

PATRIMONIO INDUSTRIAL HIDRÁULICO DE LAS MINAS DE ALQUIFE Y SOCIEDAD JÉREZ-LANTEIRA

INDUSTRIAL WATER-BASED HERITAGE OF THE MINES OF ALQUIFE AND THE JÉREZ-LANTEIRA COMPANY

Juan Carlos Guerrero Ruiz

Universidad de Granada | jcarlos.guerrero.ruiz@gmail.com

Recibido: enero de 2020 / Aceptado: marzo de 2020

Resumen

Conoceremos la historia del desarrollo industrial minero del Marquesado del Cenete (Granada) en torno al uso de los recursos hidráulicos de Sierra Nevada, desde época preindustrial; nos situaremos fundamentalmente en el origen y generación de la energía eléctrica, mediante la construcción de las centrales hidroeléctricas por parte de las compañías mineras. Con ello queremos poner en valor este Patrimonio Industrial actualmente abandonado, que representa la historia de la tecnología y de sus ingenieros, mineros y maquinistas, que lo hicieron posible.

Palabras clave

Industrialización | Recursos hídricos | Minería | Energía eléctrica | Patrimonio Industrial.

Summary

The industrial development of mining in the Marquisate of el Cenete (Granada) revolves from preindustrial times around the exploitation of the water resources of the Sierra Nevada. An analysis of the introduction and generation of electric power in this area allows awareness and appreciation of an industrial heritage at present overlooked, which embodies the history of the technology and its engineers, miners and machine operators who made it possible.

Keywords

Industrialization | Water resources | Mining | Hydroelectric power | Industrial heritage.

1. INTRODUCCIÓN

Las aguas perpetuas de Sierra Nevada con diversos caudales, propiciaron la posibilidad de obtener aprovechamientos hidráulicos en dos barrancos de corto recorrido y gran desnivel, situados en la vertiente norte de Sierra Nevada, en un área que comprende la sierra del pueblo de Jérez, perteneciente a la comarca del Marquesado del Cenete (Granada). Aquí las compañías mineras construyeron desde finales del siglo XIX, de manera progresiva, seis centrales hidroeléctricas de agua fluyente y una de aire comprimido, para abastecerse de energía. La primera central se construyó en el año 1888 y la última en 1923, y todas ellas dejaron de funcionar a lo largo del siglo XX.

Estas obras de ingeniería históricas, actualmente abandonadas, son un testimonio del aprovechamiento de los recursos hidráulicos para obtener energía en los inicios de la industrialización minera, con la aparición de la energía eléctrica. Representan el desarrollo del conocimiento, la industria, y la economía, que fue posible gracias al trabajo fundamental de los maquinistas¹, hombres y mujeres en la sierra, donde compaginaron las labores del campo y la industria, conviviendo con el entorno natural, donde encontraron un nuevo modo de vida.

Para el desarrollo de la comarca del Cenete en la actualidad, no se debe prescindir de ninguna de sus riquezas. Es necesario hacer compatible la protección del medio ambiente con el reconocimiento del legado cultural que representa este patrimonio industrial compuesto por los artefactos, equipos, maquinaria y edificios generadores de energía, así como el reconocimiento de sus trabajadores e industrias internacionales y nacionales que conforman su historia. Nuestro objetivo principal será por tanto, la puesta en valor de este patrimonio industrial hidráulico, representado por todas las centrales que abastecieron de aire comprimido y electricidad a las compañías mineras de la comarca.

A lo largo del artículo se sigue una metodología que estudia la historia de la técnica, realizando una aproximación más global e interdisciplinar, teniendo en cuenta la historia local y sus fuentes, la antropología y su aproximación social; empleando una disciplina de carácter instrumental, como es la arqueología industrial.

2. PATRIMONIO CULTURAL E INDUSTRIAL

Es conveniente, como paso previo, situar y definir el patrimonio industrial dentro del patrimonio cultural que engloba distintos tipos más específicos: arquitectónico, arqueológico, etnológico, inmaterial, industrial, artístico, documental, bibliográfico y archivístico. En España tenemos un importante y valioso patrimonio histórico-artístico que nos llevó a priorizarlo, frente al patrimonio de la industriali-

1. Los maquinistas eran operarios de las compañías mineras, que trabajaban en las casas de máquinas de las centrales hidroeléctricas, emplazadas en la sierra, fuera de las minas.

zación, de la sociedad civil y productiva, más cercano en el tiempo. Estos vestigios industriales que se traducen en obras de arquitectura e ingeniería abandonadas, son testigos de nuestra historia, y de ellos nos ocupamos en este artículo.

Desde el año 2000 está en marcha el Plan Nacional de Patrimonio Industrial que se edita en 2011, actualizado posteriormente en 2015 y revisado en el año 2016². Este plan está vinculado al Instituto del Patrimonio Cultural Español (IPCE) y define el patrimonio industrial como:

“El conjunto de los bienes muebles, inmuebles y sistemas de sociabilidad relacionados con la cultura del trabajo que han sido generados por las actividades de extracción, de transformación, de generación de energía, de transporte, de distribución y gestión generadas por el sistema económico surgido de la ‘revolución industrial’. Estos bienes se deben entender como un todo integral compuesto por el paisaje en el que se insertan, las relaciones industriales en que se estructuran, las arquitecturas que los caracteriza, las técnicas utilizadas en sus procedimientos, los archivos generados durante su actividad y sus prácticas de carácter simbólico.”

También la *Ley del Patrimonio Histórico de Andalucía* (2007)³ en su título VII reconoce y protege el patrimonio industrial de esta comunidad.

Por otro lado hay una vinculación importante entre el patrimonio cultural y el natural y está regido por *Ley de Patrimonio Natural y Biodiversidad* (2007). Es importante tenerlo en cuenta, pues sería positivo una planificación conjunta, ya que los paisajes culturales se asientan sobre paisajes medioambientales, lo que favorecería una comprensión global del territorio (Querol, 2010). En nuestro caso el patrimonio industrial que estudiamos está inmerso en el Parque Nacional y Natural de Sierra Nevada del que forma parte (Guerrero & Martín, 2018).

Estos bienes, considerados patrimonio industrial se generan en el siguiente periodo: comienza en la primera Revolución Industrial a mediados del siglo XVIII con los inicios de la mecanización, continua con la segunda Revolución Industrial, finalizando a mediados del siglo XX cuando el operador humano en la industria, que realiza tareas: monótonas, repetitivas y poco creativas, carente de conocimientos especializados, empieza a ser sustituido por sistemas técnicos de automatización⁴.

2. *Plan Nacional de Patrimonio Industrial* (Linarejos Cruz). Recuperado de: <http://www.mecd.gob.es/planes-nacionales/planes-nacionales/patrimonio-industrial.html> [consulta: 20.12.2019].

3. *Ley 14/2007, de 26 de noviembre, del Patrimonio Histórico de Andalucía*. Recuperado de: <https://www.boe.es/buscar/pdf/2008/BOE-A-2008-2494-consolidado.pdf> [consulta: 20.12.2019].

4. Empiezan a desarrollarse equipos eléctricos y electrónicos, cableados inicialmente, y programados después (con el desarrollo del microprocesador), que toman el control de las máquinas, en las cadenas de producción, para un funcionamiento automático, sin la intervención del operario.

3. ETAPA PREINDUSTRIAL: HISTORIA DEL APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS HIDRÁULICOS⁵

Comenzaremos en la etapa preindustrial, para entender cuál fue el origen del desarrollo industrial de esta comarca. Los primeros asentamientos humanos se deben a la existencia de recursos minerales e hidráulicos. La proximidad al caudal de un río era fundamental para posibilitar la vida. En origen, los caudales que circulaban por la sierra, no eran elevados ni desviados por el hombre para obtener su máxima energía y desarrollar trabajo, pues no se tenían conocimientos tecnológicos suficientes, y por tanto no existían artefactos que lo permitieran. Sólo se empleaba la fuerza muscular en la molinería y en la forja de los metales. Pero con el paso de los siglos y el desarrollo del conocimiento humano, según expresa el siguiente autor: “La grafía del agua es escrita por la naturaleza y reescrita por el hombre, en sus canales, y obras hidráulicas” (Bonfil, 1990: 32-33). Se empiezan a construir artefactos y realizar obras, que aprovechan la dinámica del agua a través de canales de derivación⁶ y embalses.

Es a partir del siglo XVIII con el inicio de la mecanización cuando estas instalaciones son comunes. Están constituidas por maquinarias que aprovechan el agua que circulaba por las acequias para generar fuerza motriz, y de este modo sustituir el trabajo manual del hombre. Los caudales, en los molinos, movían la muela para moler el trigo y obtener la harina, y en las herrerías los sistemas de forja para obtener utensilios de hierro.

A continuación veremos brevemente en qué consistían estas instalaciones y cuál es su historia, pues comparten un principio básico con las centrales que veremos más adelante, aprovechar el recurso natural del agua para transformarlo en otro tipo de energía.

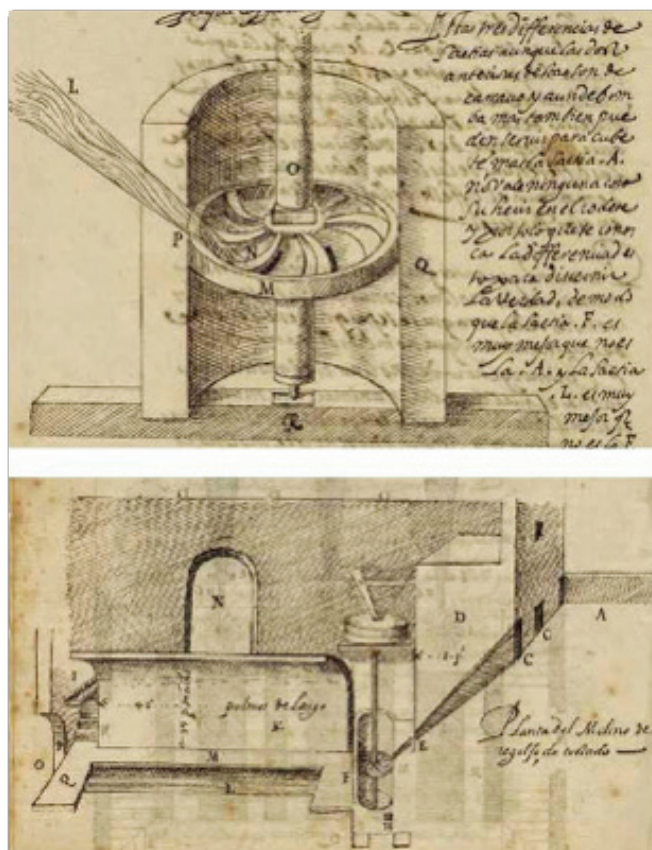
3.1. MOLINOS HARINEROS

Los molinos harineros de esta comarca, están basados en las ruedas hidráulicas de eje vertical o griegas, en los que la transmisión del movimiento se hace de forma directa sin recurrir a mecanismos de transmisión por engranajes, como sí ocurría en las ruedas hidráulicas romanas de eje horizontal. En la Edad Media, en los siglos XI y XII, es cuando se empieza a sustituir la fuerza humana y animal por las máquinas hidráulicas. Pero es a partir del siglo XVI cuando esta industria molinera se desarrolla ampliamente (Móris, 1995).

Son numerosos los molinos que existen en Jérez del Marquesado. Un autor anónimo realizó un trabajo en el que registró dieciséis. Se empleaban para la

5. Hace referencia a los ríos, arroyos, lagunas y acuíferos, que en nuestro caso existen en Sierra Nevada.

6. Detraer una parte del caudal de agua de un río, en un punto determinado, a través de un canal, para realizar un trabajo mediante las máquinas hidráulicas y retornarlo aguas abajo de nuevo al río.



Lám. 1. Molino de eje vertical.

Fuente: J.P. Lastanosa, *Los 21 libros de los ingenios y de las máquinas*.

alimentación de las personas, con la harina de trigo y maíz, y también para los animales. Hacia finales del siglo XX dejaron de funcionar. Quizá el más interesante es el que se encontraba en el antiguo seminario. Este fue herrería y posteriormente molino harinero.

