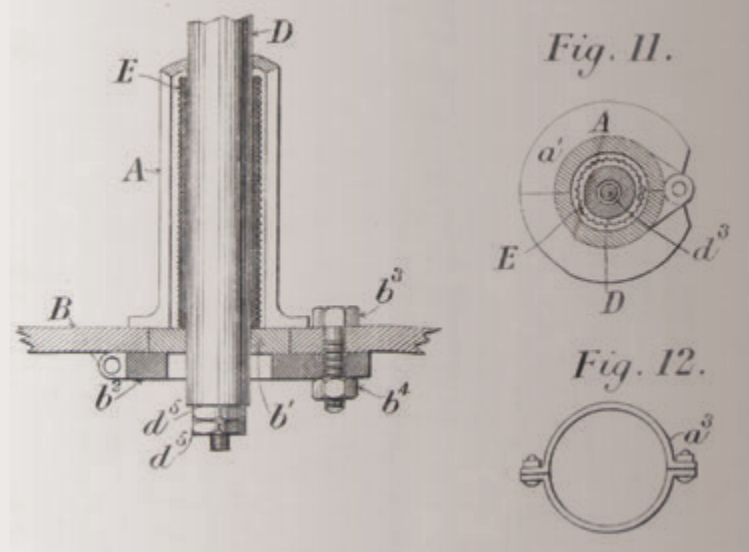
13



14



15



16



13. *Patente española 33301. Plano 1/1. Fuente: De Granda Callejas (1904). OEPM.*

14. *Izquierda: Patente española 38624. Plano 1/1. Fuente: Bayer (1906). OEPM.*

15. *Patente española 39541. Plano 1/1. Fuente: Sacrez (1906). OEPM.*

16. *Patente española 5787, detalle plano 1/5. Fuente: Wilson (1886). OEPM.*

13. *Spanish patent 33301. Elevation 1/1. Source: De Granda Callejas (1904). OEPM.*

14. *Left: Spanish patent 38624. Elevation 1/1. Source: Bayer (1906). OEPM.*

15. *Spanish patent 39541. Elevation 1/1. Source: Sacrez (1906). OEPM.*

16. *Spanish patent 5787, detail elevation 1/5. Source: Wilson (1886). OEPM.*

terminaría implementando dos décadas después, por lo que sus implicaciones gráficas, que las tuvo, no afectaron a las patentes del periodo estudiado. En cualquier caso, por muy lenta y costosa que fuese la reproducción, manual o mecánica, de los planos originales de las patentes depositadas entre 1886 y 1906, esta copia formaba parte de su ciclo de vida y era necesaria para su divulgación.

Abordando otra familia gráfica, hemos seleccionado las patentes de *Forjados prefabricados de sección en T*, de Oscar Lavanchy (Figura 11), de origen suizo, y de *Vigas en celosía*, del arquitecto también suizo Franz Visintini de 1906 (Figura 12). Estas propuestas, de modo similar a las anteriores, anuncian avances y carencias constructivas. Así, sobre la patente de Lavanchy, podemos decir que intuye una tipología de forjado prefabricado de hormigón armado. Entendemos que las mismas no son ajenas a un periodo en el que el color está en retirada mientras se inician las técnicas de copia mecánica. Esto hace necesario idear un nuevo modo de representar los materiales en blanco y negro, en una avanzadilla de lo que supondrán las convenciones de material en las asociaciones de normalización. Ese modelo se anuncia, entre otras señales, mediante la potenciación de una textura abstracta como *código de material*, en un esfuerzo de conceptualización del material para facilitar su identificación. De este modo, las texturas dibujadas del corte del hormigón pasan, en muy pocos años, de ser representadas por punteados naturalistas que imitan la textura real, a rallados diagonales abstractos,

como los que se muestran en las representaciones de las patentes de Lavanchy y Visintini. Otra tendencia emergente es la de apostar, en el caso de las representaciones tridimensionales, por la axonometría (tal y como Hennebique hizo en su patente de *Muros de vías de tren*), que se impondrá en los sistemas normalizados, en lugar de la perspectiva, más artística y menos precisa en cuanto a medidas y ángulos. Por último, destacamos que las sombras y las texturas difuminadas que mostraban las representaciones gráficas de las patentes de Hennebique o Habrich simplemente desaparecen en Lavanchy y Visintini, pasando el dibujo a ser puramente lineal.

