

Sistemas constructivos en la industria azucarera granadina (ss. XIX-XX)

Agustín Castillo Martínez

La industria azucarera granadina llevó la iniciativa en el principal proceso de generación de tejido industrial que se produjo en la provincia de Granada entre los años 1882 y 1929. En numerosas ocasiones, las sociedades que implantaron factorías de procesamiento de azúcar de remolacha o de caña procedían de Francia o Alemania, bien en su diseño industrial, bien en el origen de sus técnicos consultores. El impacto económico y social de estas actividades fue notable en la Vega de Granada y en el área de Motril.

El objetivo del presente trabajo es la documentación y difusión de los sistemas constructivos empleados en las edificaciones de la industria azucarera granadina, incluyéndose entre ellas la construcción de las cimentaciones superficiales, los muros de carga, las estructuras en celosía de madera y metálicas, las cubiertas, diversas tipologías de estructura metálica en fundición y acero laminado, y diversos detalles constructivos característicos de este tipo de actividad industrial. Merecen especial atención las soluciones singulares que aparecen, con carácter local, en algunas de estas edificaciones.

Se hará referencia igualmente a diversa bibliografía técnica en un intento de ilustrar las diversas tipologías utilizadas, tal y como fueron expresadas gráficamente por los ingenieros y arquitectos de la época en sus manuales y atlas. Se hará especial hincapié en la influencia que los técnicos españoles pudieron tener en las edificaciones ejecutadas para albergar diseños industriales que, usualmente, eran proyectados por técnicos centroeuropeos.

De esta forma, se pretende aunar el estudio técnico de soluciones poco estudiadas por su singularidad, con un estudio histórico del Patrimonio Arqueológico Industrial de la ciudad de Granada y la costa tropical, donde estos edificios fueron más significativos, tanto por su impacto económico y técnico como social.

Es particularmente reseñable el estudio y las conclusiones que pueden obtenerse de la expresión gráfica del proyecto de estructuras metálicas, tal y como era concebido a finales del siglo XIX y principios del XX. Hay que tener en cuenta que el concepto de estructura metálica era muy reciente en la época, no estando desarrollados los métodos de soldadura actuales. La mayor parte de los técnicos consideraba esta nueva disciplina como parte del área de las estructuras de madera.

Así, el uso del roblonado y atornillado estaba muy extendido en la técnica de las Estructuras Metálicas, que aún tenía una increíble dependencia de los primeros estudios de una Resistencia de Materiales que en escasas ocasiones era considerada como una disciplina independiente. Esta particularidad podrá también observarse de la forma en que los técnicos y profesores de la época editaban y ordenaban sus valiosos manuales y atlas gráficos (Émy 1841; Vieren-deel 1902; Marvá 1916).

Como casos de estudio más significativos, se citarán las Azucareras de San Isidro (1901) y del Ingenio de San Juan (1882), en Granada, y la Azucarera de Nuestra Señora del Pilar, en Motril (1883). Otras

azucareras de interés que fueron objeto de investigación son las de La Purísima Concepción, también conocida como «Azucarera del Genil», que se encuentra emplazada junto al llamado Puente de los Vados, y que estuvo operativa desde 1905 hasta 1946; y la Azucarera del Señor de la Salud, situada en Santa Fe, y que realizó trabajos entre los años de 1890 y 1911. El más antiguo vestigio de la industria del azúcar en la provincia de Granada lo encontramos en Salobreña, donde en 1861 comenzó a funcionar la Azucarera de Nuestra Señora del Rosario.

AZUCARERA DE SAN ISIDRO (1901)

Introducción histórica

La Azucarera de San Isidro estuvo en funcionamiento entre los años de 1901 y 1983. Está emplazada en el actual barrio de La Bobadilla de Granada, y llegó a tener una capacidad máxima de procesamiento de 1.000 toneladas al día, conservándose a día de hoy íntegramente los edificios, y encontrándose el entorno pendiente de una inminente reordenación urbanística por parte del Ayuntamiento de Granada.

