

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
ESCUELA DE POSGRADO



PONTIFICIA
**UNIVERSIDAD
CATÓLICA**
DEL PERÚ

**“Tecnología e invención: la metalurgia del azogue en
Huancavelica (1630-1650)”**

Tesis para optar el Grado de Magister en Historia

Autor:

Lic. Juan Adriano Chumpitaz Fernández

Asesor:

Dr. Carlos Contreras Carranza

Jurado:

Dr. Jorge Lossio Chávez

Dra. Cristina Mazzeo Ciabrino

Lima, 2015

TECNOLOGÍA E INVENCION: LA METALURGIA DEL AZOGUE EN HUANCVELICA (1630-1650)

INDICE

	Página
INTRODUCCIÓN.....	iv

CAPITULO I

La génesis de la invención en la metalurgia del azogue de Huancavelica: 1630-1650.

1.1 Tecnología, invención e innovación	1
1.2 Tecnología, invención e innovación minero-metalúrgica hispánica.....	7
1.3 Tecnología, invención e innovación minero-metalúrgica en América.....	14
1.4 Tecnología, invención e innovación minero-metalúrgica en el área.....	18
Andina peruana.	

CAPITULO II

Tecnología y Sociedad: azogue y plata (1630-1650).

2.1 El azogue y la producción de plata.....	25
2.2 Los nuevos señores de los andes: mineros y azogueros.....	31
2.3 Señoras del azogue y la plata.....	35

CAPITULO III

La expansión del método de los hornos busconiles en el área minera del azogue: 1630-1650.

3.1 El azogue o mercurio y el beneficio del cinabrio.....	43
3.2 El beneficio de los minerales.....	45
3.3 Antecedentes de la actividad minero-metalúrgica del azogue en el área andina	46
3.4 Huancavelica y el área minera del azogue	49
3.5 Condiciones geográficas, ambientales y energéticas del beneficio del azogue en Huancavelica.....	52
3.6 Los métodos de beneficio del azogue en Huancavelica: los antecedentes europeos	54
3.6.1 Las ollas tapadas	56
3.6.2 El método de las jabecas.....	57
3.6.3 Los hornos de reverbero.....	61

3.7 Lope de Saavedra y la invención de los hornos busconiles.....	63
3.8 Los hornos busconiles en Nueva España, España e Idria.	
3.8.1 Los hornos busconiles de Nueva España	90
3.8.2 Los Hornos bustamantes de Almadén.....	92
3.8.3 Los hornos de Idria	95
3.9 La persistencia del horno busconil.....	96
CONCLUSIONES.....	103
ANEXOS.....	108
FUENTES Y REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	113



INTRODUCCIÓN

La minería como actividad económica durante el período colonial se articulaba alrededor de dos grandes ejes: las regiones mineras de Huancavelica y Potosí. La producción del azogue de Huancavelica resultó fundamental para el tratamiento y refinación de los minerales de plata extraídos de las minas de Potosí y de otras zonas mineras. El azogue como se conocía al mercurio durante la época colonial, fue un insumo necesario para el uso en la producción de piñas de plata mediante los diferentes métodos de amalgamación propuestos para el beneficio de los minerales argentíferos que durante un tiempo dependió del azogue importado de España. Así, en Huancavelica, la explotación del azogue se constituyó en el eje alrededor del cual giraban diversas actividades económicas, estando los mineros particulares obligados a vender el azogue obtenido a la Real Caja de Huancavelica.

Gracias al descubrimiento y explotación del azogue de Huancavelica, la minería peruana colonial dejó de depender del suministro de azogue de las minas europeas de Almadén e Idria, consolidándose el paradigma historiográfico de una particular dinámica económica regional alrededor de Potosí con la producción de plata, y Huancavelica con la producción de mercurio, cuya actividad minera fue durante el período colonial, la fuente más importante de ingresos para el régimen hispánico.

El régimen de la mita minera, reorientó los circuitos económicos surandinos hacia la actividad minera. En los primeros años del laboreo de las minas de azogue de Huancavelica, la población indígena afectada por la demanda de mano de obra, bajo el régimen de mita minera, debió realizar no sólo las actividades de extracción sino también de procesamiento o beneficio de los minerales de cinabrio. Al introducirse nuevos y más elaborados métodos de procesamiento de minerales, se hicieron más visibles la diferenciación

laboral y la especialización de las diferentes tareas de la fase productiva minero-metalúrgica del azogue. El elevado consumo de combustible y el escaso rendimiento productivo de los métodos en uso antes de la aparición del horno busconil o de aludeles, la escasa disponibilidad de materia combustible, la altura y la distancia en la que se encontraban ubicadas las minas, la disminución del suministro de mano de obra conscripta, la oferta de mano de obra libre y el control de la producción por parte del gremio de mineros fueron factores que propiciaron la adopción y difusión de nuevos métodos de beneficio de minerales. Es en este contexto en que la aparición de un nuevo procedimiento de beneficio de los minerales de cinabrio permitió racionalizar los recursos, es decir administrar los recursos existentes, humanos y naturales, para un máximo rendimiento.

El objetivo de la presente tesis es demostrar la relación existente entre la tecnología y el desarrollo de la metalurgia del azogue en Huancavelica en el período comprendido entre 1630 y 1650, cuando una invención o desarrollo tecnológico bajo la forma de un nuevo proceso de obtención de azogue o mercurio, proceso creado y desarrollado por Lope de Saavedra Barba entre 1632 y 1633, permitió aprovechar los minerales más pobres y disminuir el número de operarios necesarios para las labores de tratamiento del mineral y 1646, cuando se pierde la veta principal de azogue. Esta tecnología en pocos años reemplazará a las tecnologías existentes en el área productiva del azogue, al ser evidentes su mayor rendimiento y sus menores costos de operación permitiendo producir mayores cantidades de azogue respecto a los métodos entonces en uso en Huancavelica como los métodos de jabeas y de ollas o vasijas, para abastecer con dicho insumo, a los centros mineros del virreinato peruano dedicados a la extracción y procesamiento de plata, labor que gracias a las regulaciones de la corona, permitió la consolidación del sector social de mineros y azogueros. Todo ello, permite plantearnos las siguientes interrogantes: ¿Cuáles fueron las causas de la aparición y expansión de una nueva tecnología o invención en la metalurgia del azogue de Huancavelica entre 1630 y 1650? ¿Cuáles fueron las consecuencias que esta invención trajo

en la metalurgia del azogue y la consolidación del sector social de los mineros y azogeros surandinos entre 1630 y 1650? ¿Cuál fue la relación existente entre la invención desarrollada en Huancavelica por Lope de Saavedra y la consolidación del conocimiento tecnológico de la metalurgia del azogue del siglo XVII?

Como tema, los fenómenos de la invención y el desarrollo e introducción de las innovaciones tecnológicas en el área sur andina del virreinato peruano ha merecido, casi siempre, una nota marginal y anecdótica en los estudios históricos y en la historia económica peruana; línea de investigación que aborda incidentalmente el tema e incluso, algunos historiadores como Francisco Quiróz (1998), sostienen que la inventiva o creatividad industrial no fue un fenómeno tan frecuente en el entonces Virreinato del Perú, posición no compartida por Nicolás García Tapia (1994). Debido a la escasez de fuentes para el estudio de la minería y la metalurgia del período colonial temprano, gran parte de los estudios relacionados con la minería y la metalurgia colonial se centran fundamentalmente en el siglo XVIII, y en menor medida a la primera mitad del siglo XVII. La disponibilidad, como recursos electrónicos, de fuentes bibliográficas primarias y secundarias existentes en importantes repositorios bibliográficos, nos ha permitido tener acceso a determinadas obras referentes al período y tema de estudio, además de los documentos existentes en la sección Minería del Archivo General de la Nación y la consulta en línea del Archivo General de Indias.

A fines del siglo XVI, José de Acosta dejó un importante testimonio del procesamiento de cinabrio en los hornos de jabecas de Huancavelica. Uno de los primeros balances de la situación de la actividad minera del virreinato peruano del siglo XVII, fue realizada por el Marqués de Montesclaros en 1615, quien hizo una detallada relación a su sucesor sobre el estado de las minas y los asientos efectuados entre la corona y el gremio de mineros. En los diccionarios y lexicones tempranos de las lenguas quechua y aimara han quedado registrados muchos términos técnicos especializados que revelan el

notable desarrollo de la tecnología en el área andina como los acreditados a González Holguín (1608), Fray Domingo de Santo Tomás (1560) y Ludovico Bertonio (1612). Entre los cronistas, Felipe Guamán Poma (1615), es el primero en dejar un testimonio gráfico del uso de los hornos de jabecas en el Perú, proceso descrito en el *Arte de los metales* (1640) de Álvaro Alonso Barba, reflejo de los conocimientos minero-metalúrgicos del siglo XVII. Los viajeros del siglo XVIII y de las primeras décadas del siglo XIX, han dejado importantes testimonios y descripciones sobre las actividades mineras, la tecnología y las relaciones comerciales, como Heinrich Witt (1824-1842), y su dramática apreciación de los remanentes de la tecnología de los hornos busconiles en Huancavelica a principios del siglo XIX. Así también los naturalistas Tadeo Haenke, cuya obra *Descripción del Perú* fue publicada en 1901 y, Antonio de Ulloa (1772) entre otros, describieron algunos aspectos técnicos de la producción minero-metalúrgica del azogue en Huancavelica.

En 1922, el rol tradicional de la tecnología y la dinámica de la invención fueron cuestionados por William Ogburn y Dorothy Thomas en *Are Inventions Inevitable? A Note on Social Evolution*, rompiendo el paradigma tradicional de las necesidades existentes como elementos gestores y dinamizadores de las invenciones e innovaciones. En 1986, en la revista *Technology and Culture*, Mervin Kransberg propuso una serie de seis postulados que redefinieron las relaciones entre la tecnología y la sociedad, enfatizando la naturaleza humana de la tecnología y abordando aspectos como su neutralidad y su relevancia en el desarrollo de las sociedades humanas, factor que tiene un marcado carácter acumulativo y progresivo pero no necesariamente completo como sostiene Miguel Ángel Quintanilla (1999); por lo cual existiría una gran responsabilidad en incrementar la responsabilidad moral sobre el desarrollo tecnológico, cambiando la concepción de cómo transformar la realidad a la influencia sobre diversos aspectos de la vida humana, sobre la ciencia y sobre la moral. El concepto de progreso técnico se encontraría así asociado a una serie de factores culturales y a los principios de eficiencia e innovación.

La creación y el desarrollo de invenciones y la introducción de nuevas tecnologías en América se encuentran relacionadas principalmente con el desarrollo del sector minero-metalúrgico, en la búsqueda de incrementar la producción minera como se observa en: *Historia del tratamiento metalúrgico del azogue en España* (1878) en el que Luis de Escosura y Morrogh describe los aspectos técnicos de la explotación y procesamiento del cinabrio o azogue en Almadén y en Huancavelica. Modesto Bargalló en dos de sus obras *La minería y la metalurgia en la América Española durante la época colonial* (1955) y *La amalgamación de los minerales de plata en Hispanoamérica colonial* (1969), dedicadas al estudio de la minería y metalurgia hispanoamericana del período colonial, analiza la relación entre la tecnología minero-metalúrgica y los metalurgistas hispanoamericanos, en el que Mervin Lang (1997) destaca el valor de la tecnología en el desarrollo de la ciencia y el conocimiento del período colonial. Nicolás García Tapia (1994) revalora y destaca los aportes de la ingeniería y la invención en España, y para el caso de México; el estudio de Ramón Sánchez sobre la invención y el desarrollo tecnológico en México (1980), además de la compilación de fuentes para el estudio de la minería colonial hispanoamericana efectuada por Carmen Salazar-Soler, Inés Herrera y Frédérique Langue, disponibles como recurso electrónico. En *La savia del Imperio*, Julio Sánchez, Guillermo Mira y Rafael Dobado, (1997), describen y analizan las invenciones e innovaciones desarrolladas en América y su relación con la tecnología europea, resaltando el caso peruano y los métodos de beneficio del cinabrio existentes en el siglo XVII hasta la aparición del método inventado por Lope de Saavedra, además de su influencia en el desarrollo de la minería Novohispana. Una de las publicaciones más recientes relacionadas con nuestro tema es *Minería e Imperio* (2015) en el que Kendall Brown analiza el rol del azogue en la conformación de un circuito económico relacionado con la producción de plata y los problemas derivados del contrabando del azogue y los peligros de la fase extractiva de la minería del azogue de Huancavelica y, la tesis doctoral de Isabel Povea, *Minería y reformismo borbónico en el Perú. Estado, empresa y trabajadores en Huancavelica, 1784-1814* (2014) que, aunque centrada básicamente en el siglo XVIII, explica la relación entre el

régimen laboral y los sistemas de explotación y laboreo en Huancavelica, analizando la naturaleza de la mano de obra y su vinculación al proceso productivo del azogue e incorporando esquemas y planos encontrados en los archivos españoles y mexicanos.

En los estudios históricos de la minería colonial peruana predominan los estudios de carácter económico: historiadores como Miguel Molina Martínez (1986), centran sus estudios básicamente en el siglo XVIII por considerar de gran interés los aspectos económicos como los registros, los sistemas de trabajo, etc. El incremento de la producción de plata americana llevará a su consiguiente depreciación tras un período inicial de crecimiento de la actividad minero-metalúrgica de la plata en el que se agotan las vetas más ricas del mineral. El beneficio de los minerales más pobres sólo será rentable y posible mediante la introducción de los diferentes métodos de amalgamación de las partículas de plata que demandaban la utilización del azogue o mercurio como principal insumo, tal como se aprecia en el estudio que Guillermo Lohman Villena en *Las minas de Huancavelica* (cuya primera edición data de 1948), hizo sobre la invención de los hornos busconiles o método de Huancavelica resaltando la importancia de Lope de Saavedra Barba, creador del método de los hornos busconiles en el desarrollo de un método de beneficio del cinabrio con grandes implicaciones en el desarrollo de una tecnología que convertirá a Huancavelica en el centro creador de una invención e innovación de dimensiones extra locales y objeto del presente estudio; personaje cuyo rastro biográfico se encuentra incompleto. Modesto Bargalló lo considera el verdadero creador de los “hornos busconiles” y del “método de Almadén” que el metalurgista Juan de Bustamante se atribuyó, y que debería llamarse apropiadamente “método de Huancavelica”. Aunque Rafael Sumozas (2007) reconoce a Lope de Saavedra como el autor de la principal aportación americana a la metalurgia del azogue, Manuel Castillo y Mervin Lang (2006) no lo incluyen como parte de los grandes metalurgistas de la revolución tecnológica de los siglos XVI y XVII en la minería americana, dedicándole sólo algunas escuetas líneas. En Siruela, diputación de Badajoz, actualmente sólo

una pequeña calle conmemora su lugar de nacimiento y aún permanece ignorada gran parte de su vida. Lamentablemente no existen mayores datos sobre su vida y actividad en España previas a su partida hacia América, salvo los Autos existentes en la Sección Escribanía de Cámara, 511(B) del Archivo General de Indias, seguidos por Sebastián y Salvador, hijos de Lope de Saavedra, sobre la paga y satisfacción del premio del invento en 1653 y las probanzas y peticiones que, de acuerdo al testamento de Lope de Saavedra Barba, fueron extendidos en Huancavelica el 2 de abril de 1644 y que Guillermo Lohmann Villena consultó en el Archivo General de Indias. En este archivo se encuentra un documento fechado en 1653 que presenta a Sebastián y Salvador, hijos de Lope de Saavedra avecindados en Huancavelica, solicitando se les perpetúe la merced hecha a su padre, del 2 % de todos los azogues que se sacasen de aquellas minas y que feneció en 1666 para ser incorporada a la hacienda en 1668. En el Archivo General de la Nación de Lima, en la sección Minería, se encuentra el documento signado como Legajo 43 doc. 1355, correspondiente al Libro manual de la Caja Real de Huancavelica correspondiente a los años 1656, 1657 y 1659, en el que se reconoce y confirma, por parte del gremio de mineros, la asignación correspondiente al 2% del azogue ingresado a causa del privilegio concedido a Lope de Saavedra y a sus descendientes (durante tres vidas), por la invención de los hornos busconiles. Problemas diversos nos han impedido consultar el Archivo Regional de Huancavelica. Una posterior investigación, cuya naturaleza escapa a las dimensiones de este trabajo, podría dar mayores luces sobre su vida y actividades en España y América y su conexión con el conocimiento metalúrgico de la época.

La obra de Guillermo Lohmann es considerada uno de los trabajos más completos elaborados sobre la minería de Huancavelica durante el período colonial, si bien destaca las innovaciones introducidas en el siglo XVII, centra sus estudios en uno de los ejes de la actividad económica minera: la región minera de Huancavelica, cuya producción de azogue es fundamental para el tratamiento y refinación de la plata extraída en las minas de Potosí y otras

zonas. Con el descubrimiento y explotación del azogue de Huancavelica, la minería dejó de depender del suministro de azogue de las minas de Almadén y se estableció una dinámica económica regional cuyos ejes articuladores giraban alrededor de Potosí y Huancavelica, permitiendo apreciar un modelo de desarrollo económico particular del sur-andino a partir de la producción de azogue y plata.

Asimismo, Arthur Preston Whitaker (1941), Emilio Romero (1949) y John TePaske (s/f), centran sus estudios en uno de los ejes de la actividad económica colonial: la región minera de Huancavelica, considerando como paradigma historiográfico que la producción de azogue es fundamental para el tratamiento y refinación de la plata extraída en las minas de Potosí y otras zonas mineras del virreinato peruano, considerando la invención y la innovación tecnológica como un elemento secundario de la producción. Con el descubrimiento y explotación del azogue de Huancavelica, la minería dejó de depender del suministro de azogue de las minas de Almadén y se estableció una dinámica económica regional cuyos ejes articuladores giraban alrededor de Potosí y Huancavelica.

El desarrollo de la minería y la metalurgia desde la época colonial y las primeras décadas de la República, fue un punto de debate entre los historiadores interesados en el tema de la transición del sector minero del régimen colonial al sistema de minería capitalista y la importancia de los dos ejes económicos sobre el cual gira la economía colonial: la plata y el azogue. Carlos Sempat Assadourian, Bonilla, Mitre y Platt (1980), ofrecen un panorama global de los problemas mineros del área andina del Perú y Bolivia entre los siglos XVI-XX, una región integrada por múltiples tipos de relaciones sociales y políticas que se sustentaba en una economía básicamente minera y comercial considerando el mercado de trabajo, el mercado de los bienes de consumo, el de los insumos mineros y de bienes de capital y la formación y desarrollo del proletariado minero para comprender los ciclos de circulación del capital y los cambios en la estructura agraria por efecto de la actividad minera. Eduardo

Dargent (1988), plantea que durante la implantación del sistema colonial se hizo necesario facilitar y proteger el comercio, asegurar el pago de impuestos correspondientes a la corona por la extracción de minerales y la producción de metales preciosos bajo el rubro de quinto real, considerando que el desorden de las primeras décadas hizo que durante este período, la contribución al fisco no se realizara en moneda acuñada sino en forma de trozos de metal en piña o en barras, dando origen a sistemas complicados como los "pesos corrientes" unidad de valor fluctuante, y a los pesos ensayados. Así, los fundamentos del funcionamiento del sistema económico colonial y el rol y los tipos de encomiendas, las concesiones y mercedes, permiten a Ruggiero Romano (1992), formular una teoría económica del sistema que denomina "feudal colonial latinoamericano" vigente entre los siglos XVI al XVIII. Las relaciones existentes entre salario y precio en el interior de las haciendas, se reproducen también en los centros mineros, planteando una visión articulada de las distintas actividades económicas cuya comprensión es fundamental para entender la dinámica económica colonial. Para John Fischer (1977), los niveles de innovación tecnológica tienen reconocibles efectos sobre la producción y la estructura productiva de la labor minera como la composición de la fuerza de trabajo, pero sin llegar a identificar a los autores de las innovaciones. Desde la perspectiva de Carlos Contreras (1982), la articulación existente entre el capital comercial y el capital minero, la mano de obra y capital, se apoyan en datos estadísticos, que confirman la vinculación entre ambos sectores.

El método de producción de azogue de Lope de Saavedra Barba y su tecnología, de la que se ocupa la presente tesis (1630-1650), se difundió rápidamente en el sur andino en los años siguientes, desplazando la tecnología de beneficio de los minerales de cinabrio existentes y permitiendo abastecer de azogue a los centros productivos de plata, especialmente Potosí, donde se utilizaba como un vital insumo (además de otros, no menos importantes como sal, combustible y agua) para el método de refinación de plata por amalgamación. El análisis de la producción de azogue, y su rendimiento mediante la optimización de los procesos productivos respecto a los métodos

existentes de obtención del mercurio en el período estudiado, permiten apreciar cómo la invención del Método de Huancavelica, aunque imperfecto, se mantendrá en uso hasta fines del siglo XIX.

La tesis está organizada en tres capítulos. En el capítulo I, se describen y analizan las características de la tecnología, la invención y la innovación, la ciencia y la tecnología en España y Europa, especialmente del siglo XVII, aplicados a la actividad minero-metalúrgica y se describen las características de las invenciones e innovaciones tecnológicas llevadas a América durante el proceso de consolidación del régimen colonial hispánico y los saberes y desarrollos tecnológicos prehispánicos de la metalurgia de la plata en el área andina. Se describe cómo las tecnologías desarrolladas para el procesamiento de los minerales de plata y de cinabrio fueron introducidas y adoptadas en los centros mineros de Potosí y Huancavelica. Para el propósito de esta investigación, nos concentraremos especialmente en la tecnología minero-metalúrgica del azogue en Huancavelica y del método de los hornos propuestos por Lope de Saavedra Barba.

En el capítulo II, se detalla la relación existente entre la invención y la innovación tecnológica del Siglo XVII, y cómo al amparo de la explotación y procesamiento de los minerales de azogue y plata, en el sur andino se consolidó el sector social formado por los mineros y azogueros cuyo poder y prestigio social derivaba del control de los procesos productivos del azogue y la plata y de las actividades económicas relacionadas con el abastecimiento de insumos y productos diversos dedicados al sostenimiento de las actividades económicas de las ciudades y villas mineras. En el sostenimiento de la actividad minero-metalúrgica participaron grupos de mineros indígenas y de mujeres mineras o con intereses económicos ligadas a ellas, estableciéndose una particular dinámica económica regional en el virreinato peruano

En el capítulo III, se describe y analiza la expansión del método de los hornos busconiles desarrollados por Lope de Saavedra Barba en el área

minera del azogue de Huancavelica, resaltando la importancia de la metalurgia del azogue en la consolidación de uno de los principales ejes económicos de la economía colonial. Se comparan, mediante gráficos, cuadros y análisis de estadísticas de producción, los diversos métodos existentes en el área en referencia antes de la creación del método de los hornos busconiles y cómo los antiguos métodos de beneficio de los minerales de cinabrio son desplazados del escenario minero sur andino a partir de la segunda mitad del siglo XVII. Se describe además las condiciones que permitieron su expansión y difusión, y cómo la creación de este nuevo método de procesamiento del azogue fue susceptible de perfeccionamiento e introducido en los centros mineros de Nueva España, Almadén e Idria.

Llegado el momento de los reconocimientos, debo agradecer en primer lugar, la paciencia y el apoyo de mis padres y hermanos y, a mi padre en particular, a quien dedico esta tesis. Agradecer además, la amistad y colaboración del Ing. Edgar Pacheco presidente de la Asociación de Inventores del Perú y el interés común por las invenciones y sus aplicaciones, al Dr. Jorge Lossio por compartir las preocupaciones por el desarrollo de la ciencia y la tecnología en nuestro país, a los doctores Jesús Cosamalón, Iván Hinojosa, Antonio Zapata, Scarlett O'Phelan y a los docentes del programa de Maestría en Historia de esta universidad, y especialmente a mi asesor el Dr. Carlos Contreras por su paciencia en la revisión de cada uno de los avances y sus valiosos consejos y sugerencias durante el desarrollo de esta investigación y, la ayuda desinteresada de diversos amigos y profesores sin cuya colaboración no sería posible la realidad y materialización de esta tesis.

CAPITULO I

LA GÉNESIS DE LA INVENCION EN LA MINERÍA DEL AZOGUE DE HUANCAVELICA: 1630-1650.

1.1 Tecnología, invención e innovación.

Los procesos tecnológicos como las invenciones e innovaciones tienen una importancia social, económica, política y cultural. Pese a tener un papel importante en la evolución económica y social del virreinato peruano, debemos entender que elegir la tecnología como única variable clave para entender un proceso económico y social no es suficiente, sino, complementaria. Los estudios centrados específicamente en la historia de la tecnología y la invención en Hispanoamérica, son relativamente escasos, especialmente en el caso peruano, no teniendo el énfasis que han caracterizado a dichos estudios en España¹, México o Brasil². Dichos temas han sido esbozados dentro del campo de la Historia Económica pero no han centrado especialmente su atención en los aspectos tecnológicos y científicos de las tecnologías desarrolladas en América³, sin embargo, en los estudios sobre la minería

¹ Para el problema de la invención y los aspectos técnicos relacionados a la explotación y procesamiento del cinabrio y el azogue, véase el trabajo de ESCOSURA Y MORROGH, Luis. *Historia del tratamiento metalúrgico del azogue en España*. Madrid: Imprenta y fundición de M. Tello, 1878. Véase también GARCÍA TAPIA, Nicolás. "Ingeniería e invención en el Siglo de Oro: El caso de Jerónimo de Ayanz". *Los orígenes de la ciencia moderna: Actas años XI y XII*. Canarias: Consejería de Educación, Cultura y Deportes del Gobierno de Canarias - Fundación Canaria Orotava de Historia de la Ciencia, 2004, pp. 69-101.

