

San Román de los Infantes, el primer salto del Duero

Félix Redondo Quintela, Pedro Antonio Hernández Ramos, Roberto Carlos Redondo Melchor y Juan Manuel García Arévalo

San Román de los Infantes, the first dam on the Duero

RESUMEN

La expresión *saltos del Duero* suele referirse a la planta hidroeléctrica de Ricobayo, en la provincia de Zamora, que comenzó a producir energía eléctrica en 1934. Pero el aprovechamiento hidroeléctrico del Duero se había iniciado más de 30 años antes con la construcción del salto de San Román de los Infantes, cerca de Zamora y que empezó a funcionar en 1902. Suministraba energía eléctrica a las ciudades de Zamora, Toro, Valladolid y Salamanca, además de a otros pueblos. En 1951 Iberduero adquirió esta planta hidroeléctrica, fue reformada a finales de la década de 1960 y aún hoy, con más de 100 años, sigue funcionando. El ingeniero Federico Cantero Villamil fue el autor del proyecto de esta primera planta hidroeléctrica, conocida también como de El Porvenir de Zamora, por el nombre de la sociedad que se fundó para su construcción y explotación. Cantero contribuyó, además, al aprovechamiento hidroeléctrico posterior del Duero con sus concesiones hidráulicas y con una intensa colaboración técnica.

ABSTRACT

The expression “*Saltos del Duero*”, or *drops of the Duero*, usually refers to the hydro-electric plant of Ricobayo, in the province of Zamora, which began producing electricity in 1934. The production of hydro-electric power on the river Duero, however, began more than thirty years earlier with the construction of the San Román de los Infantes hydro-electric project, near Zamora, which began functioning in 1902. It supplied electricity to the cities of Zamora, Toro, Valladolid and Salamanca, as well as other villages. In 1951 Iberduero acquired the San Román de los Infantes hydro-electric plant and, after being modernised at the end of the 1960's, it is still working, after more than 100 years. The engineer Federico Cantero Villamil was the person responsible for this first hydro-electric plant, also known as “*El Porvenir de Zamora*” after the name of the company which was founded for its construction and operation. Cantero also contributed to the later hydro-electric development of the Duero with his hydro-electric ventures and technical cooperation.

Palabras clave

Energía hidráulica, historia, centrales hidroeléctricas, San Román de los Infantes, Zamora.

Keywords

Hydro-electric power, history, hydro-electric power stations, San Román de los Infantes, Zamora.

