



III Simposio Internacional de historia de la electrificación.
Ciudad de México, Palacio de Minería, 17 a 20 de marzo de 2015

ELECTRICIDAD Y MINERÍA, EL CASO DE PACHUCA Y REAL DEL MONTE, 1894-1946.

Javier Ortega Morel
ortegaj@uaeh.edu.mx

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
Área Académica de Historia y Antropología, ICSHu
Carretera Pachuca Actopan Km 3.5, C. P. 42080, Pachuca, Hgo. México

Electricidad y minería, el caso de Pachuca y Real del Monte, 1894-1946 (Resumen)

La electricidad es un elemento clave en el desarrollo de las actividades mineras y metalúrgicas. Para la región de Pachuca y Real del Monte, se mencionan las aplicaciones pioneras hechas por las propias compañías mineras y se revisa la formación de empresas dedicadas a generar y distribuir la energía eléctrica. Se analiza la aplicación de bombas accionadas por electricidad en el desagüe de las minas. En cuanto a la consolidación de esa tecnología, se comenta el accionamiento de diversos tipos de maquinaria y equipos utilizados en las minas y haciendas de beneficio. Con ello se pretende poner en evidencia que la energía eléctrica modernizó las técnicas y los procedimientos de trabajo en esta actividad extractiva, permitiendo alcanzar niveles de producción superiores a los logrados hasta entonces. Se trabajaron fuentes primarias del Archivo Histórico de la Compañía de Real del Monte y Pachuca.

Palabras clave: Electricidad, minería, plata, Pachuca.

Electricity and mining, the case of Pachuca and Real del Monte, 1894-1946 (Abstract)

Electricity is a key element in the development of mining and metallurgical activities. For the region of Pachuca and Real del Monte, pioneering applications have been made by the mining companies. The formation of companies dedicated to generating and distributing electricity is reviewed. Applications powered by electricity in the mine drainage pumps are analyzed. As for the consolidation of the technology, operation of various types of machinery and equipment used in mines and mills are discussed. This is to highlight that the electricity power modernized techniques and working procedures in this extractive activity, allowing higher production levels than those achieved hitherto. Primary sources are of the Historical Archives of the Real del Monte y Pachuca Company.

Keywords: Electricity, mining, silver, Pachuca.

Primeras aplicaciones: electricidad para alumbrado.

El distrito minero Pachuca Real del Monte al que se refiere este estudio, comprende los actuales municipios de Pachuca (2,438 m.s.n.m), Real del Monte (2,678 m.s.n.m.), Mineral de La Reforma (2,675 m.s.n.m), Mineral de El Chico (2,360 m.s.n.m), Omitlán (2,357 m.s.n.m), y Huasca (2,048 m.s.n.m). La primera localidad se ubica a 88 km al noroeste de la ciudad de México a. en las estribaciones de la llamada Sierra del mismo nombre. El clima de Pachuca La Reforma es semiseco templado con vegetación propia de regiones semidesérticas. Las otras localidades, que se encuentran del lado de la serranía disfrutaban de mayor cantidad de lluvia y su vegetación es boscosa. Pachuca es la capital del estado de Hidalgo y dispuso de servicio ferroviario desde 1883. La actividad minera se inició a partir de 1552, durante el siglo XVIII alcanzó notoriedad Pedro Romero de Terreros quien al desaguar los trabajos de la Veta Vizcaína en Real del Monte, logró una gran fortuna. Su nieto vendió las propiedades a una compañía británica que operó entre 1824 y 1849. Pese al gran capital invertido en rehabilitar las minas y la introducción exitosa de las máquinas de vapor, se retiraron con grandes pérdidas. Después de los británicos, un grupo de inversionistas mexicanos adquirió las propiedades, a los pocos años, ocurrió el auge de la mina de Rosario en Pachuca les otorgó grandes ganancias. Nuevas compañías como la de Maravillas, Santa Gertrudis y San Rafael, por mencionar solo algunas de las más grandes, se establecieron. Es interesante observar que estas empresas se preocuparon por adoptar las novedades tecnológicas que aparecían en esos momentos tales como la perforación neumática, la dinamita y por supuesto la electricidad. Los problemas surgidos a partir de la década de 1870, motivados a raíz de la devaluación de la plata por la adopción internacional del patrón oro y el aumento de oferta por nuevos descubrimientos del blanco metal, significaron un severo golpe económico a las empresas mineras mexicanas del ramo. En 1906 la principal empresa de la región, la Cía. de Real del Monte y Pachuca fue adquirida por el grupo norteamericano de la United States Smelting, Refining and Mining Co. (USSRMCo). También la Cía. de Santa Gertrudis pasó al control de un grupo británico. Lo anterior abrió una etapa de cuantiosas inversiones que incorporaron de forma masiva maquinaria y equipos modernos, con el consiguiente aumento en las necesidades de energía eléctrica.

La región de Pachuca y Real del Monte dependió en el periodo de estudio principalmente del abasto de electricidad a partir de hidroeléctricas. En lo anterior fue determinante la cercanía con sitios que contaban con este recurso como fue Huasca, Juandho y sobre todo Necaxa que sería la principal hidroeléctrica del país durante varias décadas. Las termoeléctricas no tienen dependencia geográfica con el recurso, solo estuvieron representadas durante un tiempo por una planta localizada en Pachuca que se comentará más adelante.

Las primeras aplicaciones de electricidad en México fueron hechas a fines del siglo XIX en diversos ramos industriales incluyendo la minería.¹ Los procesos en general, eran impulsados por las propias empresas interesadas en contar con esta forma de energía.

¹ Ernesto Galarza menciona que la primera aplicación industrial de la electricidad en México se dio en una textil de León. En cuanto a minería, ésta sería en el año de 1889 en Batopilas, Chihuahua. Otra aplicación pionera sería la mina Santa Ana en Real de Catorce en S. L. P. del 1892. En 1897 mismo año que la de Hidalgo, sería por parte de la Compañía Minera de El Boleo en Baja California. *Videm.* Galarza, 1941.

Otro modelo diferente era el de las compañías que se dedicaban a proporcionar alumbrado público en las grandes ciudades. Pachuca contaba desde 1891 con una pequeña empresa que daba ese servicio, ese antecedente tecnológico importante era la compañía de Rafael de Arozarena, yerno del director de la Real del Monte, José de Landero y Cos.²

Para las minas de la región, se tiene la referencia del uso de electricidad para alumbrado por la Negociación Minera de San Rafael en 1892.³ Algunos ingenieros de la Compañía de Real del Monte y Pachuca habían propuesto producir el fluido eléctrico y aprovecharlo en los trabajos. La siguiente referencia indica la intención de utilizar caídas de agua o de máquinas de vapor para accionar los generadores:

Aprovechar la actual caída del agua de la presa del Rey al [Socavón de] Aviadero con el mismo canaleo y columna de agua [ya] establecidos para con un pequeño motor hidráulico apropiado y un también pequeño dínamo para producir electricidad para unas 100 lámparas incandescentes de 16 bujías que ahorrarán una gran parte de lo que ahora se gasta en petróleo y sebo, y disminuirían las probabilidades de incendio.⁴

Establecer un dinamo para alumbrar el Distrito de Real del Monte utilizando una máquina de vapor de 200 Revoluciones por minuto y 25 Hp que se tiene en Dificultad. En 1894 se gastaron \$ 154 semanales en petróleo en Real del Monte, se requerirían \$ 6 diarios con electricidad.⁵

Las propuestas anteriores no fueron estimadas por la Junta Directiva. No se explicitan razones de ello, podría haber sido la intención de no involucrarse en tareas diferentes a las estrictamente mineras.

Electricidad para sustituir las máquinas de vapor.

Las compañías eléctricas involucradas en la región.

El impulsor del proceso de electrificar, por interés personal, sería el director de la Compañía Real del Monte y Pachuca, José de Landero y Cos. En el año de 1894, bajo su impulso personal se formalizó la Compañía de Transmisión Eléctrica de Potencia del Estado de Hidalgo. Para completar el capital por acciones, hubo participación de capitalistas y de la población en general de Pachuca, la mayoría de las aportaciones provinieron de individuos con mediano potencial económico que contribuyeron a reunir los recursos necesarios.⁶

El mencionado Rafael de Arozarena se convirtió en el ejecutor de la obra. En cuanto a los proyectistas de la misma fueron el Ing. Carlos F. de Landero, hijo de José y a la sazón administrador de minas de Real del Monte y el Ing. Edmundo Girault administrador de minas de Pachuca. Ellos realizaron los proyectos de la planta generadora que se localizó en la cañada de Huasca y de la aplicación de esta energía en

² Manzano, octubre 24 de 1891.

³ “San Rafael y Anexas en Pachuca”, en: *El Minero Mexicano*, octubre 18 de 1894, p. 181-183.

⁴ AHCRdMyP (Archivo Histórico Cía. de Real del Monte y Pachuca), Fondo Siglo XIX, Serie Administración de Minas Real del Monte, Andrés Aldasoro y Domingo Gutiérrez a José de Landero y Cos, diciembre 19 de 1894.

⁵ *Ibidem*, Andrés Aldasoro a José de Landero, febrero 23 de 1895.

⁶ Los aspectos iniciales del proceso de electrificación pueden consultarse en: ORTEGA, 1996,

diversas minas y haciendas de beneficio. La selección definitiva de los equipos se inició a partir de un viaje que José de Landero realizó por Estados Unidos y Europa.⁷

Debe considerarse que el momento de surgimiento de esta compañía coincide con la puesta a punto de la tecnología eléctrica del sistema trifásico de corriente alterna que es la modalidad de tecnología eléctrica que se impuso y se utiliza hasta la fecha.⁸ Se puede considerar que en el caso de la minería de Pachuca y Real del Monte y la Compañía de Transmisión Eléctrica de Potencia en el Estado de Hidalgo, se aplica el concepto de Ian Inkster de “arrivadores o atrapadores tardíos” que refiere que procesos de industrialización tardíos pueden ahorrar errores costosos.⁹ En el caso particular se puede mencionar que hubo aplicaciones anteriores de usos de la electricidad en las minas mexicanas pero se dio el caso de adoptar tecnologías que después quedaron obsoletas.¹⁰

La planta hidroeléctrica realizó sus primeras transmisiones en noviembre de 1896. Las dificultades iniciales por fallas en los equipos generadores se superaron a partir de marzo del año siguiente cuando se normalizó su operación. De acuerdo con Enrique León López, ese fue el primer caso de transmisión de electricidad a distancia en América Latina.¹¹

La Compañía de Transmisión Eléctrica de Potencia en el Estado de Hidalgo, aparte de la adaptación de innovaciones tecnológicas mencionadas, obtuvo primicias por tratarse de una empresa dedicada exclusivamente a la producción de electricidad para uso industrial, aspecto inédito en México ya que si bien había otras con mayor capacidad de generación, estas pertenecían a empresas de otros ramos o como en el caso de la compañía de alumbrado de la Ciudad de México tenían el respaldo de una concesión gubernamental para la ocupación de su servicio.

Las primeras aplicaciones de la electricidad en la región a partir de 1897 estuvieron dirigidas al bombeo en las minas y para accionar molinos y maquinaria diversa en las haciendas de beneficio. El alumbrado eléctrico fue aplicado en patios y dependencias, en el interior de las minas se reservó esta mejora a los despachos de los niveles, a las estaciones de bombeo y a algunos sitios de mucho tráfico. Los mineros, en su trabajo cotidiano, continuaron utilizando velas y petróleo.