² Para el caso de Brasil en la época colonial, SCHWARTZMAN, Simon (1993), observa el interés de los portugueses en la extracción de oro además de productos como azúcar y café. "Colonial science, covering the period from the discovery of Brazil by the Portuguese until the beginnings of the nineteenth century. Contrary to what happened in many regions of Spanish American, the Portuguese did not bring their universities to the new world, and whatever existed in terms of scientific research in those years was done by European explorers, which brought their finds to the European collections of Natural History, and incorporated them in their expanding understanding of the world. Economic activities in those years were restricted to the production of sugar, gold and coffee; slave labor existed almost to the end of the nineteenth century, and work tended to be labor and land extensive, and unqualified." SCHWARTZMAN, Simon. *Science and Technology in Brazil*. Sao Paulo: Universidade de São Paulo - Fundação Getúlio Vargas, 1993, p. 3.

³ Para el caso de México; véase el estudio de SANCHEZ, Ramón. *Historia de la Tecnología y la invención en México: Introducción a su estudio y documentos para los anales de la técnica*. México: Fomento Cultural BANAMEX, 1980.

hispanoamericana del periodo virreinal, destacan las contribuciones de Modesto Bargalló⁴ de gran importancia para el estudio de la minería y la metalurgia hispanoamericana. Es encomiable el esfuerzo desarrollado por Carmen Salazar-Soler e Inés Herrera, quienes han puesto a disposición de los investigadores interesados en los temas mineros hispanoamericanos la excelente “Bibliografía minera hispanoamericana. Siglos XVI-XIX”⁵, asimismo el de Ramón Sánchez y sus estudios sobre la historia de la tecnología y la invención en México.

Para los objetivos de la presente investigación, la Tecnología y la Invención se definen como un conjunto de conocimientos racionalizados que se hace extensivo e incluye tanto a los productos (entendidos como artefactos) así como a los procesos (entendidos como técnicas)⁶. La importancia de la tecnología radica en su capacidad de transformación de la realidad así como para controlar o crear artefactos o procesos, naturales o sociales⁷, siendo como la ciencia, un proceso acumulativo, progresivo⁸ y perfectible. Es también un cuerpo o conjunto de conocimientos aplicados y controlables mediante el uso de un método científico⁹. La tecnología comprende además un conjunto de relaciones que se establecen y modifican a través de diferentes condiciones geográficas, históricas y culturales que, en el contexto del siglo XVII, no corresponden al paradigma actual de ciencia aplicada sino a un modelo autónomo respecto a la ciencia.

⁴ BARGALLÓ, Modesto. *La amalgamación de los minerales de plata en Hispanoamérica colonial, con una ofrenda a Alvaro Alonso Barba*. México: Compañía Fundidora de Fierro y Acero de Monterrey, 1969; y *La minería y la metalurgia en la América Española durante la época colonial: Con un apéndice sobre la industria del hierro en México desde la iniciación de la Independencia hasta el presente*. México: Fondo de Cultura Económica, 1955.

⁵ SALAZAR-SOLER, Carmen e Inés HERRERA CANALES. *Bibliografía minera colonial hispanoamericana (siglos XV-XIX)*. Consulta: 15 de junio 2013.

<<http://nuevomundo.revues.org/59200>>

⁶ BEATTY, Edward. Invención e Innovación: Ley de patentes y tecnología en el México del siglo XIX. *Historia Mexicana*. Vol. 45, No. 3 (Enero - Marzo). México: El Colegio de México, 1996, p. 570.

⁷ BUNGE, Mario. *Epistemología*. Barcelona: Editorial Ariel, 1985, p. 206.

⁸ QUINTANILLA, Miguel. *Tecnología y sociedad*. Lima: Universidad Inca Garcilaso de la Vega, 1999.

⁹ BUNGE, Mario. *Epistemología*. Barcelona: Editorial Ariel, 1985, p. 206.

La tecnología requiere una determinada organización del trabajo y del tiempo y de un conjunto integrado de conocimientos y habilidades que precisa, además, de un contexto tecnológico que le permita funcionar o existir materialmente: precisa de una familia tecnológica¹⁰. De acuerdo a esta apreciación, no existirían tecnologías aisladas sino una relación de dependencia entre ellas por acciones o elaboraciones individuales o colectivas. La tecnología puede ser entendida también, como el resultado de la combinación de los factores necesarios para producir un determinado bien o servicio, incluyendo los conocimientos científicos y empíricos. La innovación tecnológica es el surgir de un nuevo producto o servicio, máquina, proceso organización, insumo, energía o instalaciones mientras que la técnica se entendería como un conjunto de operaciones necesarias para llevar a cabo los fines propuestos¹¹. La tecnología y la innovación tecnológica son parte de un proceso evolutivo continuo¹², en tal sentido, reconocemos la relación cercana y autónoma¹³ de la tecnología respecto a la ciencia¹⁴, proceso especialmente evidente en el siglo XVII.

Tradicionalmente se ha comprendido el fenómeno de la invención asociado al concepto de novedad tecnológica; como un recurso que implica un proceso de creación motivado por el deseo de satisfacer una necesidad o encontrar una solución a un problema existente, concepción clásica que incluye a las innovaciones y a los perfeccionamientos de las nuevas y las antiguas tecnologías. En este proceso se utilizan estándares y criterios para determinar

¹⁰ MASKREY, Andrew y ROCHABRUN, Guillermo. *Si Dios hizo la noche sin luz. El manejo popular de tecnologías*. Lima: ITDG - MASKREY, Andrew y ROCHABRUN, (eds.), 1990, pp. 22- 23.

¹¹ VILLARÁN, Fernando. *Innovaciones tecnológicas en la pequeña industria*. Lima: Fundación Friedrich Ebert, 1989.

¹² BEATTY, Edward. Invención e Innovación: Ley de patentes y tecnología en el México del siglo XIX. *Historia Mexicana*. Vol. 45, No. 3 (Enero - Marzo). México: El Colegio de México, 1996.

¹³ La tecnología conserva “[...] su carácter independiente con respecto a la evolución cultural” ARIAS ERGUETA, Pedro. *Innovación tecnológica o nuevas tecnologías. Azkoaga. Cuaderno de Ciencias Sociales y Económicas, Investigación científica e innovación tecnológica. Cuadernos de Sección. Sociedad, Ciencia y Tecnología 1*. Donostia: Eusko Ikaskuntza, 1994, p. 103.

¹⁴ MUNFORD, Lewis. *Técnica y civilización*. Madrid: Alianza Universidad, 1992.

la eficiencia de una invención¹⁵. Sin embargo, en 1922, los postulados de William Ogburn y Dorothy Thomas¹⁶ cuestionaron el mito construido y la concepción tradicional sobre la necesidad como elemento gestor de las invenciones e innovaciones, definiendo a las invenciones como procesos generadores de nuevas necesidades. La concepción tradicional comprende a la invención como un proceso de creación de nuevos desarrollos tecnológicos en un proceso, continuo y evolutivo, y también del perfeccionamiento de las tecnologías existentes. El fenómeno de la invención debe considerarse como un proceso complejo y no natural, cuyos fundamentos se encuentran basados en principios científicos y técnicos ya conocidos, de tal manera que gran parte de los antecedentes, mecanismos, partes, procesos y materiales con los que se diseña y elabora son anteriores a la génesis de la invención¹⁷, sustentando su desarrollo y perfeccionamiento sobre la base del conocimiento científico y tecnológico existente¹⁸, herencia de anteriores conocimientos y desarrollo, comprendiendo tanto a los productos como a los procesos¹⁹ no siendo necesariamente un proceso lineal. Por lo tanto, no debe entenderse el fenómeno de la invención como un proceso aislado, heroico o circunstancial y a su estudio como una simple historia seriada y cronológica de los artefactos, lo cual no explica la naturaleza del cambio tecnológico²⁰, sino como el resultado de un proceso de racionalización de conocimientos y experiencias previas acumuladas a través del tiempo.

¹⁵ BEATTY, Edward. *Invencción e Innovación: Ley de patentes y tecnología en el México del siglo XIX. Historia Mexicana*. Vol. 45, No. 3 (Enero - Marzo). México: El Colegio de México, 1996, p. 570. |

¹⁶ OGBURN, William y Dorothy THOMAS. *Are Inventions Inevitable? A Note on Social Evolution. Political Science Quarterly*, Vol. 37, N° 1, 1922, pp. 83-98.

¹⁷ PATIÑO, Luis F. *Los Inventos*. Quito: Editora Dos mil, 1982, p. 7.

¹⁸ Lewis Munford sostiene que las bases científicas y tecnológicas de la revolución industrial deben comprenderse considerando el desarrollo técnico y científico existente entre los siglos X y XVIII. MUNFORD, Lewis. *Técnica y civilización*. Madrid: Alianza Universidad, 1992.

¹⁹ BEATTY, Edward. *Invencción e Innovación: Ley de patentes y tecnología en el México del siglo XIX. Historia Mexicana*. Vol. 45, No. 3 (Enero - Marzo). México: El Colegio de México, 1996.

²⁰: “[...] *the subject matter is the “nature of technological change,” why and how technological change has changed, and how the changes have changed. It promises to be a history of invention and innovation, usefully recast as part of a wider history of “improvement,” avoiding the misleading and almost always post-hoc distinctions between radical and incremental inventions, which are still very prominent in the literature*” EGERTON, David. *Innovation, Technology, or History What is the Historiography of Technology About? Technology and Culture*, Volume 51, Number 3, July 2010, 2010, p.686.

De acuerdo a lo mencionado en el párrafo anterior, la génesis de una invención²¹ puede llegar a convertirse en un proceso tan complejo como un descubrimiento científico: descubrir implica hallar algo que ya existía o existe en la realidad pero que se encontraba oculto o era desconocido al conocimiento humano. El desarrollo de una tecnología o invención involucra, como la ciencia, la capacidad de crear un paradigma²² y generar una revolución científica y tecnológica, término empleado en los años 40 del siglo XX, para definir a los siglos XVI y XVII como un período de importantes transformaciones en la ciencia y en la tecnología²³, factor relevante en el desarrollo de las sociedades humanas. La invención es también un proceso perfectible que implica a su vez una fase de revisión y refinamiento²⁴, fase que se extiende a las nuevas tecnologías desarrolladas e inclusive a las antiguas. Por otra parte, la innovación alude inevitablemente a un sentido de progreso²⁵ continuo e inevitable, e “[...] implica también una opción consciente entre varias posibilidades, así como la acumulatividad, estandarización y transmisibilidad del conocimiento”²⁶ que incluye el perfeccionamiento de los procesos en uso.

La innovación implica una relación de evolución técnica entre una sociedad y su desarrollo tecnológico en un proceso lineal y continuo, relación

²¹ El Diccionario de Autoridades - Tomo IV (1734) equipara los conceptos de invención y descubrimiento: “INVENCION. Vale lo mismo que Hallazgo. Latín. Inventio.”

²² KUHN, Thomas S. (1962). *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de Cultura Económica.

²³ El término “*revolución*” fue empleado por primera vez por Herbert Butterfield, hacia 1940. CASTILLO MARTOS, Manuel. Ciencia y Humanismo en Sevilla y América en los siglos de la revolución científica y tecnológica. *Ciencia, economía y política en Hispanoamérica colonial*. Gutiérrez, Antonio (Coord.) Sevilla: Escuela de Estudios Hispano-americanos. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 2000, pp. 17-34. Véase también a KUHN, Thomas S. (1969). *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de Cultura Económica.

²⁴ Véase a MARZANO, Robert y Debra PICKERING. *Dimensiones del Aprendizaje. Manual para el maestro*. Segunda edición. Santiago: ITESO, 2005.

²⁵ Kransberg plantea 5 postulados sobre la tecnología, la primera de ellas concierne a la neutralidad de la tecnología sosteniendo que la tecnología es un factor relevante en el desarrollo de las sociedades humanas, pero, es sólo humana. Véase a KRANSBERG, Mervin. Technology and History: “Kransberg’s laws”. *Technology and Culture* Vol. 27, N° 3 (Jul.), 1986, pp. 544-560.

²⁶ MASKREY, Andrew y ROCHABRUN, Guillermo. *Si Dios hizo la noche sin luz. El manejo popular de tecnologías*. Lima: ITDG - MASKREY, Andrew y ROCHABRUN, (Editores), 1990, pp. 25.

nacida de la idea de un progreso material de la sociedad²⁷, noción creada a principios de la revolución industrial del siglo XVIII, donde comienza a considerarse la evolución técnica²⁸ y la evolución cultural como procesos paralelos y acumulativos. La eficacia y la eficiencia tecnológica son dos variables implícitas en toda innovación, entendiendo la eficacia como la relación directa entre un problema tecnológico y su solución, y en la economía de medios²⁹ (horas-hombre, inversión, energía, materias primas, etc.), respecto a los fines propuestos. La eficiencia hace referencia a la mejor utilización de los recursos utilizados en la innovación. Para entender la complejidad de las innovaciones, es necesario analizar las condiciones sociales, culturales y económicas que motivaron su aparición y sus efectos en la sociedad³⁰ y en la cultura.

La evolución técnica presenta un marcado carácter irresistible e irreversible no siendo necesariamente la evolución técnica humana un proceso continuo³¹, presentando además un alto grado de inevitabilidad y un carácter incontrolado. Si bien cada invención es una propuesta dirigida a solucionar o resolver algún problema, su realización puede también generar nuevos problemas y necesidades de resultados no previstos. Sin embargo en algunos casos tales desarrollos o propuestas se convierten en pseudosoluciones si sus defectos e imperfecciones son aún mayores que los problemas que se

²⁷ ARIAS ERGUETA, Pedro. Innovación tecnológica o nuevas tecnologías. *Azkoaga. Cuadernos de Ciencias Sociales y Económicas, Investigación científica e innovación tecnológica. Cuadernos de Sección. Sociedad, Ciencia y Tecnología* 1. Donostia: Eusko Ikaskuntza, 1994, p. 103.

²⁸ "From the time immemorial Man is using technology. Every invention & discovery aided by thirst for betterment, took him towards development" SURYAWANSHI, Deepak. Technology, development, ethics and culture. *International Journal of Applied Engineering Research and Development (IJAERD)*, Vol. 4, Issue 2. Mumbai: University of Mumbai, 2014, p. 109.

²⁹ BRONCANO, Fernando. La agencia técnica. *Revista Iberoamericana de ciencia, tecnología y sociedad*, nº 5, vol. 2, Junio. Buenos Aires: Centro de Estudios sobre Ciencia, Desarrollo y Educación Superior, 2005, pp. 97-98.

³⁰ Véase a ORDÓÑEZ, Leonardo. El desarrollo tecnológico en la historia. *ARETÉ Revista de Filosofía*, Vol. XIX, Nº 2, Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2007, pp. 187-209.

³¹ ARIAS ERGUETA, Pedro. Innovación tecnológica o nuevas tecnologías. *Azkoaga. Cuadernos de Ciencias Sociales y Económicas, Investigación científica e innovación tecnológica. Cuadernos de Sección. Sociedad, Ciencia y Tecnología* 1. Donostia: Eusko Ikaskuntza, 1994, p. 101 y 104.

pretende resolver³². Entre las soluciones tecnológicas planteadas, éstas pueden llegar a ser eficaces en cuanto al objetivo pero sólo aquella solución que sea más eficiente se impondrá sobre las demás o hasta que una nueva solución sea desarrollada y demuestre ser aún más eficiente que el desarrollo precedente.

La tecnología y la invención son un conjunto de conocimientos racionalizados que incluyen tanto a los productos y a los procesos que se crean y desarrollan para solucionar un determinado problema tecnológico. La invención y la innovación deben comprenderse como el resultado de un cuerpo de conocimientos sistematizados y reelaborados continuamente, destinados a su vez, a solucionar o perfeccionar un determinado problema científico y tecnológico en un determinado contexto. Las invenciones e innovaciones tecnológicas aparecerán y se desarrollarán cuando se reúnan un conjunto de condiciones necesarias para su uso y aplicación, siendo necesario analizar las condiciones que motivaron su aparición, así como sus consecuencias sobre la economía, la sociedad y la cultura.

1.2 Tecnología, invención e innovación minero-metalúrgica hispánica.

Tras la conquista y la implantación del sistema colonial en la América Hispánica, el conocimiento científico y la tecnología agrícola, minera y constructiva existente en España entre los siglos XVI y XVII, así como las diversas ramas de artes y oficios, se trasladaron también a Hispanoamérica³³. La ciencia y la innovación tecnológica en España no se desarrollaron tan rápidamente como en otros países europeos³⁴, tópico que ha contribuido a construir la leyenda negra de la falta de aptitud de los españoles e

³² MUNFORD, Lewis. *Técnica y civilización*. Madrid: Alianza Universidad, 1992.

³³ SÁNCHEZ GÓMEZ, Julio, Guillermo MIRA DELLI-ZOTTI y Rafael DOBADO. *La savia del imperio. Tres estudios de economía colonial*. Salamanca: Ediciones Universidad de Salamanca, 1997.

³⁴ "Es en la técnica y en la ingeniería donde España dio sus mejores frutos, cosa lógica, ya que un imperio no puede sustentarse sin buenos ingenieros e inventores" GARCÍA TAPIA, Nicolás. *Patentes de invención españolas en el siglo de oro*. Madrid: Oficina Española de Patentes y Marcas, 1994, p. 69.

hispanoamericanos hacia las ciencias, la ingeniería y la invención. Sin embargo, a pesar de sus detractores, es significativo el aporte de los investigadores, ingenieros, tecnólogos y hombres de ciencia españoles³⁵ e hispanoamericanos al desarrollo de la ciencia y la tecnología de los siglos XVI y XVII, período que corresponde con la etapa de florecimiento de las letras y las artes del Siglo de Oro español, y el dominio político, económico y militar que la corona española ejerció sobre América y otras regiones del mundo.

Se considera que la primera patente concedida en España data de 1478³⁶ y fue concedida a Pedro Azlor³⁷, médico de la corte de la reina Isabel la Católica. A partir de entonces, el afán por conseguir privilegios y licencias fue una práctica común entre los numerosos inventores e ingenieros españoles³⁸ cuyos privilegios de invención, innovaciones y creaciones demuestran la existencia de un desarrollo tecnológico orientado a resolver los problemas técnicos prioritarios relacionados a los retos que planteaba la actividad minera y metalúrgica en la península y en el nuevo mundo. Entre 1543 y 1608, se registra la existencia de alrededor de 24 peticiones de privilegios de invención relacionados con la minería y la metalurgia³⁹. Algunos de aquellos inventores e ingenieros españoles, solicitaron y obtuvieron de la corona, la extensión de los privilegios y mercedes concedidas, para ser utilizadas tanto en las posesiones europeas como en los territorios americanos.

Los conocimientos minero-metalúrgicos existentes en España y en los países centroeuropeos en la primera mitad del siglo XVI llegaron a América, de

³⁵ MENÉNDEZ Y PELAYO, Marcelino. *Polémicas, indicaciones y proyectos sobre la ciencia española*. Madrid: Eduardo de Medina (ed.), 1876, p. XVII.

³⁶ "Los primeros privilegios por invención se concedían ya en la ciudad italiana de Florencia a partir de mediados del siglo XV y la primera patente otorgada por la república de Venecia data de 1474". GARCÍA TAPIA, Nicolás. *Patentes de invención españolas en el siglo de oro*. Madrid: Oficina Española de Patentes y Marcas, 1994, pp. 69-70.

³⁷ GARCÍA TAPIA, Nicolás. Pedro Azlor, médico de Isabel la Católica, y su patente de invención. *Asclepio: Revista de historia de la medicina y de la ciencia*. Vol. 49, Fasc. 1, 1997, pp. 161-168.

³⁸ GARCÍA TAPIA, Nicolás. *Patentes de invención españolas en el siglo de oro*. Madrid: Oficina Española de Patentes y Marcas, 1994, pp. 69-70.

³⁹ SÁNCHEZ GÓMEZ, Julio, Guillermo MIRA DELLI-ZOTTI y Rafael DOBADO. *La savia del imperio. Tres estudios de economía colonial*. Salamanca: Ediciones Universidad de Salamanca, 1997, p. 113.

la mano de los conquistadores y colonizadores. Así, los metalurgistas americanos conocieron, por intermedio de los metalurgistas y tratadistas como Alvaro Alonso Barba, Bartolomé Medina, Luis de Berrío, Berdegal de la Cuesta, etc., las obras de los metalurgistas alemanes e italianos como Georgius Agricola cuya obra *De Re Metallica*, fue impresa en latín por primera vez en 1553, convirtiéndose, por su carácter didáctico, en un manual de uso general en la minería y la metalurgia centroeuropea así como a Vanoccio Biringuccio, etc., a través del *Arte de los metales* de Álvaro Alonso Barba⁴⁰, la mayor obra de éste género escrita en América, hecha con el propósito de instruir a los mineros y beneficiadores americanos, convirtiéndose en el libro de cabecera de los mineros y especialistas en la extracción y procesamiento de los minerales en las minas, asientos e ingenios mineros hispanoamericanos. Las descripciones de los procesos minero-metalúrgicos del *Arte de los Metales*, se encuentran acompañados de esquemas y dibujos detallados y sencillos que lo convirtieron en manual de lectura recomendada incluso, por los metalurgistas del siglo XIX⁴¹, pese a que los libros impresos debieron someterse durante el período colonial a la censura inquisitorial. Las instrucciones metalúrgicas de Alvaro Barba se encuentran acompañadas de dibujos muy descriptivos. Abundan en su obra las referencias a los alquimistas y tratadistas metalúrgicos europeos, muchos de los cuales se encontraban bajo el estigma de ser libros

⁴⁰ Barba, Alvaro Alonso (1770[1640]) *“Arte de los metales, en que se enseña el verdadero beneficio de los de oro y plata por azogue. El modo de fundirlos todos, y como se han de refinar y apartar unos de otros.”* Madrid: Oficina de la viuda de Manuel Fernández. La obra fue aprobada el 15 de marzo de 1637 por los diputados del gremio de azogueros de Potosí, por *“muy útil y provechoso”* y publicada, originalmente en 1640, siendo traducida e impresa en las tres décadas siguientes, en inglés, alemán, francés e italiano. Álvaro Barba escribe su obra a instancias del presidente de la Audiencia de la Plata, Don Juan de Lizarazu. Tomando en cuenta la experiencia de Barba en las minas de Porco, Lipes y Oruro, es considerado *“[...] el primero que escribió en castellano un tratado sobre el beneficio de los minerales y especialmente sobre la amalgamación”*. MAFFEI, Eugenio y Ramón RÚA FIGUEROA. *Apuntes para una biblioteca española de libros, folletos y artículos, impresos y manuscritos, relativos al conocimiento y explotación de las riquezas minerales y a las ciencias auxiliares*. Tomo I. Madrid: Imprenta de J. M. Lapuente, 1871, pp. 61-65.

⁴¹ En 1839, Berdegal de la Cuesta terminaba su obra, *“[...] recomendando a los azogueros-beneficiadores la lectura meditada de las dos preciosas obras, una de ellas la de D. Alvaro Alonso Barba...”*. BERDEGAL DE LA CUESTA, Juan. *Cartilla práctica sobre el laboreo de las minas y reconocimiento y beneficio de los metales*, segunda edición. Madrid: Marcelino Carrero y Portocarrero impresor, 1839, p. 17.

prohibidos, cumpliendo de este modo su papel de *passeur*⁴² o agente mediador y de traductor entre los conocimientos minero-metalúrgicos de los metalurgistas europeos y americanos. Desde mediados del siglo XVII, las invenciones e innovaciones desarrolladas en el campo de la minería y la metalurgia americana le dan un nuevo impulso a la tecnología minero-metalúrgica del centro, del norte y sur de Europa⁴³, escenario donde estas invenciones serán evaluadas, perfeccionadas y reintroducidas en América, formando parte de un proceso de retorno del conocimiento científico y técnico, en el que la tecnología al igual que la ciencia, se convierte en un agente cultural.

En *De re metallica*⁴⁴, obra citada como manual de referencia básica por Alvaro Alonso Barba en su “*Arte de los metales*”, George Bauer o Georgius Agricola describe los procesos minero-metalúrgicos existentes en la Europa central del siglo XIV, métodos en uso durante los siglos XVI, XVII (y utilizados principalmente por los mineros y azogueros de la Hispanoamérica colonial)⁴⁵ y en las postrimerías del siglo XVIII⁴⁶. Agricola reconoce en su época la existencia de antiguos métodos mineros y procesos extractivos y productivos de origen romano aún en uso. En 1589, siguiendo los pasos de Agricola,

⁴² SALAZAR-SOLER, Carmen (2005) *Las rutas planetarias de la alquimia en el Perú (siglo XVII)* en: *Passeurs, mediadores culturales y agentes de la primera globalización en el mundo ibérico, siglos XVI-XIX* O'Phelan Godoy, Scarlett; Salazar-Soler, Carmen (eds.). Lima: Instituto Francés de Estudios Andinos - Instituto Riva Agüero, 2005, p. 497-533.

⁴³ CASTILLO MARTOS, Manuel. *Ciencia y Humanismo en Sevilla y América en los siglos de la revolución científica y tecnológica. Ciencia, economía y política en Hispanoamérica colonial*. Gutiérrez, Antonio (Coord.). Sevilla: Escuela de Estudios Hispano-americanos. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 2000, p. 29.

⁴⁴ AGRICOLAE, Georgius. *De Re Metallica*. Traducción de Herbert Clark Hoover y Lou Henry Hoover. Nueva York: Dover Publications, 1950 [1556].

⁴⁵ Es difícil encontrar, entre los mineros y metalurgistas americanos, referencias explícitas al uso directo de una obra escrita para la introducción de una innovación. Algunas obras como *De Re Metallica* de Agricola, e incorporaban dibujos muy expresivos y esquemas fácilmente reproducibles. SÁNCHEZ GÓMEZ, Julio, Guillermo MIRA DELLI-ZOTTI y Rafael DOBADO. *La savia del imperio. Tres estudios de economía colonial*. Salamanca: Ediciones Universidad de Salamanca, 1997, p.154.