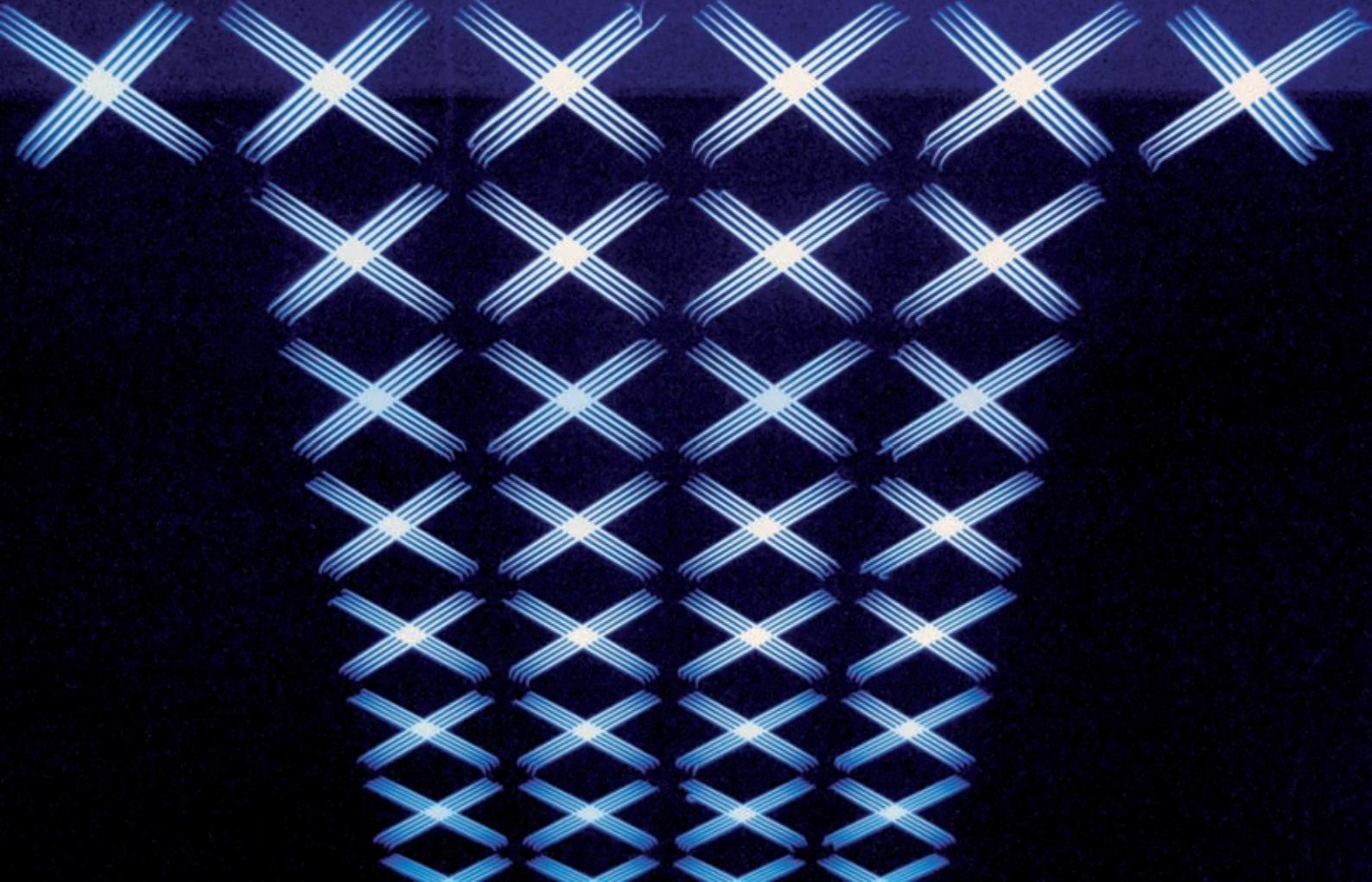


Foto: Pictelia

Por razones principalmente históricas, con la expresión *saltos del Duero* suelen designarse los saltos de Villalcampo y de Castro, en la provincia de Zamora, y los de Aldeadávila y de Saucelle, en la provincia de Salamanca. Sus presas están, en efecto, en el río Duero. Se incluyen, además, los de Ricobayo, en el Esla, afluente del Duero en la provincia de Zamora, y el de Villarino, nombre que se da a la planta hidroeléctrica cuya espectacular presa está en el río Tormes, en el municipio de Almendra, y cuya central está en el pueblo de Villarino, ambos de la provincia de Salamanca. El resto de las plantas hidroeléctricas de la cuenca del Duero, como las del río Tera, afluente del Esla, y la de Santa Teresa, también en el Tormes, y las tres que Portugal tiene en la parte fronteriza del Duero no suelen considerarse relacionadas con la denominación histórica de *saltos del Duero*. Tampoco el casi desconocido salto de San Román de los Infantes, que sí está en el Duero (figura 1) y que fue la primera planta hidroeléctrica de ese río, muy anterior a todas las demás. Comenzó a funcionar en 1902 y desde ella se suministraba energía eléctrica a las ciudades de Zamora, Toro, Valladolid, Salamanca y a otros pueblos, por medio de líneas de corriente alterna. Su diseñador y pro-

motor de empresa hidroeléctrica tan temprana en tierras de Castilla fue el ingeniero Federico Cantero Villamil (figura 2), cuyos conocimientos sobre el río Duero sirvieron, además, a la magna obra posterior conocida como saltos del Duero, por nombrarse de esa forma abreviada las sociedades creadas para llevar a cabo el gran aprovechamiento integral del río.