Actualmente estos molinos, como indica la *Ley 14/2007, de 26 de noviembre, del Patrimonio Histórico de Andalucía*, son exponentes de la historia social, técnica y económica de esta comunidad, y forman parte de su patrimonio industrial protegido.



Lám. 2. Antiguo molino de los Regas, Carmelo o Sin tripas. Fuente: Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico.

Recientemente este molino que aparece en la imagen 2, uno de los más antiguos incluido en el Catálogo General por el Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico, como patrimonio inmueble de Andalucía⁷, ha sido derribado para la construcción de un chalé de arquitectura moderna.

3.2. HERRERÍAS: HISTORIA COMARCAL LIGADA A LA MINERÍA

Esta actividad artesanal e industrial también está presente en la comarca. Se conoce desde antiguo, época nazarí y cristiana. Para saber en qué consistía, a continuación reproduzco varios textos que dejan constancia detallada de esta industria en Jérez del Marquesado. Las herrerías de Jérez y Lugros fueron construidas por Rodrigo de Mendoza. Tras la expulsión, los seises describen que “tiene Alquife una mina de donde se saca hierro para las herrerías, la una de Jérez y, la otra, de Lubros” (Martín, 2004).

7. Descripción que consta en su catalogación: “Molino harinero hidráulico con cubo y cárcavos, que se empleaba para la trilla de las mieses. Hay también establos para las bestias”. Recuperado de: https://guiadigital.iaph.es/bien/inmueble/9090/granada/jerez-del-marquesado/molino-regas#_descripcion [consulta: 03.12.2019]

En el apeo de La Calahorra se dice que la marquesa:

“Tenía en la villa de Jérez una herrería que le rentaban entre 800 y 1000 ducados anuales y para hacer el hierro tenía los montes y sus arbolados de los cuales los vecinos de Jérez y su barrio de Alcázar estaban obligados a trabajar en las herrerías y a ayudar a hacer el hierro por un moderado precio cuando trabajan, asimismo, estaban obligados a ayudar a hacer carbón para las herrerías al precio de 60 maravedíes por cada carga y la mena que es la materia de hierro se llevaba de la queba de la villa de Alquife, la cual eran obligados a la saca y llevar los vecinos de la dicha villa de Alquife y por 30 maravedíes cada carga puesta en las dichas herrerías.” (Martín, 2004)

En época contemporánea, un texto de Pascual Madoz de 1847 nos da testimonio de la existencia de las herrerías de Jérez indicándonos cómo se utilizan las aguas de Sierra Nevada:

“Sus aguas se invierten desde su nacimiento en el riego de las tierras de los pueblos por donde pasa, en mover las máquinas de la fábrica de fundición de hierro de Jerez.” (Madoz, 1847)

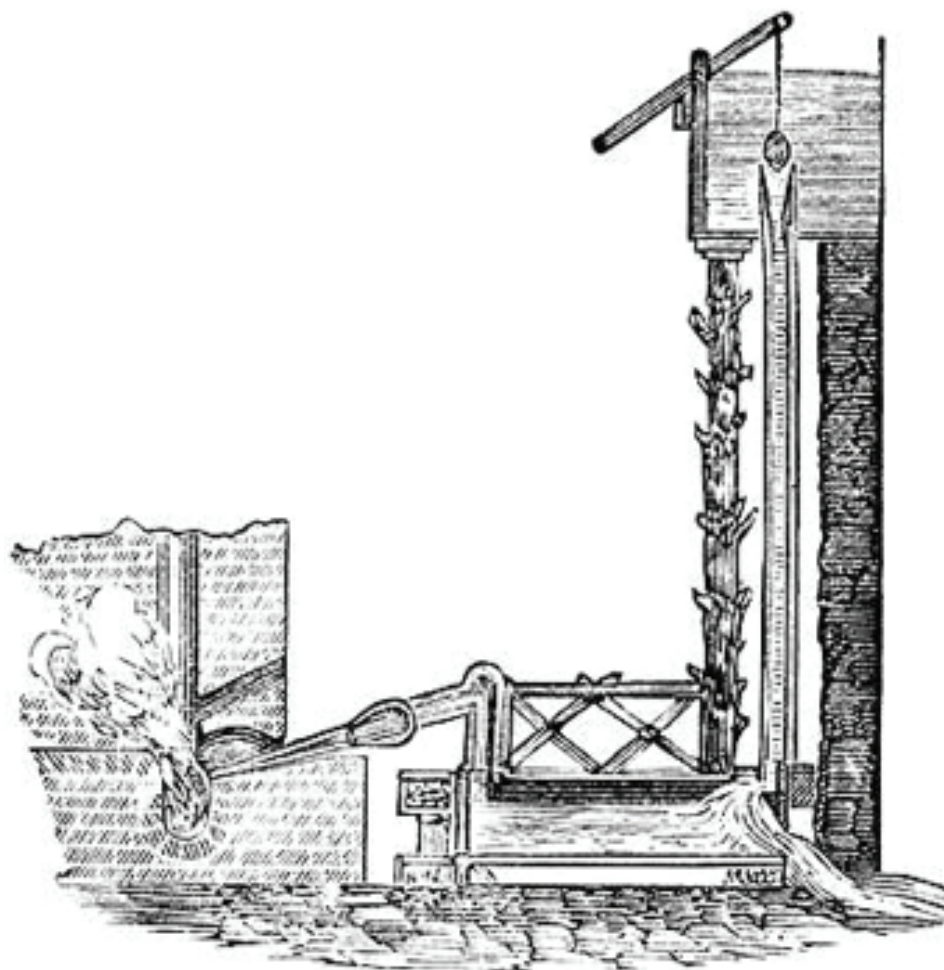
También encontramos un libro de viaje de Francisco de Paula Montells y Nadal, que nos indica la existencia de las herrerías de Jérez, y el tipo de técnica que se empleaba para obtener el hierro del mineral de las minas de Alquife y un criadero que se encontraba en la cuesta de Jérez:

“Los únicos criaderos de hierro que conocemos, capaces de utilizarse, son el que hemos indicado, se halla situado al principiarse la cuesta de Jerez, el de Alquife, en el Marquesado y el de Gor, que apenas se explota. De estos depósitos férricos el más importante es el de Alquife porque de muy antiguo viene surtiendo de mineral a las forjas a la catalana establecidas en Jérez, Lugros y Gor. El hierro que se obtiene se destina única y exclusivamente a la agricultura, y tiene cierta dureza que se busca por los consumidores: parece que las rejas de arar y demás herramientas de labor, resisten mucho más tiempo que cuando se han construido con otros hierros, y sobre todo con los que vienen de las ferrerías de Málaga.” (Montells, 1864)

Hago hincapié en este tipo de máquinas hidráulicas, puesto que en esta época se emplea el recurso del agua en la producción preindustrial.

4. LA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL: LA ETAPA DE LA INDUSTRIA MINERA

En Europa y Estados Unidos aparece la gran fábrica, vinculada a la máquina de vapor, el ferrocarril y el nacimiento de la ciudad industrial, marco de vida y de trabajo para una población que no dejará de crecer entre humos y chimeneas a lo largo del siglo XIX y principios del XX y se caracteriza, entre otros rasgos, por estar altamente proletarizada y desligada del campo.



Lám. 3. Sistema de forja a la catalana. Trompa hidráulica.
Fuente: *The Household Cyclopedia* (1881).

La pintura de William Bell Scott que aparece a continuación, representa los inicios de la industria del hierro, en la ciudad inglesa de Newcastle upon Tyne, y no es casualidad la ciudad elegida.

Lám. 4. *William Bell Scott. Iron and Coal (c. 1855-1860). National Trust, Wallington, Northumberland.*



Gran Bretaña estará vinculada a la industria minera de la comarca del Cenete, ya que el mineral de hierro de Alquife desde los inicios del siglo XX, es extraído por compañías inglesas, que alimentaban a las siderúrgicas y metalúrgicas de este país, para producir hierro y acero.

En esta comarca, la abundancia de materias primas minerales, fundamentalmente hierro y cobre de gran calidad, la energía hidráulica de Sierra Nevada, la disponibilidad de braceros o jornaleros y un puerto de mar relativamente cercano en Almería, posibilitan este desarrollo industrial⁸. En definitiva las compañías mineras desarrollan un espacio industrial de carácter comarcal descentralizado, que convive con el mundo rural.

En la etapa que estudiamos, es cuando la minería de Alquife experimenta un gran desarrollo incorporando tecnología como la eléctrica, con la construcción de las centrales hidroeléctricas en la sierra, que proporcionaron una fuerza motriz con los motores eléctricos, capaz de incrementar la producción en la mina, estas instalaciones desde entonces quedaron inmersas en el paisaje natural de la sierra⁹.

8. *The Alquife Iron-Ore Mines, in the South of Spain, 1900*. "Twenty Years ago it would have been considered a bold undertaking—in Spain, at least—to acquire and exploit iron-ore mines as far inland as 60 miles, chiefly on account of the distance the ores would have to be carried to seaboard. At the present time, however, iron-masters are looking further afield, and, provided the physical difficulties of transportation be not excessive, properties are being acquired which are situated at considerable distances inland".

9. Así lo corrobora el *Catálogo de paisajes de la provincia de Granada*: "Desde finales del siglo XIX y a lo largo del XX Alquife fue el principal centro productor de mineral de hierro de España. Este auge está relacionado con la introducción, por compañías extranjeras, de nuevas tecnologías que, al igual que en otros puntos de Andalucía, permitieron la extracción rápida y a gran escala del mineral de hierro" (Zoido & Jiménez, 2015: 124).

Algunas máquinas de las que se utilizaron aquí en las centrales hidroeléctricas de Jérez, alrededor del año 1900, procedían de esta ciudad industrial inglesa de Newcastle a la que me refería anteriormente¹⁰. A esto contribuyó el que se redujeran los aranceles a la importación de maquinaria para la minería (Vernon, 2016), y el mayor desarrollo tecnológico de Inglaterra.



Lám. 5. Placa de características del generador de la central hidroeléctrica Alhorí I.
Foto: del autor.

Pero volvamos al origen de la minería, para que nos podamos hacer una idea del impacto que supuso la industrialización en la comarca del Cenete. Partimos de su historia en la época de los marqueses del Cenete, duques del Infantado, que gobernaban los ocho pueblos de la comarca –Huéneja, Dólar, Ferreira, La Calahorra, Aldeire, Alquife, Lanteira y Jérez– y eran dueños del yacimiento de hierro de Alquife. En esa época se extraían pobres cantidades de mineral, que en la fábrica más pobre aún de Jérez fundían algunos operarios en las herrerías, convirtiendo los peñones de hierro casi nativo, en rejas, palas y lingotes que vendían para los hijos del país, pues esos productos no salieron de Guadix. Se trataba de una explotación casi artesanal que generaba poca riqueza.

A partir del siglo XX, uno de los elementos que cambió el desarrollo de la minería en la comarca fue la construcción del ferrocarril Linares-Almería. Empresarios e ingenieros británicos conociendo la reserva de mineral de Alquife, vieron

10. Los generadores eléctricos polifásicos de las centrales hidroeléctricas de Alcázar y Alhorí I, procedían de la industria eléctrica de Newcastle on Tyne, fabricados por la sociedad Ernest Scott y Mountain, Ltd., que se constituyó en 1888. En el trabajo arqueológico se pudo comprobar en la placa las características del generador.

la oportunidad de desarrollar una gran explotación minera exportando el mineral hacia las siderúrgicas situadas en el exterior, transportándolo por ferrocarril hasta el puerto de Almería.

En 1910 la principal sociedad minera era la escocesa The Alquife Mines and Railway Co. Ltd., que hubo de compartir protagonismo con otra sociedad británica Bairds Mining Company Limited, que también operaba en Alquife¹¹.

La industrialización minera en la comarca del Cenete tiende a desligar a estos pueblos del campo. Este espacio industrial minero en el llano de Alquife y la concentración de centrales hidroeléctricas en los barrancos de Jérez, irá conformando un paisaje singular antropizado, inmerso en un entorno natural privilegiado, recorrido por las aguas de Sierra Nevada desde su nacimiento hasta las tierras de cultivo, que a partir de ese momento, tendrán un uso añadido, como es la generación de energía eléctrica para las minas.