El éxito conseguido con la primera planta ubicada en el paraje de Coacoyunga en la barranca de Regla, motivó la construcción de una gran represa para contar con mayor disponibilidad de agua y también construir una segunda planta generadora en la misma región de Huasca denominada San Sebastián y puesta en funcionamiento en 1904. Sin embargo, la energía producida no era suficiente para la demanda, debiendo establecerse en Pachuca una planta termoeléctrica en el Rancho de Los Cubitos en 1906. En 1911 inició operaciones la hidroeléctrica de La Trinidad, en un sitio próximo al límite con el Estado de Puebla, para abastecer de energía a la ferrería de ese sitio y a la ciudad de

⁷ El primer proyecto de electrificación de las minas se encuentra en AHCRdMyP, Fondo Siglo XIX, Serie Administración de Minas Real del Monte, Carlos F. de Landero a la Presidencia de la Junta Directiva, marzo 8 de 1895.

⁸ Bruno Latour utiliza el término de “caja negra” cuando un elemento tecnológico puede considerarse estable. Latour, 1992, pp. 101-137

⁹ Inkster, 1991, 391 pp.

¹⁰ Una aplicación pionera de la electricidad se había dado en Real de Catorce, S. L. P., en 1889 con la tecnología de corriente continua que sería posteriormente desplazada por la de corriente alterna. La descripción de esos interesantes equipos está en SOUTHWORTH y HOLMS, 1908, pp. 171, 172.

¹¹ León, 1974, p. 84.

Tulancingo, con una potencia de 3,000 H. P.¹² Para 1924 pondrían en funcionamiento una tercera planta en Huasca la cual se llamó Santa María. En 1927 la planta original de Coacoyunga fue equipada con un nuevo generador que dejaría los antiguos para emergencias o para casos de muy alta demanda.¹³

Las necesidades energéticas de la actividad minera, requirieron de nuevas plantas de mayor capacidad, las cuales demandaron recursos tanto hidráulicos como financieros, fuera del ámbito local. La segunda empresa que abasteció la región de Pachuca Real del Monte fue la Compañía Eléctrica e Irrigadora en el Estado de Hidalgo. La nueva empresa eléctrica se organizó en la Ciudad de México en 1897 e inició operaciones en 1900 aprovechando el caudal del desagüe del Distrito Federal que en ese año inició su descarga en el Valle del Mezquital, en la porción sudoeste del estado de Hidalgo. Además de producir energía eléctrica, esta compañía pretendía manejar el riego con el agua que estaría disponible del Gran Canal. Conviene mencionar que esta empresa puso a disposición 6,000 H. P. producidos en tres plantas que se construyeron en Juandho, municipio de Mixquiahuala, Hgo. Los accionistas eran hombres de negocios de la capital de la República, con ellos estaba el Ing. Gabriel Mancera político prominente y en ese entonces director de la Metalúrgica de Atotonilco El Chico.¹⁴

Pese a contar con una segunda compañía, la demanda de energía presentó mayor crecimiento que las disponibilidades de las plantas ofrecían, aspecto que era generalizado en el país. Las suspensiones de suministro, persistieron durante mucho tiempo. A continuación se presentan referencias de 1907 y 1909 que muestran la gravedad de esas faltas de energía:

Se inundó la estación principal de Cabrera por falta de energía. Se puso a funcionar la [bomba accionada por vapor] cornish de Dolores.

Los trastornos causados por falta de fuerza en la compañía de potencia parece que no se evitarán hasta enero cuando tendrá un refuerzo de 250 Hp. Mientras tanto nuestros ingenieros electricistas están haciendo una distribución económica de la corriente eléctrica y es probable que a fin de no disminuir los trabajos, se haga uso de las máquinas de vapor durante estos tres meses

Por falta de corriente se suspendió el trabajo por varias horas en todos los malacates de Real del Monte a fin de conservar voltaje para las bombas. En la Hacienda de Guerrero hubo interrupciones casi diarias de 12 horas.¹⁵

La ampliación en el suministro vino de un proyecto de gran envergadura: la hidroeléctrica de Necaxa. En este caso la propuesta de la obra corrió a cargo de un grupo anglo canadiense que formó la Compañía Mexicana de Luz y Fuerza Motriz (Mexican Light and Power Co.). El primer paso fue obtener en 1902 la concesión que se había otorgado con anterioridad a un grupo francés, el cual había fracasado en su intento. El gobierno consideró el proyecto de interés público iniciándose trabajos en 1903 y dada su magnitud se ocupó hasta 7,000 trabajadores en la construcción. Dentro

¹² Libro de Actas de la Compañía de Transmisión Eléctrica de Potencia en el Estado de Hidalgo, ff. 36, 39, 47.

¹³ Las fechas de inicio de operación de las plantas de Santa María y Coacoyunga se tomaron de: "Tabla de plantas hidroeléctricas de CFE en operación", en: VIEJO, ALONSO, 1977, p. 83.

¹⁴ En el año de 1902 el Consejo Directivo estaba integrado por: Tomas Barniff, José Sánchez Ramos, Enrique Tron, Gabriel Mancera, Alfonso Michel, Graciano Guichard y Francisco Espinoza; Comisario: Porfirio Díaz Jr.; Director General: Antonio Pacheco, referencia en: ZÁRATE, GARCÍA, 1902, p. 27.

¹⁵ AHCRdMyP, Fondo Norteamericano, Libro de Actas de la Junta Directiva, agosto 3 de 1907, octubre 16 de 1909, p. 239, diciembre 15 de 1909.

de los objetivos de este proyecto estaba el abastecer de electricidad a la Ciudad de México y a los campos mineros de El Oro y Pachuca.¹⁶ Para 1908 abastece del fluido a El Oro y en septiembre de 1910 se tienen las primeras pruebas de transmisión a Pachuca. Con relación a esto último debe considerarse que para poder suministrar a la región, la nueva empresa había adquirido previamente la Compañía Eléctrica e Irrigadora del Estado de Hidalgo. La importancia de la conexión a Necaxa está señalada en una publicación de la época:

En 1910, el distrito de Pachuca del Estado de Hidalgo, dio abundantes pruebas del derecho que le asiste de ser considerado como la región de México que produce más plata y uno de los distritos productores de plata de mayor importancia del mundo. En este año se resolvió el problema de la provisión de fuerza por haberse concluido la línea de transmisión que la lleva, de la planta de la Mexican Light and Power Co. de Necaxa al referido distrito. La transmisión comenzó en el mes de septiembre y fue recibida con general regocijo y seguida de gran actividad [...]¹⁷

La regularización del servicio se consiguió hasta iniciado 1911. La empresa mantuvo durante todo el período contratos de suministro con las dos empresas eléctricas que abastecían la región: La Compañía de Transmisión Eléctrica de Potencia en el Estado de Hidalgo y la Compañía Mexicana de Luz y Fuerza Motriz. Dada la extensión de las propiedades, se definieron varios puntos de suministro a las dependencias. La empresa minera se encargó directamente de distribuir la energía a dependencias próximas a los puntos de compra de energía por medio de líneas de transmisión propias y desarrolló un departamento eléctrico que le permitió atender los problemas específicos relativos a esta tecnología. La figura 1 muestra las principales dependencias, sus puntos de abastecimiento y las líneas propias de la empresa. Se localizó información sobre la fabricación de carburo, proceso que requiere mucha electricidad, sin embargo no se pudo profundizar por falta de más documentos al respecto.¹⁸

¹⁶ Southworth, John R., Holms, Percy G. *op. cit.* pp. 136, 137.

¹⁷ Brady, 1911, pp. 12-14.

¹⁸ En correspondencia de 1918 se refiere que se ha duplicado la capacidad de la fábrica de carburo con un pequeño costo y que el asunto es un buen negocio, se indican beneficios para la empresa en seis meses por unos 12,000 dólares. AHCRdMyP, Archivo de la Dirección, vol. 133, exp. 15, f. 15.

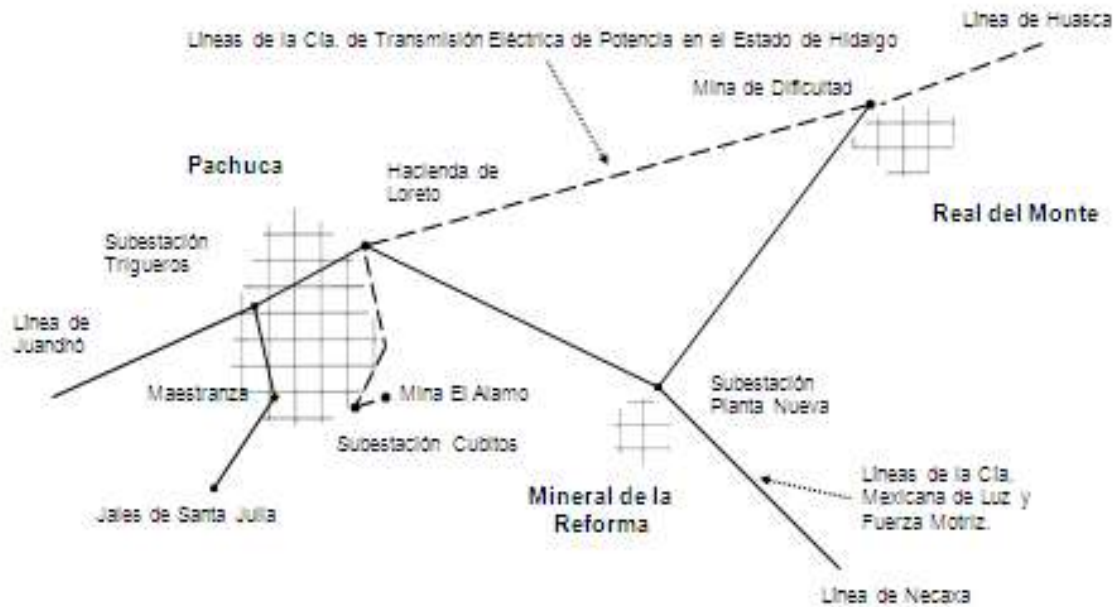


Figura 1. Principales puntos de conexión de la Cía de Real del Monte y Pachuca con las empresas suministradoras de energía eléctrica, circa 1935.

Fuente: Elaboración propia a partir de documentos del Departamento Eléctrico varios años.

Problemáticas en el suministro de energía.