Luz eléctrica

La luz fue la primera aplicación de la electricidad que se utilizó de forma general. Los intentos para iluminar por medio de corriente eléctrica se sucedieron a lo largo de todo el siglo XIX. Los procedimientos que fueron revelándose más prometedores en ese siglo fueron el arco eléctrico y los filamentos incandescentes. Pero sólo cuando se dispuso de un tipo de lámpara de incandescencia eficaz y de duración aceptable, conseguido por Edison, fue realmente posible tener luz eléctrica de forma relativamente fácil y cómoda. Por eso, se considera el 4 de septiembre de 1882 la fecha del verdadero nacimiento de la luz eléctrica. Ese día, Edison inauguró la primera central eléctrica comercial del mundo, que había construido en Pearl Street, en Manhattan, Nueva York (New York City's Pearl Street Station).

Suministraba energía a 1.400 lámparas por medio de seis dínamos de 100 kW cada una y de 110 V de fuerza electromotriz. Cada dínamo era movida por una máquina de vapor y de ellas partían líneas formadas por hilos de cobre en el interior de tubos enterrados, a las que se conectaban las lámparas, en paralelo con la dínamo (Hochheiser, 2008a y 2008b). El conjunto constituía, por tanto, un sistema de distribución de energía eléctrica en paralelo por medio de corriente continua de 110 V. Esa forma de conectar eléctricamente los receptores, en paralelo entre sí y con el generador, es prácticamente la única disposición que se ha utilizado y se sigue utilizando en todo el mundo para los sistemas eléctricos de potencia.

La baja tensión de 110 V tenía el inconveniente de la mucha potencia que se perdía en las líneas. Y esta pérdida limitaba su longitud. Aumentar la tensión habría disminuido esa pérdida de potencia, pero tensiones superiores a 110 V resultaban más peligrosas para los usuarios. Por estas razones, los sistemas eléctricos se consideraban medios locales para satisfacer necesidades también locales. La forma más económica de iluminar un edificio, una manzana o una pequeña ciudad consistía en situar la sala de máquinas en su centro y hacer partir de ella líneas no



Figura 1. Planta hidroeléctrica de San Román de los Infantes. Un túnel horada la loma rodeada por el meandro del Duero para conducir el agua desde la presa a la central

demasiado largas en direcciones radiales. La máquina de vapor era entonces el único motor realmente útil para mover los generadores eléctricos, pues podía situarse donde conviniera.

Líneas de corriente alterna

No obstante, la exigencia de proximidad entre los generadores y receptores de energía eléctrica desapareció con el empleo de la corriente alterna, con la que se puede usar el transformador. Si en vez de utilizar dínamos como generadores eléctricos se emplean alternadores, los transformadores permiten que la tensión a la salida del generador se pueda elevar y volver a reducirla cerca de los consumidores. Así, la tensión de las líneas que unen los generadores con los centros de consumo puede ser muy alta, y la potencia que se pierde en ellas disminuye. De esta forma las líneas de transporte pueden tener gran longitud y pérdidas pequeñas si se elige la tensión adecuada para ellas. En otras palabras, si conviene, los generadores pueden estar a distancia de los receptores.

La corriente alterna se empleó por primera vez de forma comercial en 1893, 11 años después de la instalación de corriente continua de Edison en Manhattan. Ese mismo año Westinghouse y Tesla iluminaron con corriente alterna la Exposición Colombina Mundial de Chicago (Chicago World's Columbian Exposition), celebrada para conmemorar el cuarto centenario del descubrimiento de América por Cristóbal Colón. En realidad, en la exposición se emplearon y se exhibieron

ambos sistemas, el de corriente continua y el de corriente alterna (Hochheiser, 2008a y 2008b). Pero esa exhibición contribuyó a poner de manifiesto las ventajas de la corriente alterna, que comenzó a ser utilizada en todo el mundo.