En cuanto al impacto que tuvo en la población, se observa que surge el modelo de proletario de la industrialización en la mina, frente al trabajo agrícola tradicional que existía, y este modelo permanecerá a lo largo del siglo XX. Las compañías mineras ponen en práctica la ideología del paternalismo empresarial, y en concreto en las centrales hidroeléctricas buscan reunir en un espacio perfectamente acotado de estas instalaciones todos los elementos del trabajo y vida del maquinista, para un mayor y más eficaz control sobre este y su rendimiento laboral. La vida de los maquinistas, transcurre en la casa de máquinas y casillas o viviendas, aumentando de este modo su disponibilidad. Las centrales hidroeléctricas crearán un lenguaje nuevo y anticiparán materiales y estructuras.

Finalmente en esta comarca comienza un proceso de desindustrialización de las compañías mineras, cuando entra en crisis el capitalismo industrial en los años 1970 y las minas y sus centrales se convierten en ruinas. El proceso que se siguió fue el siguiente: alrededor del año 1969 las centrales hidroeléctricas se paran, dejan de producir energía eléctrica, puesto que la demanda de energía en la mina era superior a la que podían suministrar estas centrales, y además el mantenimiento era costoso, a partir de aquí la mina decide conectarse a la red eléctrica general y por tanto comprar esa energía. Posteriormente son las minas las que abandonan la producción. En el año 1973 se cierra la compañía minera Agruminsa o Altos Hornos de Vizcaya, que originariamente fue The Alquife Mines; y en el año 1986, con el cierre de la Compañía Andaluza de Minas, que originariamente fue Bairds Mining Company Limited, todas las minas y sus instalaciones quedaron paradas, cesando en la comarca la actividad minera.

Las compañías abandonan sus instalaciones, liquidando los equipos¹². El resultado fue un paisaje que alberga hoy en día ruinas industriales abandonadas.

11. Esta dos minas tuvieron un nombre popular en la comarca, debido a su situación orográfica en Alquife: mina del Cerro o de Arriba (The Alquife Mines) y mina de los Pozos o de Abajo (Bairds Mining Company).

12. En el caso de las centrales hidroeléctricas se desmontan vendiendo como chatarra las líneas eléctricas y su maquinaria, excepto una de ellas, la central Alhorí I que la compra el Ayuntamiento de Jérez, actual propietario.

En aquella época la sociedad en general demandaba otros productos y servicios donde irrumpen con fuerza las nuevas tecnologías. Esta industria comarcal había determinado la evolución social y económica de este territorio, pero cuando llega a su fin los propietarios no abordan una reconversión. La Administración no se plantea la utilidad de estas industrias y los trabajadores se encuentran sin empleo, indefensos y sin capacidad ni competencia para plantear soluciones de continuidad.

Según un análisis empírico comparativo de los espacios mineros en declive en España con la actividad extractiva abandonada y un importante patrimonio industrial, el área de la comarca del Marquesado del Cenete, es donde existe hoy en día un nivel de abandono más elevado, con desempleo y falta de perspectivas (Valenzuela, 2008).

Después de esta descripción y análisis de lo que fue la etapa industrial minera, estudiaremos con más detalle cada una de las compañías que se establecieron de forma progresiva en la comarca, puesto que fueron estas las que proyectaron la construcción de las centrales hidráulicas –siendo fundamentalmente hidroeléctricas– objetivo de nuestro análisis.

5. LAS COMPAÑÍAS MINERAS

Son estas las comprendidas desde el siglo XIX y principios del XX, la época dorada de la actividad extractiva en España, cuando alcanzó la primacía mundial, durante algunos años, en la producción de diversos minerales. En la comarca del Cenete se extraía cobre y fundamentalmente hierro. Esto fue posible gracias a la participación de empresas e intereses extranjeros en el aprovechamiento de los recursos minerales de nuestro subsuelo, fundamentalmente franceses, belgas y británicos (Broder, 2014). Un factor importante para su desarrollo, fue el cambio de la ley de minas que ofreció protección a las operaciones mineras extranjeras.

5.1 SOCIEDAD JÉREZ-LANTEIRA: MINA DE SANTA CONSTANZA

Era una mina de cobre situada en Jerez del Marquesado, cuyo origen se remonta a la cultura argárica y el periodo romano en época republicana. Abarca varios siglos de explotación a lo largo de la historia, en distintas etapas y empleando diferentes técnicas, primero preindustriales y posteriormente industriales (García, 2012).

Nos situaremos en la última etapa, que está comprendida entre 1888 y 1896 donde se denomina Sociedad Jerez-Lanteira, puesto que se pone en marcha un proyecto muy interesante y novedoso con la construcción de una central de aire comprimido generado por fuerza hidráulica¹³, una instalación pionera para la

13. Esta central, junto con las hidroeléctricas, forman el grupo de centrales hidráulicas, pues utilizan el agua para generar energía.

época. Todo el conjunto industrial minero estará formado por tres instalaciones: la mina, la fábrica o fundición y la central.

Pero veamos cómo se constituye la sociedad. Del encuentro entre el ingeniero Émile Bontoux y el hombre de negocios Hubert Meersmans, adquieren los registros de la explotación de cobre de Jerez y se constituye la sociedad en Madrid el 15 de marzo de 1889, cuyo presidente es el marqués de la Merced, y la secretaría se instaló en Lyon (Francia) el 20 de marzo de 1889.

La compañía, decide mejorar el sistema de obtención del cobre que existía en esa época, utilizando un nuevo convertidor denominado “Convertidor Manhés” que empleaba aire comprimido¹⁴. Los ingenieros de la sociedad hacen un viaje a Italia para estudiar el sistema a nivel práctico en la ciudad de Liorna —que es donde estaba funcionando—, pasando antes por Lyon, donde el mismo Sr. Manhés les dio explicaciones sobre el funcionamiento. Resultado de aquel viaje se decidió instalar en la fábrica de Jerez aquel sistema.

En el año 1891 estará finalizada la instalación de la central, la mina y fábrica funcionarán con el nuevo sistema que utilizaba el aire comprimido generado en la central. Al año siguiente empieza a ir mal el negocio de la mina por varios motivos: se esperaba que se pusiese en marcha el ferrocarril de Guadix para el transporte de mineral, y además una sequía impidió que funcionara la fuerza hidráulica que se empleaba en la central. Se concluye así que el fracaso fundamentalmente es debido a que se destinaron prematuramente fondos a instalaciones para el tratamiento del mineral, antes de saber si existía este en cantidad y condiciones explotables, invirtiendo así el orden natural de las cosas.

En 1895 la producción deja de ser competitiva, se produce la liquidación acordada de la sociedad Jerez-Lanteira, única que obtenía cobre por el procedimiento Manhés. Queda allí en desuso una importante instalación de fuerza hidráulica generadora de aire comprimido y se realiza una subasta de parte del material y equipos de la mina.

5.2. THE ALQUIFE MINES AND RAILWAY COMPANY LIMITED

De las dos minas de Alquife nos ocuparemos de analizar esta, pues fue muy relevante en su origen, por la construcción temprana de sus centrales hidroeléctricas. Desde los inicios del siglo XX, de manera industrial e intensiva, se explota el mineral de hierro de la población de Aquife, por compañías coloniales mineras británicas. Una de ellas fue The Alquife Mines and Railway Company Limited, compañía escocesa que había comprado la sociedad de minas que existía hasta ese momento.

14. Es un artefacto que utiliza el procedimiento Manhés, un proceso de refinación de las matas de cobre, inventado en 1880 por el industrial y metalúrgico francés Pierre Manhés y su ingeniero Paul David, inspirado por el proceso Bessemer. Consiste en el uso de un convertidor para oxidar con aire los elementos químicos indeseables (principalmente hierro y azufre) contenidos en la mata, para transformarlo en cobre.

En un documento sobre las minas de hierro de Alquife citado anteriormente, el 4 de noviembre de 1905, el director e ingeniero George Harley Bulmer, realiza una descripción de las minas que transcribo de manera parcial traducido del inglés, en el que hace referencia a la generación de energía eléctrica que se pondrá en marcha, para abastecer a la mina e incrementar la explotación:

“Las minas de mineral de hierro de Alquife fueron adquiridas por compra, y su explotación comenzó hace aproximadamente 4 años por Clothess Iron Company, Limited, de Lanarkshire, y Millom y Askam Iron Company. Las minas toman su nombre del pueblo de Alquife, al que se unen y abrazan. Muchos trabajos antiguos existen en la colina, y grandes cantidades de mineral, que probablemente ascienden a 1 millón de toneladas, han sido extraídos por antiguos trabajadores, que se remontan a tiempos remotos. Los minerales de hierro encontrados en estas minas se conocen localmente como rubio (hematita marrón) y campanil (hematita roja); sin embargo, son más fiables que los minerales de la misma clase del distrito de Bilbao. Los cuerpos mineralizados van del noreste. El mineral está absolutamente libre de cobre, arsénico, zinc y titanio; y como, además, contiene más de 16 por ciento de materia volátil es un mineral valioso para la fundición. La producción actual de las minas es de aproximadamente 220.000 toneladas por año, lo que aumentará mucho cuando las minas estén completamente abiertas. La energía eléctrica, derivada de las caídas de agua de la montaña en los pueblos vecinos [se refiere a Jérez del Marquesado] se instalará para el transporte y la iluminación.” (Bulmer, 1904: 312-314)

Vinieron ingenieros, y empleados, que bajo la dirección de George Harley Bulmer comenzaron los trabajos de una gran explotación, lo que proporcionó desarrollo y bienestar a los habitantes de la comarca del Cenete. Las noticias sobre la apertura y puesta en funcionamiento de las minas de Alquife, un proyecto novedoso e impresionante para la época, se extendieron por la comarca y la prensa local se hizo eco de ellas:

“Nos decían de sus fabricas, de sus tajos, de sus pozos, de sus planos inclinados, de malacates, de sus obras de fabrica, de su línea férrea, de su canal, de su importancia en fin. Y no pudimos imaginarnos lo que allí existe, lo que se está haciendo el valor de la cosa y su mérito, hasta que lo hemos visto y lo hemos tocado.”¹⁵

Según el periódico de Guadix de aquella época, *El Accitano*, nos informa de un hito importante para la comarca como es la constitución de la sociedad minera The Alquife Mines & Railway Co. Ltd. con domicilio en Manchester (Inglaterra)¹⁶.

El cerro de Alquife era una inmensa mole de mineral de hierro donde se realizaban trabajos a cielo abierto y subterráneos para extraer una importante cantidad de mineral, que es transportado por vagones a enormes depósitos, que el ferrocarril de la compañía minera transporta a la estación de La Calahorra, donde enlazaba con la línea férrea Linares-Almería para llegar al puerto de Almería y embarcarlo en buques, hasta las siderúrgicas en el exterior donde se obtenía el

15. *El Accitano* (Guadix, 16 de noviembre de 1905).

16. Hay distintas informaciones sobre la constitución de la sociedad minera The Alquife Mines & Railway Co. Ltd., pero todas ellas la sitúan en Gran Bretaña. Hay que tener en cuenta que se puede constituir en una ciudad y situar la sede social en otra.

hierro. La cantidad de mano de obra empleada en esta actividad industrial es considerable y esto genera unos ingresos para las familias que, aunque son modestos, les permite cubrir parte de sus necesidades alimenticias.

Se establecieron diferentes categorías profesionales entre sus trabajadores o mineros. Por un lado, los que trabajaban directamente en el interior de la mina con diversas funciones (pedriceros, barreneros, martilleros, vigilantes, etc.), y los que trabajaban en el exterior, en los talleres (mecánicos, electricistas, conductores, etc.).



Apellidos *Guerrero*
 *Castillo*
 Nombre *Manuel*
 Nacido el de
 *1919*
 Hijo de y de
 Domicilio habitual *Perich del Mado*

 Profesión *Minero* Categoría *pedricero*
 Firma del productor,
Manuel Guerrero
 Empresa que abre la cartilla *The Alquife*
 *Minas*
 Domicilio *Alquife* Tel. *2*
 Actividad industrial *Minas de hierro*
 Riesgos a que se halla expuesto el productor
 *T. S. neumáticos*
 En caso de accidente llamar a D. S. *Palencia*
 Calle *Alquife* Tel. *1*

Lám. 6. Minero pedricero de la compañía The Alquife Mines & Railway Co. Ltd.
 Fuente: Manuel Guerrero Ruíz.