Pese al contar con el suministro de Necaxa, los problemas continuaron por diversas fallas, una nota remitida al Director de la Real del Monte en mayo de 1911 refiere estas molestias:

Se quemaron unos transformadores en Planta Nueva y la Planta de Irrigadora no puede con la carga, teniéndose bajos voltajes. Se ha reducido la carga en Real del Monte [...] La compañía de Luz y Fuerza ha cortado suministro a la gran planta de Cementos Tolteca para abastecernos. La empresa [de Luz y Fuerza] que ha estado en las actuales condiciones desde mediados de septiembre debería ser capaz de protegerse a sí misma contra las frecuentes y muy molestas interrupciones motivadas por puras dificultades eléctricas y mecánicas.¹⁹

Los conflictos de la Revolución Mexicana afectaron esporádicamente la conexión con Necaxa:

Dos veces la semana pasada por algunas horas perdimos una considerable cantidad de tonelaje, las líneas fueron cortadas por bandidos y la Ciudad de México quedó también sin energía. Ayer se cortó la comunicación por tren con México por una gran partida cerca de aquí, hoy se reanudó²⁰

Un problema persistente para el suministro de electricidad fueron los largos periodos de sequía que constituyeron un frecuente motivo de preocupación. Una referencia de 1913 indica lo siguiente:

¹⁹ AHCRdMyP, Archivo de la Dirección, correspondencia de Van Law, vol. 41 exp. 10, mayo 6 de 1911, f. 151.
²⁰ AHCRdMyP, Archivo de la Dirección, vol. 133 exp. 15, año de 1918, f. 73

La situación de potencia nuevamente ha sido muy crítica como fue en esta temporada el año pasado y el año anterior. Las reservas de agua de la planta de Necaxa están en su mínimo nivel, a pesar de que una muy considerable serie de nuevos túneles que completan y conectan con otros vertederos, el agua de la cuenca es exageradamente baja. En El Oro se ha cortado el suministro al 60%, los tranvías de la Ciudad de México están reducidos al mínimo, cada caldera de la Compañía de Luz y Fuerza está en servicio [para abastecer las termoeléctricas] en función del combustible que pueden conseguir. En Pachuca La Blanca y Santa Gertrudis, ambas tienen importantes cortes; todas las plantas menores incluyendo San Rafael tienen corte a la mitad, y nosotros hemos disminuido 500 Hp de trabajo de desarrollo y del bombeo que no afecte producción.

En la nota se indica también:

La empresa [Compañía de Luz y Fuerza] ha tomado mas contratos, pero se asume que por el acuerdo que tenemos, los contratos posteriores al nuestro serán cortados antes para abastecernos.²¹

En 1940 el director, ante una temporada de sequía y falta de energía eléctrica, realizó una serie de observaciones al jefe de ingeniería del consorcio, donde resalta que una gran cantidad del consumo correspondía a la molienda y los problemas que eso significaba.

Necaxa tiene solo 36 millones de metros cúbicos, en los periódicos se comenta la grave escasez [de lluvia] y una inevitable reducción [en el suministro], aún mayor que la de hace dos años. El Secretario de Economía ha decretado cortes en el consumo de energía, se espera que su reducción sea del 15 %, 1 ¼ de millón de kilowatthoras de nuestro consumo presente de 8 ½ millones de kilowatthoras. No sería conveniente reducir la ventilación [...] La molienda consume un poco más de la mitad de la potencia total [...] la reducción en potencia en los molinos causa problemas que los aumentos en reactivos no reducen [...] Todavía no tengo idea de las medidas necesarias, espero sugerencias.²²

En el año de 1944 la poca disponibilidad de agua en el sistema Necaxa ocasionó una crisis que requirió la intervención del Gobierno Federal quien emitió el siguiente acuerdo:

A partir del próximo 8 de febrero todos los consumidores de las Compañías Mexicana de Luz y Fuerza Motriz, Luz y Fuerza de Pachuca,
[...] Deberán reducir su consumo en los siguientes términos: 20% (veinte por ciento) para todos los servicios domésticos, industriales, agrícolas, mineros, etc. [...]
Queda facultada la Secretaría de la Economía Nacional para ordenar la suspensión del servicio, [...] a los consumidores que no cumplan con las anteriores disposiciones [...]
Las citadas restricciones permanecerán en vigor hasta tanto entra en operación la planta hidroeléctrica de Ixtapantongo o el turbogenerador de Nonoalco, o se cuente con las disponibilidades de agua necesaria para atender las demandas totales del consumo [...]²³

Un boletín dirigido por el Director a los empleados usuarios de casas de la compañía indica medidas compensatorias de la escasez de energía eléctrica:

²¹ AHCRdMyP, Archivo de la Dirección, correspondencia de Van Law, vol. 41 exp. 10, junio 9 de 1913.

²² AHCRdMyP, Archivo de la Dirección, Correspondencia General, vol. 55, exp. 165, ff 20 y ss.

²³ AHCRdMyP, Sección Minas, Ramo Otras Unidades, Serie Departamento Eléctrico, transcripción mecanográfica del acuerdo aparecido en el Diario Oficial el 2 de febrero de 1944, caja única, exp. 4.

La Compañía de Luz y Fuerza Motriz de Pachuca nos ha informado que el agua en Necaxa esta tan baja que debe ser hecho todo lo posible para reducir el consumo de potencia. Eliminar luces innecesarias de patios, reducir el tamaño de los focos y apagar luces y calentadores cuando no se necesiten, eso nos ayudará significativamente. Su apoyo será apreciado.

A.B. Marquand²⁴

Poco después de la venta de la empresa al Gobierno Federal, en 1947, otra severa escasez de lluvia obligó a tomar las siguientes medidas:

Debido a la falta de energía eléctrica, la Compañía de Real del Monte y Pachuca ha establecido desde el pasado miércoles [solo] dos turnos en las minas de su propiedad para hacer un ahorro del 40 % de corriente eléctrica.
[...] Los mineros que cubrían el turno de 3 PM a 10 PM, fueron distribuidos en el primero y tercer turno de tal manera que no se ha suspendido un solo trabajador.²⁵

El problema de suspensiones del suministro tenía causas estructurales que solo se resolvieron con el aumento de plantas generadoras y la diversificación de éstas considerando termoeléctricas, las cuales no dependen de las lluvias sino de la quema de combustible para accionar motores que impulsan a los generadores eléctricos. En esto debe considerarse la creación de la Comisión Federal de Electricidad que a partir de un modesto comienzo en 1937, crecería de manera notable y llegando a convertirse varias décadas después en proveedora de energía para la Compañía Mexicana de Luz y Fuerza Motriz, la principal empresa de la región.²⁶

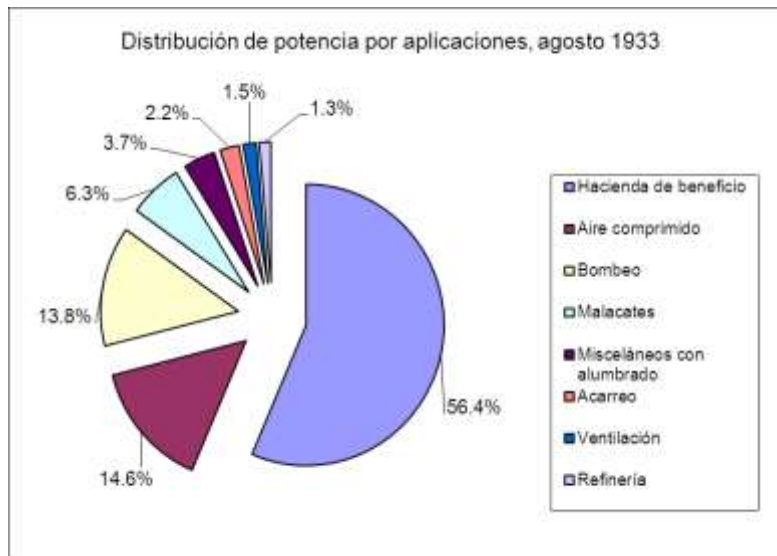
Consumos y aplicaciones de la energía

Pese a los problemas señalados y que ocasionaban reducciones en la producción, el consumo de energía eléctrica de la empresa aumentó continuamente. Entre 1917 y 1933 (16 años), el consumo prácticamente se duplicó. En la figura 2, se desglosan los consumos por aplicación genérica durante agosto de 1933. Se puede observar ahí el alto requerimiento de energía para la hacienda de beneficio.

²⁴ AHCRdMyP, Archivo de la Dirección, correspondencia de A. B. Marquand, enero 15, 1944, vol. 35, exp. 114.

²⁵ "Falta de energía eléctrica", en: *El Sol de Hidalgo*, julio 26 de 1947.

²⁶ Sobre el crecimiento y papel de la CFE puede consultarse: Comisión Federal de Electricidad, 1978, pp. 39-41.



Aplicación de electricidad Ago-33	Potencia kwh
Hacienda de beneficio	4,248,688
Aire comprimido	1,101,303
Bombeo	1,039,156
Malacates	474,704
Misceláneos con alumbrado	279,801
Acarreo	169,411
Ventilación	115,640
Refinería	101,060
Total	7,529,763

Figura 2. Distribución de potencia eléctrica aplicada por aplicaciones, agosto 1933.

Fuente: Departamento Eléctrico, expediente: Distribución de potencias, 1933.

Para la atención de los asuntos eléctricos la empresa contaba con un departamento con personal especializado. Con objeto de atender la instalación de maquinaria nueva, en 1908 la Compañía de Real del Monte y Pachuca insertó avisos en el periódico impreso en inglés *Mexican Herald* cuya traducción sería:

Se solicitan electricistas y técnicos electromecánicos e instaladores. Contestar indicando edad, nacionalidad y experiencia con copias de referencias.²⁷

En la relación de personal del departamento, para 1910 sólo eran extranjeros los dos jefes de esta área asignados a Pachuca y Real del Monte. Había 24 personas en Real del Monte y 21 en Pachuca, en total 45, el número de empleados con sueldos mayores a los electricistas comunes era de siete. Para 1933 en una relación detallada de toda la empresa, aparecen 38 electricistas y 28 ayudantes. Al año siguiente en la lista de empleados había dos ingenieros electricistas, lo que daba un total de 68 personas en esta

²⁷ AHCRdMyP, Informes Minas de Pachuca, julio 6 de 1908.

actividad.²⁸ La empresa disponía de un taller principal dentro de la hacienda de Loreto, ahí se realizaban reparaciones mayores como el embobinado de motores grandes o de transformadores. Cada mina contaba con un taller con personal permanente que instalaba y atendía los equipos propios así como reparaciones menores.

La Compañía de Real del Monte y Pachuca, contratista en el sistema Necaxa

El año de 1921 presentó problemas para las actividades industriales, el fin de la Primera Guerra Mundial ocasionó una disminución en la demanda de metales y una sequía causó dificultades a la Compañía Mexicana de Luz y Fuerza Motriz. En ese contexto, la productora de electricidad planteó el continuar con las obras de ampliación del complejo hidroeléctrico de Necaxa y la Real del Monte participó en la construcción de un túnel para abastecer de agua a una nueva planta hidroeléctrica del sistema Necaxa.²⁹ La siguiente referencia es el acuerdo para la participación en los trabajos de la planta de Tepexic.