⁴⁶ “*Las técnicas mineras en el siglo XVIII son parecidas a las que regían en el renacimiento. En realidad puede decirse que el tratado de Agrícola, De re metallica (1556), seguía vigente*”. RIERA, Santiago. *Tecnología en la ilustración. AKAL Historia de la ciencia y de la Técnica*. Madrid: Ediciones Akal. N°34,1992, p. 28. Las ediciones de *De Re Metallica*, incluyen una serie de ilustraciones de los procesos minero-metalúrgicos en uso en Europa central. Véase a AGRICOLAE, Georgius. *De Re Metallica*. Traducción de Herbert Clark Hoover y Lou Henry Hoover. Nueva York: Dover Publications, 1950 [1556].

Bernardo Pérez de Vargas⁴⁷ escribió un tratado para extraer y beneficiar diversos minerales, entre ellos, el oro, la plata y el azogue.

Un aspecto común a todos los ingenieros, metalurgistas y artesanos de los siglos XVI y XVII, era su formación eminentemente empírica. Estos pueden ser clasificados en cuatro categorías tomando en cuenta sus conocimientos teóricos y prácticos: los teóricos, los ingenieros-arquitectos, los prácticos y los ocasionales o inventores⁴⁸. Algunos de ellos, especialmente los primeros, conocían y dominaban ciencias como las matemáticas, la geometría y el dibujo; conocimientos que permitieron a los ingenieros-arquitectos diseñar y edificar puentes, acueductos, presas y puertos. Como vemos, el ámbito de estas ciencias y disciplinas era confuso en el siglo XVI. En cuanto al grupo de los ingenieros e inventores ocasionales⁴⁹, lo conformaban básicamente individuos sin educación formal en las ciencias y las artes, la ingeniería o la arquitectura. Quienes no tenían estudios teóricos que sustentaran sus diseños e invenciones, lo hacían sobre la base de la experiencia y el conocimiento empírico, a quienes el ingeniero Pedro Juan de Lastanosa, presunto autor de *Los veintiún libros de los ingenios y de las máquinas* (1564-1575)⁵⁰ acusaba de entrometerse en las artes y campos reservados a los ingenieros. Pedro Juan de Lastanosa trabajó en 1559, como ingeniero hidráulico en Bruselas y Nápoles.

⁴⁷ PÉREZ DE VARGAS, Bernardo. *De Re Metalica. En el qual se tratan muchos y diversos secretos del conocimiento de toda suerte de minerales*. Madrid: Casa de Pierres Cosin, 1589.

⁴⁸ GARCÍA TAPIA, Nicolás. *Patentes de invención españolas en el siglo de oro*. Madrid: Oficina Española de Patentes y Marcas, 1994, pp. 69-70.

⁴⁹ El *Tesoro de la Lengua Castellana* (1610), define el ingenio y a los ingenieros: “Vulgarmente llamamos ingenio vna fuerça natural de entendimiento inuestigadora de lo que por razón y discurso se puede alcançar en todo genero de ciencias, diciplinas, artes liberales, y mecánicas, sutilezas, inuenciones y engaños: y assi llamamos ingeniero al que fabrica maquinas...”. COVARRUBIAS, Sebastián de. *Tesoro de la Lengua Castellana o Española*. Segunda parte. Madrid: Melchor Sánchez, 1674[1610], p. 78.

⁵⁰ Se ha atribuido a Pedro Juan de Lastanosa, la autoría de *Los veintiún libros de los ingenios y de las máquinas*, libro impreso en 1570. Se ha descartado a Juanelo Turriano como autor del manuscrito en el que, sin embargo, aparece como autor de las ediciones que de él se hicieron. Véase a GARCÍA TAPIA, Nicolás. *Patentes de invención españolas en el siglo de oro*. Madrid: Oficina Española de Patentes y Marcas, 1994; y GARCÍA-DIEGO, José. *Los veintiún libros de los ingenios y de las máquinas*. Madrid: Fundación Juanelo Turriano – Doce Calles – Biblioteca Nacional, 1996.

Uno de los más importantes ingenieros e inventores del Siglo de Oro fue Jerónimo de Ayanz y Baumont⁵¹ quizá el más importante de los ingenieros e inventores españoles que contribuyeron al avance de la tecnología en el Siglo de Oro, a quien le fueron reconocidos los privilegios sobre más de medio centenar de invenciones⁵². Como ingenieros y asesores de la corte de Felipe II se encontraban los arquitectos Juan Bautista de Toledo, Juan de Valencia y Juan de Herrera⁵³. Son destacables los diseños del ingeniero mayor Juanelo Turriano⁵⁴ hombre polifacético, considerado también como un gran matemático, astrónomo, relojero, ingeniero e incluso astrólogo y mago, mejor conocido por sus artilugios para elevar el agua, labor que terminó arruinándolo económicamente, y a quien se atribuye la construcción de un autómatas: “el hombre de palo” y a quien también se atribuyó la autoría de *Los veintiún libros de los ingenios y de las máquinas*. También en España destacaron como ingenieros: Pedro de Zubiaurre, quien durante una estadía en Londres pudo observar una bomba hidráulica la cual copió e instaló en Valladolid el año 1503; además de Benito de Morales, Pedro de Esquivel y Juan Betesolo de Flandes. Juan Betesolo diseñó y construyó, contando con la ayuda de Juan de Laguna, las grúas y estructuras utilizadas en la construcción del Monasterio de El Escorial⁵⁵, obra atribuida también al arquitecto Juan de Herrera⁵⁶. Merecen señalarse los aparatos de elevación y transporte diseñados por Pedro de Santana quien en 1590 debió construir un modelo o maqueta de un ingenio para “elevar y bajar las piedras del muelle”⁵⁷; fue también creador de la “gata” o

⁵¹ GARCÍA TAPIA, Nicolás. *Patentes de invención españolas en el siglo de oro*. Madrid: Oficina Española de Patentes y Marcas, 1994, p.70.

⁵² BAUTISTA PAZ, Emilio y otros. *Breve historia ilustrada de las máquinas*. Madrid: Sección de publicaciones de la Escuela Técnica de Ingenieros Industriales - Universidad Politécnica de Madrid, 2007, pp. 149–150.

⁵³ LORDA, Joaquín. Herrera y las grúas de la basílica de El Escorial. *Revista de obras públicas*. Julio – Agosto, N°3, 1997. ⁵³ BAUTISTA PAZ, Emilio y otros. *Breve historia ilustrada de las máquinas*. Madrid: Sección de publicaciones de la Escuela Técnica de Ingenieros Industriales - Universidad Politécnica de Madrid, 2007.

⁵⁴ GARCÍA TAPIA, Nicolás. *Patentes de invención españolas en el siglo de oro*. Madrid: Oficina Española de Patentes y Marcas, p. 19.

⁵⁵ Ídem, p. 26.

⁵⁶ BAUTISTA PAZ, Emilio y otros. *Breve historia ilustrada de las máquinas*. Madrid: Sección de publicaciones de la Escuela Técnica de Ingenieros Industriales - Universidad Politécnica de Madrid, 2007, p. 168.

⁵⁷ GARCÍA TAPIA, Nicolás. *Patentes de invención españolas en el siglo de oro*. Madrid: Oficina Española de Patentes y Marcas, 1994, p. 33.

“gaula”; un ingenio mecánico que, mediante un sistema de poleas, permitía a un hombre ascender y descender a su voluntad por una pared. Pedro de Santana diseñó y construyó además el “ergate”, otro ingenio mecánico a modo de un gran torno de arrastre horizontal, capaz de mover, y con poco esfuerzo, los navíos en los muelles⁵⁸. El 13 de diciembre de 1573, Felipe II reconoció al arquitecto real, ingeniero y matemático, Juan de Herrera⁵⁹, quien había servido como ingeniero en la corte de Felipe I de Portugal, los privilegios correspondientes por la invención de ciertos instrumentos útiles para la navegación.

Durante los siglos XVI y XVII, las licencias de uso y las patentes⁶⁰ de todos los procedimientos e inventos que se remitieran y utilizasen en las colonias⁶¹ españolas en América debían ser presentadas al Consejo de Indias que, tras comprobar su viabilidad y utilidad, expedía la correspondiente cédula otorgando el permiso y la exclusividad de uso durante un tiempo determinado y el derecho a los correspondientes beneficios. Tales privilegios, eran concedidos por el Consejo de Indias con la ayuda de una junta de especialistas que evaluaban la utilidad de la invención, su funcionamiento y la utilización de un método “[...] rigurosamente científico”⁶² de acuerdo al contexto de la ciencia en

⁵⁸ SERRANO Fernando. *Nafragios y rescates en el tráfico indiano durante el siglo XVII*. Lima: SEGLUSA Editores/ Marina de Guerra del Perú. Fondo de publicaciones, Dirección Nacional de Estudios Marítimos, 1991

⁵⁹ VICENTE MAROTO, Isabel. Juan de Herrera, arquitecto real y matemático. *Suplemento do Boletim da Sociedade Portuguesa da Matemática*. Lisboa, número 65, 2011, p. 35. Juan de Herrera es además, autor del manuscrito *Architectura y machinas*.

⁶⁰ SERRANO Fernando. *Nafragios y rescates en el tráfico indiano durante el siglo XVII*. Lima: SEGLUSA Editores/ Marina de Guerra del Perú. Fondo de publicaciones, Dirección Nacional de Estudios Marítimos, 1991, p. 119. “[...] de Sevilla salieron los hombres y con ellos todas las virtudes y defectos de la condición humana: los libros, la ciencia y el arte; los pícaros, los predicadores y los encomenderos; productos agrícolas, simientes y medicinas; formas de vida, etc.”. También en CASTILLO MARTOS, Manuel. Ciencia y Humanismo en Sevilla y América en los siglos de la revolución científica y tecnológica. *Ciencia, economía y política en Hispanoamérica colonial*. Gutiérrez, Antonio (Coord.) Sevilla: Escuela de Estudios Hispano-americanos. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 2000, pp. 17.

⁶¹ Véase a LOHMANN VILLENA, Guillermo. *Las minas de Huancavelica en los siglos XVI-XVII*. Lima: Pontificia Universidad Católica, 1999, p. 319 y SERRANO Fernando. *Nafragios y rescates en el tráfico indiano durante el siglo XVII*. Lima: SEGLUSA Editores/ Marina de Guerra del Perú. Fondo de publicaciones, Dirección Nacional de Estudios Marítimos, 1991, p. 118.

⁶² BAUTISTA PAZ, Emilio y otros. *Breve historia ilustrada de las máquinas*. Madrid: Sección de publicaciones de la Escuela Técnica de Ingenieros Industriales - Universidad Politécnica de Madrid, 2007, p. 150.

los siglos XVI y XVII. Para lograr la extensión de los privilegios, también debían demostrarse las cualidades de la invención ante las Reales Audiencias americanas.

La primera etapa del trasvase tecnológico europeo-americano, con España como intermediario, estuvo condicionada por el corpus de saberes científicos y tecnológicos existentes⁶³, muestra del nivel científico existente en España y Europa Central en los siglos XVI y XVII, que hasta 1650 aproximadamente, pueden considerarse una continuación de lo desarrollado en los cien años anteriores. El interés de la corona española a mediados del siglo XVII se centra en las invenciones e innovaciones desarrolladas en el campo de la minería y la metalurgia y su consiguiente utilización en las colonias americanas en el que también se desarrollarán nuevas creaciones que darán un nuevo impulso a la tecnología minero-metalúrgica europea y americana. A partir de la segunda mitad del siglo XVIII, la segunda etapa del desarrollo de la ciencia y la tecnología en España se caracteriza por desarrollarse en un período de decadencia e insuficiencia científica⁶⁴, permaneciendo al margen de la industrialización y el maquinismo, esquemas propios de la naciente Revolución Industrial.

1.3 Tecnología, invención e innovación minero-metalúrgica en América.

En las posesiones hispanoamericanas, desde mediados del siglo XVI, las invenciones e innovaciones, se orientaron especialmente al sector minero-metalúrgico y se vieron materializadas en la introducción de nuevos métodos de beneficio de minerales que recomendaban el uso generalizado del azogue o

⁶³ SERRANO Fernando. *Nafragios y rescates en el tráfico indiano durante el siglo XVII*. Lima: SEGLUSA Editores/ Marina de Guerra del Perú. Fondo de publicaciones, Dirección Nacional de Estudios Marítimos, p. 117.

⁶⁴ En el siglo XVII las actividades científicas de la Casa de la Contratación decayeron a tal punto que; “[...] apenas había enseñanzas ni investigación científica propiamente dicha, lo que motivó un vacío en el ámbito tipográfico en este campo.” CASTILLO MARTOS, Manuel. *Ciencia y Humanismo en Sevilla y América en los siglos de la revolución científica y tecnológica. Ciencia, economía y política en Hispanoamérica colonial*. Gutiérrez, Antonio (Coord.) Sevilla: Escuela de Estudios Hispano-americanos. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 2000, p. 24.

mercurio en la metalurgia de la plata, el desarrollo de nuevos métodos de obtención de azogue, y en el diseño y construcción de nuevos tipos de hornos para procesar minerales de cinabrio y plata, nuevos molinos de metales, además de la utilización de nuevas herramientas y la generalización del uso de la pólvora en la minería⁶⁵.

En el período comprendido entre los siglos XVI y XVII, el Consejo de Indias fue la entidad encargada de supervisar las invenciones, los privilegios y los derechos concedidos a los ingenieros e inventores por sus creaciones, incluidas aquellas que se remitiesen y utilizasen en América⁶⁶. Además ya a fines del siglo XVI, ante la relativa abundancia de solicitudes de privilegio de invenciones e innovaciones de dudosos resultados, se comenzó a exigir la presentación de pruebas verídicas, maquetas y dictámenes favorables sobre los aparatos y sistemas propuestos⁶⁷. El período se caracteriza además por la búsqueda de soluciones de índole pragmática y de aplicación tangible a los problemas específicos derivados de la explotación no sólo minero-metalúrgica, principal eje del sistema económico colonial; sino también de aquellos rubros donde el incremento productivo fuera necesario.

El Consejo de Indias mediante una Real Cédula, reconoció los privilegios a un tal Graciano de Almonte sobre una máquina para recuperar objetos del fondo del mar y el derecho de explotación y exclusividad de uso por quince años en las Indias⁶⁸. Pese a que el Consejo de Indias debía comprobar

⁶⁵ FISHER, John. *Minas y mineros en el Perú Colonial. 1776-1824*. Lima: Instituto de Estudios Peruanos, 1977, p. 87.

⁶⁶ En 1631, en el Virreinato del Perú, Alonso de Tejeda inventó un trapiche para moler caña. Otros inventores fueron Pascual Gutiérrez quien creó un ingenio de agua para batir cobre hierro y otros metales, y José de Escobar Mendoza y Cabrera Laos quien en 1793, creó una máquina para moler caña de azúcar cuyo impacto en la producción de azúcar en el norte peruano aún no ha sido estudiado. Véase a COSTA VILLAVICENCIO, Lázaro. *Historia Cronológica del Perú. 1700-1799*. Lima: Costa Villavicencio. 196?, p.141.

⁶⁷ SÁNCHEZ GÓMEZ, Julio, Guillermo MIRA DELLI-ZOTTI y Rafael DOBADO. *La savia del imperio. Tres estudios de economía colonial*. Salamanca: Ediciones Universidad de Salamanca, 1997, p.130.

⁶⁸ SERRANO Fernando. *Nafragios y rescates en el tráfico indiano durante el siglo XVII*. Lima: SEGLUSA Editores/ Marina de Guerra del Perú. Fondo de publicaciones, Dirección Nacional de Estudios Marítimos, 1991.

la viabilidad de las invenciones enviadas a América⁶⁹; mediante las Reales Cédulas de 1603 y 1605, se concedió al ingeniero Jerónimo de Ayanz⁷⁰, el privilegio de usar sus invenciones en América durante veinte años, a pesar de la imposibilidad fáctica de algunas de sus invenciones⁷¹. Algunos de los métodos desarrollados por Jerónimo de Ayanz tuvieron aplicación en el procesamiento de los minerales de plata de Potosí, que consistían, principalmente, en el uso del cobre como catalizador de la amalgama de plata, proceso que revitalizó la producción de plata del virreinato peruano por muchos años⁷².

En 1590, el índice o índice de libros prohibidos por la Inquisición o *Index Prohibitorum*, prohibió y condenó la edición, publicación y circulación en América de las obras de los principales tratadistas metalúrgicos⁷³ europeos, entre ellas, las obras de los tratadistas metalúrgicos Georgius Agrícola (George Bauer), Vanoccio Biringuccio (autores de *De Re Metallica* y *De Pirotechnia* respectivamente), que se encontraban registradas en el Index o índice de libros prohibidos por la Iglesia. Este afán controlista no limitó necesariamente, el flujo del conocimiento científico y tecnológico entre Europa y América. Los diversos tratados y manuscritos circularon, quizá no necesariamente bajo la forma de libro impreso, pero las descripciones y dibujos circularon bajo condiciones menos restringidas, entre los mineros e innovadores americanos vinculados a la actividad minero-metalúrgica⁷⁴. En este período apareció un grupo de

⁶⁹ La Casa de Contratación de Sevilla se convirtió en un agente mediador en la difusión del conocimiento hacia América.

⁷⁰ "Para sacar del estancamiento a la minería española, Ayanz propuso una serie de medidas concretas en el campo económico, legislativo y tecnológico". GARCÍA TAPIA, Nicolás. *Patentes de invención españolas en el siglo de oro*. Madrid: Oficina Española de Patentes y Marcas, 1994, p. 81.

⁷¹ SERRANO Fernando. *Nafragios y rescates en el tráfico indiano durante el siglo XVII*. Lima: SEGLUSA Editores/ Marina de Guerra del Perú. Fondo de publicaciones, Dirección Nacional de Estudios Marítimos, 1991, p. 125.

⁷² GARCÍA TAPIA, Nicolás. *Patentes de invención españolas en el siglo de oro*. Madrid: Oficina Española de Patentes y Marcas, 1994, p. 84.

⁷³ ZAPATA, Antonio. *Novus Index Librorum Prohibitorum et expurgatorum*. Hispali, ex Typographeo Francisci de Lyra, 1632.

⁷⁴ Tenemos noticia de la existencia de un ejemplar de la edición de 1561 de la obra *De Re Metallica* de Georgius Agrícola en la biblioteca del Convento de San Francisco en Salta, aunque no podemos precisar su origen.

“sacerdotes alquimistas”⁷⁵ (Alvaro Alonso Barba entre ellos)⁷⁶, y de un corpus de saberes minero metalúrgicos comunes entre los especialistas mineros europeos y americanos en las áreas de explotación y procesamiento de minerales, especialmente en los Virreinos del Perú y Nueva España, vinculados a la extracción y procesamiento de los minerales de plata y de cinabrio.

Las invenciones e innovaciones introducidas en los virreinos americanos se orientaron a encontrar nuevas formas de beneficiar los minerales de cinabrio y plata. El azogue o mercurio, obtenido bajo diversos métodos, cuya producción a partir de 1633 se efectuó especialmente bajo el sistema de los hornos busconiles desarrollados por Lope de Saavedra Barba, se convirtió en un elemento fundamental para los nuevos métodos de procesamiento de minerales de plata.

La actividad minero-metalúrgica adquiere un gran impulso con la aparición de nuevos métodos de amalgamación de minerales de plata como el desarrollado por Bartolomé Medina en México⁷⁷, a quien la historiografía mexicana ha reivindicado como parte de la revolución tecnológica del siglo XVI por su contribución en el desarrollo de los procesos de beneficio de los minerales de plata por amalgamación con azogue, proceso conocido también como amalgamación mexicana o beneficio del patio⁷⁸; un proceso sencillo que

⁷⁵ Véase a SALAZAR-SOLER, Carmen (2005) *Las rutas planetaria de la alquimia en el Perú (siglo XVII)*. Actes & Mémoires 4, p. 497-533, 2005, Lima en: Passeurs, mediadores culturales y agentes de la primera globalización en el mundo ibérico, siglos XVI-XIX O'Phelan Godoy, Scarlett; Salazar-Soler, Carmen (eds.). Instituto Francés de Estudios Andinos - Instituto Riva Agüero.

⁷⁶ Sobre las innovaciones introducidas por Lope de Saavedra Barba y Constantino de Vasconcelos, véase a LOHMANN VILLENA, Guillermo. *Las minas de Huancavelica en los siglos XVI-XVII*. Lima: Pontificia Universidad Católica, 1999.

⁷⁷ En América se ha olvidado a Jerónimo de Ayanz, “[...] *inventor de un procedimiento que había salvado sus minas de plata*”. GARCÍA TAPIA, Nicolás. *Patentes de invención españolas en el siglo de oro*. Madrid: Oficina Española de Patentes y Marcas, 1994, p. 84. La difusión de las técnicas desarrolladas en América, hacia Europa y otras regiones, remite al concepto de centro-periferia, en el que se desarrollan procesos tecnológicos importantes al margen de los centros tradicionales de creación y desarrollo científico y tecnológico.

⁷⁸ Véase a CASTILLO MARTOS, Manuel. *Ciencia y Humanismo en Sevilla y América en los siglos de la revolución científica y tecnológica. Ciencia, economía y política en Hispanoamérica colonial*. Gutiérrez, Antonio (Coord.) Sevilla: Escuela de Estudios Hispano-americanos. Consejo

en muchos ingenios mineros de plata americanos⁷⁹ se mantuvo en uso hasta principios del siglo XX. Por lo tanto, es posible distinguir dos etapas diferenciadas y definidas por el tipo de tecnología empleada en la producción de plata: una primera etapa en la que predomina el uso de la huayra indígena y sus derivados y, una segunda, que reemplaza a la anterior, caracterizada por el uso masivo del azogue en la amalgamación. La primera etapa del beneficio de los minerales de plata se caracteriza además, por el uso de minerales de mayor ley procedente de vetas que se agotan rápidamente y, una segunda etapa en la que, mediante el uso del azogue, es posible el aprovechamiento de los residuos o desmontes y de los minerales más pobres.

1.4 Tecnología, invención e innovación minero-metalúrgica en el Area andina peruana.

Se han planteado diversas teorías, que considera determinados condicionantes para la creatividad, la innovación y el desarrollo científico y tecnológico en el área andina. Estas consideran incluso, el condicionamiento del sistema religioso andino y la ausencia del cristianismo⁸⁰; además de las tesis racistas propias del siglo XIX apoyadas en la frenología, que defienden las teorías de la inferioridad racial⁸¹ y cultural de los indígenas, exceptuando tal vez a los miembros de la élite inca y a sus conocimientos metalúrgicos⁸²; las

Superior de Investigaciones Científicas, 2000, y CASTILLO MARTOS, Manuel. *Bartolomé Medina y el siglo XVI*. Santander: Servicio de publicaciones de la Universidad de Cantabria, 2006.

⁷⁹ CASTILLO MARTOS, Manuel. Ciencia y Humanismo en Sevilla y América en los siglos de la revolución científica y tecnológica. *Ciencia, economía y política en Hispanoamérica colonial*. Gutiérrez, Antonio (Coord.) Sevilla: Escuela de Estudios Hispano-americanos. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. 2000, p. 31.

⁸⁰ HUAMAN, Santiago. *Los grandes inventos y descubrimientos*. Lima: Editorial Gallo de Oro, 1936.

⁸¹ "The members of the royal family prided themselves on their skill in architecture, astronomy and the national literature; and it will be observed that whenever an individual was named as pre-eminent in any of these departments of knowledge, he belonged to the dominant caste". MORTON, Samuel. *Crania Americana; or a comparative view of the skulls of various aboriginal nations of North and South America*. Philadelphia: Dobson, J. 1839, p.118.

⁸² Por ser "[...] simplemente una tribu de indios. Eran los únicos de esta raza en ambas Américas que sabían fundir, y esto les permitía hacer toscos ornamentos e imágenes de oro y plata". LUMMIS, Charles. *Los exploradores españoles del siglo XVI; vindicación de la acción colonizadora española en América*. Barcelona: Editorial Araluce, 1922, p.195.

condiciones biogeográficas del área andina, como la geografía, la altitud y la latitud, la ecología y el clima⁸³; y la existencia de ciertas particularidades cognitivas y mentales relacionadas con las características físicas, psicológicas y particulares de los indígenas americanos que algunos cronistas intentaban demostrar, calificándolos como seres “[...] de su natural de poco ingenio y faltos de imaginativa para inventar los instrumentos necesarios y convenientes a las obras que hacían, y así vivían con una grande ignorancia”⁸⁴. En la segunda mitad del siglo XIX, De Rivero sostenía que las instituciones políticas andinas y la falta de un sistema de registro escrito fueron factores que obstaculizaron el progreso científico entre los antiguos peruanos⁸⁵, reconocía que alcanzaron un notable desarrollo. Sin embargo, sostenemos que la falta de un soporte escrito no representó necesariamente, un obstáculo para la transmisión del conocimiento en el mundo andino prehispánico, supliéndolo con sistemas mnemotécnicos y el uso de la tradición oral en las comunidades de especialistas.

A mediados del siglo XVI, el jurista Juan de Matienzo consideraba a los indígenas peruanos como seres de naturaleza sumisa y servil⁸⁶, y por lo tanto, incapaces de crear e innovar. Reconocía Juan de Matienzo que los indígenas habían aprendido a usar los oficios mecánicos introducidos en el Reino del Perú y recomendaba a los corregidores que se enseñase tales oficios a los muchachos más hábiles. Sin embargo, la evidencia cultural y lingüística registrada en los vocabularios y lexicones tempranos de las principales lenguas nativas, nos permite observar el elevado nivel de conocimientos técnicos y tecnológicos alcanzados por las sociedades andinas prehispánicas. El vocablo

⁸³ DIAMOND, Jared. *Armas, gérmenes y acero: breve historia de la humanidad en los últimos trece mil años*. Madrid: Editorial Debate, 2006.