Además se encontraban los trabajadores de las centrales hidroeléctricas, de los que nos ocuparemos más adelante. Una vez analizadas todas las compañías mineras, a partir de aquí estudiaremos sus proyectos de construcción de centrales hidráulicas y el patrimonio industrial que nos han dejado.

6. LAS CENTRALES HIDRÁULICAS DE JÉREZ

Con la denominación de centrales hidráulicas se hace referencia a todo tipo de central que emplea como recurso para su funcionamiento el agua, que transforma en otro tipo de energía. En nuestro caso, la central de aire comprimido y las seis centrales hidroeléctricas, un total de siete centrales. Mediante estas centrales se aprovecharán los recursos hidráulicos de Sierra Nevada, para producir la energía neumática (aire comprimido) y eléctrica necesaria para el funcionamiento de las minas y la iluminación de los pueblos.

En el mapa que se muestra (ver página siguiente), tenemos una visión de conjunto de todas ellas, emplazadas en los barrancos de Alcázar y Alhorí de la sierra de Jérez¹⁷. Se ha elaborado para homologar un sendero o ruta de montaña, que permita visitar este patrimonio industrial mientras se practica deporte, una iniciativa que recupera su valor, integrándolo como un recurso cultural y turístico del Parque Nacional y Natural de Sierra Nevada. Una buena práctica de recuperación del patrimonio industrial.

En este mapa se indica el nombre popular que se les daba a las centrales. Es un nombre compuesto por la palabra “canal”, más el nombre de la familia que trabajaba en él. De todas las centrales que aparecen en el mapa, a continuación estudiaremos las tres más significativas en los siguientes subapartados.

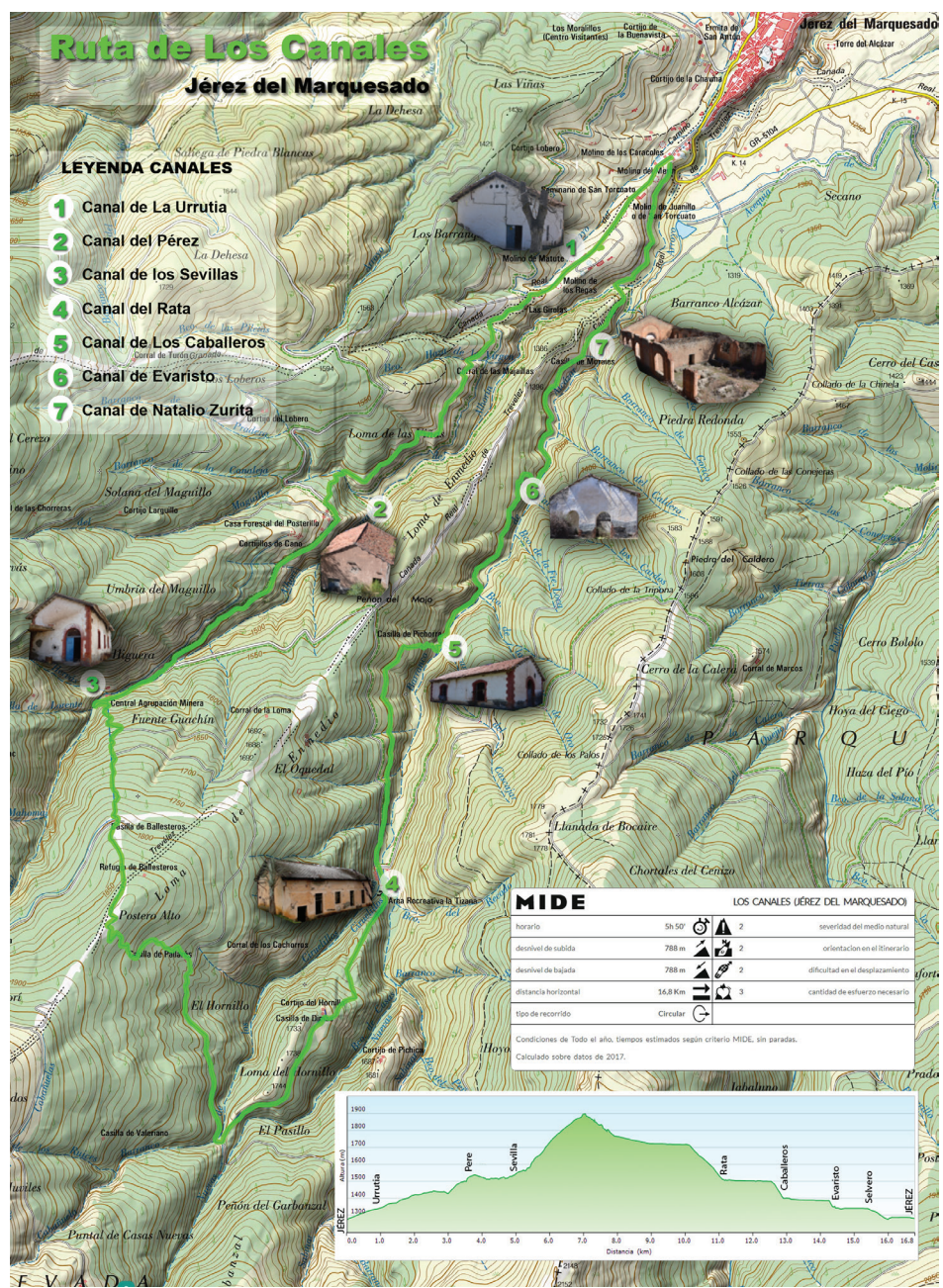
6.1. CENTRAL DE AIRE COMPRIMIDO (CANAL DE NATALIO ZURITA)

Esta central¹⁸ generaba aire comprimido para la mina y fábrica de la Sociedad Jérez-Lanteira que hemos visto anteriormente. Estaba situada en el río del barranco Alcázar, inmediatamente aguas arriba de las salidas de los canales de riego.

Para su funcionamiento se construyó un canal de derivación de 800 m de longitud, que llevaba una parte del caudal del río del barranco Alcázar a una cuenca situada a 45 m por encima de la casa de máquinas, donde se encuentra la cámara de carga y el cortijo del guarda en el que se efectuaba la regulación. Desde aquí, el agua se hacía circular por gravedad a través de un tubo cerrado de chapa de acero de 1 m de diámetro, colocado en la ladera del barranco que forma la margen izquierda del río; hasta llegar a las turbinas situadas en la casa de máquinas, desde donde la energía cinética del agua impactaba sobre los alabes de

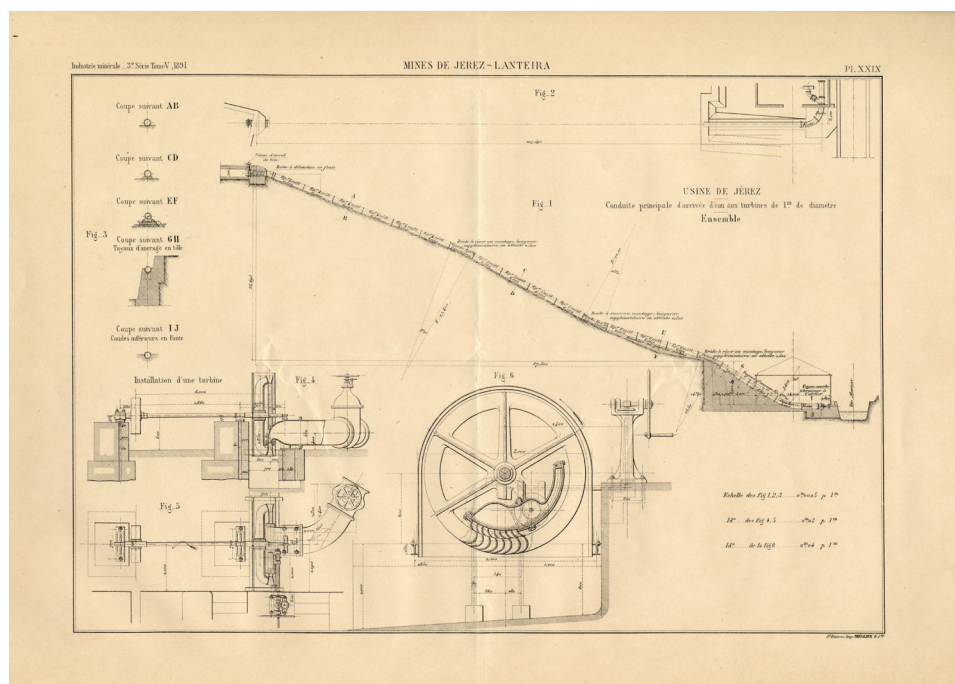
17. Es una parte de Sierra Nevada que antes de la declaración del Parque Nacional y Natural pertenecía al pueblo de Jérez.

18. Se denomina también planta de fuerza, oficina de compresión o planta hidráulica.



Lám. 7. Proyecto de sendero de pequeño recorrido (PR).
Fuente: Joaquín Nollé y Juan Carlos Guerrero Ruiz.

las turbinas haciéndolas girar, y acopladas a los compresores convertían esta energía hidráulica en energía neumática o aire comprimido, que se transportaba a la mina y fábrica por una tubería. En la siguiente imagen (lám. 8) se muestra un plano de construcción del conjunto de la central en aquella época.



Lám. 8. Plano detallado de la central de aire comprimido (1891). Cámara de carga, tubería forzada, casa de máquinas, y detalle de una turbina. Fuente: Joaquín Nollet.

En la lámina 9 (página siguiente) se puede apreciar lo que queda actualmente de la central.

Si nos fijamos con detalle, se puede apreciar la fidelidad entre el plano de construcción de la imagen 8 y la imagen 9 actual.

La compañía Fives-Lille¹⁹ fue la encargada de construir la central, y prometió que la instalación se terminaría a finales de abril de 1888. Pero el proceso de construcción se fue prolongando a lo largo del año y en noviembre de ese año fue parado por el director y el consejo de ingenieros, asistidos por el ingeniero de la compañía de Fives-Lille. La central tuvo un presupuesto total para su construcción de 379 800 francos de la época (lám. 10).

19. Era una importante compañía francesa de ingeniería civil que intervino, entre otras, en la construcción del Palacio de Máquinas para la Exposición Universal de 1889 en París.



Lám. 9. Central de aire comprimido, estado actual 2018.
Foto: del autor.

age, canal et bâtiment.	Fr.	140
Matériel :		
achines et 8 compresseurs.		61
utage de toute nature.		16
uite d'air, 3,500 mètres, à 23 francs le mètre.		80
pente métallique		7
sport jusqu'à Grenade et droits d'entrée de tout ce matériel dont le poids est de 240 tonnes.		36
sport de Grenade aux mines		12
tage et pose		10
ne à valoir.		16
Total		379

Lám. 10. Presupuesto de construcción de la central.
Fuente: Memoria de constitución de la Société Minière de Jerez-Lanteira (1889).

Según el proyecto de la sociedad Jérez-Lanteira, la central se utilizaría en un futuro también para generar electricidad y realizar un afino del cobre en la fábrica a través de la electrometalurgia, concretamente de la desplatación eléctrica del cobre. La energía eléctrica que se podría obtener sería muy barata, comparada con las centrales térmicas alimentadas con carbón y del que no se disponía en esta zona.

Esta planta incluía cuatro turbinas Girad²⁰ de 106 caballos de fuerza cada una, operando con cuatro pares de compresores de 80 a 90 caballos de fuerza; el espacio y todo el sistema de tuberías estaba diseñado para agregar, cuando fuese necesario, una quinta turbina y un quinto par de compresores²¹.

La central se instaló a 4,5 km de la mina y fábrica, que es donde se encontraba el aprovechamiento hidráulico²². El aire se producía a 4,5 kg de presión por centímetro cuadrado o atmosferas. Para conducir el aire desde la central hasta la mina y fábrica se hacía a través de una tubería bastante ancha de 30 cm de diámetro.



Lám. 11. Estado actual en el que se encuentra la casa de máquinas de la central.
Foto: del autor.