A partir de las solicitudes recibidas: se autoriza al Sr. Calland para celebrar con la Compañía Mexicana de Luz y Fuerza Motriz un contrato de obras que tendrá por objeto la excavación de un túnel de presión de agua de una longitud aproximada de 3,500 m y el revestimiento del mismo con concreto, el cual será construido en Tepexic, según los planos y especificaciones de antemano convenidos. En dicho contrato la Compañía de Real del Monte y Pachuca será la contratista y la Compañía Mexicana de Luz y Fuerza Motriz la dueña de la obra.³⁰

El 23 de agosto de 1921 se firmó el contrato definitivo, acordándose un pago de \$ 125 dólares por metro lineal excavado, siempre y cuando no se encontrara arena que requiera trabajos especiales de afianzamiento; también se consideraron hasta un 12 ½ % de extras por las tareas de revestimiento, supervisión y construcción de los campamentos y talleres necesarios. La Compañía Mexicana de Luz y Fuerza proporcionó entre otras cosas: la construcción de caminos y vías férreas necesarias, materiales como grava y arena, así como el suministro de energía eléctrica y una cantidad de aire comprimido. Los trabajos se realizaron en los dos extremos del túnel y dos cruceros excavados, lo que supuso 6 frentes de excavación. Las actividades se habían iniciado desde junio de ese mismo año cuando salió de Pachuca un equipo de topógrafos, las estimaciones de tareas y requerimientos de materiales se efectuaron en julio, y en agosto realizaron las obras de preparación y las primeras excavaciones. El despliegue de recursos de maquinaria y personal por parte de la Real del Monte fue a gran escala, concluyéndose con los revestimientos finales, llenado del túnel y prueba de conducción de agua, el 27 de diciembre del año siguiente. Así la segunda planta generadora del sistema Necaxa tuvo una alimentación de 70 litros por segundo.³¹

La información consultada menciona algunos conflictos laborales de los mineros en febrero de 1922 pero no abunda en detalles al respecto, sin embargo Enrique de la Garza informa que se suscitaron problemas laborales por los pagos que eran inferiores a los

²⁸ AHCRdMyP, Dirección General, Relaciones Laborales, Lista de Raya semana de agosto 2 de 1933 y relación de empleados de confianza, junio 29 de 1934, ambos en el vol.124, exp. 17.

²⁹ De La Garza, 1994, vol. 1, p. 63, 64.

³⁰ AHCRdMyP, Actas de la Junta Directiva, p. 199, septiembre 24 de 1921.

³¹ AHCRdMyP, Sección Minas, Serie Túnel Necaxa, caja única, Reportes Mensuales Túnel Tepexic y Contrato entre CMLyFM y CRdMyP expedientes, 8 y 9.

acostumbrados y otras condiciones que corrigió la empresa eléctrica después de solicitarse incluso la intervención del Presidente de la República.³²

Como se vio en este apartado, la consecución de un adecuado suministro de electricidad fue un proceso complejo que involucró a la propia empresa. En páginas siguientes se revisará el cambio en las operaciones que propició la incorporación de energía eléctrica.

Las mejoras en el bombeo.

La presencia de agua en las minas obedece a características que presenten los suelos. De acuerdo a la porosidad o grietas que estén presentes en éstos, ocurren filtraciones que penetran en los suelos hasta alcanzar alguna capa impermeable que propicia la acumulación o saturación del líquido en ciertos sitios. Corrientes superficiales o los regímenes pluviométricos influyen en el nivel hidrostático de las aguas subterráneas.³³ Uno de los principales problemas de la minería subterránea es enfrentar las infiltraciones que dificultan o imposibilitan el trabajo. Por eso es necesario disponer de medios para retirar la acumulación de agua de una manera eficiente y económica.

Sistemas antiguos de desagüe.

El primer sistema para retirar el agua utilizado en el distrito fue emplear malacates para sacar sacos o “cueros” que se llenaban con agua y se subían por medio de una soga, que en la superficie se enredaba en un tambor girado por medio de caballerías. Este esquema también se utilizaba para bajar y subir al personal, o los materiales.

Otra manera para extraer el agua de las minas, fue la construcción de socavones de desagüe. Estos consistían en túneles comunicados horizontalmente al exterior y su trazo, con ligera pendiente, permitía que el agua conducida por un canal o tubería escurriera hacia fuera. Inés Herrera señaló que estas obras requerían fuertes capitales y había un riesgo enorme en cuanto a los resultados. Sin embargo un móvil importante, adicional al desagüe, era la expectativa de poder aprovechar en el trayecto las vetas argentíferas que cruzara.³⁴ La primera de ellas fue la del socavón de Morán emprendido por Pedro Romero de Terreros entre 1749 y 1762 que permitió acceder en su momento a las riquezas de la Veta Vizcaína de Real del Monte. El socavón de Aviadero era otra solución similar, pero a mayor profundidad, emprendido por el tercer Conde de Regla en 1816³⁵. Sin embargo, sus trabajos fueron suspendidos principalmente por la falta de recursos ya que la explotación de las minas era cada vez más onerosa y los frutos eran insuficientes.³⁶ Posteriormente, los ingleses desestimaron la obra y fue terminada por la compañía mexicana hasta 1868, constituyendo el principal desagüe de Real del Monte.³⁷ En 1912 el socavón con todos los ramales de comunicación alcanzaban una longitud de 13 kilómetros.³⁸

³² De La Garza Toledo, Enrique, *op. cit.*, p. 64 a 67.

³³ El manto freático se define en el terreno poroso situado entre la superficie y un lecho inferior impermeable. *Vídem*: “Freático”, De Galiana, 1987, p. 479.

³⁴ Herrera, 1992, P. 75-86.

³⁵ Randall, 1977, P. 30, 31, 117-119.

³⁶ Navarrete, En: Herrera, 1998, P. 115-116.

³⁷ Ordoñez, Rangel, 1899, Pp. 56,57

³⁸ Grothe, Salazar, 1912, P. 49

Un proyecto ambicioso propuesto a fines del siglo XIX fue el socavón Neptón, que pretendía drenar los fundos de Mineral de El Chico y prolongarse hasta Pachuca, aspecto que no logró concretarse. En Pachuca, a fin de superar la inundación subterránea de 1895 se proyectó y construyó el socavón Girault que fue terminado en 1902 con una longitud incluyendo sus ramales de 2.6 kilómetros.³⁹ A fin de comunicar Real del Monte y Pachuca se completó en 1929 el túnel de acarreo principal de poco más de 5 kilómetros que también alojó una tubería de 25.4 centímetros de diámetro para conducir agua a la hacienda de Loreto, necesaria para los procesos en la época de estiaje.⁴⁰

Máquinas hidráulicas y el uso de vapor.

Una bomba es una máquina que sirve para mover o elevar líquidos. El uso de máquinas complejas para el desagüe en el distrito, se inició con el equipo accionado por columna de agua que diseñó e instaló Andrés Manuel del Río en la Mina de Morán a inicio del siglo XIX. El resultado sin embargo no fue del todo exitoso, cuando era temporada de estiaje en Real del Monte no se disponía de agua de lluvia suficiente en esos meses y solo se podía poner en funcionamiento la bomba algunas horas.⁴¹ La suspensión de actividades a partir de 1819 puso en paréntesis esta alternativa que sería intentada nuevamente por la compañía mexicana. En 1883 se adquirió en Alemania otra máquina de ese tipo para aplicarla en la misma mina de Morán. Pese a contarse con una represa, el resultado continuó siendo insuficiente en la temporada de sequía por lo que no se generalizó esa alternativa.⁴²

La compañía británica introdujo en 1826 la máquina de vapor para accionamiento de bombas lo que significó otro momento tecnológico. La mayoría de las bombas utilizadas en ese tiempo eran del tipo *cornish* las cuales eran de pistones. Debe considerarse que en la superficie se disponía de las calderas, la máquina de vapor y otros elementos mientras que la bomba que se instala en lo profundo de la mina. El acoplamiento entre máquina de vapor y bomba se conseguía por medio de un sistema de vigas de madera o varillas de acero, denominadas cadenas que eran colocadas a todo lo largo del tiro. La presión atmosférica es la razón por la que la bomba no puede estar a mucha altura de la superficie del líquido. La parte activa se desplaza alternativamente dentro de un cilindro, y dispone de válvulas de aspiración y descarga que permiten el introducir energía de presión al líquido. Pese a la complejidad de los sistemas accionados por las máquinas de vapor, se consiguió reducir de una manera muy significativa el costo del desagüe en comparación con uso de malacates y cueros.

Las bombas accionadas eléctricamente.

La compañía de Real del Monte y Pachuca instaló un grupo de bombas del tipo de pistones accionadas por motores eléctricos en la mina de Dificultad. La instalación se inauguró el domingo 28 de marzo de 1897.⁴³ Los nuevos equipos no tuvieron resultados contundentes, las máquinas se calentaban y había un problema que causó molestia: la

³⁹ Aguilera, Ordoñez, 1897, p.17, 18. Grothe, Salazar, 1912, p.73, 74

⁴⁰ AHCRdMyP, Informes de minas Pachuca, Proyecto de centralización, caja 2, exp. 14, pp. 7, 12.

⁴¹ Vilchis, ARIAS, 1992, p.90, 94.

⁴² Ordoñez, Rangel, 1899, p.55, 56.

⁴³ AHCRdMyP, Fondo siglo XIX, Administración de minas de Real del Monte, abril 25 de 1897.

relativa alta velocidad de los motores eléctricos requería de utilizar transmisiones y engranes sin embargo, éstos se rompían de manera frecuente.⁴⁴ Estos cambios tecnológicos se pueden considerar de acuerdo a la propuesta de Santiago Riera i Tuèbols, prologuista de Bertrand Gille como de “sistemas técnicos en continua sustitución”.⁴⁵

Ante las primeras experiencias, los fabricantes de equipos de bombeo, revisaron diseños y materiales a fin de adaptarse a las nuevas condiciones de mayores velocidades. Los avances en metalurgia, mecánica y lubricación entre otros aspectos, permitieron que las bombas de pistones se accionaran con motores eléctricos, y se asignaran a casos específicos con volúmenes moderados, grandes elevaciones y una buena calidad del agua sin arenas o impurezas. En segundo término se buscó un sistema diferente de bomba que se adaptara a los nuevos motores.

A fines del siglo XIX, se introdujeron las bombas centrífugas. Estos equipos requerían de un accionamiento de alta velocidad, y para eso los motores eléctricos estaban ampliamente indicados. Funcionan estas máquinas por el giro de una pieza denominada impulsor, la cual dispone de unas ranuras o alabes que transmiten el movimiento a las partículas de agua que están en su proximidad. De esa manera las partículas adquieren velocidad y salen del impulsor. La carcasa en que se aloja el impulsor tiene forma espiral que contribuye a darle dirección a las partículas del fluido. Mientras eso ocurre, se presenta en el centro del impulsor un vacío relativo que propicia la llegada de líquido a la bomba. De esa manera se tiene un funcionamiento continuo, la máquina es simple, no requiere de válvulas y su construcción es relativamente ligera. Para conseguirse grandes elevaciones trabajan por etapas impulsores en serie sobre el mismo eje y dentro de una misma estructura. Ese fue el tipo de centrífugas que se instalaron como máquinas principales para el desagüe de las minas. Como había ocurrido con las máquinas de vapor, la instalación de este equipo –que no fue la primera en el distrito- constituyó un acontecimiento relevante que es recogido por el profesor Teodomiro Manzano:

Asistieron el gobernador y el obispo de Tulancingo, se dijo misa en el nivel 400, habiendo concluido la ceremonia se siguió descendiendo hasta el nivel 527 donde se encuentran las bombas. Las autoridades civiles y eclesiásticas fueron acompañadas de señoras, señoritas y caballeros. Todos llevaban trajes apropiados, con su correspondiente vela encendida en el sombrero. La bomba es acoplada, de movimiento rotatorio, eleva a 250 metros 7,000 litros por minuto con una potencia de 800 caballos de vapor.

La nota añade que la presencia de damas fue algo extraordinario ya que:

Hay creencias entre los mineros que cuando bajan las mujeres a las minas, estas se emborrascan, es decir se pierde la veta metalífera.⁴⁶

El relevo de las máquinas de vapor por las eléctricas fue un proceso lento. El aspecto fundamental en el cambio de equipos era el tener la certeza del abasto de energía y superar fallas imprevistas. Un artículo técnico publicado en 1908 indica al respecto:

⁴⁴ Al mes de ser inauguradas las bombas, ocurrió la primera rotura de los dientes de los engranes, después se localizaron otros reportes de nuevas roturas, se asumió que había problemas en la calidad de las piezas, quizá causadas por la forma de enfriar la pieza después de haber sido fundida. En la correspondencia se indica que las piezas se repararon en la mastranza de Real del Monte. AHCRdMyP, Fondo siglo XIX, Administración de minas de Real del Monte, abril 28, junio 10 y julio 28 de 1897.