Por último, distinguimos las patentes del ingeniero De Granda Callejas, el ingeniero alemán Hans Bayer y el ingeniero belga Joseph Sacrez (Figuras 13, 14 y 15 respectivamente). Por añadir algunas pinceladas sobre los tanteos técnicos de estas propuestas, podemos observar que, en el caso de la patente de *Vigas pretensadas* de De Granda Callejas, de 1904, esta tiene un carácter de ejercicio teórico más que de invención con los fines comerciales propios de una patente. Sobre la patente de Bayer, *Forjados prefabricados colaborantes*, se da la circunstancia de que es la única patente de la época que contempla un sistema de “estructura colaborante. Y en cuanto a la patente de Sacrez, *Vigas de hormigón pretensado*, de 1906, esta introduce el concepto de *pretensado*, si bien se acerca más al postensado por su solución de tuerca y contratuerca. El denominador común de estos tres casos, y es lo

respectively). To add some details regarding the technical essays of these proposals, we can observe that, in the case of the patent for *Prestressed beams* by De Granda Callejas, from 1904, it is a theoretical exercise rather than an invention for the commercial purposes of a patent. In the case of the Bayer’s patent for *Prefabricated composite floor slabs*, we find that it is the only patent from the period that contemplates a ‘composite structure’ system. And the patent by Sacrez, *Vigas de hormigón pretensado* from 1906 introduces the concept of *prestressing*, although it is more akin to post-tensioning owing to its use of a nut and counter nut. The common denominator in these three cases, and this is what we are interested in proving from the graphical perspective, is how the technological leap that they provide is represented, in a clear move towards *industrialised* construction. And we underline this because we glimpse how the drawing, for its part, can accompany this evolution towards standardised construction in a non-standardised way. In this sense, it is worth noting that the more industrialised the construction technique of the patent (prestressed concrete or prefabricated concrete versus concrete *in situ*), the more standardised the style of its graphical representation. In effect, this harmony between the evolution of the drawing and innovation in construction is very clear in these three cases, where there is great technical refinement and the author’s personal graphical imprint is abandoned. All of this in benefit of a collective graphical personality, in which it would be difficult to identify the author of the drawing for each patent between these inventors. This graphical simplicity results in: primacy of the line, abstract hatching texture, axonometry at the expense of perspective, absence of texture gradients, and shading or outlining, among other characteristics. In addition, Bayer and Sacrez draw the graphics of the structural tensions to which, according to the inventors, the pieces are subjected, thus emphasising the object of their design: prestressed concrete (Sacrez) and composite floor slab (Bayer) techniques.

The refinement of this type of representation does not come from nowhere and has antecedents in the nineteenth century. In this way, patents drawn by British engineers are notable, such as David Wilson’s *Formwork for the fabrication of hollow reinforced concrete*



tubes, from 1886, where abstract hatching is apparent, foreshadowing a certain tendency towards graphical standardisation (Figure 16). Indeed, we should not forget that the first institution to tackle standardised systems was the British Standards Institution (BSI) (1901). In any case, we should emphasise how the last examples analysed are precursors to the gradual implementation of standardised graphical systems, from those prescribed by the BSI that we have mentioned, up to the *Normenausschuss der Deutschen Industrie* (NADI, the Association of Standards of German Industry) (1917), the future DIN at a European level (in its *general regulations*, which cover formats, line types, etc.), or, from 1946, the *ISO standards*.

Conclusions

Looking back at the late nineteenth and early twentieth centuries, we see how the *technical experiments* that can be made out in these patents are accompanied by *graphical experiments*, suggesting with this that the drawing is a tool that goes beyond representation. Therefore, we understand that, from this period, structural drawing adopts a position as a design tool fated, for better or for worse, to evolve in parallel with the design process, or in this case, with the construction process.

Similarly, the great change in *character* of patent drawings over a mere 20 years (1886–1906) is apparent when analysing and comparing these cases. However, we must note that, as in almost all transitional periods, there is no clear temporal boundary between changes in the personality of this type of drawing. This is because, even though temporal developmental trends have been noted, coexistences, and overlaps from different graphical families during the same years have also been detected.