Energía hidroeléctrica

Antes de la exposición colombina de Chicago muchos edificios y ciudades del mundo se iluminaban con energía eléctrica. Jerez de la Frontera y Haro pasan por ser las primeras ciudades de España que iluminaron así sus calles. Ambas lo hicieron en 1890. Como en Nueva York, se utilizaban sistemas de corriente continua. Por eso, en general, no era posible emplear saltos de agua distantes para mover los generadores eléctricos.

Pero el empleo de corriente alterna y del transformador hizo posible la explotación de los saltos hidráulicos, incluso los distantes, para generar energía eléctrica. Junto a cada salto se situaba la sala de máquinas o central, que es el edificio que contiene los alternadores y las turbinas hidráulicas que los mueven. Para conseguir ese movimiento no se necesitaba carbón ni ningún otro combustible. La energía gratuita del agua movía las máquinas y la elevación de la tensión permitía llevar esa energía a grandes distancias con pérdidas asumibles.

El proyecto de Federico Cantero Villamil

Algunos habitantes de la ciudad de Zamora tenían alumbrado eléctrico en

sus viviendas desde el 1 de febrero de 1897 (Heraldo de Zamora, 1897a). También desde mayo de ese año había luz eléctrica en algunas calles de la ciudad. El sistema eléctrico era de la compañía Electra Zamorana, de Isidoro Rubio Gutiérrez, uno de cuyos ingenieros era Federico Cantero Seirullo, padre de Federico Cantero Villamil. La instalación eléctrica consistía en una central situada en el edificio que fue iglesia del antiguo convento de San Juan, en el barrio de la Horta, y líneas eléctricas hasta las viviendas y las calles iluminadas. Los generadores de la central eran movidos por máquinas de vapor. Pero en 1898, Federico Cantero Villamil presentó el *Proyecto de una presa sobre el río Duero y canal transversal en túnel, para obtener fuerza hidráulica transportable por medio de la electricidad* (Heraldo de Zamora 1897b, 1898). Al detallar la utilidad de las instalaciones proyectadas, comienza por mostrar el abaratamiento del alumbrado debido a que el nuevo sistema no necesita combustible alguno como fuente de energía, y cómo, principalmente por ese abaratamiento, podría extenderse ese tipo de iluminación a los menos favorecidos económicamente y a las ciudades y pueblos que estuvieran en un círculo de radio de 60 kilómetros con el centro en Zamora. Citaba también las ventajas que podían derivarse del nuevo sistema para la industria, la agricultura, la tracción mecánica y para la minería en la provincia.

El lugar elegido para la ejecución de la obra, la Dehesa de San Julián, a 8 km de



Figura 2. Federico Cantero Villamil

la ciudad de Zamora (figura 1), era idóneo por la relativa facilidad y poco coste de la instalación que se proyectaba, pues esencialmente consistía en horadar un túnel de poco más de 1 km entre dos puntos del meandro que el río forma en ese lugar y situar la central al final del túnel. El desnivel entre extremos del túnel sería de 11,5 m, que daría lugar a un salto bruto de 14 m desde la coronación de la pequeña presa incluida en el proyecto (figura 3). La potencia hidráulica mínima que podría obtenerse en todas las estaciones del año se estimaba en 6.000 cv, suficiente para las necesidades de la población que había que atender en aquel momento, incluso después de restar las pérdidas de potencia.

Una real orden de 11 de diciembre de 1898 le autorizaba a ejecutar el pro-

Longitud del azud 320 m
Canal a cielo abierto de 140 m
Túnel de 1.260 m y 16 m ² de sección libre después del revestimiento
Caudal mínimo 32 m ³ /s
Seis grupos de 1.000 cv cada uno
Potencia instalada de 6.000 cv
Cuatro transformadores de 920 kVA y 6/40 kV
Tres transformadores de 230 kVA y 6/20 kV
Dos transformadores de servicio de 16 y 25 kVA respectivamente, ambos de 6 kV/125 V

Tabla 1. Datos del proyecto de Cantero Villamil. El número de grupos de generación se modificó. Primero se instalaron dos de 600 cv y no uno de 1.000 cv, y después cinco de 1.000 cv, en total siete.

yecto con la concesión de un caudal de 32 metros cúbicos por segundo en el estiaje del Duero y hasta 63 metros cúbicos por segundo en las crecidas (Gaceta de Madrid, 1898).