⁴⁵ Gille, 1999, p. 12, 125-127.

⁴⁶ Manzano, 6 de agosto de 1905.

Prácticamente todas las bombas son eléctricas, la mayor parte son centrífugas pero hay algunas de pistones. También hay algunas eléctricas sumergibles pero no han probado ser muy satisfactorias. La mayoría de las bombas cornish han sido desmanteladas por su alto costo de operación, pero en algunos tiros como Dificultad, Dolores y San Juan, se conservan éstas junto con sus calderas listas para uso en caso de fallas en el suministro eléctrico.⁴⁷

En las siguientes notas se expone la situación de emergencia que se resolvía con las antiguas máquinas de vapor:

La bomba Sulzer del desagüe de San Juan Pachuca de 250 HP se detuvo para reparación. Vino una avenida de agua y todo se inundó, se puso a funcionar la bomba [de vapor] cornish, se espera en tres días baje el nivel y puedan secarse las máquinas.

Se le rompió una varilla [de la máquina de vapor] el día 11 [de septiembre] y se inundó por segunda vez. Se trabajó día y noche en la maestranza para repararla, el 17 volvió a funcionar la cornish. El nivel del agua bajó 1.95 metros en 30 horas.

El día 9 de diciembre dejó de funcionar la cornish volviendo a trabajar la Sulzer como antes.⁴⁸

En reportes de la década de 1920 ya no se indica que se utilicen las máquinas de vapor, y se asume que en esos años se completó el relevo del vapor por la energía eléctrica. Una constante preocupación de la Dirección fue la atención de las bombas. La incorporación de las nuevas bombas centrífugas accionadas por motores eléctricos había sido un proceso que requirió aprender los conocimientos de los nuevos equipos. En 1908 se publicó el siguiente informe técnico:

En Barron se tiene una Sulzer óctuple que eleva de una vez, del [nivel] 450 al 50 (1,312 pies). Es quizá la elevación más grande en México. Su gasto es de 2,250 litros por minuto, esta impulsado por un motor de 350 HP., 1,040 Volts y toma 163 Amperes.⁴⁹

Al proyectarse la estación de bombeo de Paraíso en Pachuca en 1918 se indicó lo siguiente:

Estamos firmemente decididos a no apartarnos de nuestro estándar de bombas Sulzer, pero si esto es insostenible por las actuales condiciones de la guerra, y debemos apoyarnos en una segunda alternativa, consideramos que una bomba Byron Jackson con motor General Electric será tan satisfactoria como cualquiera.⁵⁰

La empresa mantuvo con la empresa norteamericana General Electric una relación estrecha, se tienen referencias de reuniones entre directivos.⁵¹ A partir de la Primera Guerra Mundial, los materiales y los motores o equipos europeos presentaron dificultades de comercialización por el conflicto bélico y no fueron disponibles en México. De esa manera, los motores europeos se sustituyeron por equipo

⁴⁷ Rice, 1908, p. 648.

⁴⁸ AHCRdMyP, Actas de la Junta Directiva, reuniones septiembre 12, 26 y diciembre 26, 1908, pp. 149, 151, 166.

⁴⁹ "Special Correspondence", en: *The Engineering and Mining Journal*, New York, dic. 3, 1908, pp. 1051-1052.

⁵⁰ AHCRdMyP, Fondo Norteamericano, Archivo de Especial de la Dirección, correspondencia, vol. 89 exp. 71, marzo 13 de 1918, f. 110.

⁵¹ AHCRdMyP, Dirección General, Correspondencia de M.H. Kuryla, vol. 26, exp. 19, ff. 13, 30, 31.

norteamericano y en la Compañía de Real del Monte y Pachuca, en su mayoría de la marca referida.⁵²

Para la atención de las máquinas, periódicamente se tenían asesores externos o de los fabricantes de equipos que revisaban las condiciones de operación. En una carta de 1927 se habla de un asesor, que había ajustado las bombas, se señala la importancia de este asunto:

Se sugiere que el Sr. Ferster se quede, es un hombre muy valioso, podríamos cambiarlo por Jessen que no tiene valor para nosotros. Atendería compresores, bombas y cualquier otra maquinaria que hemos instalado o que en el futuro lo hagamos, es un hombre de trabajo duro y creo que conoce su negocio. [...] Desafortunadamente no habla inglés pero habla muy buen español y probablemente aprendiera hablar inglés puesto que conoce tres o cuatro idiomas.⁵³

Si bien no se tienen noticias de la incorporación de esta persona, el punto referido, fue cuidadosamente atendido. En 1908 se bombeaban más de 20.7 metros³/minuto, en 1929 el volumen era de 37.85 metros³/minuto. En los inicios de la década de 1960 la empresa paraestatal asumía que había disminuido el bombeo por la suspensión de trabajos y se tenía un caudal de 18.36 metros³/minuto.⁵⁴

La industria y las actividades sociales en general se beneficiaron de las aplicaciones de la energía eléctrica como el alumbrado y el accionamiento de la maquinaria. El efecto de tal tecnología en la minería es señalado por Atlántida Coll-Hurtado y María Teresa Sánchez Salazar en la siguiente observación:

La electricidad fue la innovación tecnológica esencial en los trabajos mineros y la respuesta a lo que tanto se había buscado: la fuerza motriz capaz de desaguar las minas y de iluminarlas. La energía eléctrica modificó los ritmos de trabajo dentro y fuera del socavón; desplazó poco a poco las actividades manuales; favoreció la expansión de la minería en la primera década del siglo XX, tal y como lo habían hecho los ferrocarriles en los últimos diez años del siglo anterior.⁵⁵

El impacto sobre costos de uso de maquinaria fue enorme. En 1906 el costo de potencia en caballos de fuerza obtenidos por máquinas de vapor era de \$ 410 anuales mientras que con energía eléctrica importaron sólo \$ 118 en el mismo período, o sea significó el 28.8 % del costo de la opción vapor.⁵⁶

Cabe mencionar que actualmente aunque se ha dejado de extraer mineral el bombeo continúa. La empresa mantiene un convenio con la Comisión de Agua Alcantarillado y Servicios Intermunicipales (CAASIM) que es el organismo que se encarga del abastecimiento en Pachuca y municipios vecinos a fin de realizar bombeo en las minas. El agua común después de recibir un tratamiento adecuado se destina al suministro

⁵² En el caso de los compresores en 1925, el 70% era ya accionado por motores de la marca referida. AHCRdMyP, Dirección General, Correspondencia de E. I. Young. Hoja de datos de compresores dibujo P-3-373, septiembre 28 de 1925 en: vol. 45, exp. 15, f. 2.

⁵³ AHCRdMyP, Dirección General, Correspondencia de M.H. Kuryla, vol. 26, exp. 19, informe de septiembre 1 de 1927.

⁵⁴ Rice, 1908, p. 522, Larson, 1929, p. 8, Geyne *et al*, 1963, p. 14.

⁵⁵ Un artículo que hace un cuidadoso análisis del proceso de incorporación de la electricidad en la actividad minera mexicana puede verse en: Coll-Hurtado, Sánchez, 1988, p. 182-204.

⁵⁶ AHCRdMyP, Fondo Norteamericano, correspondencia de S. M. Cancino, Informe de Mr. Moore a Mr. Hoden con la comparación del costo de vapor y electricidad para producir aire comprimido en la mina de Dificultad, vol. 13, exp. 3, abril 27 de 1906, f. 2.

público de la región.⁵⁷ El agua potable de alta calidad extraída de la mina Paraíso de Pachuca, durante un tiempo se envaso y comercializó como agua purificada, actualmente en 2014, eso se ha suspendido.⁵⁸ Las estaciones de bombeo subterráneas requieren atención por lo que los tiros y malacates para su acceso están también en condiciones de operar.

Consolidación de la electricidad para el trabajo de minería y beneficio de la plata.

Consideraciones sobre el accionamiento

Una primera etapa tecnológica fue la sustitución de los antiguos medios de accionamiento por motores eléctricos. Lo anterior sin embargo no era tan simple ya que hubo que hacer cambios a las máquinas para adaptarlas a condiciones diferentes de velocidad, arranque u otros parámetros. Una consecuencia de lo anterior fue la definición de maquinaria nueva sin precedentes directos en la época anterior a la electricidad.

En el caso que nos ocupa y en atención únicamente al accionamiento eléctrico, se asume la siguiente clasificación de la maquinaria de la Compañía de Real del Monte y Pachuca durante el período de 1906 a 1947.

- 1 Maquinaria para movimiento o proceso de fluidos.
 - Bombas
 - Ventiladores
 - Compresores
- 2 Maquinaria para movimiento de materiales
 - Sistemas de cable aéreo
 - Locomotoras de minas
 - Malacates
- 3 Maquinaria en talleres
 - Máquinas herramientas
- 4 Maquinaria de los procesos de beneficio metalúrgico
 - Transportadores
 - Máquinas de proceso

Ventiladores

Uno de los problemas de la minería subterránea es el suministro de aire fresco así como el retiro del aire viciado y de los gases producto de explosiones. Hasta el siglo XIX en el distrito esto se lograba principalmente por medio de circulación natural del aire. La intercomunicación de los niveles de una o varias minas entre sí por medio de distintos tiros o socavones, producía una circulación de aire en virtud a las diferentes alturas de

⁵⁷ El bombeo para abastecimiento público en Pachuca se realiza a partir de las minas vecinas a la de San Juan Pachuca y de la de El Álamo. Se tiene previsto a corto plazo realizar bombeo en la mina de Dificultad de Real del Monte.

⁵⁸ La calidad del agua de la mina de Paraíso fue reconocida desde el inicio de la administración norteamericana, inicialmente se pensó en entregarla al municipio como agua potable en compensación de impuestos, pero eso no se concretó. La empresa la utilizó para abastecer a sus dependencias de agua potable y construyó una red privada de abastecimiento que alcanzaba las casas de los altos empleados de la empresa. Una cierta cantidad de esta agua se repartía en pipas a domicilios de empleados y a algunos otros beneficiarios como escuelas, médicos y otros.

las bocas en su comunicación al exterior. El aire caliente tiende a subir y en condiciones normales, los tiros más altos se comportan como salida y los más bajos como entradas de aire. Las puertas de cierre y otras barreras permiten dirigir el flujo para permitir su paso a los laboríos que lo requieran. Con el aumento del trabajo y la profundización, la ventilación cobró una importancia creciente, sobre todo en lugares críticos como los frentes de trabajo alejados de los túneles o tiros principales. Así mismo la presencia de filtraciones de agua caliente, creaban condiciones ambientales difíciles.

Los ventiladores son máquinas que tienen por objeto propiciar el flujo de aire y gases por medio de la incorporación de energía a los mismos a partir de una fuente externa. Una forma de ventiladores son los fuelles que accionados a mano se utilizan sobre todo en forjas u hornos pequeños. Al inicio del siglo XX se disponía de ventiladores de gran tamaño susceptibles de ser accionados por motores eléctricos. Existían dos variantes: los llamados axiales provistos de una hélice y los centrífugos que eran los más utilizados en minería cuyo principio de funcionamiento es similar a las bombas del mismo tipo. Los ventiladores, se diseñan considerando al aire o gas como un fluido incomprensible y se busca que la energía aplicada se convierta en su mayoría en movimiento con un muy pequeño cambio en presión.