La azucarera tenía acceso ferroviario, encontrándose aún en su patio restos de la infraestructura que sirvió para la descarga de las materias primas y la carga del azúcar producido, así como de los subproductos de la fabricación. Cabe destacar que junto a estas instalaciones se encontraba en funcionamiento una báscula de considerables dimensiones, que terminó sus días en la Estación de Gor (línea F.C. Granada-Murcia).

Esta infraestructura ferroviaria incluía sistemas de cambio de sentido en corto espacio, resueltas mediante placas giratorias.

La fábrica llegó a albergar casi 600 trabajadores, repartidos en tres turnos de trabajo continuado, lo que generó el desarrollo de una pequeña aldea de servicios alrededor del recinto. Ésta acabó teniendo parada de tranvía y, posteriormente, de autobús, al encontrarse situado en la antigua Carretera de Málaga.

Descripción técnica

La estructura en planta presenta una distribución en anchura de cuatro vanos de longitudes variables,

siendo estas, de Oeste a Este, de 4,00 m, 4,10 m, 4,20 m y 4,80 m, medidas entre centros de pilares. La distancia longitudinal, en dirección Norte-Sur, entre los pilares es constante e igual a 5 m.

La distribución del edificio en altura presenta tres plantas más planta baja, donde se ubicaban las turbinas de la fábrica. Por encima de la planta de turbinas se ubicaba la planta de maquinaria malaxadora, íntimamente relacionada por medios mecánicos con la planta de turbinas. La maquinaria se encontraba conectada a través de diversos huecos aún visibles en el forjado del primer piso. La segunda planta era el almacén de azúcar, y la tercera, de reducidas dimensiones en planta, estaba dedicada a albergar los depósitos de agua.

Desde el punto de vista estructural, se advierte de forma inmediata que las dimensiones en planta de la fábrica original, puesta en marcha en 1901, eran muy inferiores a las existentes actualmente, habiéndose producido a lo largo del siglo XX diversas ampliaciones, que pueden notarse por los distintos tipos estructurales utilizados a la hora de resolver las ampliaciones, encaminadas al aumento en la producción de la fábrica.

Así, los pilares huecos originales son cilíndricos y de fundición, reforzados con capiteles y basas para el correcto reposo de las vigas; los pilares de las ampliaciones, por el contrario, son de perfiles de acero laminado en forma de «U» empresillados para garantizar la integridad estructural y servir de refuerzo. Éstos últimos se roblonaron completamente, como puede verse en las figuras 1 y 2. También puede observarse, en el primer caso, los capiteles de fundición que soportan vigas laminadas de doble T de ala estrecha, capiteles que poseen clara influencia estética de la arquitectura clásica.

Los pilares y capiteles de fundición llevan la marca «José Pastor Moltó, Calle San Isidro esquina a Nueva de la Virgen y Callejón de la Acequia Gorda». El radio de los pilares en su punto más estrecho es de 13,2 cm, siendo su circunferencia de 83 cm.

Los muros de carga son de 70 y 80 cm de espesor respectivamente, estando reforzados por contrafuertes de 50 cm de espesor.

En la Planta de Turbinas, las alturas se distribuyen como sigue: como cimentación, grandes bloques de forma cúbica de 60 cm de lado; altura del pilar de fundición, igual a 3,80 m, incluyendo los 40 cm del capitel; 30 cm de altura de las jácenas apoyadas so-



Figura 1
Pilares de fundición en la Fábrica de San Isidro

bre los pilares; y, por último, 20 cm de los forjados, cuya tipología era conocida como «de bovedillas de revoltón» o «bovedilla curva». Este tipo de forjado era ejecutado por medio de rasillas unidas con cemento, y extendiendo sobre ellas la capa de compresión de hormigón. Esta capa no incluía armadura alguna, por lo que se ejecutaba con gran espesor.

Las citadas jácenas tienen 30 cm de altura y 15 cm de medida de anchura de ala.