On the other hand, we should not overlook the fact that the graphic heterogeneity that these drawings display in such a short period of time, and their rapid evolution, simply make *patent* the tension between diversity and homogeneity. Or, in other words, between the personal character of the drawing (associated with its author) and uniformity in search of a collective and anonymous character as one of the catalysts for the genesis of the phenomenon of standardised technical

que nos interesa evidenciar desde el punto de vista gráfico, es como se representa el salto tecnológico que aportan, en una apuesta clara hacia la construcción *industrializada*. Y ponemos el acento en ello porque entreveremos que el dibujo, por su parte, puede llegar a acompañar de modo no inocente esta evolución hacia la construcción estandarizada. En ese sentido, llama la atención que cuanto más industrializada es la técnica constructiva de la patente (hormigón pretensado, hormigón prefabricado versus hormigón in situ), más normalizado es el estilo de su representación gráfica. Efectivamente, esta armonía entre la evolución del dibujo y la innovación constructiva llega a un nivel muy nítido en estos tres casos, donde se da una gran depuración técnica y una renuncia a la impronta personal gráfica del autor. Y todo ello en beneficio de una personalidad gráfica colectiva, en la que sería difícil distinguir entre estos inventores al autor del dibujo de cada patente. Esa sencillez gráfica se traduce en: primacía de la línea, textura de rallado abstracto, axonometría en detrimento de la perspectiva, ausencia de degradados de texturas y sombras o maquetación, entre otras características. Incluso, en el caso de Bayer y Sacrez, estos autores dibujan las gráficas de las tensiones estructurales a las que, según los inventores, están sometidas las piezas, poniendo así el acento en el objeto de su diseño: la técnica del hormigón pretensado (Sacrez), y la técnica del forjado colaborante (Bayer).

La depuración de este tipo de representaciones no surge de la nada

y tiene sus antecedentes en el siglo XIX. En este sentido son destacables las patentes dibujadas por ingenieros ingleses como David Wilson, *Encofrado para la fabricación de tuberías huecas de cemento armado*, de 1886, donde destacan los rallados abstractos, presagiándose así una cierta tendencia a la normalización gráfica (Figura 16). De hecho, no podemos olvidar que la primera institución en abordar los sistemas estandarizados es precisamente la *British Standards Institution* - BSI - Institución Británica de Normalización (1901).

En cualquier caso, queremos subrayar que los últimos ejemplos analizados anuncian la implementación paulatina de los sistemas gráficos normalizados, desde los prescritos por el BSI que hemos mencionado, hasta la *Normenausschuss der Deutschen Industrie* -NADI- *Asociación de Estándares de la Industria Alemana* (1917), la futura DIN a nivel europeo (en sus *regulaciones de tipo general*, que atañen a formatos, tipos de línea, etc.), o, a partir de 1946, las *Normas ISO*.

Conclusiones

Volviendo la mirada a finales del siglo XIX y principios del siglo XX, hemos sido testigos de cómo los *tanteos técnicos* que se adivinan en estas patentes son acompañados por *tanteos gráficos*, sugiriéndose con ello que el dibujo es una herramienta que va más allá de la representación. Por ello, entendemos que el dibujo constructivo se posiciona, a partir de esta época, como una herramienta de diseño condenada, para bien o para mal,



a evolucionar de modo paralelo al proceso proyectual, o en este caso, al proceso constructivo.

Asimismo, se comprueba, al analizar y comparar los casos analizados, el gran cambio de *carácter* del dibujo de las patentes en solo 20 años (1886-1906). Eso sí, tenemos que matizar que, como en casi todos los periodos de transición, no hay una frontera clara temporal entre los cambios de personalidad de este tipo de dibujo. Y eso se debe a que, aunque hemos apuntado tendencias evolutivas temporales, también se han detectado convivencias y solapes de distintas familias gráficas durante los mismos años.

Por otro lado, no se debe pasar por alto que la heterogeneidad gráfica que presentan estos dibujos en un periodo tan corto de tiempo, y su rápida evolución, no hacen más que hacer *patente* la tensión entre la diversidad y la homogeneidad. O, en otras palabras, entre el carácter personal del dibujo (asociado a su autor), y la uniformidad en busca de un carácter colectivo y anónimo, como uno de los catalizadores de la génesis del fenómeno del dibujo técnico normalizado. A tal efecto, se intuye que, desde la modestia gráfica que aparenta el dibujo de una patente, su puesta en escena como dibujo de detalle de una invención influyó decisivamente, junto a otro tipo de representaciones, en la tendencia a la *industrialización* y estandarización del dibujo, y en el asentamiento de los sistemas de normalización gráfica.