Aunque de manera principal se dependió de la ventilación natural, se instalaron equipos con capacidad hasta de 2.831.7 metros cúbicos por minuto (100,000 pies cúbicos por minuto).⁵⁹ Para 1933 la relación de cargas para el mes de agosto registra ventiladores operando en las minas de Paraíso, Santa Ana (Tiros de El Capulín y Santa Ursula) y El Álamo, todas ellas en Pachuca y en La Rica y Dolores, ubicadas en Real del Monte.⁶⁰

Otro elemento de ventilación durante el período era el propio aire comprimido que se suministraba para las perforadoras. Se dispuso como una práctica general que después de disparar los explosivos, los suministros se dejaran abiertos a fin de que desplazaran los gases y cuando ingresaran nuevamente trabajadores al sitio, el aire se hubiera renovado. Desgraciadamente la exposición a gases era uno de los riesgos a los que estaban expuestos los trabajadores, los “engasados” debían ser retirados de los lugares peligrosos y recibir atención médica inmediata.

Un grave accidente ocurrió en la mina de Dolores de Real del Monte cuando un grupo de trabajadores se dirigían a los laboríos a bordo de carros jalados por una locomotora eléctrica, y en una parte del trayecto, no percibieron que habían ingresado a una zona con gases acumulados. El conductor o motorista perdió el sentido, el tren siguió su marcha, y los trabajadores se intoxicaron. Afortunadamente el contratista en jefe que viajaba en uno de los vagones percibió el problema y al detenerse circunstancialmente el tren, se arrastró por el suelo donde el aire era más respirable hasta llegar al puesto del motorista, donde cambió la orientación de la pértiga y dio marcha atrás hasta salir de la zona de gases. Acto seguido, al llegar al despacho pidió auxilio, logrando salvar la vida de varios trabajadores. Su acto le mereció el reconocimiento de la empresa.⁶¹

Máquinas para movimiento de materiales.

⁵⁹ Morales, 1941, p. 77.

⁶⁰ AHCRdMyP, Departamento Eléctrico, Distribución de potencia por minas, agosto de 1933, caja única.

⁶¹ Este incidente me fue referido por mi padre, Sr. Raúl Ortega Vargas quien lo ubica a fines de 1934 o inicios de 1935. Se buscó localizar referencias pero ni en el Archivo de Minería ni en el periódico o en el Archivo del Poder Judicial Federal donde se tienen los registros de accidentes se localizó información. Se reflexiona lo importante de la información oral para conocer hechos de los que no quedan registros.

Transporte de mineral por cables aéreos

Una vez extraído el mineral era necesario conducirlo a la hacienda de beneficio. Por siglos esa tarea se había hecho con ayuda de carros tirados por caballerías o con más frecuencia por recuas conducidas por arrieros. Eso último era debido a que la orografía con frecuencia era muy áspera y hacía difícil el trazo de caminos. Los norteamericanos usaron este sistema en fechas tan recientes como 1924.⁶² El sistema del cable aéreo se adaptaba a orografías accidentadas y fue utilizado entre 1908 y 1930 por la compañía de Real del Monte y Pachuca para movimiento de minerales a gran escala. Consistía en un sistema similar al funicular, el cual era tendido entre la mina y la hacienda de beneficio que recibía la carga del mineral. El sistema disponía de dos cables sostenidos por torres elevadas. Las canastillas se apoyaban en el cable superior más grueso y otro inferior más delgado, que proporcionaba la tracción necesaria para el movimiento. La ventaja de todo esto es que podía sortear fácilmente terrenos escarpados sin necesidad de abrir caminos.

En el distrito, la primera aplicación de cables aéreos fue establecida en 1906 por una pequeña compañía entre la mina de Precavida y la hacienda de beneficio de Purísima Chica usando una pequeña máquina de vapor para el movimiento de las canastillas.⁶³ Años antes, en 1903, la administración mexicana de la Real del Monte y Pachuca solicitó un sistema de cable a la casa Krupp de Alemania para centralizar en Pachuca el beneficio de todo el distrito transportando el mineral por medio de cable aéreo.⁶⁴ Ese plan de largo alcance fue soslayado y quedó suspendido por los norteamericanos hasta 1929 cuando decidieron ellos centralizar en la mencionada hacienda los procesos metalúrgicos.

La primera línea de cable aéreo que los norteamericanos pusieron en operación en marzo de 1908, fue la de la mina de Barron a la hacienda de Loreto. Esta línea, accionada por motores eléctricos tenía una longitud de poco menos de 5 kilómetros.⁶⁵ En Real del Monte a partir de 1910 se operó una línea entre San Ignacio y la hacienda de Guerrero.⁶⁶ En 1919 se adquirieron los derechos de las minas de la Compañía de Santa Ana de Pachuca y se unieron al Loreto con un cable aéreo de 1.56 kilómetros que inició operaciones al año siguiente.⁶⁷ La intervención de la empresa en El Chico planteó el tendido de una línea de 9.7 km, la de mayor longitud que además superaba desniveles de 600 metros desde Tiro Alto a Loreto. Este enlace fue logrado en 1922 después de dos años de trabajos.⁶⁸ Por el aumento de las operaciones en La Rica, en 1923 se transfirió el cable de Barron a esta mina para conducir el mineral a Loreto. En Real del Monte, en el mismo año de 1923 se cambió el lugar de extracción principal ya que el tiro de San Ignacio presentaba inconvenientes por ser del tipo inclinado y requería de

⁶² Se tiene la indicación en ese año que desde la mina de El Porvenir se conducía el mineral a la hacienda de Loreto. García, octubre 1924, pp. 142-145.

⁶³ AHCRdMyP, Fondo Siglo XIX, Administración de Minas de Pachuca, "Cable de Precavida a Purísima Chica" tomo correspondiente a 1906 s/f.

⁶⁴ Obregón, Guerra, De Stefano, 1985, pp. 6, 7.

⁶⁵ AHCRdMyP, Actas de la Junta Directiva, Aprobación de contrato con A. Leschen & Sons Co., de febrero 16 de 1908, Reporte de aumento de carros y reanudación de trabajos, marzo, 21 de 1908.

⁶⁶ Skewes, 1930, p. 3071.

⁶⁷ AHCRdMyP, Fondo Norteamericano, Informes de la USSRMCo años de 1919 y 1920.

⁶⁸ Larson, 1929, p.7.

mantenimiento frecuente. Fue sustituido por el tiro de Acosta que tenía mejores características.⁶⁹

Uno de los inconvenientes de este sistema era su vulnerabilidad a los asaltos de los “metaleros” mineros desempleados que volcaban las canastillas para sustraer el mineral y venderlo a beneficiadores de metal clandestinos. Sin embargo el principal problema era la cantidad de personal requerido en su operación y mantenimiento, aspecto que se redujo con el uso de locomotoras y carros de mina.

Estos sistemas fueron quedando en desuso, el enlace de Santa Ana a Loreto fue sustituido en 1924 por tramos de ferrocarril subterráneo.⁷⁰ Al término de operaciones en El Chico en 1930, esa línea también se desmanteló. El proyecto de centralización de beneficio en Loreto contemplaba también el retiro de los cables aéreos y así se dejaron de operar las líneas de Acosta a Guerrero y la de La Rica a Loreto, esta última fue sustituida por ferrocarril subterráneo.

Locomotoras de minas

Una de las imágenes del trabajo minero antiguo era ver a los trabajadores cargando los sacos de mineral a través de túneles y subir por escaleras, con gran esfuerzo físico, en ambiente húmedo y oscuro, propicio para los accidentes. A partir de 1850 el uso de carros de minas sobre vías de hierro o acero, se generalizó en el distrito. Los carros eran llenados y empujados por uno o dos trabajadores que en su categoría eran designados como cocheros. No se ha encontrado referencia de uso de caballos para el arrastre de carros en el interior de las minas.

Las locomotoras eléctricas de minas funcionan con corriente continua tomada a partir de una pértiga que toma la energía de un cable ubicado en la parte superior. Es necesario disponer de un conjunto convertidor de corriente alterna en continua para el accionamiento de estos equipos en alguna parte de los trayectos subterráneos para proporcionar la alimentación de las máquinas o para la recarga de las baterías de las locomotoras pequeñas que funcionaban con ese sistema.

Las primeras locomotoras que adquirió la empresa se aplicaron en 1910 para acarreo en Pachuca, de las minas de Camelia y de Paraíso por el socavón Girault, utilizando carros de 5 toneladas.⁷¹ Dado el dinamismo de la actividad minera, los circuitos de recorrido se fueron ajustando de acuerdo al desarrollo de los trabajos. En Real del Monte se siguió utilizando y ampliando las conexiones del nivel 400 que desde fines del siglo XIX había sido el nivel de comunicación entre varias minas.⁷² Con la asignación de La Rica como sitio de extracción, se enlazaron a esta mina vías subterráneas de los fundos próximos de San José y Colón así como de las minas de esa población que eran Purísima, Dolores y los fundos de Santa Margarita, los carros asignados tenían capacidad de 3 ½ toneladas. En Pachuca el trayecto del Socavón Girault que comunicaba el patio de Loreto con varias minas cercanas fue perdiendo importancia con el agotamiento de los fundos hasta dejar de utilizarse con ese fin. Después el 270 o nivel Fortuna que era más profundo que el Girault sirvió para comunicar las minas de esa población y el proyecto que se menciona a continuación.

⁶⁹ AHCRdMyP, Fondo Norteamericano, Informes de la USSRMCo años de 1922 y 1923.

⁷⁰ Burwell, 1924, p. 728.

⁷¹ AHCRdMyP, Actas de la Junta Directiva, 19 de octubre de 1910.

⁷² Ordoñez, Rangel, 1899, p. 63.

El enlace interno de mayor importancia era el que comunicaba a Pachuca y Real del Monte, el cual formaba parte del proyecto de centralización del beneficio aplicado en 1930. Esta obra, uno de los logros de ingeniería más importantes del período tenía una longitud de cerca de 6 km, disponía de señales automáticas y sería servido por trenes con locomotoras dobles de 13 toneladas, cada una con 2 motores de 90 Hp. Las cuales arrastraban carros de 10.7 toneladas, formando trenes hasta 17 o 20 unidades y podían hacer 6 o 7 viajes al día. La sección mínima del túnel era de 2.44 x 2.74 metros (8 x 9 pies). Junto a la vía de 75 cm de ancho se localizaba una tubería para conducir el agua de Real del Monte necesaria para la planta de beneficio.⁷³ Este enlace se dejó de utilizar con el fin de las operaciones mineras de la empresa, en los inicios de 2005.

Malacates eléctricos

La función de los malacates es el permitir el acceso y salida de personal o materiales de las minas. La elevación de las cargas de mineral era atendida por los malacates accionados por caballerías, conocidos también como malacates de sangre; los cuales se ocuparon hasta fines del siglo XIX. La tecnología del vapor permitió disponer de mayor potencia y las mejoras en trabajo del hierro permitieron disponer de malacates metálicos accionados por máquinas de vapor con mayor eficacia y con dispositivos de seguridad. En 1889 se instaló en la mina de Dificultad el primer malacate de ese tipo para uso del personal en el distrito. Eso permitió eliminar los fatigosos ascensos y descensos por las escaleras, las bajadas en ollas o las llamadas “en racimo”, en las cuales los trabajadores se colgaban de las sogas y eran movilizadas lentamente por medio de los malacates accionados en la superficie por caballerías.