Las cerchas que sostienen la cubierta son dobles, de 5 cm de ancho y 5 mm de espesor, y se encuentran separadas 4,30 m en dirección longitudinal.

El primer detalle que conviene destacar de la estructura metálica es la prolongación de los pilares entre planta y planta. La forma en que la columna se prolonga a través de las jácenas y forjados es extremadamente particular, y puede apreciarse en la figura 3.

En la figura 4 podemos apreciar una de estas prolongaciones, con la particularidad de que se produce



Figura 2
Pilares de perfiles de acero laminado en forma de «U» empresillados en la Fábrica de San Isidro

una variación en la tipología del pilar entre planta y planta. Puede apreciarse que la columna de fundición de la primera planta pasa a ser de láminas de acero empresilladas y roblonadas en la segunda, posiblemente, por tratarse ésta última de parte de una ampliación del forjado entre la segunda y la tercera alturas, y de datación bastante posterior.

Al examinar otros documentos, como los planos originales de la Azucarera del Ingenio de San Juan, pertenecientes a la biblioteca personal del profesor D. Miguel Giménez Yanguas, vemos que esta tipología de columnas de fundición con capitel apareció



Figura 3
Detalle de prolongación de pilar



Figura 4
Prolongación de pilar con variación en la tipología

con anterioridad, y en términos muy similares a los de la Fábrica de San Isidro. Este hecho puede comprobarse con facilidad en la figura 5, tomada de un plano de alzado, y en que son igualmente de destacar los detalles de la cimentación de forma cúbica, exactamente igual a la que sería usada posteriormente en San Isidro para este tipo de columnas de fundación.

Más adelante, y al referirnos a la Azucarera de Nuestra Señora del Pilar en Motril, advertiremos que esta tipología vuelve a aparecer en un pequeño almacén de la planta baja, lo que hace pensar en una solución técnica que se convirtió en frecuente a la hora de plantear proyectos estructurales en edificaciones de tipo industrial.

Consultados los planos de la Azucarera del Ingenio de San Juan, se advierte también que el proyectista incluyó detalles constructivos en lo que a la prolongación de los pilares entre plantas se refiere. Se advierte, pues, que el singular detalle constructivo que aparece en la figura 3 en la Fábrica de San Isidro

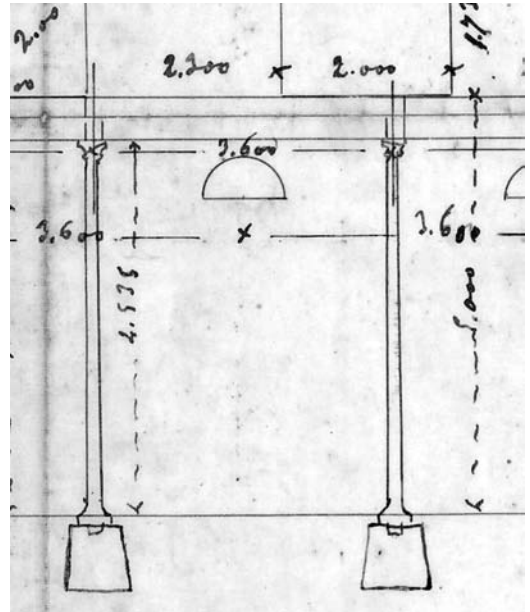
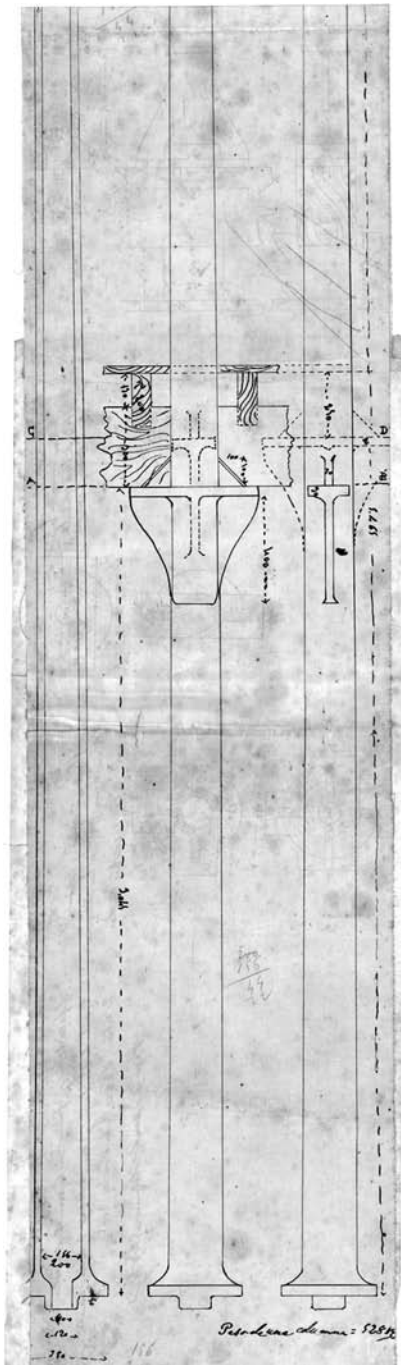