⁸⁴ CAPOCHE, Luis. *Relación general de la Villa Imperial de Potosí. Biblioteca de Autores Españoles*. Estudio preliminar de Lewis Hanke. Madrid: Ediciones Atlas, 1959 [1585], p.110.

⁸⁵ DE RIVERO Y USTARIZ, Mariano. *Antigüedades peruanas*. Arequipa: Primer festival del libro arequipeño, 1958[1851], p. 92.

⁸⁶ “[...] conviene que siempre sirvan amos, y se ocupen en oficios mecánicos á que son inclinados” MATIENZO, Juan de. *Gobierno del Perú. Obra escrita en el siglo XVI por el Licenciado Juan de Matienzo, Oidor de la Real Audiencia de Charcas*. Buenos Aires: Compañía Sudamericana de Billetes de Banco, 1910[1567?], p. 20, y CARRILLO ESPEJO, Francisco. *Cronistas que describen la colonia. Las relaciones geográficas. La extirpación de idolatrías*. Serie Enciclopedia Histórica de la Literatura Peruana 5. Lima: Ed. Horizonte, 1990, pp. 45-46.

quechua “Taric”⁸⁷ recogido en el *Lexicon* de Fray Domingo de Santo Tomás, vocablo no registrado en el Vocabulario de González Holguín, se aplica al creador o “inventor de alguna cosa”⁸⁸ y el vocablo “tarini”⁸⁹ corresponde al acto de crear. En el “Vocabulario de la lengua general de todo el Perú”⁹⁰, se registran las voces “Huamakchani o paccarichini, o ccallarichini” para designar a los creadores o constructores de diversos artefactos. En el mismo vocabulario, se registran entre otras palabras las voces: “Paccaichik ccallarichik huamakchak” utilizadas para designar la habilidad y el ingenio en tanto que “ancha yachaipa o imactapas yachapak” es usado para señalar a quien es capaz de copiar o imitar aquello que ve. Asimismo, el vocabulario aimara de Ludovico Bertonio⁹¹, registra el vocablo “mussani cancaña” para designar el ingenio y a quien lo aplica.

El nivel del desarrollo tecnológico alcanzado en el área andina por las civilizaciones prehispánicas, se aprecia en campos como la metalurgia, la arquitectura y el manejo y control del espacio y los pisos ecológicos. En cuanto al conocimiento de los procesos metalúrgicos de la plata, el oro y el cobre así como de sus diversas aleaciones, éstos llegaron a elevados niveles de desarrollo alcanzando una gran perfección. Los plateros y orfebres indígenas prehispánicos conocieron y desarrollaron diversas técnicas para el trabajo de los metales, especialmente el oro y la plata, técnicas que conocían y usaban con maestría además de las técnicas de fundido, vaciado y moldeado, soldado, embutido, batido y repujado sobre moldes de madera. La importancia de la

⁸⁷ DE SANTO TOMÁS, Fray Domingo. *Lexicón o Vocabulario de la lengua general del Perú*. Valladolid: Oficina de Francisco Fernández de Córdoba, 1560, p. 173v.

⁸⁸ ESPINOZA, Waldemar. Los fundamentos lingüísticos de la etnohistoria andina y comentarios en torno al anónimo de Charcas de 1604. *Aula Quechua*. Cerrón-Palomino, Rodolfo (ed.). Lima: Signo Universitario, p.167.

⁸⁹ DE SANTO TOMÁS, Fray Domingo. *Lexicón o Vocabulario de la lengua general del Perú*. Valladolid: Oficina de Francisco Fernández de Córdoba, 1560, p. 173v.

⁹⁰ “Ingenio. Soncco, o hamuttana hamurpayananchi. Ingenioso que penetra y lo entiende fácilmente todo. Yachapu yachayta vsachicuk. Ingenioso habil agudo resabido para si. Kallu, ingenio assi, kallucay. Ingenioso para traçar. Hamutak runa. Ingenioso que imita, o saca por si lo que ve. Yachapa, o yachapa pucuk”. GONZÁLEZ HOLGUIN, Diego. *Vocabulario de la lengua general de todo el Perú llamada lengua qquichua o del inca*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 1989[1608], pp. 556-557.

⁹¹ BERTONIO, Ludovico. *Vocabulario de la lengua Aymara*. Juli: Francisco del Canto, 1612, p.231.

actividad minera y la metalurgia en el mundo andino se hace evidente en la existencia de comunidades o ayllus de especialistas en la producción de artefactos elaborados de oro, plata, cobre, etc.⁹².

La minería de la plata, en el período prehispánico, comprendía dos fases básicas: una primera fase de extracción del mineral a partir de las vetas poco profundas o superficiales de plata nativa, mineral que solía encontrarse frecuentemente asociado con sulfuros y cloruros; y, una segunda fase, de beneficio de los minerales, en la que reconocían las diferentes propiedades de los compuestos. Los productos de la fundición, se sometían a un proceso de purificación y refinamiento mediante la fusión en hornillos portátiles. Además, eran conocidas por los mineros y metalurgistas indígenas, algunas de las aplicaciones de los metales fundentes con la plata, como el plomo, el sulfuro de antimonio y otros que al incluirse en el proceso metalúrgico aceleraban el beneficio del mineral. La incorporación de plomo⁹³ aceleraba la fundición del mineral de plata; “[...] le hacía correr, por lo cual le llamaron zurúchec, que quiere decir: el que hace deslizar”⁹⁴, sin embargo, desconocieron el uso del mercurio en la preparación de concentrados de plata por amalgamación, proceso que concentra y aglutina las partículas de plata por medio del mercurio o azogue.

Los minerales de plata, procedentes de las vetas más ricas, se beneficiaban mediante un proceso en el que se empleaba un crisol “[...] largo o redondo, hecho de un pedazo de trapo embadurnado con tierra mojada y carbón machacado”⁹⁵, colocando el mineral en el crisol y fundiéndolo con el sencillo procedimiento de insuflar el aire al fuego hasta alcanzar la temperatura

⁹² DE RIVERO Y USTARIZ, Mariano. *Colección de memorias científicas e industriales publicadas en distintas épocas*. Bruselas: Imprenta de H. Goemare, 1958, p.168-169.

⁹³ “[...] mezclando con los [minerales] más refractivos el plomo galena (*Suruchec*, el que hace correr), o sulfuro de antimonio”. DE RIVERO Y USTARIZ, Mariano. *Colección de memorias científicas e industriales publicadas en distintas épocas*. Bruselas: Imprenta de H. Goemare, 1958, p.167.

⁹⁴ DE LA VEGA, Garcilaso. *Comentarios Reales de los Incas*. Lima: Librería Internacional del Perú, 1959[1609], p. 502.

⁹⁵ BENZONI, Jerónimo. *La historia del mundo nuevo*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos 1967[1565], p. 62.

de fundición del metal mediante el uso de largos tubos de cobre o de cañas huecas y “[...] ora más, ora menos, tanto soplan que éste termina por fundirse y colar”⁹⁶, proceso descrito por el cronista Garcilaso de la Vega, en el que un grupo de metalurgistas indígenas hacía uso de tubos de cobre que operaban a la vez mientras que los maestros fundidores apartaban las impurezas. De manera similar los maestros orfebres recocían y martilleaban el metal mientras otros avivaban el fuego.

Otro ingenioso proceso consistía en aprovechar las corrientes de aire de las alturas de las montañas andinas, mediante el uso de unos hornos de arcilla de regulares dimensiones, algunos de los cuales eran portátiles, denominados Huayras⁹⁷, de origen prehispánico que, mediante unas serie de aberturas convenientemente dispuestas y orientándolas hacia donde corría el viento, conseguían que el flujo de aire de las alturas andinas avivara el fuego elevando la temperatura del horno hasta alcanzar el punto de fusión del metal procedente de las vetas más ricas del mineral, momento en el cual se le apartaban las impurezas o escorias con un palo verde. Las huayras y los hornos castellanos, un perfeccionamiento atribuido a Juan de Marroquín, siguieron utilizándose durante las primeras décadas de explotación de las minas de plata de Potosí. Existe evidencia arqueológica y documental del uso de estos hornos en Bolivia, todavía a fines del siglo XIX, como se observa en la figura 1:

⁹⁶ DE LA VEGA, Garcilaso. *Comentarios Reales de los Incas*. Lima: Librería Internacional del Perú, 1959[1609].

⁹⁷ “Para esto hacían como hornillos, donde el viento soprase recio, y con leña y carbón hacían su operación. A estas en el Perú llamaban Guayras. Despues que los Españoles entraron, demás del dicho modo de fundición que también se usa, benefician la plata por azogue, y aun es mas la plata que con él sacan, que no la de fundición”. ACOSTA, José. *Historia natural y moral de las Indias*. Madrid: Ramón Anglés. Libro Quarto, Cap. XI, 1894[1590], p. 304. Acosta hace referencia al uso del carbón vegetal.

Figura N°1 Huayras indígenas

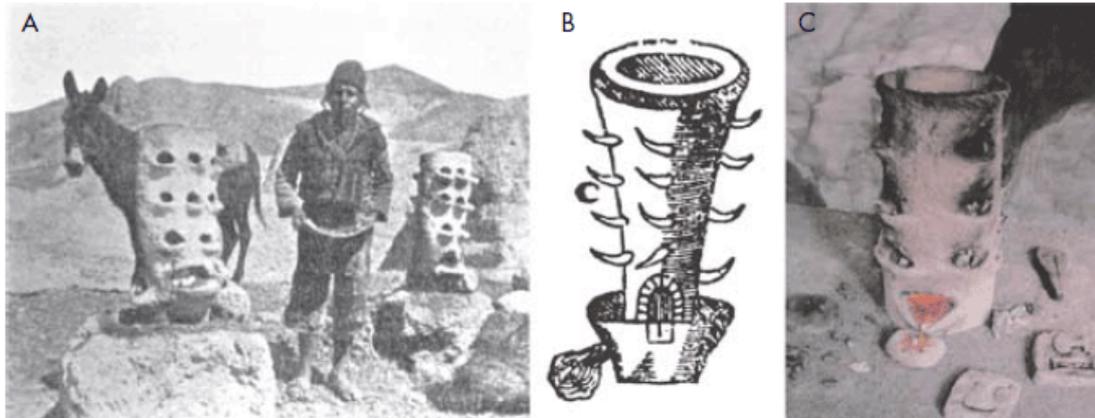


Figure 4. Ethnographic and ethnohistoric examples of huayras: A) unidentified metallurgist in Bolivia (Peele 1893: 9); B) drawing of a Colonial huayra by Alonso Barba (1923 [1640]: 199); C) reconstruction in the Museo Nacional de La Paz (photo by C. Zori).
 Figura 4. Ejemplos etnográficos y etnohistóricos de huayras: A) metalurgista anónimo en Bolivia (Peele 1893: 9); B) dibujo de una huayra colonial realizado por Alonso Barba (1923 [1640]: 199); C) reconstrucción en el Museo Nacional de La Paz (foto: C. Zori).

Figura N°1. Huayras indígenas usadas para el beneficio de los minerales de plata. En ellas sólo se lograban beneficiar minerales de plata de alta ley. Tomado de: ZORI, Colleen M. y Peter TROPPER. *Boletín del Museo Chileno de Arte Precolombino*, Vol. 15, N° 2, 2010, p. 70.

La tecnología andina de procesamiento de los minerales de plata y cinabrio, se debe comprender como un proceso diferente al modelo económico europeo, considerando especialmente, su aspecto ritual y simbólico. Respecto al cinabrio, mediante el aprovechamiento de pequeñas cantidades de mineral pero sin considerar al mercurio metálico; en cuanto a la plata, sólo se aprovecharon las vetas superficiales y las explotaciones de mineral a cielo abierto no mostrando interés en el seguimiento de las vetas ni en profundizar las minas. Con la llegada de los europeos y la consolidación del modelo económico, inicialmente bullonista, y posteriormente mercantilista, se harán más intensas la búsqueda, explotación y procesamiento de los minerales y metales nobles además de aquellas actividades conexas a la producción minera⁹⁸. En muchos casos, la explotación intensiva a que fueron sometidas,

⁹⁸ Otras posiciones, sostienen que en el entonces Virreinato del Perú, “*la inventiva o creatividad industrial no abundó*”. QUIRÓZ, Francisco. *Artesanos y manufactureros en Lima colonial*. Tesis para optar el grado de Magíster en Historia. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 1998, p. 110.

llevó al agotamiento de los depósitos minerales y a la implantación de un sistema económico y social de profundas implicancias sobre la sociedad andina, la economía colonial, la salud y el medioambiente; sin embargo, aún desaparecido el período de auge de la minería colonial, muchos aspectos tecnológicos, propiamente andinos, continúan vigentes y son en muchos casos la tecnología preponderante.

La invención y la innovación son procesos complejos, y el resultado de un corpus de conocimientos existentes, sistematizados y reelaborados continuamente. La implantación del sistema colonial en la América española, tanto en los Virreinos del Perú y Nueva España, trajo consigo el trasvase de un corpus de saberes científicos y tecnológicos existentes en España, por mejor decir Europa que, junto con la experiencia de los saberes y el conocimiento indígenas o los saberes andinos, se aplicaron bajo la forma de invenciones e innovaciones, especialmente en la minería de la plata y del azogue, principal base de la economía colonial, en los centros mineros de Potosí y Huancavelica. Así, la tecnología se convierte en una variable complementaria a la economía, la sociedad y la política, permitiendo comprender el proceso económico y social del virreinato peruano.

CAPITULO II

TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD: AZOGUE Y PLATA (1630-1650).

2.1 EL AZOGUE Y LA PRODUCCIÓN DE PLATA.

La explotación de las minas de azogue de Huancavelica comenzó a fines del siglo XVI, cuando Enrique Garcés tras observar la venta y el uso del bermellón entre los indígenas, y comprendiendo su utilidad en el beneficio de los minerales de plata, conjeturó que las minas de donde se extraían debían ser de azogue⁹⁹, logrando interesar a la corona en las aplicaciones del azogue en la metalurgia de la plata, asegurando ser el primero en introducir su uso en la amalgamación de los minerales de plata; proceso desconocido por los mineros peruanos. Garcés aseguraba haber desarrollado el proceso de manera autodidacta sin el auxilio de los clásicos manuales de minería y metalurgia: “[...] hasta que le descubri nunca se havia visto ni sabido que cosa era, lo qual hize por sola teórica sin haver en mi vida visto metal ni mina ni beneficio de azogue”¹⁰⁰. En este proceso, tras adherirse las partículas de plata, el mercurio contenido en las pellas de plata se eliminaba en la posterior fundición, dando como resultado piñas y lingotes de plata con alto contenido de mercurio.

Hasta 1571, fueron usadas en Potosí, las huayras y los toco-chimpus o tocochimpos incaicos¹⁰¹ para la fundición de los minerales de plata, siendo reemplazadas algunos años más tarde, por los hornos españoles o castellanos, una variante perfeccionada del tocochimpo andino, innovación atribuida a Juan de Marroquí¹⁰² caracterizado por su forma prismático-rectangular y el uso de un

⁹⁹ ACOSTA, José. *Historia natural y moral de las Indias*. Madrid: Ramón Anglés. Libro Cuarto, Cap. XI, 1894[1590], p. 334.

¹⁰⁰ AGI Patronato, 192, N.2, R.16.

¹⁰¹ ROMERO, Emilio. *Historia Económica del Perú*. Tomo II. Buenos Aires: Editorial Universo, 1949.

¹⁰² “Enseñó a hacer de barro, por industria de Juan de Marroquí, natural de (en blanco), unas formas de barro de la hechura de esta demostración, que llamaron guayrachina o guaira”.

fuelle auxiliar para insuflar el flujo de aire necesario hasta alcanzar la temperatura adecuada de fundición de los minerales de plata. Estos métodos resultaban efectivos especialmente con los minerales de alta ley y comenzaron a abandonarse al empobrecerse las vetas pero puede afirmarse que permanecieron en uso hasta la primera mitad del siglo XIX¹⁰³.

Entre los siglos XVI-XVII, el sur andino fue una región integrada por múltiples tipos de relaciones sociales y políticas, sustentada en una economía básicamente minera y comercial¹⁰⁴ vinculada, especialmente, a la explotación de los minerales de azogue (cinabrio) en Huancavelica¹⁰⁵, y de plata en Potosí, ambos centros mineros propiedad de la corona¹⁰⁶, de tal manera que el virreinato peruano podía considerarse autosuficiente en cuanto a la disponibilidad de azogue para las labores mineras de tal manera que contaba con notable grado de autonomía¹⁰⁷, y aún lograr cubrir, en parte y durante un breve período, la demanda de azogue de los mineros novohispanos interesados en encontrar una alternativa más rentable a los azogues enviados desde Almadén e Idria. Desde Huancavelica, los arrieros llevaban el cargamento de azogue en caravanas de caballos y mulas o a lomos de camélidos rumbo al puerto de Pisco donde se embarcaban hacia el puerto de Arica para ser llevados a Potosí y a otras minas¹⁰⁸.

La plata americana, y especialmente la de Potosí, sostuvieron la economía del Imperio español, y el azogue fue el principal insumo que los hizo

CAPOCHE, Luis. *Relación general de la Villa Imperial de Potosí. Biblioteca de Autores Españoles*. Estudio preliminar de Lewis Hanke. Madrid: Ediciones Atlas, 1959 [1585], p.110.

¹⁰³ DE RIVERO Y USTARIZ, Mariano. 1857. *Colección de memorias científicas e industriales publicadas en distintas épocas*. Bruselas: Imprenta de H. Goemare, 1857.

¹⁰⁴ ASSADOURIAN, Carlos Sempat y otros. *Minería y Espacio económico en los andes*. Lima: Instituto de Estudios Peruanos, 1980.

¹⁰⁵ "Este cerro de azogue ha sido la vida de este Perú, porque si no se hubiera descubierto, fuera el [reino] más pobre y más costoso del mundo. Con los azogues ha revivido, porque toda la plata que en Potosí y en Porco se saca, como tractando dellos diremos, es por azogue y con azogue". LIZÁRRAGA, Reginaldo de. *Descripción Colonial*. Buenos Aires: Librería la Facultad. 1916[1605], p.188.

¹⁰⁶ Ídem, p.134.

¹⁰⁷ LYNCH, John. *Edad Moderna: Crisis y recuperación, 1598-1808*. Vol. 5. Historia de España. Madrid: Ed. Critica, 2005, p. 221.

¹⁰⁸ DE LEÓN PORTOCARRERO, Pedro. *Descripción del Virreynato del Perú*. Lima: Universidad Ricardo Palma. Editorial Universitaria, 2009, p. 73.

posible, convirtiéndose, para el sector minero, en un elemento indispensable para el beneficio de los minerales en los ingenios minero metalúrgicos peruanos¹⁰⁹ y la reactivación de la minería de plata potosina¹¹⁰. Del laboreo de las minas de azogue de Huancavelica, la corona obtenía cerca de cuatrocientos mil pesos de a catorce reales¹¹¹. La producción de azogue en Huancavelica dinamizó uno de los dos más importantes ejes de la economía colonial¹¹² (Huancavelica–Potosí) alrededor del cual giraban diversas actividades económicas.

La explotación minera del azogue y la plata se consolidó a gracias a la creación de una legislación minera peruana colonial desarrollada bajo el gobierno del virrey Francisco de Toledo, ordenamiento jurídico necesario ante el descenso de la producción de Potosí, evidente hacia 1566. La reactivación de las labores mineras productivas y extractivas de la plata de Potosí se inicia con la llegada al Perú en 1569, del virrey Francisco de Toledo, quien durante su estancia en Méjico, se interesó en los nuevos métodos empleados por los mineros novohispanos para beneficiar los minerales de plata utilizando la amalgamación con azogue¹¹³. La reactivación de la producción de plata se inicia en 1570 cuando se tomaron dos importantes medidas para reactivar la minería de la plata: la regulación de la mita y la difusión del método de amalgamación con mercurio o azogue; de ahí la importancia que tenía la explotación y el control de las minas de azogue¹¹⁴.

¹⁰⁹ MURUA, Fray Martín de. *Historia General del Perú*. Manuel Ballesteros (Ed.) Crónicas de América. Madrid: Dastin, Capítulo XXIV. Libro Tercero, 2001[1613], p. 537.

¹¹⁰ BROWN, Kendall. *Minería e imperio en Hispanoamérica colonial*. Lima: Banco Central de Reserva del Perú – IEP, 2015.

¹¹¹ ACOSTA, José. *Historia natural y moral de las Indias*. Madrid: Ramón Anglés. Libro Cuarto, Cap. XI, 1894[1590], p. 215.

¹¹² CONTRERAS, Carlos. *La ciudad del mercurio. Huancavelica 1570 - 1700*. Lima: Instituto de Estudios Peruanos, 1982.

¹¹³ Virreinato Peruano. Documentos para su Historia. Colección de Cartas de Virreyes. Conde de la Monclova Tomo I 1689-1694. Dirección, prólogos y notas de Manuel Moreyra y Paz-Soldán y Guillermo Céspedes del Castillo. Lima: Editorial Lumen, 1954, p. 17.

¹¹⁴ MOLINA, Miguel. Legislación minera colonial en tiempos de Felipe II. *XIII Coloquio de Historia Canario-Americana; VIII Congreso Internacional de Historia de America*. Francisco Morales Padrón (Coord). Las Palmas de Gran Canaria: Cabildo de Gran Canaria, 2000, p. 1023.

El minero Pedro Fernández de Velasco, logró en 1571, beneficiar la plata de Potosí con el azogue procedente de Huancavelica “[...] y fue el total remedio de aquellas minas”¹¹⁵. Con ello se dio comienzo a la explotación intensiva de los minerales de cinabrio de Huancavelica, inaugurando, a su vez, un nuevo ciclo productivo de la plata en Potosí que gracias al reordenamiento de la mita minera y el aprovechamiento de los minerales de plata, los desechados por muy pobres, y los desmontes de las minas, fueron posibles de beneficiar mediante el nuevo método de amalgamación con azogue y permitieron revitalizar la extracción y procesamiento de los minerales de plata en las primeras décadas del siglo XVII. Por tal motivo, en el caso de Huancavelica, las minas de azogue y su explotación quedaron sujetas al control de la corona. Los asentistas debían vender el azogue obtenido a la Caja Real, manteniendo sus derechos de explotación por 30 años o hasta el fallecimiento del propietario¹¹⁶, luego de lo cual pasaban a poder del rey.

Los problemas de la producción de plata potosina en el siglo XVII, se encuentran relacionados con los problemas de abastecimiento de los insumos necesarios para el funcionamiento del sistema productivo. El beneficio del patio, introducido en Potosí y en los demás ingenios peruanos dedicados a su producción, precisaba el abastecimiento constante de azogue, sal, combustible y demás¹¹⁷. La introducción del sistema de patio en 1571, y el establecimiento del real monopolio el virreinato del Perú, en 1572, redujeron el comercio de azogue novohispano y la producción total del azogue de Huancavelica quedó enteramente reservada para el consumo interno.

¹¹⁵ ACOSTA, José. *Historia natural y moral de las Indias*. Madrid: Ramón Anglés. Libro Cuarto, Cap. XI, 1894[1590], p. 335.

¹¹⁶ MOLINA, Miguel. Legislación minera colonial en tiempos de Felipe II. *XIII Coloquio de Historia Canario-Americana; VIII Congreso Internacional de Historia de America*. Francisco Morales Padrón (Coord). Las Palmas de Gran Canaria: Cabildo de Gran Canaria, 2000, p. 1022.

¹¹⁷ LANG, Mervin F. *El monopolio estatal del mercurio en el México colonial (1550-1710)*. México: Fondo de Cultura Económica, 1977, p. 46.

Los virreyes que sucedieron a Toledo, se empeñaron en mantener activa la producción de las minas e ingenios de plata y azogue, reconocieron la gran importancia del azogue. Con ello, comienza una nueva etapa en cual, los azogueros alto peruanos comenzaron a utilizar el nuevo método de beneficio para refinar la plata, proceso que exigía el suministro constante de azogue¹¹⁸. Agotadas las vetas más ricas de mineral de plata, cuyos minerales sólo necesitaban fundirse en los hornos tocochimpos y castellanos, la introducción del método de amalgamación con mercurio, permitió aprovechar los minerales de baja ley y los desmontes. Desde fines del siglo XVI y durante todo el siglo XVII, la producción minera fue notablemente inestable¹¹⁹. El azogue español, era enviado desde Almadén para ser embalado en los reales almacenes de Sevilla, lugar donde se embarcaban en la flota de azogues rumbo a los centros mineros americanos.

Por ello, las afirmaciones del virrey Luis de Velasco fueron congruentes con las características y condiciones exigidas por la introducción de un nuevo método de procesamiento, reconociendo al igual que otros, la importancia que el mercurio tenía en la producción de plata¹²⁰ y la economía colonial. La producción de azogue de Huancavelica, fue notoriamente superior a la de los yacimientos novohispanos de Zacatecas y Guanajuato¹²¹. Tal producción fue conseguida gracias a la fuerza de trabajo proporcionada por los mitayos, a quienes los mineros y azogueros, con la complicidad de los curacas, mantenían ocupados en las labores de sus haciendas, por lo que un número considerable de ellos no se empadronaba en las revisitas destinadas a cubrir la fuerza

¹¹⁸ ROBINS, Nicholas. *Mercurio, minería e imperio: El costo humano y ecológico de la minería de plata colonial en los andes*. Huancavelica: Ruggert N. De la Cruz Marcos, 2011, p. 16.