La administración norteamericana recibió una infraestructura en la que se incluían los malacates accionados por máquinas de vapor. Habiéndose instalado compresores grandes se hicieron pruebas para hacerlos funcionar con aire comprimido, y en el caso de la mina de Dolores y de Dificultad los resultados fueron satisfactorios. En 1908 una descompostura requirió el volver a utilizar vapor en Dificultad:

Se rompió una pieza del compresor de 200 Hp. Con ese motivo se calentó la doble caldera para surtir de vapor el malacate y el antiguo compresor. Ya se está haciendo la pieza nueva en la maestranza.⁷⁴

Con la intención de disponer de malacates eléctricos, en 1906 instalaron trece grandes malacates equipados con frenos de aire y con todos los indicadores y medios de seguridad que la tecnología de la época permitía. Asimismo pusieron en servicio otros seis malacates pequeños.⁷⁵ El tipo de malacate mas ampliamente utilizado fue el de doble tambor con dos cables que se enredan en sentidos diferentes, de modo que cuando se acciona el equipo un cable asciende y el otro desciende. Si el espacio disponible en el tiro, no permitía instalar dos elevadores, para balancear el sistema, se instalaba un contrapeso que ayudaba a la operación del equipo. Según las necesidades del trabajo, se podían instalar malacates interiores para el movimiento de la carga o del personal entre los diversos niveles de una mina. La expansión que experimentó la empresa requirió

⁷³ AHCRdMyP, Informes de minas Pachuca, Proyecto de centralización, caja 2, exp. 14, pp. 7, 12, 15, 16, 19.

⁷⁴ AHCRdMyP, Actas de la Junta Directiva, junio 6 de 1908, f. 131.

⁷⁵ AHCRdMyP, Pormenor de compras de maquinaria y efectos que al Compañía de Real del Monte y Pachuca ha realizado de marzo de 1906 a julio de 1906, Acta de la Junta Directiva, julio 13 de 1906.

con el tiempo la instalación de más malacates, sustituyendo los accionados por vapor/aire comprimido y cambiando los pequeños por otros mayores. Para el movimiento de cargas pequeñas se usaban los “winches”, que eran pequeños equipos accionados por aire comprimido.

El movimiento de personal se efectuaba con ayuda de las denominadas jaulas, calesas o aparatos elevadores, de uno o dos pisos. La extracción de mineral o manto, se hacía por medio de elevadores especiales para mineral denominados chalupas o *skips*. Los utilizados en el distrito eran de descarga automática que al llegar a la superficie o al punto de descarga se volteaban sobre una tolva que recibía el material. En Real del Monte los tiros dedicados a la actividad del manto, fueron el de San Ignacio que había sido empleado por la compañía mexicana y que en 1924 se cambió por Acosta que tenía mejores características ya que el primero referido, presentaba inconvenientes por ser del tipo inclinado y requería de mantenimiento frecuente. A partir de 1929 como parte del proyecto de centralización del beneficio, La Rica concentró toda la extracción de la población. En el Mineral de El Chico, en 1922 se habilitó el Tiro Alto como sitio de extracción de ese municipio.⁷⁶ El tiro de San Juan Pachuca fue el tiro de extracción principal de la ciudad y a partir de 1929 por la referida centralización, de todo el distrito. Los elevadores o *skips* tenían capacidad de 2 toneladas en cada viaje, pudiéndose extraer hasta 5,500 toneladas al día, dejando de operar el sistema el domingo para dedicarlo a mantenimiento y reparaciones.⁷⁷

Equipos utilizados en el beneficio de minerales.

Las operaciones de beneficio son aquellas que se requieren para obtener del mineral obtenido en las minas, el producto metálico, en este caso plata y oro. Lo anterior implica una serie de operaciones físicas de reducción de tamaño y reacciones químicas que permiten obtener el producto deseado. Durante la época de estudio se incorporaron equipos accionados por energía eléctrica que pudieron manejar altos tonelajes con gran rendimiento. Equipos de manejo de materiales como bandas transportadoras, quebradoras, molinos y clasificadores. A partir de 1906, varias empresas de Pachuca sustituyeron el método de amalgamación que había estado vigente por cerca de tres siglos y medio por el de cianuración. Este método se usaba para minerales auríferos desde fines del siglo XIX, se puso a punto para minerales argentíferos en 1903 y 1904 en Sonora y Guanajuato.⁷⁸ Las ventajas del sistema eran que las reacciones se llevan a efecto en estado acuoso en grandes tanques de acero, de ese modo el transporte se efectúa de manera sencilla por medio de bombas. Los agitadores son accionados por motores eléctricos y para los precipitados se requieren algunas bombas de vacío.

Las operaciones de beneficio por parte de la Cía. de Real del Monte y Pachuca se realizaron en la hacienda de Loreto en Pachuca y construyeron una nueva hacienda en la localidad de Guerrero entre Real del Monte y Omitlán. Con objeto de optimizar recursos, cerraron en 1929 la hacienda de Guerrero y todo el beneficio se centralizó en Loreto. Otras empresas operaron sus propias haciendas: La Cía. de Santa Gertrudis, posteriormente Dos Carlos, procesaba en Molino Nuevo, localizado en Mineral de La Reforma, San Rafael tenía su hacienda del mismo nombre, la Cía. de Maravillas consiguió en su hacienda de San Francisco la puesta a punto de los tanques altos de

⁷⁶ AHCRdMyP, Fondo Norteamericano, Informes de la USSRMCo años de 1922, 1923, 1929.

⁷⁷ Proyecto de Centralización del Beneficio, Informes de Minas, caja 1, exp. s/n.

⁷⁸ Macdonald, 1926, Romero, 2001.

agitación llamados también tanques Pachuca. Hubo otras haciendas que con el método de cianuración operaron entre 1906 y cerraron actividades en la década de 1920: La Unión y Purísima Grande localizadas en Pachuca así como Plan Grande en El Chico.

De acuerdo a la documentación revisada de la Cía. de Real del Monte y Pachuca, las haciendas de beneficio se convirtieron en los principales consumidores de energía eléctrica. Lo anterior se debió a los requerimientos de los molinos y quebradoras, máquinas que requerían ser accionadas por motores del tipo de anillos rozantes para poder poner en movimiento sus enormes masas. Los compresores de haciendas y minas se accionaron por medio de motores síncronos que permitieron corregir de una manera favorable el factor de potencia de la empresa.

Las operaciones de las haciendas de beneficio terminaban en concentrados de valores o en barras obtenidas por la fundición de los concentrados, llamándose a éste metal Doré que era plata con pequeñas cantidades de oro.

Refinación electrolítica

Durante muchos años, las operaciones para separar y aprovechar el oro, se efectuaron por medio de disolución con ácido y una serie de complejos y peligrosos procedimientos en los que se conseguía el “apartado”. Eso se efectuó usualmente en la Ciudad de México o en sitios donde había casas de moneda, a fines del siglo XIX se estableció un apartado en la hacienda de Loreto. Los norteamericanos prefirieron enviar el metal Doré a Estados Unidos para separar el oro. El descubrimiento y aprovechamiento de la veta Purísima a partir de 1918 y la superación de los difíciles años de la lucha armada, favorecieron el aumento de operaciones para la empresa, por lo que se planteó el disponer de un procedimiento de refinación adecuado con las posibilidades tecnológicas del momento utilizando celdas electrolíticas de refinación.⁷⁹ La planta se construyó en la hacienda de Loreto, en una parte de los antiguos patios y cerca de la fundición de metal Doré. Dado su carácter de área de alta seguridad y para restringir el acceso, se colocó una cerca que rodeaba la nave. La construcción de la misma fue utilitaria, con tabique y armaduras de acero para sostener el tejado metálico, en cuyo interior estaban las áreas de equipo eléctrico; las salas de electrólisis de plata y de oro; los hornos de fundición; las bóvedas de seguridad y áreas auxiliares para el personal, que era controlado cuidadosamente para evitar sustracciones de valores. Se estima que el costo de las instalaciones fue de medio millón de dólares e inició operaciones el 1 de Septiembre de 1922.⁸⁰ La refinería que tiene por objeto, la obtención de plata y oro finos. Se requieren sistemas específicos para cada metal. En agosto de 1930 disponía de 200 celdas Balbach-Thum para la plata y 6 celdas Wohlwill para el oro.⁸¹ Estas celdas operan con tensiones de 1 a 1.5 Volts con electrolíticos ligeramente ácidos y en ellas se obtienen la plata y el oro fino en forma de cristales que son fundidos para obtener los lingotes de los metales preciosos con pureza de 99.9.⁸²

⁷⁹ En el proceso electrolítico la formación y el movimiento de los iones metálicos, se propicia y dirige por medio de una circulación de corriente eléctrica dentro de una celda en la que se tiene la solución del electrólito. Los bornes o polos donde se conecta la corriente eléctrica son llamados ánodos o cátodos.

⁸⁰ AHCRdMyP, Fondo Norteamericano, Archivo de la Dirección, Correspondencia M.H. Kuryla, vol. 65, exp. 13, f. 102.

⁸¹ AHCRdMyP, Operación Loreto, plano T3-403, agosto de 1930 en vol. 67 exp. 18.

⁸² GALINDO, 1957, p. 45, 46, BRAY, 1966, p. 421, 422, 434, 435.

Aparte de procesar el metal propio, la capacidad de la refinería permitía recibir barras de Doré de empresas de la región y de diversas compañías del país localizadas en Guanajuato, Michoacán y Guerrero.⁸³ Otra opción de servicio era el recibir concentrados, los cuales procedían de las operaciones de precipitación de valores de haciendas que no disponían de hornos de fundición.⁸⁴

Como el departamento de apartado y refinería realizaba trabajos a clientes externos, la refinería se manejó administrativamente como un departamento específico y diferenciado del resto de la hacienda, la razón de eso era el determinar con precisión el costo del trabajo de refinación. Un rubro importante era el consumo de energía eléctrica, que comparado con el resto de la hacienda era reducido pero que aun así constituía el equivalente a una mina pequeña. La refinería contaba en esa época con generadores de corriente continua accionados por motores de corriente alterna.

Máquinas y motores asignados a los talleres.

Un elemento importante de la operación de la Compañía fue la disposición de talleres para realizar reparaciones, modificar o incluso construir equipos. Durante el siglo XIX la maestranza de la empresa estaba ubicada en Real del Monte. En la compra de las propiedades por los norteamericanos, estos utilizaron esa dependencia para sus propias necesidades. Posteriormente adquirieron en Pachuca extensos terrenos cerca de las estaciones del Ferrocarril Mexicano y del Central. En ese sitio se proyectó la construcción de naves para alojar nuevos talleres modernos y dejaron de operar las instalaciones de Real del Monte.