Figura 5
Planos de alzado de la Azucarera del Ingenio de San Juan: detalle

se proyectó anteriormente (1882) de igual forma para la Azucarera del Ingenio de San Juan. Dada la escasez de detalles constructivos en el conjunto de planos rescatado, se advierte igualmente el particular énfasis del proyectista en un detalle que, a la par de importante, era inusual en la ejecución. Se pueden apreciar los citados detalles en las figuras 6 y 7.

En la vista en planta del detalle, que puede observarse en la figura 8, anota el proyectista el siguiente texto: «Plano por arriba y sección transversal según AB de las 4 columnas que llevan 2 consolas»; y «Plano por arriba y sección transversal según BC de las columnas con tres consolas». Además de reflejar otras medidas longitudinales, y en qué caso debe usarse cada uno de estos tipos de columna, acaba el proyectista anotando el peso estimado para cada columna: 528 Kg.

Otro detalle que podemos ver en la figura 9 es el de los anclajes de los soportes del eje de transmisión horizontal de la fuerza motriz generada por la máquina de vapor, conectada a su vez a las turbinas para procesamiento del azúcar. Los anclajes dobles traba-



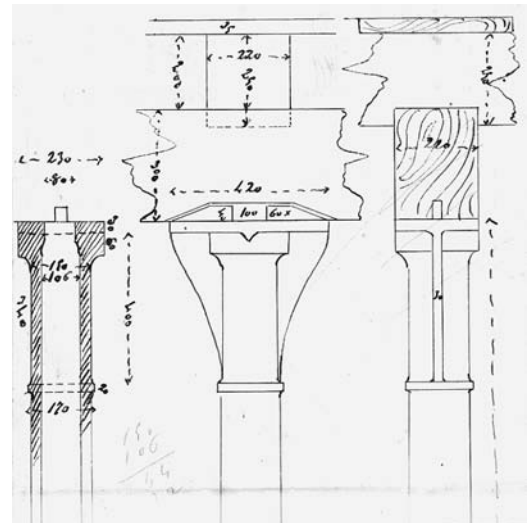
jaban a tracción, mientras que los simples lo hacían a compresión.

Por último, destacar la tipología de las columnas construidas mediante perfiles laminados de acero en forma de «U» empresillados y terminados por medio de roblones. Esta tipología, claramente posterior, se usó en la Fábrica de San Isidro durante las posteriores ampliaciones del proyecto original. Detalles de este tipo de pilares pueden verse en la figura 10, y posteriormente veremos que fueron utilizados también en el edificio adjunto de la Alcoholera.

FÁBRICA ALCOHOLERA DE SAN ISIDRO (1908)

Introducción histórica

La citada alcoholera se encuentra hoy día englobada en las instalaciones de la Fábrica de San Isidro. Aunque el edificio permanece bien conservado, no se puede apreciar la maquinaria utilizada en la fábrica. Ésta pasó a formar parte del proceso productivo del azúcar, dedicándose al procesamiento de los subproductos como la melaza para la obtención de alcohol etílico.