El Porvenir de Zamora

Para construir la planta hidroeléctrica proyectada, Federico Cantero Villamil necesitó integrar voluntades y recursos en una sociedad que creó el 18 de junio de 1899 con el nombre de El Porvenir de Zamora (Ramos, 1998). Su capital inicial fue de 1,4 millones de pesetas. Los estatutos de la sociedad citan expresamente que su fin es la ejecución del proyecto de Federico Cantero Villamil en el Duero y la posterior explotación industrial de la energía eléctrica generada (Heraldo de Zamora, 1899b). Para ello cedió a la sociedad los derechos de la concesión para la explotación del salto a cambio de 1.540 acciones de la compañía, de 100 pesetas cada una. El 1 de mayo de 1900 El Porvenir de

Zamora adquirió las instalaciones de Electra Zamorana, resultando así la única compañía suministradora de energía eléctrica en la ciudad. El Porvenir de Zamora perduró hasta que fue absorbida por Iberduero el 12 de abril de 1951 y disuelta en diciembre de ese mismo año (Díaz & Suárez, 2007; Consejería de Cultura y Turismo de la JCyL-CCIZ, 2007).

Las obras

En el año 1899 se publicó el concurso para la realización de lo que se llama en el propio concurso “canal de derivación de las aguas del río Duero a 8 km de Zamora” con presupuesto de 686.071,39 pesetas. Se decía que había de constar de un canal de derivación con una parte a cielo abierto de 140 metros y otra en túnel revestido de 1.226 metros con sección libre de 16 metros cuadrados (figura 4), además de otras galerías y pozos auxiliares. En junio de ese mismo año las obras ya estaban en marcha (figura 5). El número de obreros

Figura 3. En primer plano, Federico Cantero Villamil y, a fondo, la presa con su embalse



Figura 4. Obras del túnel



que llegaron a trabajar en ellas simultáneamente fue de 800 (Cortez, 1915), por lo que se proyectaron edificios auxiliares próximos, como una posada y una cantina y se crearon otros servicios, entre otros una cooperativa para el suministro de alimentos, una caja de ahorros y un fondo de ayuda para las necesidades de los trabajadores enfermos (Heraldo de Zamora, 1899a). Las obras de la presa (figura 5) comenzaron el 26 de julio de 1899 (Cortez, 1915). En diciembre de ese mismo año se publicó ya el concurso, firmado por Cantero Villamil como director facultativo, para el suministro, montaje y colocación de los dos primeros grupos generadores: "dos dínamos generatrices de corriente alternatrífásica de eje vertical con sus correspondientes excitatrices que podían absorber 500 cv de fuerza cada una. La fuerza será suministrada por dos turbinas Hercule Progres construidas por Singrün Frères de Espinal (Francia) y que tienen una velocidad de 200 rpm. La energía producida por los dos grupos ha de transportarse a 12 km para aplicarla y transformarla al alumbrado eléctrico y fuerza motriz en la ciudad de Zamora". El concurso se resolvía el 30 de enero de 1900 (Heraldo de Zamora, 1899c). Esos dos grupos fueron los primeros que comenzaron a entregar energía eléctrica en 1902, aunque la inauguración oficial del servicio se celebró el 1 de enero de 1903. A partir de ese momento, la energía hidroeléctrica fue una realidad para la ciudad de Zamora, y poco después lo sería

Azud de escollera de 6 m de altura máxima desde los cimientos
Capacidad del embalse 0,40 hm ³
Salto bruto de 15,33 m
Un solo grupo de generación de 7.000 kVA

Tabla 2. La planta hidroeléctrica de San Román de los Infantes hoy.

para los pueblos y ciudades próximos, pues la central siguió completándose con nuevos grupos, hasta siete, y se fueron construyendo líneas de alta tensión hasta ciudades como Valladolid y Salamanca. Así, de forma progresiva, como tantas pequeñas compañías con sus instalaciones, El Porvenir de Zamora y su sistema eléctrico fueron creando el incipiente sistema eléctrico español, con intercambio de energía con otros sistemas y empresas eléctricos próximos.