Las máquinas de los talleres consistían en una amplia cantidad de tornos, fresadoras, cepilladoras, rectificadoras, prensas, así como otras máquinas especiales disponían de transmisiones aéreas accionadas por motores grandes que ponían en movimiento todo el conjunto de las transmisiones y de ahí por medio de poleas y bandas se hacían funcionar las máquinas específicas. Para el servicio de esta área, también se disponía de compresor y bombas para extracción de agua de pozo y el sistema de tanque elevado. En comparación con las minas y haciendas de beneficio, no existía una carga eléctrica que fuera demasiado significativa ya que se tenían unos pocos motores grandes que accionaban a muchas máquinas.

Consideraciones finales

Resulta interesante el considerar que en los últimos años del período de estudio, los cuales coinciden con la época de la Segunda Guerra Mundial, y ante la escasez de refacciones y equipos en general, una pequeña empresa de Pachuca se abocó a fabricar motores, generadores y transformadores que fueron utilizados por las compañías locales con buenos resultados. Desgraciadamente no se pasó a producciones de mayores cantidades de productos.⁸⁵

Al retiro de los norteamericanos, el gobierno federal adquirió las minas y las continuó operando por más de 40 años. Actualmente son propiedad de un grupo privado que

⁸³ AHCRdMyP, Contratos de afinación, vol. 91, exp. 4, 5, 12, 13.

⁸⁴ AHCRdMyP, Contratos de afinación, vol. 91, exp. 6, octubre 1 de 1940.

⁸⁵ Macín, Zavala, 1944, p. 18. Los talleres organizados por el Ing. Altner funcionaron hasta la década de 1980, orientándose a la fabricación de reguladores de voltaje y de cajas de seguridad.

aunque ha suspendido la explotación subterránea, continua procesando los desperdicios del beneficio denominados jales y obteniendo plata y oro.

La actividad minera fue durante el período de estudio la principal actividad en la región y en el estado de Hidalgo. Eso ocasionó que la entidad figurara como uno de los consumidores más importantes del fluido eléctrico. A inicio de la década de 1950 se tiene la siguiente observación:

El Distrito Federal y los estados de México, Hidalgo y Morelos, servidos por el sistema interconectado de la Compañía Mexicana de Luz y Fuerza y la Comisión Federal de Electricidad, constituyen el primer centro consumidor de la República.⁸⁶

Lo anterior se debió al gran consumo de electricidad de la actividad minera y eventualmente permitió que la población de la región eventualmente tuviera acceso al servicio eléctrico en la época de estudio.

Conclusiones.

La disposición de electricidad fue un elemento primordial para el éxito de las operaciones mineras de las empresas de la región de Pachuca Real del Monte.

El proceso de electrificación cubrió varias décadas, consolidándose con la conexión al sistema Necaxa aunque con susceptibilidad de interrupciones ante temporadas de lluvia escasa.

El personal del Departamento Eléctrico y los directivos de la empresa mantuvieron una operación exitosa de motores y equipos eléctricos que permitieron costos de operación menores que con máquinas de vapor. Las bombas centrífugas permitieron sortear el problema de inundaciones que había aquejado al distrito por siglos. La maquinaria moderna permitió mayores niveles de producción y más seguridad en el trabajo. El movimiento de materiales se facilitó por el empleo de malacates, bandas transportadoras, cables aéreos y locomotoras.

Bibliografía

ÁLVAREZ DÍAZ, Carlos Eduardo, *Rehabilitación del sistema hidroeléctrico del Departamento Necaxa de Luz y Fuerza*. Tesis de licenciatura en Ingeniería Industrial, Director: Javier Ortega Morel, Pachuca: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 1999, 130 p.

BRADY, Agustín, La minería en los campos mineros de México durante el año de 1910, *Boletín Oficial de la Cámara Minera de México*, 1911, pp. 12-14.

BURWELL, Blair, Pachuca: Home of the Patio Process, *The Engineering and Mining Journal*, 8 de noviembre de 1924, pp. 725-730.

⁸⁶ Lara, 1953, p. 164.

COLL-HURTADO, Atlántida, SÁNCHEZ-SALAZAR, María Teresa, MORALES Josefina, Minería y electricidad, In HERRERA CANALES, Inés, *La minería mexicana. De la colonia al siglo XX*, col. Lecturas de Historia Económica Mexicana, México DF: Instituto Mora, El Colegio de Michoacán, Instituto de Investigaciones Históricas UNAM, 1988, pp. 182-204.

COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD, *Evolución del Sector Eléctrico en México*, México DF: Edición conmemorativa del cuarenta aniversario de la CFE, 1977. 145 pp.

GALARZA, Ernesto, *La Industria Eléctrica de México*, México DF: Fondo de Cultura Económica, 1941, 229 pp.

DE GALIANA MINGOT, Tomás, *Gran diccionario de las ciencias en color*, tomo 3 p. 479. Paris: Editorial Larousse, 1987.

DE LA GARZA TOLEDO, Enrique (Coord.), *Historia de la Industria Eléctrica en México*, México DF: Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, 1994, vol. 1.

GALINDO y R., José J. *El Distrito Minero Pachuca-Real del Monte*, Pachuca: Compañía de Real del Monte y Pachuca, 1957, 48 p.

GARCÍA, Ing. J. Aurelio, Reseña Técnica Minera del Estado de Hidalgo, *Boletín Minero*, Secretaría de Industria Comercio y Trabajo, octubre, noviembre, diciembre de 1924, enero, febrero, marzo y junio de 1925.

GEYNE, A. R., FRIES, Carl, SEGESTROM, Kenneth, BLACK, R. F., WILSON, Y. F., *Geología y yacimientos minerales de los distritos de Pachuca y Real del Monte, Hgo. con una Reseña histórica por Alan Probert*, México DF: Comisión de Fomento Minero, Nacional Financiera, Banco Nacional de México, Banco Nacional de Comercio Exterior, 1963, 222 p.

GILLE, Bertrand, *Introducción a la Historia de las técnicas*, Barcelona: Editorial Crítica Marcombo, col. Tecnología y Humanismo, 1999, 206 p.

GROETHE, Albert, SALAZAR SALINAS, Leopoldo. El Estado de Hidalgo, *La Industria Minera de México*, tomo 1, Estados de Hidalgo y México, México DF: Imprenta y Fototipia de la Secretaría de Fomento, 1912, 420 p.

HERRERA CANALES, Inés, Los socavones aventureros, *Historias*, abril-septiembre de 1992, núm. 28, pp. 75-86.

HERRERA CANALES, Inés, *La minería mexicana. De la colonia al siglo XX*, col. Lecturas de Historia Económica Mexicana, México DF: Instituto Mora, El Colegio de Michoacán, Instituto de Investigaciones Históricas UNAM, 1988, pp. 182-204.

INKSTER, Ian, *Science and technology in history, an approach to industrial development*, London: Macmillan, 1991, 391 p.

Keystone Metal Quarry Catalog 1927, McGraw-Hill Catalog and Directory Co., 642 p.

LARA BEAUTELL, Cristóbal, *La Industria de Energía Eléctrica*, México DF: Fondo de Cultura Económica, 1953, 260 p.

LARSON, C.B., The Famous Old Mining District of Pachuca, Mexico, *Ax-I-Dent-Ax. Employees' Magazine*, United States Refining and Mining Company, august 1929, pp. 1-13.

LATOURE, Bruno, *Ciencia en acción, como seguir a los científicos e ingenieros a través de la sociedad*, Buenos Aires: Editorial Labor, 1992, 278 p.

LEÓN LÓPEZ, Enrique, *La ingeniería en México, Sepsetentas*, núm. 134, 1974, 190 p.

MACÍN Francisco J., ZAVALA RUIZ, José, *La electrificación de México*, México DF: Talleres Linotipográficos Jorge Briones, 1944, 120 p.

MANZANO, Teodomiro, *Anales del Estado de Hidalgo*, Gobierno del Estado de Hidalgo, 1927, 3 v.

MACDONALD, BERNARD, How Cyanidation Was First Applied to Silver Ores, *The Engineering and Mining Journal*, June 20, 1926.

El Minero Mexicano, México, julio 22 de 1880.

MIRA, Guillermo, Minería y metalurgia, In VILCHIS, Jaime, ARIAS, Victoria, *Ciencia y técnica entre Viejo y Nuevo Mundo*, Quinto Centenario, Col. Encuentros, Serie Catálogos, Barcelona: Lunwerg Editores, Consejo Internacional de Archivos, Ministerio de Cultura, 1992, pp. 83-138.

MORALES, José Ignacio, *La Hacienda de Beneficio de Loreto de Pachuca*, Tesis Profesional para obtener el título de Ingeniero Químico Metalúrgico, Instituto Politécnico Nacional, México, 1941,

NAVARRETE GÓMEZ, David, Crisis y supervivencia de una empresa minera a fines de la colonia: La Vizcaína (Real del Monte), In HERRERA CANALES, Inés (coordinadora), *La minería mexicana. De la colonia al siglo XX*, col. Lecturas de Historia Económica Mexicana, México DF: Instituto Mora, El Colegio de Michoacán, Instituto de Investigaciones Históricas UNAM, 1988, pp. 95-118.

OBREGÓN E. Jorge; GUERRA, G., Jesús E.; De STEFANO F., Alfredo, El cable-vía aéreo, *Hablando en PLATA Limpia, Revista de la Cía. Real del Monte y Pachuca*, octubre-noviembre de 1985, pp. 6 y 7.

ORDOÑEZ, Ezequiel, RANGEL, Manuel, *El Real del Monte*, México: Instituto Geológico, Boletín 12, 1899, 105 p.

ORTEGA MOREL, Javier, Orígenes de la Electrificación del Distrito Minero Pachuca Real del Monte (1894-1913), *Revista del Seminario de Historia Mexicana* otoño de 1996, número 1, pp. 77-86.

ORTEGA MOREL, Javier, *Minería y ferrocarriles, el caso de Pachuca Real del Monte, 1879-1906*, tesis de maestro en historia, directora: Patricia Aceves Pastrana, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Filosofía y Letras, México, 2002, 187 p.

ORTEGA MOREL, Javier, *Minería y Tecnología: la compañía norteamericana de Real del Monte y Pachuca, 1906-1947*, tesis de doctor en historia, directora: Patricia Aceves Pastrana, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Filosofía y Letras, México, 2010, 253 p.

RANDALL, Robert W., *Real del Monte, una empresa británica en México*, Madrid: Fondo de Cultura Económica, 1977, 340 p.

RICE, Claude T. Pachuca and Real del Monte Silver District, *The Engineering and Mining Journal*, New York, sept. 12, 1908, pp. 519-525.

ROMERO GIL, Juan Manuel, *La minería en el Noroeste de México: Utopía y realidad 1850-1910*, México DF: Universidad de Sonora, Plaza y Valdés, 2001, 373 p.

SKEWES, J. H., History of Mexico's Richest Silver Mines, *Compressed Air Magazine*, Vol. XXXV, Nos. II, III, New York, February, March, 1930.

SOUTHWORTH, John R., *Las Minas de México*, México DF: edición del autor, 1905, 260 p.

El Sol de Hidalgo, Pachuca, julio 26 de 1947.

VIEJO ZUBICARAY, Manuel, Ing., ALONSO PALACIOS, Pedro, Ing., *Energía Hidroeléctrica. Turbinas y plantas generadoras*, México: Editorial Limusa, 1977, 330 p.

ZÁRATE RUIZ, Francisco, GARCÍA ALVA, Federico, *Hidalgo Moderno. Álbum descriptivo del Estado*, col. Los Estados y sus Progresos, Pachuca: Oficina tipográfica del Gobierno del Estado de Hidalgo, 1902, 76 p.