Figuras 6 y 7
Detalles en alzado de prolongación de columna

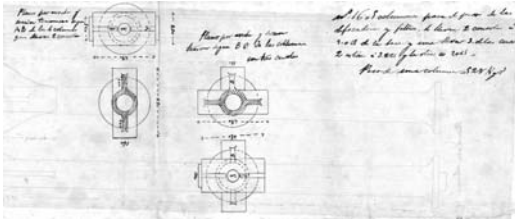


Figura 8
Detalle en planta de prolongación de columna



Figura 9
Detalle de anclajes de soporte del eje de transmisión horizontal

Descripción técnica

Lo más reseñable desde el punto de vista técnico es la aparición, de nuevo, de los pilares ejecutados mediante láminas de acero en forma de «U» empresilladas y roblonadas, tan utilizadas en las diversas ampliaciones de la fábrica de San Isidro.



Figura 10
Pilares con perfiles empresillados de acero laminado en Fábrica de San Isidro

En la figura 11 aparece esta tipología tal y como se encuentra hoy en día en la fábrica. Aunque el edificio se mantiene en buenas condiciones, se puede observar que parte de los forjados se dejaron huecos, al igual que en la Fábrica de San Isidro, para albergar la maquinaria, en este caso consistente en altas torres para la destilación fraccionada del alcohol.

También son de destacar los refuerzos de acero en los muros de carga que existen en esta fábrica, y que pueden observarse en la figura 12. Dada la esbeltez de la obra de fábrica de ladrillo, con huecos practicados, comenzaron a aparecer grietas en la fachada del edificio; este detalle se añadió con posterioridad, dada la grave acción sísmica que afecta a la zona.

AZUCARERA DE NUESTRA SEÑORA DEL PILAR (1883)

Introducción histórica

Las fábricas de la costa granadina se dedicaban al procesamiento de la caña de azúcar, mientras que las de la Vega de Granada estaban preparadas para el procesamiento de la remolacha azucarera. La que nos ocupa, Nuestra Señora del Pilar (Motril), abrió sus puertas en la costa granadina en el año de 1883, siendo precedida de su homóloga situada en Salobreña: Nuestra Señora del Rosario (1861), así como de otras situadas en Motril, Almuñécar y en la propia Salobreña.



Figura 11
Pilares de láminas de acero en la Alcoholera de San Isidro

La primera sorpresa que recibe el visitante, unida a la satisfactoria rehabilitación de algunas instalaciones de las edificaciones (que se conservan intactas), es la contemplación del relativo buen estado de conservación de la mayor parte de la maquinaria industrial de la fábrica, construida casi en su totalidad entre los años de 1880 y 1929, y que supone un increíble conjunto muy valioso para el patrimonio tecnológico español. Incluye hasta nueve máquinas de vapor de distintas tecnologías y épocas tecnológicas, y un tren de molinos que se considera único en España por su tecnología e impresionante tamaño. El conjunto está considerado por la Asociación Española para el Patrimonio Industrial y la Obra Pública como el más significativo de toda Andalucía, y como uno de los cinco más importantes de España.

El propietario original, la mercantil «Burgos, Domínguez y García», vendió su participación a la Marquesa de Esquilache, que a su vez la vendió a la «So-



Figura 12
Refuerzos metálicos en la fachada de la Alcoholera de San Isidro

ciudad General Azucarera de España» en 1903, la cual realizó las dos únicas ampliaciones de la instalación tras la inauguración en 1883: la de 1929 y la de 1983. La factoría original fue diseñada por el insigne arquitecto D. Francisco Giménez Arévalo. El conjunto de producción estuvo en marcha hasta 1984, fecha de la última molienda registrada en la fábrica.