¹¹⁹ CONTRERAS, Carlos. *La Minería en el Perú en la época colonial tardía, 1700-1824. Compendio de Historia Económica del Perú*. Tomo 3. Lima: Banco Central de Reserva del Perú – IEP, 2010, p. 103.

¹²⁰ "Si no hubiese azogue, menos habría plata". Relación del Sr. Virrey, D. Luis de Velasco, al Sr. Conde de Monterrey sobre el estado del Perú. BELTRÁN Y RÓZPIDE, Ricardo. *Colección de las memorias o relaciones que escribieron los virreyes del Perú*. Tomo. I, ed. (Madrid: Imprenta del Asilo de Huérfanos del S.C. de Jesús, 1921, p. 111.

¹²¹ TANDETER Enrique. *Coacción y Mercado. La minería de plata en el Potosí colonial, 1692-1926*. Cusco: Centro de estudios regionales andinos Bartolomé de las Casas, 1992.

laboral de la mita huancavelicana¹²². Sin embargo, la fase de beneficio requería el concurso de especialistas y de operarios libres, proceso que se realizaba en la superficie, en condiciones menos insalubres que en el interior de la mina.

El uso del azogue en el beneficio de los minerales de plata, se convirtió en un método de uso común en los ingenios mineros dedicados al procesamiento de los minerales de plata como Castrovirreina¹²³: en este ingenio, de acuerdo al anónimo portugués¹²⁴, los minerales eran introducidos en hornos que por falta de leña, se encendían con ichu y excremento seco o taquia de camélidos. Los minerales¹²⁵, se molían con la ayuda de almadanetas de piedra y agua. Luego de pulverizados, los minerales se echaban en pilas o en un patio empedrado donde se incorporaban con agua y azogue¹²⁶, hasta conseguir una piña de plata. La introducción del azogue en el procesamiento de los minerales de plata de los ingenios mineros y en parte a la disponibilidad de mano de obra especialmente en Potosí¹²⁷, alcanzó su punto máximo hacia finales del siglo XVI.

Las innovaciones tecnológicas aplicadas en el centro minero de Potosí, muestran el interés de la Corona en reactivar la producción de plata; pero, su producción se encontraba condicionada por el suministro constante de azogue que, en los primeros años de Potosí, dependía de las importaciones crecientes del azogue de Almadén e Idria¹²⁸. El beneficio de los minerales de plata

¹²² MARQUÉS DE MIRAFLORES y MIGUEL, Salva. *Colección de documentos inéditos para la historia de España*. Tomo LI. Madrid: Imprenta de la viuda de Calero, 1867, p. 539.

¹²³ "Aquí están ricas minas de fina plata de toda ley que la más de subida tiene dos mil trescientos y ochenta maravedís. DE LEÓN PORTOCARRERO, Pedro. *Descripción del Virreynato del Perú*. Lima: Universidad Ricardo Palma. Editorial Universitaria, 2009, p. 74.

¹²⁴ Op. Cit.

¹²⁵ La terminología minera del período hace equivalentes los términos minerales y metales.

¹²⁶ DE LEÓN PORTOCARRERO, Pedro. *Descripción del Virreynato del Perú*. Lima: Universidad Ricardo Palma. Editorial Universitaria, 2009, p. 74-75.

¹²⁷ LYNCH, John. *Edad Moderna: Crisis y recuperación, 1598-1808*. Vol. 5. Historia de España. Madrid: Ed. Critica, 2005, p. 230.

¹²⁸ Actualmente en Eslovenia. En el siglo XVI y XVII, las minas de Idria pertenecían al imperio Habsburgo, sin embargo la producción de azogue de Almadén fue tres veces mayor: "With the improving mining and ore processing techniques Idria became renowned as the most advanced mine in the Habsburg Empire. In spite of the fact that the production of mercury in Almadén was about three times higher than the Idria, the demand for mercury due to emerging new gold prospects in the Spanish Colonies in the Central and South America was so large, that its price

mediante el método del patio, un proceso que necesitaba el suministro constante del azogue, especialmente el procedente de Almadén y de Huancavelica fue impulsada, en parte por la corona que intentó que el método desarrollado por Bartolomé Medina en Nueva España se aplicase en el centro minero de Potosí para revitalizar el beneficio de los minerales de plata aprovechando los desmontes y minerales de baja ley imposibles de procesar sin el auxilio del azogue¹²⁹ y por el interés de los azogueros y asentistas en los nuevos métodos. Tras ser comprobados su viabilidad y rendimiento productivo, los nuevos métodos de beneficio de minerales se difundieron rápidamente entre los azogueros y mineros del área surandina.

2.2 LOS NUEVOS SEÑORES DE LOS ANDES: MINEROS Y AZOQUEROS.

La extracción y procesamiento de los minerales de Huancavelica y Potosí estaba bajo el control del poderoso grupo de mineros¹³⁰ con fuertes vínculos e intereses económicos y sociales; sin embargo, entre Huancavelica y Potosí, el desarrollo de las actividades mineras extractivas y productivas llevó a la diferenciación social entre los miembros de los gremios de azogueros¹³¹ y el

reached the historical high" RĚCNIK, Aleksander *Minerals of the mercury ore deposit Idria*. Ljubljana: Jožef Stefan Institute / Springer, 2013, pp. 6-9.

¹²⁹ BARGALLÓ, Modesto. El beneficio de amalgamación de las minas de plata de Bartolomé de Medina: Primeras modalidades en Nueva España y en el Reino del Perú. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*. XVII, 1-4. México, 1956, pp. 99-120.

¹³⁰ Quienes carecían de "cabezas de ingenio eran exclusivamente mineros", este es el caso de la minera Thomasa Marines. "Como en otras plazas mineras importantes, los productores de plata en Potosí se dividían en dos grandes grupos: los refinadores o "azogueros" y los mineros propiamente dichos. Estos eran los que labraban las minas y vendían el mineral extraído a aquellos, quienes realizaban la amalgamación con azogue en las haciendas de beneficio". CONTRERAS, Carlos. La Minería en el Perú en la época colonial tardía, 1700-1824. *Compendio de Historia Económica del Perú*. Tomo 3. Lima: Banco Central de Reserva del Perú – IEP, 2010, p. 115.

¹³¹ "El señor Marqués de Manzera, celebró asiento con los mineros de aquella villa a 6 de setiembre de 1645, que es el que hoy se observa, y una de las capitulaciones fue de que se habían de enterar 620 indios, de mita, gravando a esta obligación nueve provincias las mas inmediatas a Guancavelica que son Tarma, Jauja, Angaraes, Vilcas, los Chocorbos, Guanta, Lucanas, Andaguaylas y la de Cotabambas, considerandose por entonces, que con este numero de indios se podían sacar en cada un año 6,820 quintales de azogue, que corresponde a once quintales por indio." Relación de don Melchor de Liñán y Cisneros dada al Señor Duque de la Palata, del tiempo de tres años y cuatro meses que gobernó, desde 1678 hasta 1681. *Memorias de los virreyes que han gobernado el Perú durante el tiempo del coloniaje español*. Tomo primero. Lima: Librería Central de Felipe Bailly, 1859, p. 309.

gremio de productores de azogue, quienes decidieron autodenominarse “mineros” en Huancavelica. Solamente en Potosí los propietarios de ingenios y minas se llamaron azogueros, por el continuo uso del azogue en el beneficio de la plata “[...] tomando ellos y para sí el de Azogueros y Dueños de Haciendas; ora mucha gente de esta esparcida en diferentes puestos donde buscan los metales y juntamente su fortuna”¹³². El uso diferenciado de ambos términos nos permite deducir que tales denominaciones se convirtieron en un símbolo de status y condición social que permitía el acceso a determinados beneficios y privilegios¹³³.

El predominio de la actividad minera en el área surandina se presentó como una alternativa de desarrollo en una región integrada por múltiples tipos de relaciones sociales y políticas, sustentada en una economía básicamente minera y comercial. Se observa además, que las primeras ordenanzas para regular la actividad minera fueron efectuadas por Pedro de la Gasca en 1546¹³⁴. La primera codificación general de la legislación minera en el Virreinato del Perú, se efectuó en 1574, durante la administración del Virrey Toledo, permaneciendo, con pocos cambios, hasta 1783, cuando las nuevas Ordenanzas de minas de Nueva España fueron introducidas en el Perú.

Los asientos mineros funcionaban como verdaderos contratos privados entre la Monarquía y los gremios de azogueros, los cuales, reconociendo la propiedad estatal de las minas, procedían a tomarlas en arriendo por un plazo

¹³² Relación del estado en que se hallaba el reino del Perú, hecha por el excmo. Señor Don Juan de Mendoza y Luna, Marqués de Montesclaros. BELTRÁN Y RÓZPIDE, Ricardo. *Colección de las memorias o relaciones que escribieron los virreyes del Perú*. Tomo. I, ed. (Madrid: Imprenta del Asilo de Huérfanos del S.C. de Jesús, 1921, p.174.

¹³³ “Pertener a la matrícula de mineros pasó a convertirse, entonces, en algo que brindaba una renta. Los trabajadores indígenas, el azogue, los artículos de fierro, el agua y la madera podían arrendarse o revenderse a quienes no pertenecieran a la dichosa matrícula”. CONTRERAS, Carlos. *La Minería en el Perú en la época colonial tardía, 1700-1824. Compendio de Historia Económica del Perú*. Tomo 3. Lima: Banco Central de Reserva del Perú – IEP, 2010, p. 107.

¹³⁴ Toledo, interesado en la reorganización de la mita minera: “(...) revisó y aclaró la legislación de sus predecesores, estableciendo las condiciones bajo las cuales se concederían minas a los individuos, valor de las demandas, así como las normas para la provisión de la mita”. FISHER, John. *Minas y mineros en el Perú Colonial. 1776-1824*. Lima: Instituto de Estudios Peruanos, 1977, p. 50.

estipulado¹³⁵. A fines del siglo XVI, los encomenderos de Huancavelica, se encontraban participando y dirigiendo personalmente las actividades económicas conexas con la explotación del azogue pese a que las Ordenanzas establecidas por el Virrey Don Francisco de Toledo, establecían que, para evitar los abusos a los indígenas, los encomenderos no debían residir entre sus indios “[...] si no fuere a cobrar sus tercios, que son por San Juan y Navidad, y esto se entiende un tiempo limitado, y no tan solamente entran a cobrar sus tercios, más están hacendados entre sus indios con estancias de ganados y labores y minas”¹³⁶ lo cual les permitía vincular sus intereses en las actividades económicas mineras con la producción de alimentos, el abastecimiento de suministros y la mano de obra.

Las consecuencias del sistema de trabajo en Huancavelica y Potosí son discutibles. La explotación minero-metalúrgica de Huancavelica en el siglo XVII, presenta un cuadro complejo y común a otros centros mineros entre ellos Potosí que utilizaban el azogue como insumo básico y enfrentados a problemas que incluían las dificultades técnicas, los elevados costo de producción y la disminución de la mano de obra mitaya¹³⁷ por efecto de elevada tasa de mortandad del trabajo minero¹³⁸. Especialmente riesgoso y, algunas veces, de fatales consecuencias, era el trabajo en las minas e ingenios azogueros de Huancavelica como los accidentes, derrumbes e inundaciones que eran frecuentes en las entrañas de la mina; asimismo; trabajar en los hornos y buitrones también entrañaba riesgos especiales: el riesgo de azogamiento o

¹³⁵ FUENTES, María D. El azogue en las postrimerías del Perú colonial. *Revista de Indias*. Madrid, nº 177. 1986, pp. 75-90.

¹³⁶ “[...] es de notable daño para los indios y mas para Guancavelica, por estar hechos señores absolutos de los indios”. MARQUÉS DE MIRAFLORES y MIGUEL, Salva. *Colección de documentos inéditos para la historia de España*. Tomo LI. Madrid: Imprenta de la viuda de Calero, 1867, p.539.

¹³⁷ La condición especial de Huancavelica en la economía colonial lo convirtió en “*El único centro minero peruano con derecho formal a cuota de mitayos en el siglo dieciocho era Huancavelica. Dicho privilegio databa de 1577 cuando se introdujo una ley con Toledo para la provisión anual de 620 indios procedentes de trece provincias circundantes a la mina de Santa Bárbara*”. FISHER, John. *Minas y mineros en el Perú Colonial. 1776-1824*. Lima: Instituto de Estudios Peruanos, 1977, p. 45. Huancavelica se convirtió en un punto neurálgico de la minería y el comercio sur andino. CONTRERAS, Carlos. *La ciudad del mercurio. Huancavelica 1570 - 1700*. Lima: Instituto de Estudios Peruanos, 1982.

¹³⁸ LYNCH, John. *Edad Moderna: Crisis y recuperación, 1598-1808*. Vol. 5. Historia de España. Madrid: Ed. Critica, 2005, p. 231.

intoxicación por mercurio a causa del trabajo en las galerías subterráneas de la mina o de una mala operación de los hornos en las tareas de beneficio¹³⁹. La operación de los hornos busconiles era una tarea que implicaba menos riesgos que las ollas de las jabecas cuya apertura sólo debía hacerse dentro de las siguientes 20 a 24 horas de iniciado el proceso¹⁴⁰. El azogamiento era una de las principales enfermedades que se podían contraer en un ingenio minero cuya curación más corriente se efectuaba a base de sudoríficos. Sin embargo, sostenemos que en el esquema de explotación minero-metalúrgica se distinguen dos fases diferenciadas: una fase extractiva directamente relacionada con la extracción de los minerales en bruto que no requiere especialización y, una fase productiva ligada al procesamiento y obtención del azogue, proceso para el cual es necesario la experiencia y la especialización.

La actividad económica colonial de la región minera de Huancavelica¹⁴¹ basada en la producción de azogue, resultó fundamental en los procesos de amalgamación, para el tratamiento y refinación de la plata extraída en las minas de Potosí¹⁴² y otras zonas, consolidando y estableciendo una dinámica económica regional cuyos ejes articuladores giraban alrededor de Potosí y Huancavelica, estableciéndose un circuito de actividades económicas destinadas al sostenimiento de las actividades minero-metalúrgicas como bienes de consumo o de financiamiento por parte de los aviadores y socios comerciales¹⁴³, haciéndose necesaria la implantación de un sistema comercial

¹³⁹ Ídem.

¹⁴⁰ PARIONA CAMPOS, Miguel. Violencia y explotación en las minas de Huancavelica. Los Jaujas (1564-1560). *Ensayos: Sociedad, Religiosidad y Arte en el Perú*. Lima: Grupo Historiem, pp. 25-38, 2001.

¹⁴¹ Véase a LOHMANN VILLENA, Guillermo. *Las minas de Huancavelica en los siglos XVI-XVII*. Lima: Pontificia Universidad Católica, 1999, BROWN, Kendall. La recepción de la tecnología minera española en las minas de Huancavelica, siglo XVIII. *Saberes andinos, ciencia y tecnología en Bolivia Ecuador y Perú*. Marcos Cueto (editor). Lima: Instituto de Estudios Peruanos.

¹⁴² "La peculiar geología del Cerro Rico, con vetas grandes, múltiples y muy concentradas hacia la cumbre, por tanto de fácil acceso, determinaron una rapidísima y barata explotación inicial que culminó con el auge de fines del siglo XVI. Pero a este siguió el rápido agotamiento y el inexorable descenso de la producción a lo largo del siglo XVII y el primer tercio del siglo XVIII." TANDETER Enrique. *Coacción y Mercado. La minería de plata en el Potosí colonial, 1692-1926*. Cusco: Centro de estudios regionales andinos Bartolomé de las Casas, 1992, p.19.

¹⁴³ CONTRERAS, Carlos. *La ciudad del mercurio. Huancavelica 1570 - 1700*. Lima: Instituto de Estudios Peruanos, 1982, p.13.

funcional en el virreinato peruano para facilitar y proteger el comercio además de asegurar el pago de los impuestos correspondientes a la corona por la extracción de metales¹⁴⁴.

2.3 SEÑORAS DEL AZOGUE Y LA PLATA.

La Real Orden de Carlos V, del 9 de diciembre de 1526, autorizó el descubrimiento y explotación de las minas a todos los vasallos del rey¹⁴⁵. En ella se estipulaba que los indios tuvieran los mismos derechos que los españoles y criollos¹⁴⁶, “[...] para descubrir, poseer y labrar minas de oro plata y mercurio”¹⁴⁷. Esta Real Cédula fue confirmada por Felipe II en 1568¹⁴⁸, y bajo el gobierno del Virrey Toledo en 1570, se autorizó a quien quisiera hacerlo, el descubrimiento y el laboreo de las minas de azogue¹⁴⁹. Las Ordenanzas de Toledo declararon libre el cateo y descubrimiento de minas, reglamentándose los beneficios a quienes los descubrieran, además de exonerar del tributo y demás servicios personales “[...] a los indios que descubrieran minas”¹⁵⁰. La Recopilación de Leyes de Indias, especialmente, la

¹⁴⁴ DARGENT, Eduardo. *La moneda peruana en el siglo XVII (Reflejo de una crisis)*. Lima: Cuadernos de Historia VII. Universidad de Lima, 1988, p.16.

¹⁴⁵ El derecho minero castellano fue recogido en la Recopilación de Leyes de Indias. MOLINA MARTÍNEZ, Miguel. *Legislación minera colonial en tiempos de Felipe II. XIII Coloquio de Historia Canario-Americana; VIII Congreso Internacional de Historia de America (AEA)* Francisco Morales Padrón (coord.), 2000, p.1015.

¹⁴⁶ En 1668 Martín de Marbre, criollo, solicitaba los privilegios correspondientes por ser el descubridor de una veta de azogue. Archivo General de la Nación, Colección Santa María Sta. 0091, 1668.

¹⁴⁷ DARGENT, Eduardo. *La moneda peruana en el siglo XVII (Reflejo de una crisis)*. Lima: Cuadernos de Historia VII. Universidad de Lima, 1988, p.16.

¹⁴⁸ “Es nuestra merced, y voluntad, que todas las personas, de cualquier estado, condición, preeminencia, o dignidad, españoles e Indios, nuestros vassallos, puedan sacar, oro, plata, azogue, y otros metales por sus personas, criados, o esclavos en todas las minas, que hallaren o donde quisieren, y por bien tuvieren, y los coger, y labrar libremente sin ningún genero de impedimento, habiendo dado cuenta al Governador, y Oficiales Reales para el efecto contenido en la ley siguiente, por manera, que las minas de oro, plata, y los demás metales sean comunes a todos...”. RECOPIACIÓN DE LEYES DE LOS REINOS DE INDIAS. Del Descubrimiento y Labor de Minas. T. II Libro IV. Tít. XIX, 1774.

¹⁴⁹ FLORENTINO MEZA, Máximo. *Historia de las Minas de Huancavelica*. Tesis para obtener el grado de Bachiller en Humanidades. Lima: Universidad Católica del Perú, 1943, p.14.

¹⁵⁰ “Era práctica, y autorizada por la ley, la de eximir de tributo y servicios personales a los indios que descubrieran minas”. TANDETER Enrique. *Coacción y Mercado. La minería de plata en el Potosí colonial, 1692-1926*. Cusco: Centro de estudios regionales andinos Bartolomé de las Casas, 1992, p. 34.

referida a los sistemas de explotación y del régimen laboral¹⁵¹, recoge gran parte del corpus jurídico colonial sobre la actividad minera autorizando a cualquier persona libre sin importar su condición, españoles e indios, a descubrir, extraer y beneficiar oro, plata, azogue y otros metales útiles sin tener ningún tipo de impedimentos¹⁵².

La confirmación de la autorización real permitió, no sólo a los indios, sino también a las mujeres indígenas, la participación activa y directa en las actividades minero-metalúrgicas, incluidas actividades más sencillas, pero no menos importantes. A principios del siglo XIX, el naturalista Tadeo Haencke las observó participando de las labores menores de un ingenio minero, alimentando los hornos con estiércol de ovejas y camélidos por cuya labor recibían un salario de tres reales¹⁵³.

En los asientos mineros cercanos a Huancavelica y Hatunsulla, ubicados en la provincia de Castrovirreyna en 1563, se registra la presencia de dos mujeres indígenas dedicadas a la labor minera, una de ellas: Isabel Asto, conducía su ingenio con gran éxito¹⁵⁴. El caso de Isabel Asto demuestra que no todos los indígenas se oponían al laboreo de las minas; la minera india arrendaba y trabajaba por su cuenta y con sus indios una mina y un ingenio minero en Huancavelica, teniendo tanto éxito en su labor que llegó a casar a sus dos hijas con dos españoles, Pedro Jerónimo de Cárdenas y Juan Navarro¹⁵⁵. En efecto, se encuentran no sólo mujeres indígenas, sino también criollas y españolas directamente involucradas en la actividad minero-metalúrgica. El caso de Pedro de Abellaneda, casado con Doña Leonarda de la Vega, ambos avecindados en Huancavelica, muestra como los derechos sobre la propiedad se realizan conjuntamente para administrar una mina que tenía asignada una dotación de

¹⁵¹ MOLINA, Miguel. *Legislación minera colonial en tiempos de Felipe*. XIII Coloquio de Historia Canario-Americana; VIII Congreso Internacional de Historia de America. Francisco Morales Padrón (Coord). Las Palmas de Gran Canaria: Cabildo de Gran Canaria, 2000, p. 1014.

¹⁵² RECOPIACIÓN DE LEYES DE INDIAS, T. II, Lib, IV, Tít. XIX, Ley 1, 1774.

¹⁵³ HAENCKE, Tadeo. *Descripción del Perú*. Lima: Imprenta de "El Lucero". 1901, p.135.

¹⁵⁴ PATIÑO, Mariano. *Huancavelica Colonial. Apuntes históricos de la ciudad minera más importante del virreinato peruano*. Lima: Edición Huancavelica. 2001, p. 105.

¹⁵⁵ CONUP. *Guamanga, una larga historia*. Huamanga: Consejo Nacional de la Universidad Peruana - CONUP, 1974, p.157.

stetenta mitayos y, que dejó en herencia el padre de Doña Leonarda, el minero Marcos García de la Vega y su mujer doña Francisca Ruiz de Bustillo, considerando sus derechos, al amparo del asiento efectuado con el Conde de Chinchon y que “(...) pertenecen a la dicha doña leonarda de la vega su mujer la quarta parte de la administración de los dichos setenta indios con mas cinco y medio por donaçion que a hecho la dicha doña françisca Ruiz de bustillos”¹⁵⁶. La minera Francisca Barea era propietaria de dos minas y empleaba en su labor a treintaidós mitayos, poseía además dos cabezas de ingenio y cuatro mitayos en una hacienda. Otra minera; Thomasa Marines poseía dos minas y tenía asignados seis mitayos.¹⁵⁷

Una de las principales mineras de Huancavelica, Isabel de Obregón, viuda de Bartolomé Díaz asumió las riendas de su ingenio minero y, en 1592 su importancia era tal que su ingenio produjo tres mil quintales, tres arrobas y ocho libras de azogue¹⁵⁸, cantidad superior a lo declarado por otros mineros y obtenido bajo el sistema de las jabecas. Otra de las mineras, Marta de Salazar, viuda de Francisco López, ingresó a la Real Caja de Huancavelica: catorce quintales y una arroba de azogue de los cuales se comprometió a [...] entregar factura del azogue”¹⁵⁹.

La gran producción de azogue del ingenio de la minera Isabel de Obregón respecto a lo obtenido en otros ingenios de Huancavelica en 1592, se observa en la siguiente tabla:

¹⁵⁶ BIBLIOTECA NACIONAL DEL PERÚ, BN B868 – 1642. *En la Villa de guancavelica en v[ei]nte y cuatro días del mes de março de mil y siscientos (sic) y cuarenta y dos años parescio presente Don Pe[dr]o de Mendoza caballero profeso en la horden de calatrava gobernador desta villa.*

¹⁵⁷ CONTRERAS, Carlos. *La Minería en el Perú en la época colonial tardía, 1700-1824. Compendio de Historia Económica del Perú.* Tomo 3. Lima: Banco Central de Reserva del Perú – IEP, 2010.

¹⁵⁸ Azogue extraído con algún proceso previo a la introducción del método de Lope de Saavedra, posiblemente, el de las jabecas.

¹⁵⁹ Con un total declarado de “[...] treinta quintales dos arrovas y ocho libras de açogue bruto de los quales pertenecieron (sic) a su majestad 6 quintales once libras de açogue.”

TABLA N°1

Mineros del azogue en Huancavelica (1592)

Mineros de azogue	Quintales	Arrobas	Libras
Isabel de Obregón	3000	3	8
Antonio de Aranda	3	3	0
Alonso de Arroyo	6	0	6
Juan de Mercadillo	2	1	0

FUENTE: Elaborado en base a: “Cargo del açogue que metido en el almalzen real de Huancavelica por particulares personas mineros por quenta del acogue deven a carlos corzo y compañía factores que han sido del acogue de su majestad en el asiento de Huancavelica en este presente año de mil quinientos y noventa y dos annos.” Archivo General de la Nación. A.G.N. Minería Legajo No 56 año 1592.

Existen otros casos de participación femenina en las actividades mineras en el período analizado, un antecedente temprano se encuentra en la participación de Doña Jerónima de Cháves, que a poco de la fundación, se convirtió en una de las primeras mujeres mineras de la Villa Rica de Oropesa. En 1561, Doña Jerónima registró una mina de azogue en el cerro llamado Tumutu a poca distancia de la mina Descubridora¹⁶⁰.

En 1592, encontramos la primera referencia al término “minera”, como actividad laboral, en la zona minera del azogue y en la persona de Doña Isabel de Obregón viuda de Bartolomé Díaz de Neda a cuenta de una deuda de su difunto marido a Carlos Corzo, comprometiéndose a pagar el quinto real al administrador Francisco de la Guerra y Céspedes¹⁶¹.