Federico Cantero Villamil y los saltos del Duero

Federico Cantero Villamil nació en Madrid en 1874. En 1896, a los 22 años, terminó la carrera de ingeniería de caminos, anales y puertos con el número uno de su promoción (Ramos, 1998), y, al año siguiente, presentó el proyecto de la planta hidroeléctrica de San Román de los Infantes. Su actividad abarcó diferentes campos de las ingenierías hidráulica, eléctrica y aeronáutica, además de puestos en la administración y en la dirección de diversas empresas. Fue parte importante en el aprovechamiento hidro-

eléctrico integral del Duero que siguió a la construcción de la planta hidroeléctrica de San Román de los Infantes. En febrero de 1918, en nombre propio y en el de sus socios, había firmado con Horacio Echevarrieta una opción de compra de todas sus concesiones de saltos en el Duero en la provincia de Zamora a favor de la Sociedad Hispano-Portuguesa de Transportes Eléctricos, que el propio Echevarrieta y el banco de Bilbao crearían el 3 de julio de ese mismo año. No se incluía, por supuesto, el salto de San Román de los Infantes. Esa opción de compra, conocida como "opción Cantero", fue una de las aportaciones de Echevarrieta a la sociedad que se fundaba. Ese mismo día, Echevarrieta y el banco de Bilbao constituyeron otra sociedad con el nombre de Consorcio de los Saltos del Duero, más conocida simplemente como saltos del Duero, con el objetivo de reunir las múltiples concesiones de saltos en el Duero ya otorgadas, y permitir a la Sociedad Hispano-Portuguesa la construcción de los futuros grandes saltos (Díaz, 1.998). A partir de ese momento, la colaboración técnica de Cantero con los responsables de esas compañías, en particular con José Orbegozo y Echevarrieta, para el gran proyecto del Duero, fue de gran intensidad. Los conocimientos que Cantero poseía sobre el río castellano y sus afluentes fueron utilizados en diferentes proyectos y contribuyeron a allanar los múltiples e intrincados caminos que condujeron a la construcción de los grandes saltos citados al principio de este artículo. El primero en construirse fue el de Ricobayo, que comenzó a producir energía eléctrica en 1934, más de 30 años después del primer salto del Duero, el salto de San Román de los Infantes, de El Porvenir de Zamora.

Conclusión

La planta hidroeléctrica de San Román de los Infantes, obra de Federico Cantero Villamil, es el primer aprovechamiento del Duero para suministrar energía eléctrica por medio de corriente alterna. Su construcción se inició en 1899, solo seis años después de que Tesla exhibiera las ventajas de la corriente alterna en la Expo-

Figura 5. Fotografía de las obras. El material se transportaba con los medios de la época, principalmente, carros arrastrados por mulas