Descripción técnica

Al respecto de la labor comparativa efectuada en este apartado, lo más reseñable de esta fábrica es la aparición, de nuevo, y con gran similitud, de los pilares de fundición con capitel de la Fábrica de San Isidro, y que hemos visto descritos igualmente en los planos de la Fábrica de San Juan. Podemos apreciar esta variante de los pilares de fundición en la figura 13, en este caso, soportando jácenas de madera.

El detalle de prolongación hacia alturas superiores se realiza de un modo muy similar al visto en San Isidro, con la única particularidad de que en este caso



Figura 13
Pilares de fundición con capiteles en Nuestra Señora del Pilar (Motril)



Figura 14
Detalle de prolongación de pilar entre plantas en Nuestra Señora del Pilar (Motril)

se recubre el detalle de placas de madera a modo de embellecedor para dejar oculta la unión a los ojos del visitante (figura 14), resultando en una curiosa variación de vocación fundamentalmente estética.

Es también de reseñar que esta tipología es marginal en esta fábrica, y que sólo se utiliza en un almacén anexo a la planta principal. Sin embargo, dadas las evidentes similitudes encontradas, su caso es extremadamente interesante de cara al trabajo que nos ocupa.

CONCLUSIONES

1. La tipología de columnas de fundición con capiteles se popularizó entre los técnicos dedicados a las estructuras metálicas para edificaciones de tipo industrial a finales del XIX en Granada. El vestigio más antiguo que hemos encontrado de este tipo de proyectos se encuentra en los planos de la Azucarera del Ingenio de San Juan (Granada, 1882). Es de destacar la notable influencia estética del clasicismo arquitectónico en el diseño técnico de los ingenieros del siglo XIX.

2. Se desarrollaron soluciones particulares para la prolongación de estas pesadas columnas a lo largo de varias alturas. El excesivo peso de las mismas (estimado en 583 kg por planta por el proyectista) aún siendo huecas, así como su excesivo coste en material de fundición, derivó en el abandono de esta tipología y su sustitución por columnas formadas por perfiles de acero laminados y roblonados.

3. El desconocimiento inicial de este tipo de pilares, así como la irregular calidad de los primeros aceros (usualmente, más agrios que los actuales), forzó la solución técnica consistente en realizar empresillados para el refuerzo de estos perfiles, que tendían a abrirse a causa de los momentos aplicados por las grandes cargas y los efectos de segundo orden que aparecían en las estructuras.

4. Estos primeros aceros, cuya capacidad elástica sorprendió a los técnicos de la época (Émy 1841; Marvá 1916), fueron utilizados también para realizar refuerzos mediante redondos en los muros de carga exteriores, evitando así el riesgo de apertura de los mismos por exceso de carga. Estos refuerzos dieron a la estructura mayor compacidad, disminuyendo los grados de libertad de la misma, pues eran usados como uniones redundantes similares a un atirantamiento elástico. Para recoger los esfuerzos del muro de carga se utilizaban placas, que transmitían las solicitaciones a la obra de fábrica, aumentando su resistencia estructural frente a las acciones sísmicas, muy elevadas en la provincia de Granada.

5. Aunque hay constancia de que los elementos de fundición eran suministrados por fábricas granadinas, como en el caso de las columnas de la Fábrica de San Isidro, no parece que la industria granadina pudiera hacer frente al cambio de tecnología que supusieron los perfiles de acero, teniendo que ser

importados de otras regiones de España. Pese al gran despegue industrial granadino de la época, éste nunca llegó a ser suficiente para pensar en la creación de altos hornos o en otras actividades emprendedoras en la industria de la estructura metálica, que quedó pronto atrasada en el conjunto de la provincia.

LISTA DE REFERENCIAS

- Émy, A.R. 1841–2. *Traité de l'Art de la Charpenterie*. Bruselas: Meline, Caus et Compagnie.
- Marvá Mayer, J. 1916. *Mecánica Aplicada a las Construcciones*. 5ª Edición Revisada. Madrid: Julián Palacios.
- Vierendeel, A. 1902. *La Construction Architecturale en Fonte, Fer et Acier*. Lovaina: A. Uystpruyt.