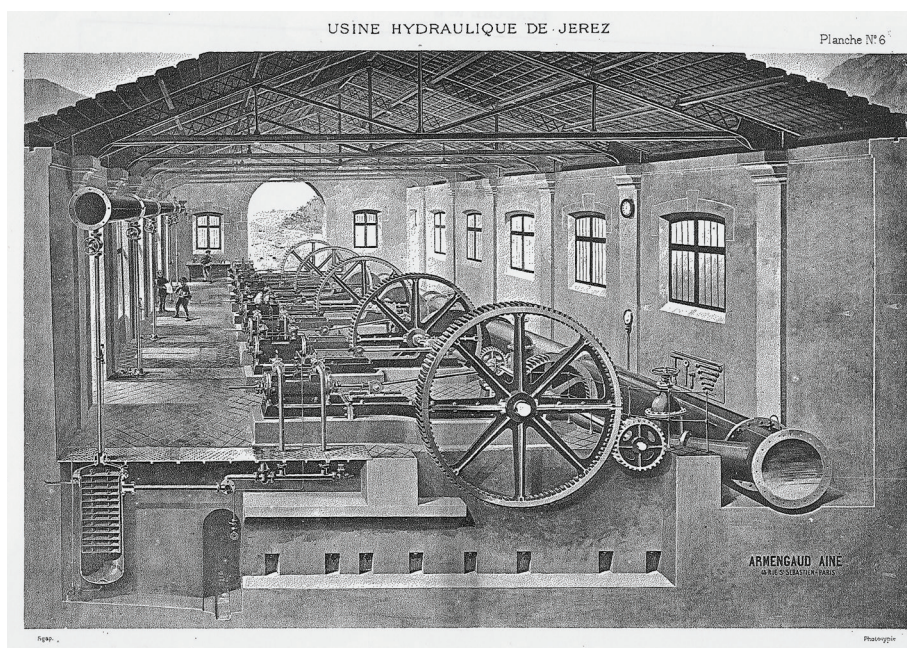
20. Se trata de una turbina de acción axial, con el rodete fuera del agua. Mientras el cauce no subía de nivel, trabajaba como una de acción normal; mientras que si el nivel subía y el rodete quedaba sumergido, trabajaba como una de reacción, aunque no en las mejores condiciones. En la actualidad no se utiliza.

21. En el grabado (lám. 12) aparecen las cinco turbinas que podían llegar a instalarse.

22. Se denomina aprovechamiento hidráulico al lugar donde se dan las condiciones naturales de caudal de agua disponible y diferencia de cota del terreno, para instalar una central.

Estaba dividida en tramos de tubo unidos por juntas de goma que le permitían adaptarse a la orografía del terreno. En el recorrido tan largo que realizaba, siguiendo una superficie irregular, se producían pocas pérdidas debido al considerable diámetro de la tubería y la hermética unión que proporcionan las juntas de goma. Todo este sistema permitía una regulación prácticamente automática de la presión²³.

En definitiva, una fuerza de 500 caballos o más, producida en la central, iba convertida en forma de aire comprimido a servir así para los trabajos mecánicos de perforación neumática, extracción y transporte, así como para la fundición del cobre por el sistema Manhés, en el cual el aire más el azufre del mineral reducen a metal las piritas de cobre. Se instalaron cuatro cubilotes Manhés para un tratamiento sucesivo del mineral, resultando un procedimiento muy novedoso.



Lám. 12. Grabado del proyecto de la central.

Fuente: Memoria de constitución de la Société Minière de Jerez-Lanteira (1889).

El aire que se inyectaba en el convertidor Manhés debía tener una presión efectiva de 0,5 atmosferas y la máquina sopladora instalada en la fundición a través de un sistema neumático compuesto por motores y cilindros tomaban de la atmósfera unos 100 metros cúbicos de aire. Esta máquina de soplado fue construida por la misma compañía que construyó la central.

23. Revista Minera, Metalúrgica y de Ingeniería, 12 (1891).

La *Revista Minera, Metalúrgica y de Ingeniería*, en distintos artículos de aquella época, hacía referencia a la compañía minera Sociedad Jérez-Lanteira e informaba de su central, indicando cuáles eran sus funciones, características y modo de funcionamiento. En este artículo de 1890 nos informa de la fase de construcción en el que se encontraba, para que nos hagamos una idea de la relevancia que se le dio al proyecto:

“Hay ya importantes trabajos de preparación hechos, que marcharán con más rapidez cuando llegue el aire comprimido a las minas, para lo cual solo falta instalar poco menos de la mitad de la tubería (unos 2 km), cuyo trabajo se prosigue con toda actividad.”

En la mina se emplearían tres máquinas de extracción o perforación neumáticas²⁴, destinadas al pozo de la veta Santa-Ana a la de las vetas de Buen-Hijo y Zuzón, y la de Cecilia en Lanteira, se encargaron en la fábrica Velasco y Dias, de Linares-España, fábrica especialmente equipada para este tipo de máquinas. Eran máquinas de 25 caballos de fuerza cada una, provistas de todos los accesorios más avanzados, que costaron, en cifras redondas, 12 000 pesetas cada una. De acuerdo con el contrato, decía que debían entregarse y montarse para poder funcionar el día en que llegase el aire comprimido.

Una de las aportaciones más importantes a nivel tecnológico que proporcionaba esta sociedad minera con la construcción de la central, se indica en este artículo de la *Revista Minera, Metalúrgica y de Ingeniería* del año 1889:

“Técnicamente, el interés que ofrece esta Sociedad es muy grande, pues por primera vez en España se sustituye con fuerza hidráulica la mayor parte del combustible que exige una gran explotación minera.”

En el periodo comprendido entre 1890 y 1894, mientras la mina estuvo activa, esta central funcionó como central de aire comprimido²⁵. Una vez desmontada y después de varias décadas, una compañía eléctrica aprovechó la mitad del edificio de la casa de máquinas y lo reconvirtió en central hidroeléctrica, conectada a la red que llegaba a Guadix, y así estuvo funcionando hasta 1970 aproximadamente.

Para visualizar con más claridad cómo era esta central, en la siguiente imagen aparece una muy similar inaugurada en 1909 y en la que participa la compañía Fives-Lille²⁶.

Fives-Lille en esta época realizó diversos proyectos en la zona, además de construir la central para la compañía minera, fue también la encargada de construir en 1890 la línea férrea Linares-Almería, que permitió en 1895 que comenzara a funcionar el tramo entre Guadix y Almería²⁷.

24. Arón Cohen, en su libro *Minas y mineros de Granada*, indica que fueron las primeras de este tipo que se instalaron en la provincia de Granada.

25. Un dato curioso sobre su maquinista. Por tratarse de la central más antigua, probablemente José Higuera, el Tío Salvero, vecino del pueblo que trabajó en sus inicios, es el primer maquinista de las centrales de Jérez del Marquesado.

26. Vid. <https://www.fivesgroup.com/fr/qui-sommes-nous/200-ans-dhistoire.html>

27. El retraso en la puesta en marcha de la estación de Guadix fue uno de los motivos que contribuyó



Lám. 13. Musealización de la central Cornellà, la planta de Aigües de Barcelona. Ejemplo de protección y puesta en valor del patrimonio industrial. Fuente: página oficial del museo.

Como conclusión cabe indicar que esta central fue toda una novedad tecnológica en España. Es interesante observar cómo en un pueblo pequeño y rural de la península Ibérica, Jérez del Marquesado, se habían instalado unas máquinas muy avanzadas, en las que intervenían empresarios e ingenieros de Francia, Bélgica y España.

6.2. CENTRALES HIDROELÉCTRICAS DE LAS MINAS DE ALQUIFE: DIVERSAS TECNOLOGÍAS

Las centrales hidroeléctricas²⁸ aprovechan la energía potencial del agua para transformarla en energía eléctrica a través de dinamos o alternadores. Las que hay instaladas en estos barrancos son de agua fluyente y funcionan del siguiente modo: se deriva parte del caudal de un río con una pequeña presa o azud, y se lleva mediante un canal a la cámara de carga situada a cierta altura de la casa de máquinas. Esta cámara de poca capacidad se utiliza para regular el caudal. Desde aquí se hace circular el agua por gravedad a través de una tubería forzada, emplazada con una elevada pendiente, y que recorrerá toda esa altura hasta llegar a la casa de máquinas. De este modo, la energía potencial del agua

al fracaso de la compañía minera Sociedad Jérez-Lanteira.

28. La gente del pueblo, para referirse a las centrales hidroeléctricas, les daba el nombre de saltos de agua, máquinas, canales.

se convierte en energía cinética en la casa de máquinas, al provocar en el interior de una turbina un movimiento giratorio tras impactar el chorro del agua a presión en los alabes del rodete. Esta turbina, unida por el eje a un generador eléctrico (dinamo o alternador), hará que gire a su vez el rotor produciendo electricidad en las bobinas del estator, que conectado al transformador, elevará la tensión para reducir pérdidas. Finalmente se conecta a la línea exterior para transportarla hasta el lugar de consumo, las minas (Guerrero, 2014). En las centrales hidroeléctricas de los canales de Jérez se pueden encontrar las dos tecnologías que entraron en conflicto a finales del siglo XIX.

A nivel mundial primero se generó corriente eléctrica continua (DC) con las dinamos, que se distribuía por la red para el consumo, y después se impusieron los alternadores o generadores de corriente alterna (AC). Sin embargo, en las centrales de Jérez fue a la inversa, pues se trataba de un uso industrial. Primero se instaló la corriente alterna trifásica en las centrales de Alcázar y Alhorí I para suministrar energía eléctrica a la compañía minera The Alquife Mines. Estas centrales entraron en funcionamiento en 1905 y 1911, y posteriormente se instaló la corriente continua con la puesta en funcionamiento de la central del Sabinar en 1915, y la central de Alhorí II en 1923 conectadas entre sí²⁹, y que suministraban energía eléctrica a la compañía minera Bairds Mining Company. Aparecieron las líneas eléctricas de transporte de energía desde Jérez hasta Alquife y la central eléctrica y transformadora en las minas, donde se recibía la corriente.

Como indicamos anteriormente, analizaremos dos de estas centrales hidroeléctricas, una de cada compañía minera.

6.2.1. Central hidroeléctrica de Alcázar

En el año 1900 se instaló en la comarca la sociedad escocesa The Alquife Mines para explotar las minas de Alquife (Cohen, 1987), y se solicitaron en julio de ese mismo año, a las autoridades granadinas las primeras concesiones hidráulicas³⁰, para construir esta central hidroeléctrica. La constitución de la compañía minera por tanto, conlleva la construcción y puesta en funcionamiento de la central hidroeléctrica para la generación de energía eléctrica, que abastecerá a los motores de las máquinas, e iluminación de la mina.

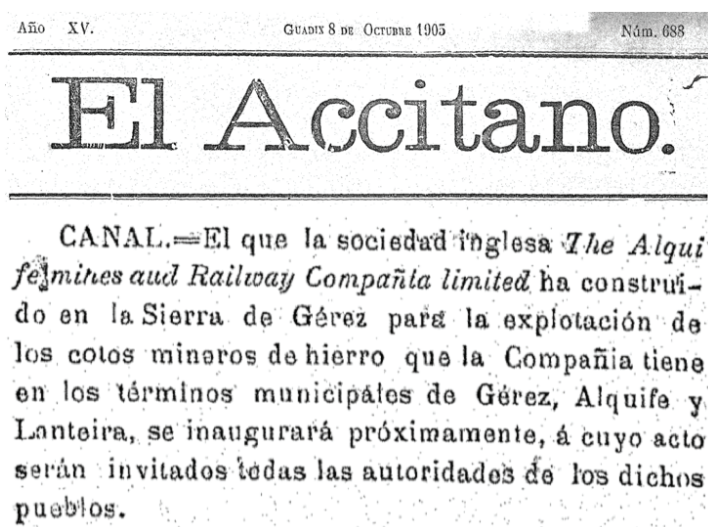
29. Así consta en el informe de la inspección de aprovechamientos hidroeléctricos emitido por la Comisaría de Aguas del Guadalquivir (23 de junio de 1960). Vid. Archivo Histórico de las Minas de Alquife (AHMA).

30. Para hacer uso del agua publica, de los ríos o arroyos, es necesario solicitar una concesión a la Administración, que si se otorga suele ser temporal, durante varios años. Según nos indica el profesor Aron Cohen en su libro *Marquesado del Cenete. Tierra de minas*, estas concesiones hidráulicas debían entenderse como parte de sus concesiones mineras.