Por último, y enlazando dibujo y construcción, apreciamos una relación directa entre la patente cons-

tructiva evolucionada e industrializada y su representación tendente a la normalización. Esta asociación es sugerida por los últimos casos estudiados, especialmente en los dibujos de las patentes de Sacrez, Bayer y De Granda Callejas entre 1904 y 1906, en nuestra opinión paradigmáticos en cuando a simplicidad y estandarización. ■

Referencias

- Auria, Jose M.; Ibañez, Pedro; Ubieta, Pedro. 2000. *Dibujo industrial. Conjuntos y despieces*. Madrid: Ed. Paraninfo.
- Ching, Francis; Adams, Cassandra. 2008. *Guía de la construcción ilustrada*. Ed. Limusa, Wiley.
- Dornie, David. 2010. *El dibujo en Arquitectura*. Barcelona: Ed. Blume.
- Domouso, Francisco. 2016. 'La introducción del hormigón armado en España: razón constructiva de su evolución'. Tesis doctoral, Madrid: Universidad Politécnica de Madrid (UPM). <https://oa.upm.es/40774/>
- Francastel, Pierre; García Ripoll, María José. 1990. *Arte y Técnica en los siglos XIX y XX*, Madrid: Ed. Debate.
- López Vílchez, Inmaculada. 2011. 'Procesos, técnicas y tecnologías', en *Dibujo y construcción de la realidad*, editado por Lino cabezas *et al*, 197-224, Madrid: Cátedra.
- Pohl, Walter. 1932. *Dibujo de máquinas*. Barcelona: Ed. Gustavo Gili.
- Sainz, Jorge. 1990. *El dibujo de la arquitectura*. Madrid: Nerea.
- Sarasola, Fátima. 2022. 'Graphic Analysis of the Patents and Utility Models Registered by Spanish Architects Between 1950 and 1970', en *Architectural Graphics. Vol. 3: Graphics for Education and Thought* (Actas de Congreso EGA 2022) editado por Ródenas, Manuel Alejandro; Calvo López, José; Salcedo, Macarena. Suiza: Springer.
- Simonnet, Cyrille. 2005. *Le béton, histoire d'un matériau*. Paris: Éditions Parenthèses.
- Vagnetti, Luigi. 1973. *L'Architetto nella storia di Occidente*. Firenze: Teorema.

drawing. Accordingly, the graphical modesty displayed by a patent drawing of a patent suggests that its use as a detail drawing of an invention had a decisive influence, along with other types of representation, on the trend towards *industrialisation* and standardisation of the drawing and the establishment of graphical standardisation systems. Finally, linking drawing to construction, we observe a direct relationship between the evolved and industrialised construction patent and the trend towards standardisation in its representations. This association is suggested by the last cases we have studied, especially the drawings from the patents of Sacrez, Bayer, and De Granda Callejas between 1904 and 1906, which in our opinion are paradigmatic with regards to simplicity and standardisation. ■

References

- Auria, Jose M.; Ibañez, Pedro; Ubieta, Pedro. 2000. *Dibujo industrial. Conjuntos y despieces*. Madrid: Ed. Paraninfo.
- Ching, Francis; Adams, Cassandra. 2008. *Guía de la construcción ilustrada*. Ed. Limusa, Wiley.
- Dornie, David. 2010. *El dibujo en Arquitectura*. Barcelona: Ed. Blume.
- Domouso, Francisco. 2016. 'La introducción del hormigón armado en España: razón constructiva de su evolución'. Tesis doctoral, Madrid: Universidad Politécnica de Madrid (UPM). <https://oa.upm.es/40774/>
- Francastel, Pierre; García Ripoll, María José. 1990. *Arte y Técnica en los siglos XIX y XX*, Madrid: Ed. Debate.
- López Vílchez, Inmaculada. 2011. 'Procesos, técnicas y tecnologías', en *Dibujo y construcción de la realidad*, editado por Lino cabezas *et al*, 197-224, Madrid: Cátedra.
- Pohl, Walter. 1932. *Dibujo de máquinas*. Barcelona: Ed. Gustavo Gili.
- Sainz, Jorge. 1990. *El dibujo de la arquitectura*. Madrid: Nerea.
- Sarasola, Fátima. 2022. 'Graphic Analysis of the Patents and Utility Models Registered by Spanish Architects Between 1950 and 1970', en *Architectural Graphics. Vol. 3: Graphics for Education and Thought* (Actas de Congreso EGA 2022) editado por Ródenas, Manuel Alejandro; Calvo López, José; Salcedo, Macarena. Suiza: Springer.
- Simonnet, Cyrille. 2005. *Le béton, histoire d'un matériau*. Paris: Éditions Parenthèses.
- Vagnetti, Luigi. 1973. *L'Architetto nella storia di Occidente*. Firenze: Teorema.