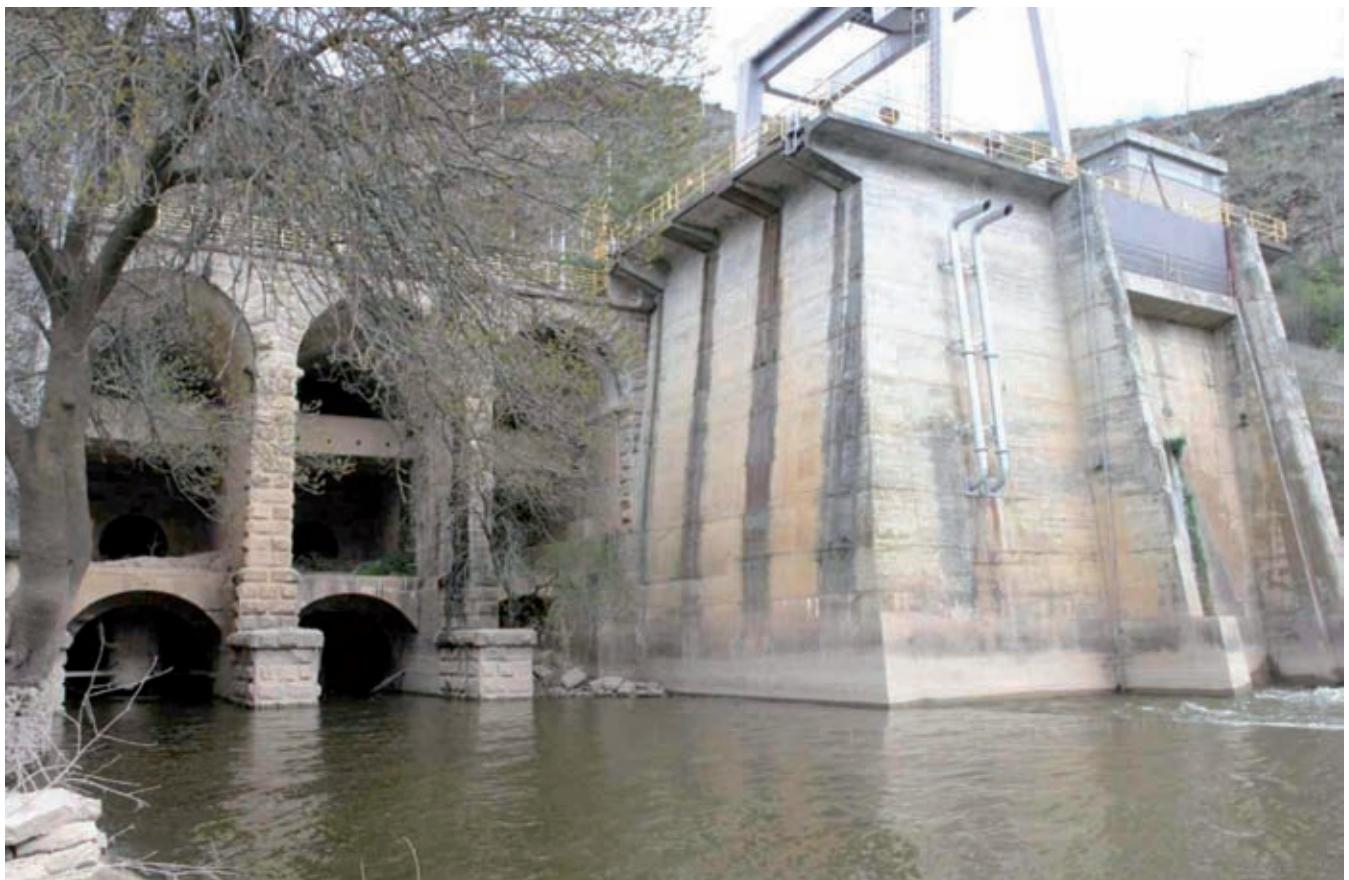


Figura 6. El edificio de hormigón de la derecha, con grúas sobre él, es la actual central. A la izquierda, restos del bello edificio de la primitiva central

sición Colombina Mundial de Chicago. Comenzó a producir energía eléctrica en 1902, aunque fue inaugurada oficialmente el 1 de enero de 1903. En 1951 fue adquirida por Iberduero, y reformada entre 1967 y 1969 para adaptarla a los nuevos medios técnicos de generación y control y aumentar, así, su rendimiento. Como consecuencia, un nuevo edificio sustituyó en parte al original, que era de indiscutible belleza (figura 6). Hoy, con más de 100 años, San Román de los Infantes, el primer salto del Duero, sigue entregando energía a la red eléctrica.

Bibliografía

Catálogo del Museo Etnográfico de Castilla y León. *Comercio e Industria en Zamora*. Consejería de Cultura y Turismo de la Junta de Castilla y León-Cámara de Comercio e Industria de Zamora. Zamora, 2007.