Lám. 14. Casa de máquinas de la central de Alcázar
Foto: del autor.

Una vez finalizada su construcción, el 8 de octubre de 1905 el periódico de Guadix *El Accitano* publicaba el siguiente artículo informando de la inauguración de la central hidroeléctrica o, como se le solía denominar, canal.



Lám. 15. Recorte de prensa de *El Accitano* (1905).

Es una noticia importante para la comarca pues se trata de la primera central hidroeléctrica que se pone en funcionamiento. El uso de la energía eléctrica sustituyó en parte al trabajo animal y humano para extraer los vagones de mineral por un túnel de 3,5 x 2,5 m, a través de dos vías férreas de 60 cm por las que circulaban los vagones –aproximadamente, cargados con una tonelada de mineral– accionados eléctricamente por un motor, mediante cable sin fin.

La puesta en funcionamiento de esta central tuvo cierta repercusión, como así se hace constar el 25 de febrero de 1905 en *La Energía Eléctrica. Revista general de electricidad y sus aplicaciones*, editada en Madrid, que publica el siguiente artículo a nivel nacional, en el que se indica cuál es el motivo inicial para la construcción de la central:

“La Sociedad explotadora de las minas de hierro de Alquife (Granada), The Alquife Mines and Railway Co. Ltd., va a hacer un transporte de energía eléctrica, de 300 caballos, desde un salto de agua del río Alcázar (Jerez del Marquesado) a la fábrica que va a levantar cerca de la estación de partida de su ferrocarril de Alquife a La Calahorra. En este sitio va a establecer hornos de calcinación y aglomeración de minerales menudos. La línea de transmisión es de 8.388 metros. En la Central se empleará una rueda Pelton y un alternador trifásico.”

En la *Revista Minera y Metalúrgica y de Ingeniería* de 1907, nos explica con detalle el funcionamiento de esta fábrica que se construye junto a la mina, y todos las máquinas y motores que se emplearán y que necesitarán alimentarse con corriente eléctrica.

La puesta en marcha de la primera central hidroeléctrica utilizando generadores eléctricos basados en el sistema polifásico de corriente alterna inventado por Nikola Tesla fue en Niágara (Estados Unidos) en 1896 (Acevedo & García-Carmona, 2016). En la comarca del Cenete, la instalación y puesta en funcionamiento de un generador con la misma tecnología se produjo en Jerez del Marquesado, en el barranco Alcázar, en 1905.

Es interesante conocer la descripción detallada que hace de la central y su funcionamiento la *Revista Minera, Metalúrgica y de Ingeniería* antes citada, pues se pone de manifiesto que este tipo de central en Sierra Nevada fue idónea en aquella época. A continuación transcribo el artículo de esa publicación:

“Central hidroeléctrica.- Situadas las minas en un país montañoso con caudales suficientes para el objeto, el empleo de saltos de agua para generar fuerza eléctrica estaba indicado. El agua que procede de las nieves perpetuas de Sierra Nevada, se conduce por un canal por la ladera del barranco a una conducción forzada, formada por tubos de acero provistos de válvulas para regularizar el suministro de agua, y compuesta de las secciones que varían en diámetro y espesor, siendo la sección superior de mayor diámetro que la inferior. Como los cambios de temperatura son grandes se colocaron cuatro juntas de expansión, anclando estas con cables de acero flexible fijos en bloques de hormigón. El agua impulsa una rueda Pelton³¹ de unos 280 caballos de fuerza tomando como base 340 litros de agua

31. Es un tipo de turbina hidráulica de acción, con flujo tangencial, idónea para estos aprovechamientos hidráulicos, donde tenemos pequeños caudales y gran altura de salto, como el que se da en estos

por segundo, con un desnivel de 86 metros, y es del tipo de doble inyector, con dos ruedas de 1,07 metros de diámetro, cada una de las cuales tiene 19 cubetas.”



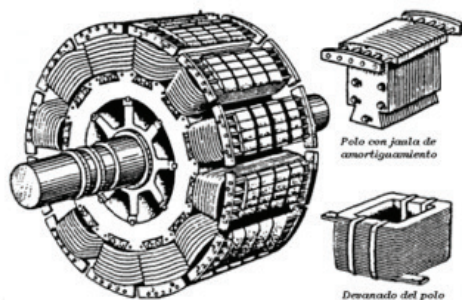
Lám. 16. Turbina Pelton, generador síncrono y excitatriz de la central de Alhorí I. Estado en el que se encuentra actualmente. Foto: del autor.

El canal de derivación del barranco Alcázar para esta central circula por la solana de la loma de Enmedio, hasta llegar a la cámara de carga donde se construyó un cortijo para el guarda, que se le denominó con su nombre “La Casilla Paco”. Desde la cámara de carga parte la tubería forzada por la que circula el agua hasta llegar a la casa de máquinas de la central, situada en el barranco Alcázar, y a continuación el agua será devuelta al barranco.

Hasta aquí nos hace una descripción de la central y del tipo de turbina que se emplea, pero faltaría abordar el funcionamiento del generador eléctrico, que lo haremos mediante la electrotécnica, disciplina con la que se da explicación al origen y funcionamiento básico del generador que se instaló en esta central, pues tiene cierto interés, debido a la novedad que supuso en aquella época. La rueda Pelton de la turbina, está acoplada directamente a un generador eléctrico trifásico.

barrancos. Se emplea, para convertir la energía cinética del agua en fuerza motriz de giro o rotación.

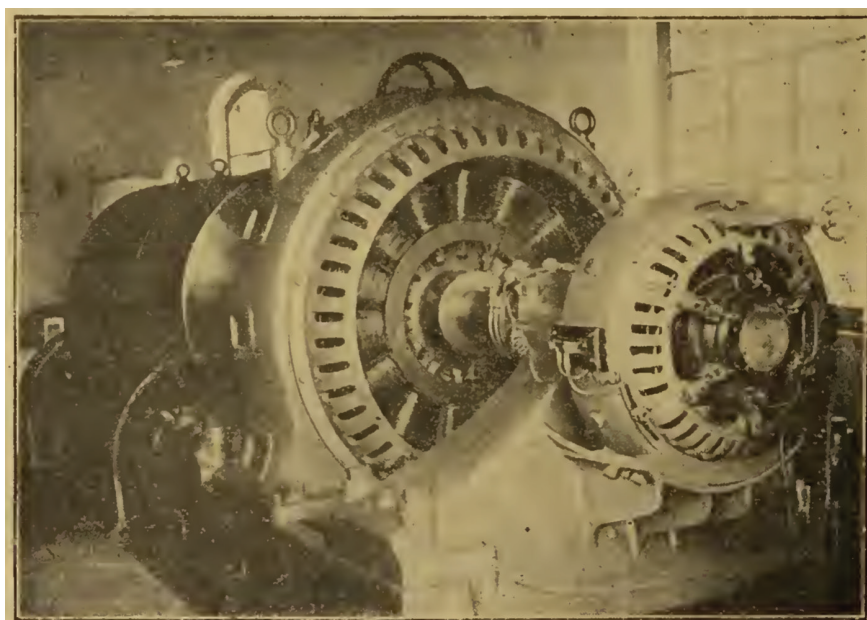
ROTOR DE POLOS SALIENTES



Lám. 17. Tipo de rotor inductor de polos salientes, con el que están contruidos estos generadores síncronos. Fuente: *Revista Minera, Metalúrgica y de Ingeniería* (1907).

Este genera una onda senoidal de tensión o alterna en cada una de sus tres fases, decaladas entre sí 120° , formando el sistema trifásico de tensiones representado en la siguiente figura, y que seguimos utilizando hoy en día.

La *Revista Minera, Metalúrgica y de Ingeniería* de 1907 nos muestra una imagen del interior de la central de Alcázar muy similar a la de la central Alhorí I que se muestra en la lámina 18, donde se observa la maquinaria, turbina y generador³².



Lám. 18. Turbina Pelton, generador síncrono y excitatriz. Central de Alcázar. Fuente: *Revista Minera, Metalúrgica y de Ingeniería* (1907).

32. La maquinaria de esta central de Alcázar es parecida a la de Alhorí I que se muestra en la lámina 17, pues la instala la misma compañía minera The Alquife Mines and Railway, y el fabricante es el mismo.

También nos informa de las características eléctricas de la central. Con el cálculo que realizaré a continuación pretendo demostrar y verificar la exactitud de los datos técnicos que figuran en el informe de la *Revista Minera y Metalúrgica* que acabo de mostrar. A la vista de la imagen 20, donde aparece la foto del generador, se aprecian un número de polos del rotor = 14, es decir, 7 pares de polos $p = 7$. Según la fórmula correspondiente podemos calcular (n) velocidad del rotor:

$$n = \frac{60 \cdot f}{p} = \frac{60 \cdot 50}{7} = 428 \text{ rpm}$$

Teniendo en cuenta los valores de voltaje (U) e intensidad (I), con o factor de potencia ($\cos\phi$) aproximado de 0,8, mediante la siguiente fórmula obtenemos la potencia activa generada:

$$P_{\text{activa}} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\phi = 346 \text{ kVA} \cdot 0,8 = 276,8 \text{ Kw}$$

Esta potencia ideal de 276,8 Kw calculada, si le restamos las pérdidas y consideramos un más preciso nos aproximamos a los 240 Kw que figuraban en sus características. Podemos concluir que efectivamente todos los datos coinciden con el informe.

La *Revista Minera, Metalúrgica y de Ingeniería* nos sigue aportando información sobre el generador. Nos indica que fue construido por Messrs. Ernest Scott & Mountain Ltd., en Inglaterra³³, y es de su tipo trifásico Standard con armadura fija y campo rotatorio. El eje gira sobre cojinetes de engrase automático y al extremo del eje está fijo un excitador o excitatriz de corriente directa de 5 kilovatios y 125 voltios.

Según el informe de la inspección de aprovechamientos hidroeléctricos de 1960 y el testimonio de un maquinista, el voltaje del generador mediante el transformador se elevaba de 500 voltios a 5000 voltios y así se conducía la energía eléctrica, por una línea aérea de transmisión de 8,5 kilómetros desde Jérez a Alquife, formada por tres hilos de cobre. En la fábrica de la mina, la tensión se volvía a transformar reduciéndola de 5000 voltios a 500 voltios, y se alimentaban a los varios motores.

A esta central se le denominó popularmente “canal de los Caballeros” pues vivían y trabajaban allí la familia Caballero, entre otros trabajadores, pero no fue este el único nombre popular.

33. Este generador desaparecido cuando se desmanteló la central, pero como hemos indicado, todavía existe uno similar en la central Alhorí I —que se puede apreciar en la imagen 20—, en muy mal estado de conservación. Era propiedad de la misma compañía minera. Actualmente es propiedad del Ayuntamiento de Jérez. Se pretende sacar el generador del interior de la central para exponerlo en el pueblo. Se trataría de una operación inadecuada, por un lado perdería valor al observarlo fuera de su entorno industrial, lo destacable, interesante y único es el elemento visto en su conjunto, la máquina dentro de casa de máquinas de la central y emplazada en el barranco donde se encuentra, formando parte de un todo que testimonió y razonó, formando parte de un paisaje imposible de reunir en un espacio expositivo (Palazón, 2016), y por otro lado correría serios riesgos de dañarse en esta operación.



*Lám. 19. Antigua línea eléctrica desde las centrales de Jérez a las minas de Alquífe.
Foto: del autor.*



*Lám. 20. Juan Hidalgo, maquinista de la central del Ahorí I.
Foto: del autor.*

6.2.2. Central hidroeléctrica del Sabinar

Esta central situada también en los barrancos de Jérez, pertenecía a la segunda compañía británica establecida en Alquife, denominada William Baird Mining o Bairds Mining Company Limited, posteriormente en 1929 se denominará CAM (Compañía Andaluza de Minas), al adquirir esta las posesiones de William Baird.

El proceso de construcción y puesta en marcha que siguió esta central fue el siguiente. El 11 de julio de 1913 le fue concedida a la sociedad William Baird el aprovechamiento de agua del barranco Alcázar. El 19 de diciembre de 1914 Roberto Duncan Meikle, en representación de la compañía minera, William Baird and Company Limited, entrega un talón de 3200 pesetas a los ingenieros de montes para realizar los trabajos en el monte público de Jérez, y explotar el salto de agua del Sabinar³⁴.