¹⁶⁰ “En Guamanga a 30 de Noviembre de 1561” Consta del registro de minas de la ciudad de Huamanga, fol. 141. PATIÑO, Mariano. *Huancavelica Colonial. Apuntes históricos de la ciudad minera más importante del virreynato peruano*. Lima: Edición Huancavelica. 2001.

¹⁶¹ “Cargo del açogue que metido en el almalzen real de Huancavelica por particulares personas mineros por quenta del acogue deven a carlos corzo y compañía factores que han sido del acogue de su majestad en el asiento de Huancavelica en este presente año de mil quinientos y noventa y dos annos”. Archivo General de la Nación. A.G.N. Minería Legajo No 56 año 1592.

Directamente involucrada en la administración de un asiento e ingenio minero, encontramos a la minera Losinda (sic) de Malaga, quien a treinta días del mes de octubre de mil seiscientos, anotaba en su “Libro de quenta y raçon de lo que boy gastando en el çerro y yngenio de el alferes Juan de Llamas”¹⁶², la compra de una “[...] zeri[n]ga para los indios enfermos del serro que me embio a pedir juan de abergo maiordomo”¹⁶³ por valor de cinco pesos y la compra de cinco reales de azúcar y tabaco para los operarios indígenas además de sobornarse al maestro u oficial mayor con treinta libras y media de azogue. A principios de noviembre de 1654 se transportaron al ingenio veinte fanegas de maíz u “[...] quarenta de coca que montan siento y quarenta pesos”¹⁶⁴. Esta fuente es rica en información de la vida cotidiana en un ingenio minero de azogue a principios del siglo XVII.

Un siglo más tarde, hacia 1715, Doña María Rita Zubizarreta de San Martín, se convertía en la más rica propietaria de minas en el asiento de Huancavelica y de otros asientos e ingenios del sur andino, pues la renta total de sus haciendas y minas alcanzaban los “[...] treinta mil duros”¹⁶⁵, minas e ingenios en las cuales se había introducido el horno busconil de Lope de Saavedra.

En el Alto Perú, las minas de Potosí¹⁶⁶, durante mucho tiempo fueron prácticamente el mercado único del mercurio de Huancavelica¹⁶⁷. Las vetas del cerro rico como la Veta de Diego Centeno incluían entre sus propietarios, a la minera Mariana de Flores y a las monjas del Convento de la Encarnación de

¹⁶² *Libro de quenta y raçon de lo que boy gastando en el çerro y yngenio de el alferes Juan de Llamas*. BNP B881- 1654. En este documento se describe una partida de herramientas y suministros necesarios para las labores de un asiento e ingenio minero.

¹⁶³ Ídem.

¹⁶⁴ Ibid.

¹⁶⁵ PATIÑO, Mariano. *Huancavelica Colonial. Apuntes históricos de la ciudad minera más importante del virreinato peruano*. Lima: Edición Huancavelica. 2001, p. 310.

¹⁶⁶ El precio del quintal de azogue puesto en Potosí, según la “*Descripción*”, era de 70 pesos corrientes mientras a la Corona le costaba en Huancavelica 40 pesos. GUMUCIO, Mariano. *El mundo desde Potosí: vida y reflexiones de Bartolomé Arzans de Orsúa y Vela (1676-1736)*. Santa Cruz: Banco Santa Cruz - Grupo Santander Central Hispano, 2000.

¹⁶⁷ La producción de esa mina entre 1571 y 1813 fue de alrededor de 1.115.000 quintales, con un valor de 82 millones de pesos, equivalentes a 17 millones de libras.

la ciudad de Los Reyes¹⁶⁸. A Mariana de Flores se le señalaron 15 indios mitayos, pero sólo se le dieron 5, mientras que a las monjas del Convento de La Encarnación se les señalaron 60 y se les dieron 8.

El asiento minero de Potosí, es uno de los escenarios que más registra la participación de las “minerías”. En la llamada Veta Rica, encontramos a María Vélez vecina de La Plata. En la Veta de los Flamencos, a Juana de Alcoba y la sociedad formada por Juan Guerra y Francisco de Salazar, Luis de Sayas y Juana de Alcoba viuda de Guillermo Diste, y una hija de un socio apellidado Moreno. En la Veta de Oñate entre los propietarios se hallaban Elena de Solís y Rodrigo de Quiroga. La veta de Oñate, por el socavón de Medina, la poseían Lope Sellino con veintidós varas de mina; y repartidos en la mina le correspondían a Luis Hernández diez varas, a Miguel de Rosas dieciocho y a María Ortiz diez varas¹⁶⁹.

La Veta de los Ciegos, se encontraban repartida entre la mujer de Garci Michel, Juan Gutierrez y Francisco Vasquez, asimismo en la Veta de San Andrés se encontraba Isabel de la Paz, propietaria de una mina de 30 varas. En la veta registrada por Guillermo Diste y Tomás de Ayala, se encontraba la sociedad formada por Juana de Alcoba, propietaria de cuarenta varas de mina y el indio Domingo Quenta, propietario de veinte varas de mina. En la Veta de Pedro de Valencia, a Isabel Clavijo, esposa de Baltasar de Villanueva. Guillermo Diste y su mujer, Juana de Alcoba eran propietarios de una veta de sesenta varas que se repartió al fallecer Guillermo Diste, entre los herederos y Juana de Alcoba¹⁷⁰.

¹⁶⁸ "La mina Laca (o Luca) Socavón, pertenecía a las señoras Luisa y Petronila Vásquez de Ayala y rindió también una gran producción en 1651. En 60 años de explotación produjo diez millones de pesos". TANDETER Enrique. *Coacción y Mercado. La minería de plata en el Potosí colonial, 1692-1926*. Cusco: Centro de estudios regionales andinos Bartolomé de las Casas, 1992, p. 40.

¹⁶⁹ "Indivisas y por partir". CAPOCHE, Luis. *Relación general de la Villa Imperial de Potosí. Biblioteca de Autores Españoles*. Estudio preliminar de Lewis Hanke. Madrid: Ediciones Atlas, 1959 [1585], p. 85.

¹⁷⁰ CAPOCHE, Luis. *Relación general de la Villa Imperial de Potosí. Biblioteca de Autores Españoles*. Estudio preliminar de Lewis Hanke. Madrid: Ediciones Atlas, 1959 [1585], p.90.

En la veta del indio Juan Chupacho, se encontraba una sociedad formada exclusivamente por indígenas: el propio Juan Chupacho, María Ortiz Picón, y Juan Picón que laboraban un pozo de ochenta estados. En la Veta de Mendieta la Vieja, eran propietarios de veinte varas de mina cada uno: Elena de Solís y don Luis Dávalos. Por último, en la veta de San Telmo, descubierta por Diego Rodríguez de Figueroa, se encontraban Francisco de Oruño, Jerónimo Pérez Valdés, y doña Mariana, hija de Diego Rodríguez¹⁷¹. Las hijas de Diego Rodríguez eran a su vez, propietarias de dos minas.

El poderoso Gremio de Azogeros de Potosí, al igual que los mineros de la Villa de Huancavelica, merced a la sólida red de relaciones sociales e intereses comerciales constituía la élite local y el principal grupo de poder, compuesto por alrededor de un centenar de personas, propietarias de 128 cabezas de ingenios, cuya producción diaria alcanzaba los 150 quintales de mineral¹⁷².

La propiedad de las minas y su explotación, permitió a los mineros y azogeros, dotar con sumas elevadas, tierra, ganado y diversas propiedades a sus hijas casaderas, cuyos matrimonios con hijos de familias igualmente opulentas, aseguraban además a las familias mayor poder económico y político. En 1579, el padre de la novia Plácida Eustaquia recibió como dote la suma de 2.300.000 pesos; en 1612 la hija de un general Mejía, recibió 1.000.000 y la novia “Catalina Argandoña, en 1629, 800.000 pesos y una hacienda con viñedos. Hasta 1629 se contaron más de ocho dotes sobre los 200.000 pesos”¹⁷³. En la Villa de Huancavelica y en Potosí, los Gremios de Mineros y el de Azogeros se convirtieron en el sector social y económico más importante y espléndido de las villas, red consolidada gracias a la sólida red de

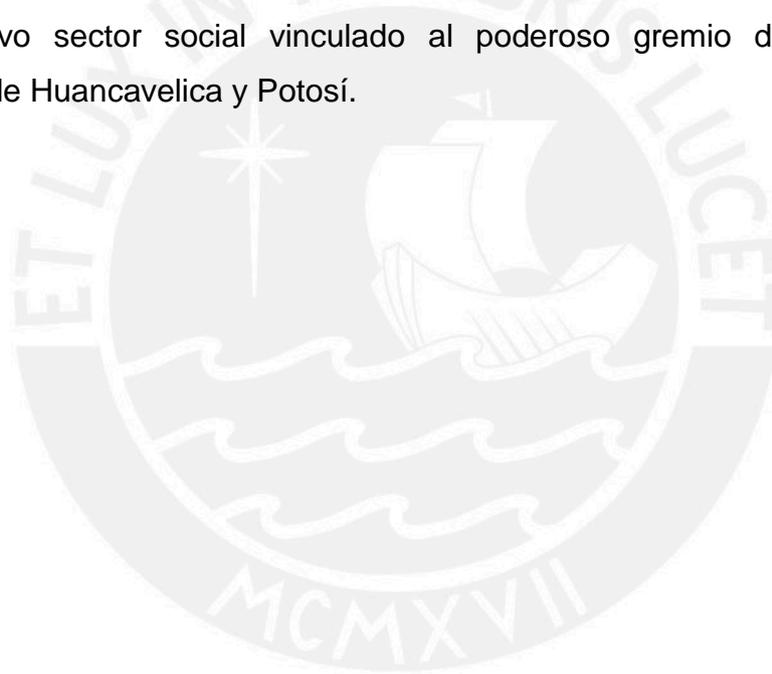
¹⁷¹ CAPOCHE, Luis. *Relación general de la Villa Imperial de Potosí. Biblioteca de Autores Españoles*. Estudio preliminar de Lewis Hanke. Madrid: Ediciones Atlas, 1959 [1585], p. 93.

¹⁷² GUMUCIO, Mariano. *El mundo desde Potosí: vida y reflexiones de Bartolomé Arzans de Orsúa y Vela (1676-1736)*. Santa Cruz: Banco Santa Cruz - Grupo Santander Central Hispano, 2000, p. 25.

¹⁷³ Ídem, p. 25.

alianzas construidas: vínculos y alianzas familiares e intereses comerciales comunes.

La minería se convirtió en una actividad económica fundamental para el régimen colonial, por lo que desde un principio, la corona española reglamentó su desarrollo. La legislación colonial permitió a los indígenas participar de las actividades mineras, sin embargo, los casos de participación femenina en las actividades minero metalúrgicas no fueron infrecuentes, participando en ellas, no sólo mujeres indígenas, sino también criollas y españolas. El incremento de la producción de azogue, gracias a la introducción de nuevos métodos de procesamiento del azogue y su control y comercialización, permitió la formación de un nuevo sector social vinculado al poderoso gremio de mineros y azogeros de Huancavelica y Potosí.



CAPÍTULO III

LA EXPANSIÓN DEL MÉTODO DE LOS HORNOS BUSCONILES EN EL ÁREA MINERA DEL AZOGUE: 1630-1650.

3.1 EL AZOGUE O MERCURIO Y EL BENEFICIO DEL CINABRIO

El mercurio o azogue como era conocido en el período de estudio, es un metal pesado de color plata brillante, cuenta con una densidad de 13.96 g/cm^3 , un bajo punto de fusión de sólo $38.9 \text{ }^\circ\text{C}$ y ebulliciona o hierve a una temperatura de $357 \text{ }^\circ\text{C}$ a nivel del mar. Tiene la propiedad de combinarse rápidamente con el azufre a temperatura normal y de formar amalgamas con todos los metales excepto el hierro, el níquel, el cadmio, el aluminio, el cobalto y el platino. El mercurio era conocido en Europa desde tiempos antiguos; los griegos lo conocían como “hidrargiro” o plata líquida; los romanos como líquido eterno¹⁷⁴ “hidrargirum” o plata viva, pero sólo obtenían de él el bermellón como pigmento. Fueron los árabes quienes lo llamaron “azoq”, término de origen persa, y quienes introdujeron el uso de los aludeles, vasijas de arcilla a modo de ollas aovadas sin fondo que se usaban como condensadores en la elaboración de perfumes y que se utilizaron en los procesos de destilación de los minerales de cinabrio, cuyos mayores yacimientos se encontraban en Almadén, Idria y Huancavelica.

Tradicionalmente se ha obtenido el mercurio metálico (Hg) a partir del tratamiento metalúrgico del cinabrio, basado en la propiedad que tiene de

¹⁷⁴ SAEZ Y PALACIOS, Rafael. *Tratado de química inorgánica*. Tomo segundo: Madrid: Carlos Bailly-Bailliere, 1869, p. 172.

volatilizarse a baja temperatura a partir de los minerales de cinabrio (HgS)¹⁷⁵; un sulfuro de mercurio de color rojo violáceo y peso específico de 8.1, en una proporción de 82.2 % del metal y 13.8 % de azufre. El mineral de cinabrio tiene un contenido medio de mercurio del 0,1 al 4 % pero sus formas cristalizadas superan largamente ese porcentaje, lo que posiblemente era el caso de los minerales de Huancavelica hasta el extravío de la veta principal de cinabrio a mediados del siglo XVII. Tras ser fragmentado o triturado, se procede a la tostación o caldeo del mineral de cinabrio a una temperatura cuyo rango se encuentra entre los 250°C a 300 °C¹⁷⁶ para conseguir su evaporación. El calor produce una reacción por la que el sulfuro de mercurio o cinabrio se descompone en dióxido de azufre (SO₂) y vapor mercurial (Hg) de acuerdo a la siguiente reacción química:



El mercurio vaporizado es altamente tóxico, por lo que el proceso debe realizarse en instalaciones metalúrgicas adecuadas, que utilizan en principio, una fuente de calor, la carga de los minerales a procesar convenientemente dispuestos en cámaras, vasos u hornos para el caldeo del cinabrio, el sistema de enfriamiento para la condensación de los vapores mercuriales o azogue y un sistema de evacuación de los gases sulfurosos. Obtenido el azogue o mercurio, este debía enfriarse y almacenarse cuidadosamente en recipientes o vasijas de barro vidriadas y en envases de hierro para su transporte marítimo, especialmente desde Europa hacia América, haciéndose uso también de zurrone de cuero o badanas para el transporte del azogue entre Huancavelica y Potosí¹⁷⁷, atadas entre sí a razón de cuarenta libras o un

¹⁷⁵ FRAXNO Y PALACIO, Claudio y otros. *Tratado de química*. Tomo III. Madrid: Imprenta de Don Alejandro Gómez Fuentenebro, 1844, p. 237.

¹⁷⁶ TEJERO-MANZANARES, J y otros. La metalurgia del mercurio en Almadén: desde los hornos de aludeles a los hornos Pacific. *Revista de Metalurgia*. Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas, Vol.50, N°4, 2014.

¹⁷⁷ Archivo General de la Nación. A.G.N. Minería L. 56. *Juan de Sotomayor. Teniente de registro y juez de comision 20 feb. 1589 en la Villa de Oropesa*. Francisco de Guzman y Juan de Pendones, vecinos de Potosí otorgaron poder a Carlos Corzo el 31 de diciembre de. 1579 para transportar azogue en badanas y zurrone, vía el puerto de Pisco hacia Potosí.

quintal por cada atado formado por cuatro zurrone de cuero o badanas el cual se denominaba “grande”. El azogue procedente de Huancavelica se transportaba en los atados llamados “chicos”, formados por dos zurrone de cuero o badanas que sumaban en conjunto, alrededor de treinta libras denominados maitos¹⁷⁸. Por lo tanto, se podía transportar de 12 a 15 libras de azogue en cada zurrón de cuero, muchos de los cuales procedían del reino de Chile de las que se hacía gran “(...) remisión de badana e hilo de tralla para el beneficio del azogue”¹⁷⁹.

En Huancavelica, el azogue o mercurio, se encuentra bajo la forma de sulfuro de mercurio o cinabrio, hallándose ocasionalmente trazas o gotas de metal nativo. Otra variedad, el rejalgar, también rojiza y de estructura cristalina, contenía una combinación de mercurio y arsénico, circunstancia que podía afectar el proceso de beneficio. La mina de mercurio peruana más conocida fue la de Santa Bárbara en Huancavelica, que se encontraba asociado a una matriz de cuarzo y carbonato de cal ferruginoso. Se han ubicado yacimientos de Cinabrio en Antocallana sobre la laguna de Lauricocha en Quipan, cerca de Cerro de Pasco, Chonta, Huánuco, Ancash, Puno, y en otros lugares¹⁸⁰. Aún a comienzos del siglo XX, ya agotadas las vetas principales en el yacimiento de Huancavelica, el cinabrio se podía presentar, desmenuzado como polvillo, con una ley variable de 4% a 30%¹⁸¹ y como inclusiones en los minerales o rosicler, no siendo infrecuente su presencia en trozos conglomerados de cinabrio puro cuya ley superaba el 80%, restos de la antigua veta principal de azogue.

3.2 EL BENEFICIO DE LOS MINERALES

¹⁷⁸ RIVERA, Mario. Arica en las rutas de tráfico de Potosí. *Revista chilena de antropología*. Nº 13. Santiago: Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Sociales, 1995.

¹⁷⁹ AGN. Colección Santamaría, Sta 0096, 1678.

¹⁸⁰ RAIMONDI, Antonio. *Minerales del Perú*. Lima: Imprenta del Estado. 1878, pp. 161-162. PETERSEN, Georg. *Mining and Metallurgy in Ancient Perú*. Boulder: The Geological Society of America, 2010, p. 4.

¹⁸¹ ARANA, Pedro. *Las minas de azogue del Perú*. Lima: Imprenta de “El Lucero”, 1901 p. 3.

La minería colonial comprendía específicamente el proceso de extracción de los minerales de las vetas. La metalurgia hace referencia específicamente al proceso de beneficio de los minerales. En términos generales, en la minero-metalurgia del período colonial se encuentran dos procesos articulados: la fase primaria de extracción, actividad que requería el concurso de un gran número de operarios para obtener los materiales útiles de las vetas y la selección final de los minerales a procesar y la segunda fase que comprende la obtención final del mineral, previa separación de los minerales de desecho que conforman el mineral en bruto, proceso que procura el más alto grado de pureza del mineral (o ley), el cual es denominado frecuentemente como método de beneficio, como se registra en las fuentes documentales. Especialmente en la minero-metalurgia de la plata, el proceso se divide a su vez en dos partes: la primera de ellas consiste en la limpieza y fragmentación del material extraído y posteriormente, dependiendo del mineral a tratar, una trituration más elaborada mediante la utilización de mazos o “batanes”, y molinos hasta obtener el mineral pulverizado o “harina”. Una vez obtenido el material y luego de ser seleccionado y triturado pasaba a la segunda parte del proceso consistente en el beneficio propiamente dicho del mineral para la obtención del metal.

3.3 ANTECEDENTES DE LA ACTIVIDAD MINERO-METALÚRGICA DEL AZOGUE EN EL AREA ANDINA.

En el área andina, desde tiempos prehispánicos, la obtención del bermellón o llampi se efectuaba en pequeños hornos llamados “toco chimpos”, los cuales servían para beneficiar pequeñas cantidades de mineral de cinabrio triturado (Figura N°2), siendo construidos a base de barro, adobes y piedras, de forma hemiesférica¹⁸² y con una altura no mayor a un metro¹⁸³.

¹⁸² BARGALLÓ, Modesto. *La amalgamación de los minerales de plata en Hispanoamérica colonial, con una ofrenda a Alvaro Alonso Barba*. México: Compañía Fundidora de Fierro y Acero de Monterrey, 1969, p. 97.

¹⁸³ Una vara es una unidad de medida española que equivale a tres pies o cuatro palmos u 83,6 centímetros. HEMMING, John. *The Conquest of the Incas*. Londres: Abacus, 1972, p. 518.

Figura N°2

Restos de un horno tocochimpo



Figure 2. Possible tocochimbo located during excavation of an early colonial structure near the site of HuA1 (see map).
Figura 2. Posible tocochimbo ballado durante la excavación de una estructura colonial temprana, cerca del sitio HuA1 (ver mapa).

Figura N°2. Posibles restos de un Tocochimpo o tocochimbo, hornos de origen andino, utilizados en la explotación minera metalúrgica del período colonial temprano. Tomado de: Van Buren, Mary & Cohen, Claire R. Technological Changes In Silver Production After The Spanish Conquest In Porco, Bolivia. En: *Boletín del Museo Chileno de Arte Precolombino* Vol. 15, N° 2, 2010, p. 32.

En cuanto a los usos prácticos de la minería y metalurgia del azogue, las civilizaciones andinas utilizaron el mineral de cinabrio o “llampi”¹⁸⁴, (también

¹⁸⁴ se utilizaban el ychma y el llampi: “[...] *el ychma que es el cinabrio, y el llampi (óxido de hierro) de que se servían para pintarse...*”. DE RIVERO Y USTARIZ, Mariano. *Colección de memorias científicas e industriales publicadas en distintas épocas*. Bruselas: Imprenta de H. Goemare, 1858, p.167. “[...] *Los Ingas, reyes del Perú, y los indios naturales de él labraron gran tiempo las minas del azogue, sin saber del azogue, ni conocelle, ni pretender otra cosa sino este minio o bermellón que ellos llaman llampi*”. ACOSTA, José. *Historia natural y moral de las Indias*. Madrid: Ramón Anglés. Libro Cuarto, Cap. XI, 1894[1590], p. 333. Acosta confunde el cinabrio con el minio o plomo rojo, el cual es un tetróxido de plomo también denominado azarcón, un óxido de plomo de color anaranjado o rojo.

llamado indistintamente limpi¹⁸⁵, ílimpy, ichina, paria, puca limpi, llimpicuna, ychma, ichma o chama¹⁸⁶), además de otros minerales rojizos como el óxido de hierro, machacando y reduciendo a polvo el cinabrio y mezclándola con grasa de camélidos hasta formar una pasta o unguento. El cronista Garcilaso de la Vega sostiene que el cinabrio es el llampi o llimpi¹⁸⁷ utilizado por los indígenas; tal confusión se debe a que los indígenas hacían extensivo la denominación “llampi” aplicándola a todo mineral o metal rojizo. A partir del cinabrio¹⁸⁸, se elaboraba un cosmético de uso exclusivo entre las pallas o mujeres de sangre real quienes lo utilizaban como afeite “[...] en las fiestas y ceremonias, pintándose una raya del ancho de una paja, desde el ángulo externo de los ojos hasta las sienes”¹⁸⁹. El uso del bermellón o llampi se limitó a los aspectos rituales y cosméticos; lo utilizaban los guerreros y los soldados para pintarse el rostro de rojo o “embijarse”¹⁹⁰ durante las campañas bélicas.

Se ha reportado el hallazgo en Huancavelica de restos de vasijas de arcilla, hecha a modo de tubos de barro cocido de posible origen prehispánico¹⁹¹, considerando su posible uso en la destilación del mercurio, sobre un canal a modo de hornilla y calentado con la hierba altoandina llamada ichu¹⁹², disponiendo los tubos de arcilla en filas, en los cuales se condensaba, no el mercurio metálico sino el bermellón o sulfuro de mercurio. Como

¹⁸⁵ BERRY, Edward W. y Joseph SINGEWALD. *The geology and paleontology of the Huancavelica mercury district*. Baltimore: The Johns Hopkins Press, 1922, p.20.

¹⁸⁶ PETERSEN, Georg. *Mining and Metallurgy in Ancient Perú*. Boulder: The Geological Society of America, 2010, p. 4.

¹⁸⁷ DE LA VEGA, Garcilaso. *Comentarios Reales de los Incas*. Lima: Librería Internacional del Perú, 1959[1609].

¹⁸⁸ ROMERO, Emilio. *Historia Económica del Perú*. Tomo II. Buenos Aires: Editorial Universo, 1949.

¹⁸⁹ DE RIVERO Y USTARIZ, Mariano. *Colección de memorias científicas e industriales publicadas en distintas épocas*. Bruselas: Imprenta de H. Goemare, 1958, p.167.

¹⁹⁰ En Referencia a la *Bixa Orellana* o Achiote cuya semilla se encuentra rodeada de una sustancia rojiza o bixina que mezclada con grasa sirve para los mismos propósitos.

¹⁹¹ GASTELUMENDI, A. C. 1920. Huancavelica como región productora de mercurio. *Anales del Congreso Nacional de la Industria Minera*, tomo II. Lima: Imprenta Torres Aguirre, 1920 y PATIÑO, Mariano. *Huancavelica Colonial. Apuntes históricos de la ciudad minera más importante del virreinato peruano*. Lima: Edición Huancavelica. 2001.

¹⁹² La presencia de las especies llamadas ichu, se entiende como las correspondientes a *Stipa obtusa* y *Stipa ichu*. El primero es una gramínea perenne, de 25 a 45 cm. de alto, la segunda especie alcanza una altura de 0.50 a 1.0 m. ONERN. *Inventario y evaluación de los recursos naturales de una zona altoandina del Perú. Departamento de Huancavelica*. Vol I. Lima: ONERN, 1984, p.139.

resultado de este proceso quedaban como residuos o subproductos las escorias y el ponti o bermellón utilizado como afeitado entre las mujeres andinas del período prehispánico.