Cortez A. *Instalação Hidro-Eléctrica do Porvenir de Zamora*. Publicações do Laboratório de Física do Instituto Superior Técnico. Lisboa, 1915.

Díaz de Aguilera-Cantero I, Suárez-Caballero F. Federico Cantero Villamil. Entre la desmemoria y el revisionismo. *Ingeniería y Territorio* [en línea]. 2007, no. 79 [ref. de 2009-10-25], pp. 64-73. Disponible en Internet: <<http://www.ciccp.es/revistaIT/textos/pdf/10-Isabel%20Daz%20de%20Aguilar%20y%20Federico%20Su%20rez.pdf>>.

Díaz-Morlán P. El proceso de creación de los saltos del Duero (1917-1935). *Revista de historia industrial* [en línea]. 1998, no. 13 [ref. de 2009-11-20], pp. 181-198. Disponible en Internet en: <<http://www.raco.cat/index.php/HistoriaIndustrial/article/viewFile/63296/84934>>.

España. Real Orden de 11 de diciembre de 1898. *Gaceta de Madrid*, 11 de diciembre de 1898.

Heraldo de Zamora, Zamora, 20 de mayo de 1897.

Heraldo de Zamora, Zamora, 3 de diciembre de 1897.

Heraldo de Zamora, Zamora, 14 de diciembre de 1898.

Heraldo de Zamora, Zamora, 21 de julio y 26 de julio de 1899.

Heraldo de Zamora, Zamora, 13 de septiembre de 1899.

Heraldo de Zamora, Zamora, 21 de diciembre de 1899.

Hochheiser S. *Edison's Electric Light and Power System* [en línea]. *IEEE Global History Network*. 12 septiembre 2008. <http://www.ieeeghn.org/wiki/index.php/Edison%27s_Electric_Light_and_Power_System> [consulta: 13 marzo 2009].

Hochheiser S. *Pearl Street Station* [en línea]. *IEEE Global History Network*. 8 septiembre 2008. <http://www.ieeeghn.org/wiki/index.php/Pearl_Street_Station> [consulta: 5 marzo 2009].

Ramos-Pérez Herminio. *Un siglo de Iberdrola en Zamora*. Zamora: Iberdrola, 1998.

http://www.ieeeghn.org/wiki/index.php/Edison%27s_Electric_Light_and_Power_System> [consulta: 13 marzo 2009].

Hochheiser S. *Pearl Street Station* [en línea]. *IEEE Global History Network*. 8 septiembre 2008.

<http://www.ieeeghn.org/wiki/index.php/Pearl_Street_Station> [consulta: 5 marzo 2009].

Ramos-Pérez Herminio. *Un siglo de Iberdrola en Zamora*. Zamora: Iberdrola, 1998.

Félix Redondo Quintela

felixrq@usal.es

Ingeniero técnico en Electricidad y doctor en Ciencias Físicas. Actualmente, desarrolla su carrera profesional como catedrático de escuela universitaria de la Universidad de Salamanca en el área de Ingeniería Eléctrica.

Pedro Antonio Hernández Ramos

pedrohde@usal.es

Ingeniero técnico industrial en mecánica, ingeniero técnico informático en sistemas e ingeniero industrial. Actualmente, desarrolla su carrera profesional como profesor titular de Escuela Universitaria en el Área de Expresión Gráfica en la Ingeniería de la Universidad de Salamanca.

Roberto Carlos Redondo Melchor

roberrm@usal.es

Ingeniero técnico industrial en electricidad, ingeniero industrial y doctor por la Universidad de Salamanca. Actualmente, desarrolla su carrera profesional como profesor colaborador en el área de ingeniería eléctrica de la Universidad de Salamanca.

Juan Manuel García Arévalo

jumagar@usal.es

Ingeniero técnico industrial en electricidad, ingeniero industrial y doctor por la Universidad de Salamanca. Actualmente, desarrolla su carrera profesional como profesor titular de Escuela Universitaria en el Área de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Salamanca.