Lám. 21. Casa de máquinas de la central hidroeléctrica del Sabinar, con uno de sus maquinistas, Manuel el Rata. Foto: del autor.

La central hidroeléctrica del Sabinar generaba corriente continua³⁵ y estaba compuesta por dos dinamos. Posteriormente cuando se necesitó más energía eléctrica, la compañía minera construyó una segunda central, Alhorí II, de características similares.

La energía eléctrica generada por estas dos centrales es transportada a la mina mediante una línea de dos hilos, por tratarse de corriente continua. El sistema en su conjunto, generadores en Jérez, línea y motores en la mina de Alquife

34. Vid. AHMA.

35. AHMA. *Informe de la inspección de aprovechamientos hidroeléctricos. Comisaría de Aguas del Guadalquivir* (23 de junio de 1960).

se conectan en serie mediante el sistema Thury, inventado por el ingeniero suizo René Thury, que parece ser visitó Alquife alrededor de los años 1930 para comprobar su funcionamiento³⁶. Este sistema presentaba ciertas ventajas respecto al de corriente alterna trifásico de la central de Alcázar y Alhorí I, aunque en su conjunto resultó ser más peligroso y menos eficiente que el de corriente alterna.

Para concluir, diremos que en la provincia de Granada en 1914 no consta en los informes técnicos consultados un sistema eléctrico de transmisión idéntico al sistema Thury de las minas de Alquife. Este hecho le aporta un valor patrimonial importante a esta central, y al conjunto de todas las centrales en general, pues se utilizaron distintos sistemas eléctricos de generación de energía, desarrollados por científicos e ingenieros de la época, a nivel europeo y mundial.

7. LOS INGENIEROS Y DIRECTIVOS COLONIALES BRITÁNICOS

Citaré a continuación algunos personajes relevantes en la etapa inicial de la explotación de las minas de Alquife por las compañías británicas, y comentaré cuáles fueron sus funciones, responsabilidades, así como los trabajos que llevaron a cabo, teniendo en cuenta que existe poca información.

7.1. GEORGE HARLEY BULMER

Ingeniero civil, miembro de la institución de ingenieros civiles de Londres desde el 4 de febrero de 1890, y primer director británico de The Alquife Mines. Como representante de la sociedad The Alquife Mines & Railway Co. Ltd. es el responsable de las solicitudes de concesión para instalar las centrales, como ya se vio anteriormente. Esto se produjo al inicio de la constitución de la sociedad minera, en el año 1900. En noviembre de 1904, Bulmer solicitaba la instalación de un cable aéreo para transportar la energía eléctrica desde el barranco de Alcázar a las minas, que fue la primera línea eléctrica. Finalmente en 1905 se inaugura esta central.

A continuación realizó una segunda solicitud de concesión en el barranco Alhorí para construir la central Alhorí I. Esta segunda línea se sumaría a la de Alcázar en el transformador de la central eléctrica de las minas, y de este modo atender la mayor demanda de potencia que se iba produciendo, como consecuencia del incremento de maquinaria eléctrica en la mina. Además de gestionar la construcción de las centrales eléctricas, también se encargó de la construcción del embarcadero de acero en Almería para la carga del mineral en los buques y la estación de ferrocarril de Alquife³⁷. Presentó un proyecto a la Administración por el que

36. Según el testimonio de un operario de los talleres de la Compañía Andaluza de Minas (CAM).

37. El 22 de mayo de 1902 aparece un anuncio en la *Revista Minera*... por el que la sociedad The Alquife Mines and Railway Company Limited, a través de su director George H. Bulmer, anunciaba su propósito de construir un muelle embarcadero de acero en el muelle de Almería, y para su construcción, solicitaba propuestas entre las que se incluirán los enlaces del ferrocarril, obras de fábrica y obras accesorias, así como las de un muelle embarcadero cuya estructura de acero tendría un peso estimado de 2800 Tm (*Revista Minera, Metalúrgica y de Ingeniería*, 53, p. 144). Los planos

solicitó la ocupación de terrenos de dominio público, en su calidad de concesionaria del ferrocarril de La Calahorra, terrenos que se destinarían a la ampliación de la estación de Alquife³⁸.

Lógicamente este señor no fue nada conocido entre los propios mineros pues desempeñaba un puesto muy relevante en la compañía, lejos de las tareas de la explotación.

7.2. OMAR SMITH BARRET

Apoderado, gerente y representante británico de las dos compañías mineras de Alquife, en sus inicios. Para los mineros era la máxima autoridad, es decir el director. En la lámina 22 aparece Mr. Barret posando con mineros que realizan un transporte de mineral mediante tracción animal con mulas, arrastrando vagones sobre raíles.



Lám. 22. Mina del Cerro. Explotación con mulas (1905).
Fuente: Fernando Dumon (Alquife).

de la obra podrían consultarse en la oficina de ingeniería civil de Formans y Mac Call, en el 160 Hope St. de Glasgow. Las proposiciones y con sobre cerrado deberían remitirse al domicilio de The Alquife Mines and Railway C^o Ltd, Newmains, Lanarkshire, Escocia.

38. *Gaceta de Madrid*, 12 de abril de 1906.

Posteriormente, cuando aparece la energía eléctrica se utilizaban ambos sistemas: tracción animal y eléctrica con motores. Finalmente terminó por eliminarse el trabajo de las mulas, un sistema muy rudimentario. En la imagen que se muestra a continuación se puede ver el edificio dónde se encontraba la gerencia de las minas de Alquife. En la parte superior estaba la vivienda del director Mr. Barret y en la planta inferior las oficinas.



*Lám. 23. Casa de Mr. Barret y oficinas en las minas de Alquife.
Foto: del autor.*

8. LOS HOMBRES Y MUJERES DE LOS CANALES³⁹

Para finalizar, quiero recuperar la memoria del trabajo, a través de este patrimonio industrial, que se desarrolla desde un pueblo con jornaleros, hombres que huyen de la pobreza y el hambre. De familias muy numerosas⁴⁰ en las que las labores agrícolas y ganaderas, de sus pequeños minifundios, no les permiten subsistir.

De este modo, los hombres se convierten en trabajadores de la industria minera, y con la producción se establece la relación con una sociedad nueva, la industrial, donde se valora la capacidad de trabajo y la aceptación de condiciones laborales penosas, peligrosas y muy duras. También se tienen en cuenta ciertas habilidades técnicas, que les permitirán a algunos formarse para desempeñar

39. Se le denomina así, popularmente, a todas las familias que trabajaban en las centrales.

40. En general, la vida familiar de subsistencia de aquella época conlleva formar familias numerosas para hacerse fuerte. Se decía que cada hombre trae un pan debajo del brazo. La mujer desempeña otro papel, supeditado al hombre, pues no trabaja en la mina.

trabajos más especializados, pero en general no abandonarían sus tareas agrícolas y ganaderas, se establece una relación desigual entre la gran minería y la agricultura miserable de estos campesinos (Cohen, 1987: 214).

Para conocer su modo de vida, tenemos las instalaciones y edificios que quedaron, los documentos de los archivos y el testimonio de los trabajadores que todavía viven, sus descendientes y vecinos del pueblo. Las fuentes orales —entrevistas a los trabajadores y familiares—, junto a los archivos de la empresa Minas de Alquife, la documentación gráfica como las fotografías diversas de familiares, el material impreso, la prensa minera (*Revista Minera*, *Metalúrgica y de Ingeniería*), nacional y comarcal (periódico comarcal *El Accitano*), la maquinaria (revista técnica *La Energía Eléctrica*), etcétera, son un recurso de primer orden que hemos utilizado para recuperar esta memoria, que estará situada en un lugar y zona geográfica, en un momento de la historia y también corresponderá a la genealogía de los propios trabajadores. Pero se tiende a centrar el estudio en los propios artefactos, edificios y tecnologías, minimizando la dimensión social y cultural. De esta manera se hace desaparecer el trabajo de los antiguos escenarios productivos. Pero, siendo conscientes de ello, el objetivo ha sido considerar esta memoria en toda su amplitud.

Pero centrémonos en la vida de los hombres y mujeres de los canales: maquinistas, guardas, vigilantes de la línea y obreros. Una comunidad de trabajadores de la mina en la sierra a cargo de las centrales hidroeléctricas, que vivían en unas casillas con sus familias junto a las centrales, cumplían la importante función de garantizar la energía eléctrica. Es una sociedad pobre que subsiste compatibilizando el trabajo industrial mal remunerado, la cosecha del campo y la cría de animales en la sierra.

El trabajo de la mujer siempre a la sombra del hombre, en una sociedad patriarcal, criando y cuidando de la familia, trabajando en el campo y al cuidado de los animales, incluso en algunos casos, sustituyen al hombre en sus tareas de maquinistas en la central.

En el objetivo de la producción se desarrollan las relaciones con la empresa y sus encargados y compañeros de mantenimiento. Su objetivo es generar kilovatios hora de energía eléctrica para que la mina no se detenga.

Pero veamos cuáles eran sus ingresos. Las compañías mineras inglesas en esta comarca pagaban unos sueldos muy bajos, con las consecuencias económicas que ello supone para esta sociedad sumida en la pobreza. Así lo he constatado con el testimonio de los pocos trabajadores que quedan con vida, y lo corrobora el profesor Arón Cohen en su libro sobre la minería de Alquife (1987: 256). Los trabajadores a través de varias entrevistas me informaron de los sueldos que recibían de la mina y su situación económica. Uno de ellos fue Ángel López Salcedo, Ángel Illescas, que tiene 89 años y era electricista de la mina, trabajando en los talleres:

“El sueldo de la mina no era suficiente para vivir, en aquella época 1942-1943, un trabajador en el exterior como yo, operario de mantenimiento que trabajaba en el taller, de electricista cobraba 7,50 pesetas/día, en el interior de la mina, es decir

en las galerías los mineros cobraban un poco más. En la cooperativa [economato] de la compañía minera, a las familias les daban 1 kg de pan un día si otro no. El sueldo era un complemento económico que lo gastábamos allí, comprando productos básicos (jabón, arroz, habichuelas, garbanzos, pan...).”

Para muchos mineros en los años 1940 la situación era tan precaria, que una familia numerosa como las de aquella época, con el padre e hijos trabajando en la mina, que al terminar la jornada se ocupaban además de la tierra, tenían dificultades para poder alimentarse. Los mineros que tenían algo más de tierra de labor, la mayoría minifundios, pequeñas parcelas donde sembraban verduras, hortalizas y criaban sus animales, vivían de manera más desahogada.

Los maquinistas y guardias de los canales tenían un trabajo menos penoso que el de la mina, pues se trataba de operaciones técnicas rutinarias, tareas de supervisión, mantenimiento y vigilancia. Además, disponían de la tierra de labor y el agua que proporcionaba la sierra. Su vida económica era algo mejor, algunos de ellos recuerdan con añoranza su vida en la sierra; aunque las dificultades se presentaban con el aislamiento en el que vivían inmersos, carentes de servicios debido a la distancia tan lejana al pueblo, y las condiciones climatológicas de Sierra Nevada que no les permitía a algunas familias vivir todo el año.



Lám. 24. Maquinistas, guardas y obreros de los canales Alcázar y Alhori I, de la compañía The Alquife Mines: Ángel Lorente Gómez, Santiago Caballero, Pepe Illescas, Ángel Córdoba Herrera, Antonio “Puntas”, Felipe Hidalgo, José “Rosetas”, El tío Obispo (década de 1950.
Foto: Archivo Juan Hidalgo.

Según Consuelo la Dimas, de 96 años, su padre —guarda del canal— se encargaba de vigilar el agua para que ningún agricultor la robara regando sus tierras, y cobraba 5 pesetas al día. Manuel el Rata, maquinista de la central del Sabinar, ya en el año 1950 llegó a cobrar 17 pesetas diarias.

Eran hombres del campo, jornaleros, agricultores y ganaderos, que la industrialización convirtió en obreros, marcando para siempre un camino que cambió sus vidas. La llegada de la crisis, para muchas familias supuso un destino fuera de su tierra, sin retorno, dirigiéndolos hacia la industria capitalista allá donde estuviera.