3.4 HUANCAVELICA Y EL AREA MINERA DEL AZOGUE

La Villa Rica de Oropesa de Huancavelica, fue fundada en 1572, durante el gobierno del Virrey Don Francisco de Toledo, hijo segundo del Conde de Oropesa. Ubicada a sesenta leguas de Lima¹⁹³, originalmente un campamento minero, “[...] en una quebrada que hace la Cordillera, es de las Ciudades más grandes de aquel Reyno, muy rica, y bien poblada, de temperamento sumamente frío, y cielo inconstante todo el año, porque unos días llueve y otros hiela, y a veces en un mismo día, y con tempestad de truenos, rayos y granizos”¹⁹⁴. De acuerdo a las descripciones tempranas de Huancavelica¹⁹⁵, y para atestiguar su importancia, en ella se encontraba el mayor yacimiento de azogue americano y uno de los mayores yacimientos de cinabrio del mundo, cuya producción abastecía la demanda de los ingenios de plata del virreinato peruano e incluso llegó a ser enviada a los mineros de la Nueva España, en donde escaseaba y donde se hacía uso del azogue en el beneficio de los minerales de plata¹⁹⁶. Pronto el asiento minero comenzó a poblarse de españoles y de indios llegados de las provincias cercanas para trabajar en el

¹⁹³ DE LEÓN PORTOCARRERO, Pedro. *Descripción del Virreinato del Perú*. Lima: Universidad Ricardo Palma. Editorial Universitaria, 2009, p. 73.

¹⁹⁴ ALCEDO, Antonio. *Diccionario geográfico- histórico de las Indias occidentales o América*. Tomo II. Madrid: Imprenta de Manuel Gonzalez, 1787, pp. 279-280.

¹⁹⁵ “[...] se descubrieron, creo en tiempo que gobernaba el Marqués de Cañete, de buena memoria, o al fin de su gobierno y principio del Conde de Nieva, las minas que llaman del azogue, en un valle llamado Guancavilca, asaz fría, porque está en medio de la cordillera de las Sierras Nevadas que atraviesan todo este reino...” LIZÁRRAGA, Reginaldo de. *Descripción Colonial*. Buenos Aires: Librería la Facultad, 1916[1605], p. 188. MURÚA (2001[1613]) sostiene que fue llamada Huancavilca por una batalla librada entre el ejército de Huaman Inga contra las tropas locales capitaneadas por Huanca cerca de un cerro llamado Villca.

¹⁹⁶ “Porque como está dicho, el azogue apura la plata, aunque sea pobre, y de poca ley, y seca, lo cual no hace fundición de fuego”. ACOSTA, José. *Historia natural y moral de las Indias*. Madrid: Ramón Anglés. Libro Quarto, Cap. XI, 1894[1590], p. 316.

laboreo de las minas¹⁹⁷. Hacia 1620, la Villa Rica de Oropesa de Huancavelica, contaba con cerca de 2000 vecinos, españoles y criollos sin contar los cerca de tres mil indios que trabajaban en las minas, “[...] y nunca faltan mercaderes y otras gentes que vienen a tratar en la villa”¹⁹⁸.

En cuanto al yacimiento de cinabrio de Huancavelica, éste se concentró en una extensa zona de mineralización¹⁹⁹ que comprendía el cerro de Santa Bárbara²⁰⁰ (Ver anexo 2), en un espacio de aproximadamente 18 leguas o 100 kilómetros al norte, y 10 leguas o 55.7 kilómetros al sur de la Villa de Huancavelica²⁰¹, cuyo socavón principal²⁰² se encontraba a casi “[...] 200 varas por debajo de la superficie, penetra en la roca unas 600 varas; durante las primeras 200 es tan alta y ancha que un hombre a caballo puede cabalgar en su interior”²⁰³. La zona de mineralización del cinabrio se extendía, desde el pueblo de Palcas hasta el de Huachocolpa, cubriendo una extensión de 65 kilómetros²⁰⁴ y podía encontrarse mineral de cinabrio en más de cuarenta cerros alrededor del cerro de Santa Bárbara²⁰⁵, en dirección sur: en los cerros

¹⁹⁷ ACOSTA, José. *Historia natural y moral de las Indias*. Madrid: Ramón Anglés. Libro Cuarto, Cap. XI, 1894[1590], p. 214.

¹⁹⁸ Pedro de León fue un portugués que, hacia 1620, se encontraba en el Perú y fue testigo directo del sistema empleado en Huancavelica. DE LEÓN PORTOCARRERO, Pedro. *Descripción del Virreynato del Perú*. Lima: Universidad Ricardo Palma. Editorial Universitaria, 2009, p. 73.

¹⁹⁹ BERRY, Edward W. y Joseph SINGEWALD. *The geology and paleontology of the Huancavelica mercury district*. Baltimore: The Johns Hopkins Press, 1922.

²⁰⁰ “Y no sólo los indios, más ni aún los españoles conocieron aquella riqueza por muchos años, hasta que gobernando el licenciado Castro el Perú, el año de sesenta y seis y sesenta y siete se descubrieron las minas de azogue”. ACOSTA, José. *Historia natural y moral de las Indias*. Madrid: Ramón Anglés. Libro Cuarto, Cap. XI, 1894[1590], p. 334.

²⁰¹ DE RIVERO Y USTARIZ, Mariano. *Memoria sobre la mina de Azogue de Huancavelica y de la Chonta*. Lima: Colección de memorias científicas, agrícolas e industriales, 1848. Véase a BERRY, Edward W. y Joseph SINGEWALD. *The geology and paleontology of the Huancavelica mercury district*. Baltimore: The Johns Hopkins Press, 1922, p. 19.

²⁰² En referencia a la mina descubierta por un indio de Amador de Cabrera, llamado Navincopa, del pueblo de Acoria o “[...] de Todos los Santos, la cual es un peñasco de piedra durísima empapada toda en azogue de tanta grandeza, que se extiende por ochenta varas de largo y cuarenta de ancho, y por toda esta cuadra está hecha su labor en hondura de setenta estados, y pueden labrar en ella más de trescientos hombres juntos, por su gran capacidad”. ACOSTA, José. *Historia natural y moral de las Indias*. Madrid: Ramón Anglés. Libro Cuarto, Cap. XI, 1894[1590], p. 335.

²⁰³ WITT, Heinrich. *Un testimonio personal sobre el Perú del siglo XIX*. Volumen I (1824-1842). Lima: Banco Mercantil, 1992, p. 227.

²⁰⁴ SAMAMÉ, Mario. *El Perú minero*. Tomo I. Lima: Editora Perú, 1979.

²⁰⁵ DE RIVERO Y USTARIZ, Mariano. *Memoria sobre la mina de Azogue de Huancavelica y de la Chonta*. Lima: Colección de memorias científicas, agrícolas e industriales, 1848.

de Santa Bárbara, Trinidad, Titicaca, Calvario, Carnicería, Azul-cocha, Sillacasa, Terciopelo, Miguel-pata, Chontaila, Huachocolpa, Ticllacocha, Huatupa, Huaman raco y Ccollarcocha. En dirección oeste los cerros Chochumpla, Minilla o San Francisco, Cabramachay, Paloma, Ayamachay, Parcco-cancha, Tupsa, Ccello-cello, San Jerónimo, Tesorero y Quishuar. En dirección nor-este el cerro de Tacracancha. Al norte: Chuchan-cruz, Quistiquicha, Santa Teresa, Hasanguia, Farallón y Potocchi. Al Nor-oeste Chaclatana, Paria, Laria, Ccorisduto y Ccero y, en dirección Nor-nor-oeste los cerros de Aman-pata, Cuchimachay, Sinchilla y Yana-padre²⁰⁶.

En los alrededores del cerro, en las laderas próximas a las bocaminas e incluso en los alrededores del núcleo urbano de la Villa, se ubicaban los ingenios mineros y sus hornos. En el cerro de Santa Bárbara, el centro extractivo-productivo del azogue, a casi 4,400 m.s.n.m., no muy lejos de la Villa de Oropesa²⁰⁷, se encontraban los socavones de las minas cuyo socavón principal conducía a una intrincada red de túneles y cortes en dirección a la veta principal que tenía “[...] 80 varas de ancho y de la que se había extraído inmensas cantidades de mercurio, tenía tantas vías, sendas y cortes como el mismo pueblo de Huancavelica”²⁰⁸. Se conoce que en el interior de la mina existían además, casas y capillas y de dar fe a la leyenda, en ella se efectuaron corridas de toros. El socavón principal se excavó durante 26 años junto con otras siete entradas, socavones y pozos de ventilación.

Un núcleo urbano fue creciendo al influjo de la minería del azogue. El asiento minero dio paso a la Villa de Huancavelica cuyo circuito comercial involucraba a diversos sectores productivos, cuyas actividades económicas seguían el ritmo de la explotación del azogue²⁰⁹. El mineral era transportado en caravanas de camélidos y recuas de mulas hacia los ingenios mineros andinos

²⁰⁶ ARANA, Pedro. *Las minas de azogue del Perú*. Lima: Imprenta de “El Lucero”, 1901.

²⁰⁷ “A media legua de la villa”. DE LEÓN PORTOCARRERO, Pedro. *Descripción del Virreynato del Perú*. Lima: Universidad Ricardo Palma. Editorial Universitaria, 2009, p. 73.

²⁰⁸ WITT, Heinrich. *Un testimonio personal sobre el Perú del siglo XIX*. Volumen I (1824-1842). Lima: Banco Mercantil, 1992, p. 227.

²⁰⁹ CONTRERAS, Carlos. *La ciudad del mercurio. Huancavelica 1570 - 1700*. Lima: Instituto de Estudios Peruanos, 1982, p.13.

ávidos del preciado insumo y embarcados por el puerto de Pisco, cubriendo una distancia de 370 kilómetros y cinco días a lomo de mula²¹⁰ hacia la ruta Arica-Potosí²¹¹, llegando a abastecer, durante un cierto período a las minas de plata novohispanas.

3.5 CONDICIONES GEOGRÁFICAS, AMBIENTALES Y ENERGÉTICAS DEL BENEFICIO DEL AZOGUE EN HUANCAMELICA.

Las condiciones geográficas y ambientales de Huancavelica, como la presión atmosférica y el tipo de combustible disponible, determinaron las peculiares condiciones de extracción y procesamiento de los minerales de cinabrio y la obtención del azogue. A fines del siglo XVI, José de Acosta describía, con suma interés, los efectos que la rarefacción del aire en las alturas andinas²¹² tenía sobre las actividades humanas cuya acción se evidenciaba, sobre todo, en quienes ascendían a los andes, cordillera “[...] que corre a larga más de quinientas leguas, y por donde quiera que se pase se siente aquella extraña destemplanza”²¹³. En Huancavelica, por efecto de la reducción de la presión atmosférica (483 mm Hg frente a los 751 mm Hg en Lima), el mercurio entraba en ebullición a 331 °C. Por ello, cuando se introdujo el método de los hornos busconiles, sólo era necesario el 95 por ciento del suministro de energía respecto a los hornos de Almadén²¹⁴ sin necesidad de

²¹⁰ BERRY, Edward W. y Joseph SINGEWALD. *The geology and paleontology of the Huancavelica mercury district*. Baltimore: The Johns Hopkins Press, 1922, p. 16.

²¹¹ RIVERA, Mario. Arica en las rutas de tráfico de Potosí. *Revista chilena de antropología*, N° 13. Santiago: Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Sociales, 1995.

²¹² “Quiero declarar un efecto extraño que hace en ciertas tierras de Indias el aire o viento que corre, que es marearse los hombres con él, no menos, sino mucho más que en la mar”. ACOSTA, José. *Historia natural y moral de las Indias*. Madrid: Ramón Anglés. Libro Tercero, Cap. IX, 1894[1590], p. 206.

²¹³ Francisco Carrillo Espejo. *Cronistas que describen la colonia. Las relaciones geográficas. La extirpación de idolatrías*. Serie Enciclopedia Histórica de la Literatura Peruana 5, Lima: Ed. Horizonte, 1990, p. 96-97. ACOSTA, José. *Historia natural y moral de las Indias*. Madrid: Ramón Anglés. Libro Cuarto, Cap. XI, 1894[1590], p. 334.

²¹⁴ “La altura también influenció el proceso de destilación del mercurio, Al nivel del mar el mercurio hervía a 630°K (357 °C), pero en Huancavelica la reducción en la presión atmosférica significaba que el mercurio se volatilizaba a aproximadamente 604 °K (331 °C)”. BROWN, Kendall. La recepción de la tecnología minera española en las minas de Huancavelica, siglo XVIII. *Saberes andinos, ciencia y tecnología en Bolivia Ecuador y Perú*. Marcos Cueto (editor). Lima: Instituto de Estudios Peruanos, 1995.

contar con un suministro constante de leña gracias a la presencia en el área de otros elementos combustibles.

La crónica escasez de leña²¹⁵, cuya fuente más cercana se encontraba a 3 o 4 leguas (cerca de 22 kilómetros), hizo que el combustible necesario para alimentar los hornos²¹⁶, especialmente los hornos de jabecas que consumían elevadas cantidades de leña, se supliera con taquia o excremento de camélidos y ovinos²¹⁷, bosta de vacunos, yareta²¹⁸ (*azorella sp.*) y de champa; una especie de turba formada por la especie *Distichia muscoides* que crece alrededor de los 4500 metros en zonas pantanosas y sin musgo²¹⁹. En los ingenios de Huancavelica, ubicados a considerable altitud, la tostación o caldeado de los minerales de cinabrio o azogue a fines del siglo XVI, se conseguía con fuego de la escasa leña que podía conseguirse o disponiendo de cargas de la hierba altoandina ichu. Una carga de ichu lo conformaba un haz de “4 ó 5 gavillas, de 2 m. de rueda y 1.20 m. de altura”²²⁰. En algunos ingenios mineros, el ichu fue, además de económico, el único elemento combustible disponible²²¹.

²¹⁵ Es posible que el queñoal altoandino (*Polylepis Sp.*), principal recurso maderable desapareciera de la zona a fines del siglo XVII. La yareta (*Azorella sp.*) se encuentra presente en las zonas más altas de Huancavelica. SPINNER, J. Nota sobre la flora de Huancavelica. *Boletín de Lima* N° 149-150. Lima: Editorial los Pinos, 2007.

²¹⁶ ALDANA, Susana. Industrias coloniales en la economía virreinal del siglo XVIII. *El Perú en el siglo XVIII: La era borbónica*. O’phelan, Scarlett (Comp.). Lima: Instituto Riva-Agüero, Pontificia Universidad Católica, 1999, pp. 96.

²¹⁷ DE RIVERO, Mariano. *Memoria sobre la mina de Azogue de Huancavelica y de la Chonta*. Lima: Colección de memorias científicas, agrícolas e industriales, 1848.

²¹⁸ “Otros con la leña o yareta dicha queman los metales en un lugar cuadrado, mayor o menor, según la cantidad de lo que huviere de quemarse”. BARBA, Alvaro Alonso. *Arte de los metales en que se enseña el verdadero beneficio de los de oro, y plata por azogue*. Madrid: Oficina de la viuda de Manuel Fernández, 1770, p. 135.

²¹⁹ SPINNER, J. Nota sobre la flora de Huancavelica. *Boletín de Lima* N° 149-150. Lima: Editorial los Pinos, 2007, p. 415. Véase FISHER, John. *Minas y mineros en el Perú Colonial. 1776-1824*. Lima: Instituto de Estudios Peruanos, 1977.

²²⁰ GÁLVEZ, José María. Investigaciones históricas de los hornos coloniales en Huancavelica. *Millars: Espai i historia*. Revista del Colegio Universitario de Castellón de la Plana N°29, 2006: 48.

²²¹ El ichu tenía una doble utilidad: por servir “[...] de pasto a los animales y también de combustible para los hornos de azogue” DE RIVERO Y USTARIZ, Mariano. *Memoria sobre la mina de Azogue de Huancavelica y de la Chonta*. Lima: Colección de memorias científicas, agrícolas e industriales, 1848, p. 282.

A principios del siglo XIX, a causa del ambiente poco propicio para la continuidad de las inversiones mineras ocasionado por la guerra independentista, el viajero Heinrich Witt hacia 1828, observaba la pobreza de los minerales de cinabrio y el ruinoso estado de las minas salvo “[...] las insignificantes excavaciones realizadas por algunos indios aquí y allá, no merecen la pena de ser mencionadas”²²². Las minas de Huancavelica se encontraban casi abandonadas, salvo por una explotación esporádica efectuada por algunos pequeños mineros y beneficiadores indígenas.

3.6 LOS METODOS DE BENEFICIO DEL AZOGUE EN HUANCAVELICA: LOS ANTECEDENTES EUROPEOS

Los minerales de cinabrio de las minas europeas se beneficiaban siguiendo diversos métodos algunos de ellos, en uso desde la época romana. En el tratado del siglo XVI “De Re Metallica”²²³, se describen cinco métodos existentes en el siglo XVI para la obtención de azogue o mercurio. El primero de ellos, no se utilizó en Almadén pero sí en Huancavelica, sobre los restantes métodos descritos, no existe evidencia de su uso en las minas de azogue peruanas. En el primer método, conocido como método “Per descemsum” o de “ollas tapadas” a causa de su disposición, se caldeaba el mineral de cinabrio contenido en trozos menudos dentro del recipiente de arcilla superior, mezcladas con vinagre y sal y taponadas con musgo, lana u otro objeto. Este recipiente se colocaba en posición invertida sobre un recipiente dispuesto a tal fin. La vasija inferior se enterraba de manera que sólo sobresalía el cuello del recipiente en el que se encajaba la vasija superior, taponándose las uniones con barro, de tal manera que aplicando el fuego, el mercurio se condensara en la vasija superior, disponiéndose setenta o más de estas vasijas en un cercado

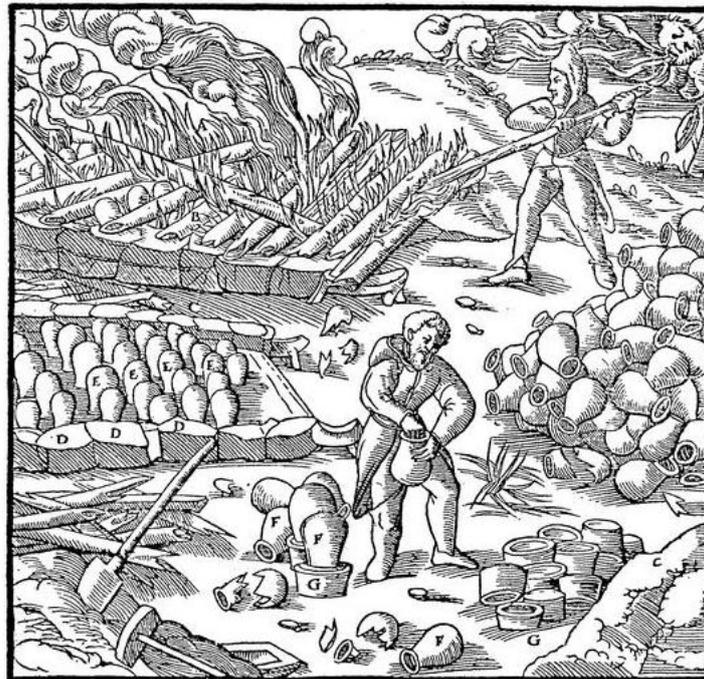
²²² WITT, Heinrich. *Un testimonio personal sobre el Perú del siglo XIX*. Volumen I (1824-1842). Lima: Banco Mercantil, 1992, pp. 227-228.

²²³ AGRICOLAE, Georgius. *De Re Metallica*. Traducción de Herbert Clark Hoover y Lou Henry Hoover. Nueva York: Dover Publications, 1950[1556].

protegido por adobe y piedras²²⁴ (Figura N° 3).

Figura N°3

Disposición y carga de los minerales de cinabrio según el método "Per Descemsum" (1556)



A—HEARTH. B—POLES. C—HEARTH WITHOUT FIRE IN WHICH THE POTS ARE PLACED.

Figura N° 3. Disposición y carga de los recipientes u ollas de arcilla para recoger el azogue "per descemsum". Tomado de AGRICOLA, Georgius. *De Re Metallica*. Traducción de Herbert Clark Hoover y Lou Henry Hoover. Nueva York: Dover Publications, 1950 [1556], p. 427.

Un segundo método consistía en el uso de recipientes de arcilla provistos de un sifón o ducto y dispuestos a modo de campanas invertidas²²⁵, la carga de mineral se efectuaba en un recipiente colocado sobre una parrilla de ladrillos situados en la parte superior de un horno por cuya abertura se

²²⁴ ESCOSURA Y MORROGH, Luis. *Historia del tratamiento metalúrgico del azogue en España*. Madrid: Imprenta y fundición de M. Tello, 1878, pp. 41-42. Véase a AGRICOLA, Georgius. *De Re Metallica*. Traducción de Herbert Clark Hoover y Lou Henry Hoover. Nueva York: Dover Publications, 1950 [1556], Libro IX.

²²⁵ No hemos encontrado alguna referencia sobre el uso de este método en el Perú.

introducía la carga de combustible²²⁶. El recipiente con la carga se cubría con la campana para dar comienzo a la operación. Los vapores de mercurio que recogía el sifón se condensaban y enfriaban, a manera de alambique, en una vasija situada por debajo de la línea de campanas.

En el tercer método se utilizaban grandes cámaras cóncavas dotadas de puertas que se aseguraban para impedir el escape de los vapores. Unas pequeñas ventanas servían para controlar el proceso y desfogar el humo del combustible. La carga de mineral de cinabrio se acomodaba en unas vasijas sin tapa dispuestas en una oquedad del horno. Una vez hecha la carga de combustible y minerales, se encendía el horno. Cuando el mercurio alcanzaba la temperatura de ebullición, se taponaban las ventanillas. Al enfriarse el vapor mercurial, éste se condensaba en las paredes de la cámara, para ser recogida en un canal.

El cuarto método hacía uso de dos vasijas de arcilla de diferentes dimensiones. La vasija inferior, de mayor dimensión, dispuesta sobre el fuego, recibía la carga de mineral y en la vasija superior, de menor dimensión, se depositaba el mercurio por condensación del mercurio. Por último en el quinto método, se disponían unas vasijas de base cóncava, a modo de grandes ollas cubiertas, en las oquedades de la parte superior de un horno dispuesto a tal fin. Una vez efectuada la carga de mineral, la vasija se cubría con una tapa asegurada por una piedra, una vez encendido el horno, daba comienzo a la evaporación y condensación del mercurio.

3.6.1 LAS OLLAS TAPADAS

Este es básicamente el primer método “per descensum” en el cual se usaban sencillas vasijas de arcilla a modo de “[...] ollas en forma de canjillones

²²⁶ AGRICOLA Georgius. *De Re Metallica*. Traducción de Herbert Clark Hoover y Lou Henry Hoover. Nueva York: Dover Publications, 1950 [1556],

sin la coñidura, usados para la reducción de este metal líquido”²²⁷, como es descrito por Agrícola en “De Re Metallica” y Álvaro Alonso Barba en su “Arte de los metales”²²⁸. Barba recomendaba cercar con un pequeño muro, el espacio donde se han dispuesto previamente unas treinta o cuarenta ollas enterradas hasta el nivel del cuello. Sobre ellas se colocaba un envase superior cargado con mineral pulverizado, de tal manera que las bocas de ambas vasijas encajaran, sellando la juntura con barro. Se utilizaba además un platillo de hierro, cobre o barro con agujeros para tapar la olla superior que, cargado con el mineral menudo, disponía de un pequeño espacio para la condensación del mercurio, la cubierta con agujeros permitía que las partículas de azogue puedan también depositarse en la vasija inferior. Recomendaba además destapar las ollas para extraer el azogue, una vez enfriadas, para evitar el azogamiento en los operarios a causa de la inhalación de los vapores mercuriales. Este método tenía como principal desventaja; el elevado consumo de leña²²⁹, que llegó a ser reemplazado por el uso del ichu en el Perú, innovación atribuida al minero Rodrigo de Torres, del que también consumía grandes cantidades.

Por el uso constante de las vasijas a modo de ollas de barro tapadas, este método fue conocido como método de las “ollas tapadas” en América. El proceso podía finalizar con la rotura de las vasijas para recoger el azogue que se hubiera depositado en la parte superior.

3.6.2 EL METODO DE LAS XABECAS

En los primeros años de la actividad minera de Huancavelica, los primeros procedimientos empleados para procesar los minerales de cinabrio de

²²⁷ SANCHEZ, Ramón. *Historia de la Tecnología y la invención en México*. México: Banamex, 1980, p. 127.

²²⁸ BARBA, Alvaro Alonso. *Arte de los metales en que se enseña el verdadero beneficio de los de oro, y plata por azogue*. Madrid: Oficina de la viuda de Manuel Fernández, 1770, pp. 169-170.

²²⁹ “[...] una paja que nace por todos aquellos cerros del Pirú, la cual allá llaman icho, y es a modo de esparto, y con ella dan fuego”. ACOSTA, José. *Historia natural y moral de las Indias*. Madrid: Ramón Anglés. Libro Quarto, Cap. XII, 1894[1590], p. 337-338.

Huancavelica fueron los métodos de las ollas tapadas y el método de las xabecas o jabecas²³⁰ como se aprecia en la figura N°4. Parece ser que los hornos de jabecas fueron utilizados en Almadén, por los árabes, desde el siglo VIII al XII, cuando el territorio fue reconquistado por la expansión castellana, y su uso continuó hasta la primera década del siglo XVII²³¹.

Figura N° 4

Los hornos de jabeca de Huancavelica (1615)



²³⁰ LANG, Mervin. F. *El monopolio estatal del mercurio en el México colonial (1550-1710)*. México: Fondo de Cultura Económica, p. 1977.

²³¹ ESCOSURA Y MORROGH, Luis. *Historia del tratamiento metalúrgico del azogue en España*. Madrid: Imprenta y fundición de M. Tello, 1878, p. 21.