9. PROPUESTAS DE PRESERVACIÓN

A pesar de la presencia de un importante patrimonio minero que incluye las minas de Alquife, declaradas BIC⁴¹ y las centrales hidráulicas, que se exponen en este artículo, y que pertenecían a las compañías mineras, la conservación y defensa del patrimonio industrial no ha conseguido el reconocimiento e interés que merece, ni se ha considerado de utilidad e importancia para la zona. En Jérez del Marquesado se conservan también, además de las centrales hidráulicas, los importantes restos de las minas de Santa Constanza, el edificio del Seminario Menor, la almazara, una importante cantidad de molinos hidráulicos o, hasta hace poco, las herrerías del marqués del Cenete. Sin embargo son varias las razones, dificultades y obstáculos para su protección.

El primer paso que tendríamos que dar para proteger este patrimonio en riesgo de desaparecer, es incluirlo en el Catálogo General del Patrimonio Cultural de Andalucía. Cada central está compuesta por la casa de máquinas (edificio y maquinaria), casillas de los maquinistas y guardas, el canal y azud (canalización del agua y presa).

En estos momentos, de las siete centrales hidráulicas históricas existentes en los barrancos de Jérez, solamente está catalogada como patrimonio histórico de Andalucía la central hidroeléctrica del Sabinar, pero no hay ningún plan de actuación para rehabilitarla. Para justificar su preservación habría que hacer el siguiente análisis. En estas zonas rurales, que se pueden ir considerando profundas, pues el nivel de productividad es bajo y hay un fuerte proceso de despoblación, estamos asistiendo a una segunda crisis rural con un fuerte éxodo de la población rural hacia la ciudad. Por tanto, es necesario promocionar y poner en valor el patrimonio cultural y natural, como una medida que paliaría este proceso (Ayuso, 2008). El patrimonio que aquí defendemos aún ambos valores.

Las centrales de Jérez forman parte del paisaje natural de Sierra Nevada, en el que están integradas. Este patrimonio podría generar un beneficio para estos

41. Decreto 333/2010, de 13 de julio, por el que se inscribe en el Catálogo General del Patrimonio Histórico Andaluz como bien de interés cultural, con la tipología de lugar de interés industrial, las Minas de Alquife, en los términos municipales de Alquife, Lanteira, Aldeire y Jérez del Marquesado (Granada) (BOJA, 145, de 26 de julio de 2010).

antiguos lugares industriales dándole nuevos usos, como establecer una ruta montañera que recorra estas instalaciones, donde las casas de máquinas de las centrales se rehabilitarían como centros de interpretación, lugares de descanso y ocio. En definitiva, un espacio de sensibilización hacia el patrimonio industrial y el respeto al medio ambiente. Estas antiguas centrales hidráulicas son modelos de recreación didáctica, donde la ingeniería ofrece fuentes de energía renovable que hoy en día pueden contribuir a un desarrollo sostenible. En definitiva se propone convertirlas en un atractivo turístico que reporte ingresos y posibilite su preservación.

10. CONCLUSIÓN

El patrimonio industrial que hemos conocido en este artículo, describe la historia de una época crucial en la comarca del Cenete, con el desarrollo industrial de la minería y su final a lo largo del siglo XX, que da explicación a muchos de los problemas que se padecen hoy en día en su economía. Probablemente, su análisis ofrece algunas de las claves que nos permitan encontrar una salida a la situación de depresión económica en la que se encuentra esta comarca. Es importante conservarlo y protegerlo, ya que cumple una función fundamental, como es la de servir de referente entre nuestro pasado industrial y nuestro futuro.

Observamos con asombro la capacidad y genialidad del ser humano para construir artefactos que aprovechan los recursos naturales, y permiten al hombre alcanzar una vida mejor, que nos lleva a enfrentarnos hoy en día al desafío, de mantener el equilibrio natural del planeta, avanzando en un desarrollo tecnológico, que no esté al servicio de los intereses económicos más inmediatos basados en el consumismo y sí de la calidad de vida.

Estamos frente a la cultura de los perdedores, de la clase trabajadora, que se convierte en el patrimonio de la mayoría, como una forma de homenajear y reconocer su esfuerzo, que nos ha permitido tener una vida más fácil e igualitaria, donde tenemos acceso a mayores oportunidades. Es esta una comarca explotada y abandonada por la industria extractiva minera, que no ha sabido recuperarse de ese impacto y diversificar su economía actual para aprovechar otros recursos que permitan su desarrollo.

Ese parón de la industria minera, tiene sus aspectos positivos, pues ha librado a esta tierra de un desarrollo que habría dañado la estructura tradicional de estos pueblos, provocando los impactos medioambientales que sufren las ciudades. Esto genera hoy en día un potencial que va en aumento, y nos permite planificar y diseñar una economía sostenible y sustentable basada en otros sectores económicos distintos al industrial. Esto no ha pasado desapercibido para esos sectores y particulares, pero existen amenazas serias de volver a explotar estos nuevos recursos potenciales –nuestro patrimonio cultural y medioambiental– de manera inadecuada y abusiva, dejando nuevamente esquilados los recursos de estos pueblos y dañado su entorno natural y patrimonial.

El uso del agua, fuente de energía de Sierra Nevada que posibilita todo ese desarrollo energético histórico posible, y que se muestra en este trabajo, hoy en día sigue siendo una eterna fuente de conflicto por su uso y propiedad. Se plantean nuevos retos de futuro para aprovechar este bien tan preciado que es el agua, del que tenemos el privilegio de disfrutar. Se tienen que conjugar sus usos tradicionales que representan nuestra cultura, con los más modernos sistemas tecnológicos actuales que optimicen el uso de la energía hidráulica de manera renovable. Es esta una de las conclusiones, que nos deja conocer, valorar y proteger este Patrimonio Industrial.

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo Díaz, J. A. & García-Carmona, A. (2016) "Una controversia de la Historia de la Tecnología para aprender sobre Naturaleza de la Tecnología: Tesla vs. Edison. La guerra de las corrientes", *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 34, pp. 193-209. Recuperado de: <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/306643> [consulta: 09.12.2019].
- Ayuso Álvarez, A. M.^a & Delgado Jiménez, A., coords. (2008) *Patrimonio natural, cultural y paisajístico. Claves para la sostenibilidad territorial*. Madrid: Observatorio de la Sostenibilidad de España.
- Azcárate Luxán, B. & Fernández Fernández, A. (2018) *Geografía de los Paisajes Culturales*. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Bodí Ramiro, J. (2014) *De chatarra a patrimonio. El proceso de patrimonialización de las antiguas instalaciones sidero-metalúrgicas de Puerto de Sagunto (1984-2014)*. Valencia: Universidad.
- Bonfil Batalla, G. (1990) *México profundo. Una civilización negada*. México: Grijalbo.
- Broder, A et al. (2014) *La inversión extranjera en la minería española*. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España.
- Bulner, G. H. (1904) "The Alquife Iron-Ore Mines, in the South of Spain", *Minutes of Proceedings Inst. C.E.*, 159, pp. 312-314.
- Checa Olmos, F. (1991) *Labradores, pastores y mineros*. Granada: Universidad.
- Cohen Amselem, A. (1987) *El Marquesado del Cenete, tierra de minas*. Granada: Diputación.
- Fernández Díez, P. (2012) *Turbinas hidráulicas*. Santander: Universidad de Cantabria.
- García Espinosa de los Monteros, C. A. (2017) *Patrimonialización y constitución socio-técnica. El Complejo Hidroeléctrico Necaxa como dispositivo reticular*. Tesis doctoral inédita. San Sebastián: Universidad del País Vasco.

- García Guerra, R. (2012) "Puesta en valor de las minas de Santa Constanza (Granada): protección, conservación, difusión y musealización del yacimiento", *Arqueología y Territorio*, 9, pp. 213-227.
- Giménez Yanguas, M. & Reyes Mesa, J. M. (2015) *Hitos del patrimonio industrial en la provincia de Granada*. Granada: Axares.
- Guerrero Ruiz, J. C. (2014) *Estudio de alternativas y diseño de una central minihidráulica sobre la base de un antiguo aprovechamiento en Jérez del Marquesado (Granada)*. Trabajo Fin de Máster inédito. Cartagena: Universidad Politécnica.
- Guerrero Ruiz, J. C. & Martín Civantos, J. M.^a (2017) "Las centrales hidroeléctricas de Jérez del Marquesado (Granada). El debate entre el abandono y la recuperación de un patrimonio singular", en AA. VV. *Actas del VII Congreso TICCIIH España*. La Coruña: As Pontes de García Rodríguez [en prensa].
- Guerrero Ruiz, J. C. & Martín Civantos, J. M.^a (2018) "Las Centrales Hidroeléctricas de Jérez del Marquesado (Granada). La convivencia del patrimonio y el medio natural", en M. Titos Martínez; T. Luque Martínez & J. M. Navarro Llena (eds.). *Actas del I Congreso Internacional de las Montañas*. Granada: Universidad, pp. 249-264.
- Guzmán Álvarez, J. R. (2010) "Usos del agua y paisaje en el Marquesado del Cenete", en AA. VV. *El agua domesticada. El paisaje de los regadíos de montaña en Andalucía*. Sevilla: Junta de Andalucía, pp. 304-315.
- Ludeña-Urquiza, W. (2008) "Patrimonio industrial en el Perú del siglo XX: ¿exotismo cultural o memoria sin memoria", *Apuntes. Revista de Estudios sobre Patrimonio Cultural*, 21(1), pp. 92-113.
- Madoz, P. (1847) *Diccionario-Geográfico-Estadístico de España y sus posesiones de ultramar*, v. 9. Madrid: Establecimiento tipográfico de P. Madoz y L. Sagasti.
- Martín Civantos, J. M.^a (2003-2004) "El marquesado del Cenete, un modelo de implantación castellana en el reino de Granada", *Chronica Nova*, 30, pp. 371-400.
- Martín Civantos, J. M.^a (2004) "Alcázar: Una alquería en la cara norte de Sierra Nevada", *Edad Media*, 6, pp. 227-258.
- Martín Civantos, J. M.^a (2007) *Poblamiento y territorio medieval en el Cenete (Granada)*. Granada: Universidad.
- Montells y Nadal, F. de P. (1864) *Un paseo científico por la provincia de Granada*. Granada: Imp. Sanz.
- Morís Menéndez-Valdés, G. (1995) "Ingenios hidráulicos históricos molinos, batanes y perrerías", *Ingeniería del Agua*, 2(4), pp. 25-42.
- Nadal i Oller, J. (1975) *El fracaso de la revolución industrial, 1814-1913*. Barcelona: Ariel.
- Palazón Botella, M.^a D. (2016) "La Región de Murcia ante su patrimonio industrial: análisis de las actuaciones en materia de protección de los referentes incluidos en el Plan

Nacional de Patrimonio Industrial", *Erph_Revista electrónica de Patrimonio Histórico*, 18, pp. 5-26. Recuperado de: <https://revistaseug.ugr.es/index.php/erph/article/view/5195/5247> [consulta: 20.11.2019].

Pérez Molina, R. (2019) *La protección del patrimonio industrial en la provincia de Granada*. Granada: Diputación.

Querol, M.^a A. (2010) *Manual de gestión del patrimonio cultural*. Madrid: Akal.

Sánchez Picón, A., coord. (2013) *Industrialización y desarrollo económico en Andalucía. Cuadernos de Andalucía en la historia contemporánea*. Sevilla: Fundación Pública Andaluza Centro de Estudios Andaluces.

Valenzuela, M.; Palacios, A. & Hidalgo, C. (2008) "La valorización turística del patrimonio minero en entornos rurales desfavorecidos. Actores y experiencias", *Cuadernos de Turismo*, 22, pp. 231-260.

Vernon, R. W. (2017) "English miners in Spain during the 19th century", en AA. VV. *Minería y metalurgia históricas en el sudoeste europeo. Nuestras raíces mineras*. Madrid: Sociedad Española para la Defensa del Patrimonio Geológico y Minero.

Zoido Naranjo, F. & Jiménez Olivencia, Y., dirs. (2015) *Catálogo de paisajes de la provincia de Granada*. Sevilla: Centro de Estudios Paisaje y Territorio-Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.