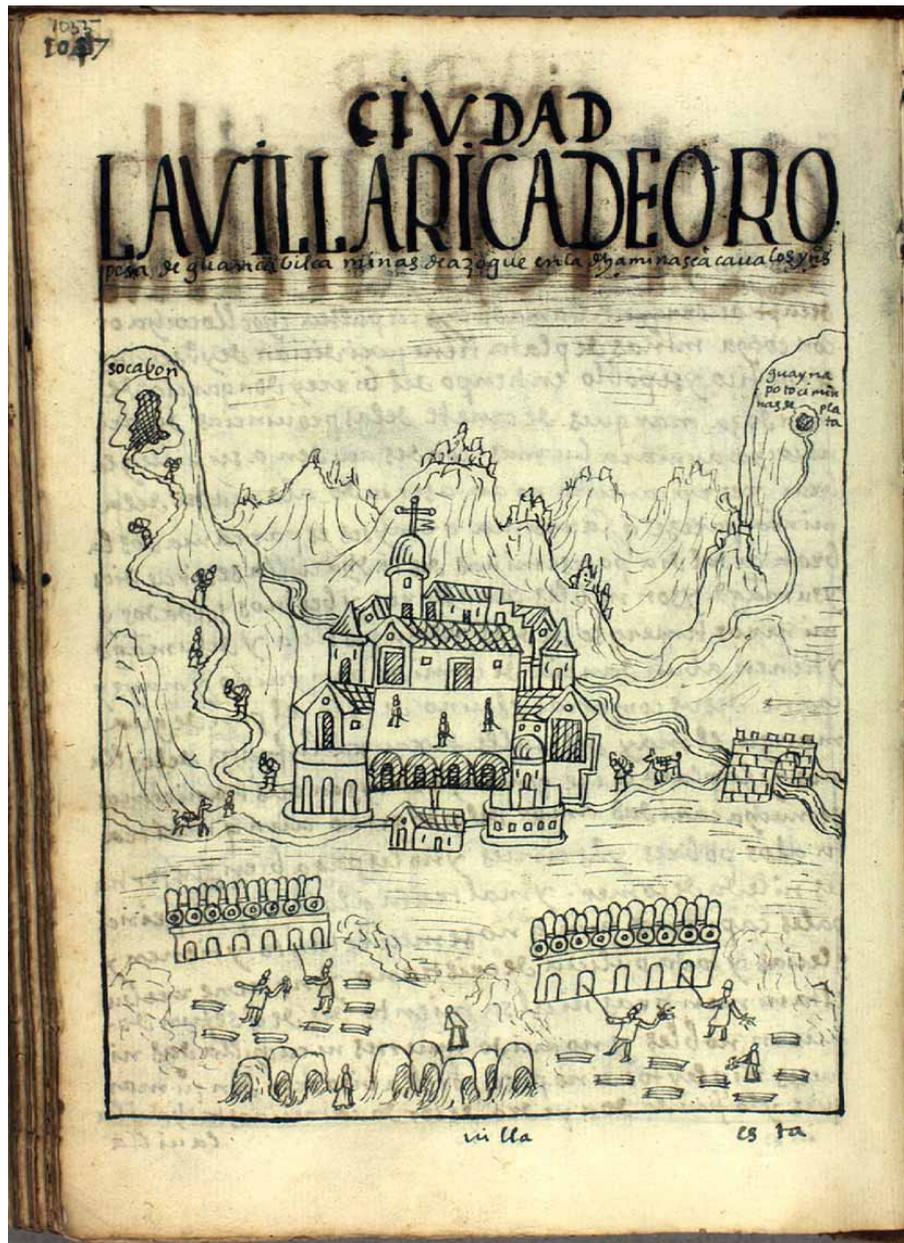


Figura N°4. Ciudad. La Villa Rica de Oropesa de Guancavelica, minas de azogue. Hornos de Xabeca en Huancavelica; se observan, en primer plano, los hornos de xabeca y sus operarios, y los montones de ichu. Guaman Poma realiza el dibujo varios años previos a la introducción del método de los hornos busconiles por Lope de Saavedra. En los alrededores de Santa Bárbara en Huancavelica se encontraban cerca de 60 cerros y otros tantos ingenios para beneficiar el azogue. Tomado de: Felipe Guaman Poma de Ayala. *Nueva Coronica y Buen Gobierno* Introducción y análisis de Rolena Adorno. Biblioteca Real de Dinamarca, 2004 [1615].

En el horno de xabecas, se disponían las ollas o vasijas “[...] tapadas que se quemaban en los hornos cargados de mineral y ceniza”²³²; Hornos que tenían una serie de orificios donde se encajaban²³³ las jabecas elaboradas a modo de alargadas ollas de barro cocido dispuestas en las oquedades dispuestas al efecto en un buitrón u horno que no debe confundirse con el método de las ollas tapadas de la descripción de Alvaro Alonso Barba. Los hornos de jabecas eran estructuras largas y angostas, de alrededor de un metro de altura mientras que en Almadén alcanzaba los 1,7 metros²³⁴. Las vasijas superiores, a modo de ollas de barro de forma cónica, se llenaban con el mineral triturado y se cubrían con otras vasijas de arcilla o caperuzas²³⁵ sellando con barro las uniones y dejando un pequeño espacio para que el azogue se condensara. Tras la carga de las ollas con el mineral, se encendía el horno alimentado con leña o ichu, dando comienzo a un proceso que duraba cerca de veinticuatro horas. Sólo la experiencia del maestro azoguero podía indicar si el proceso había tenido éxito y si era tiempo de destapar los recipientes sin riesgo de azogamiento. Tras enfriarse el horno y las ollas, recogían el azogue depositado en las caperuzas o vasijas, y lavando las lamas o residuos minerales de cada olla que se recogían en recipientes vidriados. En Almadén y en Huancavelica, los hornos de xabecas eran muy similares en forma, tamaño y capacidad de carga por lo que podemos asumir que lo era también el elevado consumo de combustible vegetal. En Almadén, este llegaba a aproximadamente tres carretadas de leña o 120 arrobas²³⁶.

²³² FLORENTINO MEZA, Máximo. *Historia de las Minas de Huancavelica*. Tesis para obtener el grado de Bachiller en Humanidades. Lima: Universidad Católica del Perú, 1943, p.15.

²³³ BARBA, Alvaro Alonso. *Arte de los metales en que se enseña el verdadero beneficio de los de oro, y plata por azogue*. Madrid: Oficina de la viuda de Manuel Fernández, 1770.

²³⁴ GIL BAUTISTA, Rafael. Barro y azogue. La alfarería en el mundo del mercurio durante la Edad Moderna en Almadén (Ciudad real). *La cerámica en el mundo del vino y del aceite*. Teresa ALVAREZ (Coord.). XV Congreso Anual de la Asociación de Ceramología. La Rioja: Ayuntamiento de Navarrete, 2012, p.156.

²³⁵ LUZ DE MATERIA DE INDIAS DEL MARQUES DE MONTESCLAROS. *Relación de Don Juan de Mendoza y Luna, el Marqués de Montesclaros Virrey del Perú a su sucesor*. Gl. Kgl. Saml. 589 2°. 1615.

²³⁶ GIL BAUTISTA, Rafael. Barro y azogue. La alfarería en el mundo del mercurio durante la Edad Moderna en Almadén (Ciudad real). *La cerámica en el mundo del vino y del aceite*. Teresa ALVAREZ (Coord.). XV Congreso Anual de la Asociación de Ceramología. La Rioja: Ayuntamiento de Navarrete, 2012, p.157.

En 1570, durante el gobierno del virrey Toledo se envió una delegación encabezada por el Doctor Gabriel de Loarte para averiguar las condiciones bajo las cuales se beneficiaban los minerales. En el pueblo de Quero (Huancavelica) pudieron comprobar el estado y el lugar donde se encontraban emplazados los hornos para tratar el mineral: unos diez hornos de jabecas, con una capacidad de 21 ollas por unidad, beneficiando de 110 a 130 cargas de mineral considerándose una carga la que transportaba normalmente una llama en cada viaje, poco más de un quintal, entre cuarenta a cincuenta kilos. Cada diez días, se practicaba una nueva operación de beneficio de minerales obteniéndose entre quintal y medio a dos quintales de azogue²³⁷.

En cuanto al material necesario para construir un horno según el método de las jabecas en Huancavelica, de menores dimensiones que en Almadén, podemos estimar que siendo un horno más largo que ancho, con una altura de alrededor de un metro, un ancho de 1,5 metros y de cerca de cuatro metros de largo incluyendo la chimenea y la cubierta, se necesitaban poco más de 500 ladrillos a un precio estimado de cuarenta pesos²³⁸ por cada horno sin contar el costo de fabricación de las ollas de arcilla cuya manufactura debió estar a cargo de alfareros locales. En cada horno de jabecas de Huancavelica, se colocaban en promedio unas 30 ollas cargadas con 15 arrobas de mineral, correspondiendo a cada olla, cerca de dos y media libras de mineral, obteniéndose una y media arroba de azogue. Escosura y Morrogh, asevera que en Huancavelica cada quintal de azogue se cotizaba en 21 pesos y tenía un promedio de 14 pesos de coste²³⁹, correspondiendo una utilidad o beneficio de 7 pesos por cada quintal de azogue mientras que de acuerdo al Libro

²³⁷ LOHMANN VILLENA, Guillermo. *Las minas de Huancavelica en los siglos XVI-XVII*. Lima: Pontificia Universidad Católica, 1999, p.46.

²³⁸ Tomando en consideración el contrato que la Real Caja de Huancavelica celebró con los maestros albañiles Matheo de Olibera y Gabriel de Santiago el 1 de setiembre de 1650. GÁLVEZ, José María. Investigaciones históricas de los hornos coloniales en Huancavelica. *Millars: Espai i historia*. Revista del Colegio Universitario de Castellón de la Plana N°29, 2006, pp. 39-56.

²³⁹ ESCOSURA Y MORROGH, Luis. *Historia del tratamiento metalúrgico del azogue en España*. Madrid: Imprenta y fundición de M. Tello, 1878, p. 25.

manual del año 1656-1657 lo que quedaba líquido al minero era a razón de “(...) a setenta y quatro pesos y dos reales de a ocho”²⁴⁰

La introducción del método de las jabecas en América en 1596, es atribuida a Pedro de Contreras, natural de San Lúcar (de acuerdo al informe del 9 de septiembre de 1597, ante García Solís de Portocarrero, corregidor de Huamanga y Huancavelica), cuyo método se difundió rápidamente entre los mineros peruanos del azogue, en sustitución del sistema de las ollas tapadas. La escasez de leña, procedente de los queñoales o quinales, prácticamente el único árbol altoandino capaz de suministrar madera en aquellas alturas, y que debía traerse de zonas cada vez más alejadas, lo convirtió en un proceso caro y muy imperfecto hasta el descubrimiento de la aplicación del ichu como combustible por “[...] la fuerza que tiene esta paja para fundir aquellos metales”²⁴¹; descubrimiento atribuido a Rodrigo de Torres Navarra²⁴² y a quien se premió con cuatro mil ducados²⁴³ vista la gran utilidad de su descubrimiento en la actividad minero metalúrgica.

3.6.3 LOS HORNOS DE REVERBERO

En este tipo de horno, la carga del mineral a tratar no se encuentra en contacto directo con el combustible del cual se encuentra separada por un tabique. La materia o carga de mineral a tratar recibe la acción de la llama, haciendo que la bóveda del horno refleje o reverbere sobre ellas el calor del hogar, ayudándose de la corriente de aire que atraviesa el horno. Se compone de tres partes: el hogar donde se hace fuego, el laboratorio, donde se ponen

²⁴⁰ AGN. Minería. L. 43, doc. 1355. Libro manual del año 1656-1657.

²⁴¹ ACOSTA, José. *Historia natural y moral de las Indias*. Madrid: Ramón Anglés. Libro Cuarto, Cap. XII, 1894[1590], p. 215.

²⁴² Ídem. “Para dar fuego a los metales, porque se gasta infinita leña, halló un Minero, por nombre Rodrigo de Torres, una invención utilísima, y fue coger de una paja que nace por todos aquellos cerros del Perú, la qual allá llaman Icho, y es a modo de esparto, y con ella dan fuego.

²⁴³ FLORENTINO MEZA, Máximo. *Historia de las Minas de Huancavelica*. Tesis para obtener el grado de Bachiller en Humanidades. Lima: Universidad Católica del Perú, 1943, p.15.

las materias que se han de fundir o calentar, y la chimenea que ha de proporcionar el flujo de salida a la corriente de aire²⁴⁴.

Los restos de los hornos de reverbero encontrados en Huancavelica, permiten suponer que, a diferencia de los hornos de reverbero de Almadén, la bóveda era de baja altura, en algunos de ellos, el punto más alto de la bóveda no excedía los cincuenta centímetros. Lamentablemente no se disponen de dibujos y descripciones más completas en cuanto a sus dimensiones y capacidad pero debieron ser semejantes a los usados para el beneficio de otros minerales. A poca altura del suelo del hogar se disponía una reja para cargar sobre ella el combustible. Debajo de la reja se encontraba el cenicero o espacio que recibía las cenizas y trozos de combustible y permitía el paso del aire, disponiendo el horno de tal modo que se orientaba hacia la dirección del viento. Una portezuela servía para introducir el combustible y por otra se introducía el mineral. Podían contar además, con una tercera puerta o abertura para hurgar y remover el mineral²⁴⁵. Como en Almadén, el mineral se colocaba en varias ollas sin tapa, dispuestas en el interior del horno sin caldear el mineral directamente; por ello, este sistema llegó a ser conocido como de “ollas destapadas”. En cuanto al consumo de leña ésta alcanzaba las dos arrobas por cada arroba de mineral²⁴⁶, considerando que el consumo de combustible representaba un ahorro estimado del 25%²⁴⁷ que en Almadén se conseguía mediante el uso de leña más barata y en Huancavelica mediante el uso del ichu.

A mediados del siglo XVII en los ingenios de azogue de las minas de Almadén y durante la administración de los arrendatarios alemanes Fugger o

²⁴⁴ GUENYVEAU, A. Principios generales de metalurgia. París: Librería de Lecointe y Lasserre. 1843, p. 164-172.

²⁴⁵ SAEZ Y PALACIOS, Rafael. *Tratado de química inorgánica*. Tomo segundo: Madrid: Carlos Bailly-Bailliere, 1869, p. 46-47.

²⁴⁶ GIL BAUTISTA, Rafael. Barro y azogue. La alfarería en el mundo del mercurio durante la Edad Moderna en Almadén (Ciudad real). *La cerámica en el mundo del vino y del aceite*. Teresa ALVAREZ (Coord.). XV Congreso Anual de la Asociación de Ceramología. La Rioja: Ayuntamiento de Navarrete, 2012, P. 152-167.

²⁴⁷ SÁNCHEZ GÓMEZ, Julio, Guillermo MIRA DELLI-ZOTTI y Rafael DOBADO. *La savia del imperio. Tres estudios de economía colonial*. Salamanca: Ediciones Universidad de Salamanca, 1997, p. 101.

Fúcares, se procedió al reemplazo de los hornos de xabecas por los nuevos hornos de reverberación. En 1646, los hornos de reverbero de Almadén fueron a su vez reemplazados por los hornos de Aludeles o de Bustamante²⁴⁸, cuyas mejoras respecto al horno busconil de Huancavelica consistieron básicamente en el uso de ladrillos para la construcción de los hornos y la estructura abovedada y circular de los mismos. Los hornos de reverbero o reverberación también fueron introducidos en Huancavelica alrededor de 1570²⁴⁹ y parece ser que algunos de estos hornos todavía estaban en uso en 1630 coexistiendo con los hornos de jabecas y de reverbero en el área minera sur andina del azogue.

3.7 LOPE DE SAAVEDRA Y LA INVENCION DE LOS HORNOS BUSCONILES.

En 1633, Lope de Saavedra Barba, un médico avecindado en la Villa de Huancavelica, luego de estudiar los procesos de obtención de azogue y especialmente las deficiencias del método de la *xabecas*, yabecas o jabecas, inventó y desarrolló un sistema o proceso de beneficio para los minerales de cinabrio de Huancavelica que consistía básicamente en un sistema que al caldearse o calentarse la carga mineral, permitía la vaporización del mercurio o azogue en un horno construido de manera semejante a un horno de alfarería, es decir, abovedado y con el hogar o espacio destinado al combustible separado de la carga y, mediante la condensación de los vapores mercuriales mediante una serie de vasijas de arcilla cocida o aludeles, engarzadas entre sí y enfriadas continuamente se lograba obtener el mercurio metálico.

²⁴⁸ De acuerdo a una descripción anónima del beneficio de las jabecas en Almadén en 1543. MAFFEI, Eugenio y Ramón RUA FIGUEROA. *Apuntes para una biblioteca española de libros, folletos y artículos, impresos y manuscritos, relativos al conocimiento y explotación de las riquezas minerales y a las ciencias auxiliares*. Tomo I. Madrid: Imprenta de J. M. Lapuente, 1871.

²⁴⁹ En 1570, Diego de Robles Cornejo solicitó un privilegio de invención "para que por diez años sólo él pudiera usar el nuevo modo de fundir metales de oro y plata y sacar azogue por hornos de reverberación y viento y por destilación y por el beneficio del azogue". FLORENTINO MEZA, Máximo. *Historia de las Minas de Huancavelica*. Tesis para obtener el grado de Bachiller en Humanidades. Lima: Universidad Católica del Perú, 1943, p.15.

Lope de Saavedra Barba, a quien Eugenio Larruga (1796) llama Lope Salcedo Saavedra²⁵⁰ y cuyo nombre en el Archivo General de Indias es transcrito como Lope de Saavedra y Barba, y Lope de Sayabedra²⁵¹ de acuerdo al libro manual de la Caja Real de Huancavelica, nació en la Villa de Siruela en Badajoz, “hijo legítimo de Lope Tablado de Saavedra y de Catalina Barba, descendientes ambos por ser deudos en tercer grado, de un Esteban Barba, oriundo de León”²⁵². No se tienen mayores detalles sobre su vida ni de cuando pasó al Perú pues no aparece su registro como viajero en el catálogo de pasajeros a Indias. Guillermo Lohmann Villena quien tuvo acceso a la documentación que acerca de los litigios y probanzas que emprendió Lope de Saavedra se encuentran depositados en el Archivo General de Indias, conjetura que se acercó en Huancavelica hacia 1617²⁵³, por lo que pudo haber llegado al Perú antes de 1615.

Desde finales de los años 20 del siglo XVII, Lope de Saavedra comenzó a estudiar las imperfecciones presentadas por los hornos de jabecas en Huancavelica e idear un nuevo método de beneficio de los minerales de cinabrio por destilación²⁵⁴. Se conoce que entre 1630 y 1632²⁵⁵, ejercía como

²⁵⁰ LARRUGA, Eugenio. Memorias políticas y económicas sobre los frutos, fábricas y minas de España con inclusión de los reales decretos, ordenes, cédulas, aranceles y ordenanzas expedidas para su gobierno y fomento. Tomo XXVII. Madrid: Antonio Espinosa, 1796, p. 168, y en: ESCOSURA Y MORROGH, Luis. Historia del tratamiento metalúrgico del azogue en España. Madrid: Imprenta y fundición de M. Tello, 1878, pp. 45.

²⁵¹ AGN. Minería. L. 43, doc. 1355. Libro manual del año 1656-1657.

²⁵² De acuerdo al Testamento de Lope de Saavedra Barba, extendido en Huancavelica el 2 de abril de 1644 que Guillermo Lohmann consultó en el Archivo General de Indias. En la Sección Escribanía de Cámara, 511(B). Autos seguidos por Sebastián y Salvador de Saavedra, sobre la paga y satisfacción del premio del invento, 1653-166. 481 fs. Folios 60-61v. LOHMANN VILLENA, Guillermo. Las minas de Huancavelica en los siglos XVI-XVII. Lima: Pontificia Universidad Católica, 1999.

²⁵³ SUMOZAS GARCIA-PARDO, Rafael. Arquitectura industrial en Almadén. Antecedentes, génesis y repercusión del modelo en la minería americana. Sevilla: Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha, 2007.

²⁵⁴ SÁNCHEZ GÓMEZ, Julio, Guillermo MIRA DELLI-ZOTTI y Rafael DOBADO. *La savia del imperio. Tres estudios de economía colonial*. Salamanca: Ediciones Universidad de Salamanca, 199, p. 237.

²⁵⁵ MAFFEI, Eugenio y Ramón RÚA FIGUEROA. *Apuntes para una biblioteca española de libros, folletos y artículos, impresos y manuscritos, relativos al conocimiento y explotación de las riquezas minerales y a las ciencias auxiliares*. Tomo I. Madrid: Imprenta de J. M. Lapuente, 1871, y en LÓPEZ DE AZCONA, Juan Manuel, Ignacio GONZÁLEZ CASASNOVAS y Esther RUIZ DE CASTAÑEDA (eds.) *Minería Minería iberoamericana: Biografías mineras*, 1492-1892.

médico en Huancavelica y que, además de su labor como médico, se dedicaba a la búsqueda de vetas o criaderos de metales como cateador de minas, labor por la cual quienes lo ejercitaban recibían el nombre de buscones²⁵⁶. No dejó obra escrita ni documento alguno donde se describan específicamente los detalles de su invención. Modesto Bargalló (1955) lo considera el verdadero creador de los “hornos busconiles” y del “método de Almadén” que Juan de Bustamante se atribuyó, y que debería llamarse apropiadamente “método de Huancavelica”²⁵⁷. Manuel Castillo y Mervin Lang (2006) no lo incluyen como parte de los grandes metalurgistas de la revolución tecnológica de los siglos XVI y XVII en la minería americana²⁵⁸. Por los detalles técnicos que su invención presenta, probablemente tuvo algún conocimiento de las obras del metalurgista alemán Georgius Agrícola o del italiano Biringuccio, lo que convertiría a Lope de Saavedra en un mediador cultural entre la tecnología del viejo y el nuevo mundo²⁵⁹ si aceptamos que la difusión de la alquimia y la metalurgia en el siglo XVII forma parte de un contexto en el que la alquimia también comprendía a los elementos técnicos que se extendía a los tipos de hornos, herramientas y utensilios²⁶⁰.

Si bien el gran aporte de Lope de Saavedra y su contribución al desarrollo de la tecnología de beneficio de los minerales de cinabrio comienzan a ser reconocidos, diversos tratadistas desconocen la contribución de

Madrid: Instituto Tecnológico Geominero de España, Consejo Superior de Colegios de Ingenieros de Minas de España y Sociedad Estatal V Centenario, 1992, p. 433.

²⁵⁶ LÓPEZ DE AZCONA, Juan Manuel, Ignacio GONZÁLEZ CASASNOVAS y Esther RUIZ DE CASTAÑEDA (eds.) *Minería Minería iberoamericana: Biografías mineras, 1492-1892*. Madrid: Instituto Tecnológico Geominero de España, Consejo Superior de Colegios de Ingenieros de Minas de España y Sociedad Estatal V Centenario, 1992, p.433.

²⁵⁷ BARGALLÓ, Modesto. *La minería y la metalurgia en la América Española durante la época colonial: Con un apéndice sobre la industria del hierro en México desde la iniciación de la Independencia hasta el presente*. México: Fondo de Cultura Económica, 1955, p. 266-267.

²⁵⁸ CASTILLO MARTOS, Manuel y Mervin LANG. *Grandes figuras de la minería y metalurgia virreinal*. Cádiz: Argos impresores. 2006.

²⁵⁹ SALAZAR-SOLER, Carmen. Las rutas planetarias de la alquimia. En: *Passeurs, mediadores culturales y agentes de la primera globalización en el mundo ibérico, siglo XVI-XIX*. O'PHELAN GODOY, Scarlett y Carmen SALAZAR-SOLER (eds.). Lima: Instituto Francés de Estudios Andinos - IFEA; Instituto Riva Agüero, 2005, pp. 497-533.

²⁶⁰ SALAZAR-SOLER, Carmen (2005) *Las rutas planetarias de la alquimia en el Perú (siglo XVII)* en: *Passeurs, mediadores culturales y agentes de la primera globalización en el mundo ibérico, siglos XVI-XIX* O'Phelan Godoy, Scarlett; Salazar-Soler, Carmen (eds.). Lima: Instituto Francés de Estudios Andinos - Instituto Riva Agüero, 2005, p. 497-533.

Saavedra, atribuyendo la invención de los hornos busconiles que fueron introducidos en Almadén en 1646, a Juan Alonso de Bustamante²⁶¹. Fuera de España y América, la invención fue conocida como el método de los “Hornos Españoles”. Algunos tratadistas han cuestionado el valor de la invención de Lope de Saavedra, considerando que varias de las partes que la componían como la forma del horno, los aludeles de arcilla y la esencia misma del proceso, es decir la obtención del azogue aprovechando su bajo punto de fusión mediante la ebullición y posterior condensación eran elementos ya conocidos en la metalurgia. De tal manera que si consideramos la invención como un proceso absolutamente lineal; el horno de jabecas (antecedente del horno de aludeles) debió convertirse en un horno de jabecas perfeccionado. El mérito de Lope de Saavedra fue tomar las partes y los procesos existentes para crear algo que hasta ese momento no existía como tal, dando como resultado un método y proceso diferente que obligó al abandono de los antiguos hornos y de sus formas y componentes, incluyendo las jabecas o vasijas, manteniendo en sí sólo la esencia del proceso de destilación y condensación. Por lo tanto, la invención del método de los Hornos busconiles afirmaría la comprensión del proceso de invención como un proceso no necesariamente continuo como se observa en el Capítulo I.

Guillermo Lohman Villena (1999) reconoce la invención de Lope de Saavedra considerándola como “una de las auténticas contribuciones del Nuevo Mundo al progreso científico y técnico”²⁶², y al desarrollo de la metalurgia del azogue, proceso cuyos principios esenciales, demuestran un gran conocimiento de la ciencia y tecnología de su tiempo (aunque no exista la evidencia de su conexión con el conocimiento minero-metalúrgico de la época), que se mantendrán durante cerca de 250 años como el principal sistema utilizado en los ingenios mineros de Huancavelica y en los sistemas perfeccionados usados en Almadén, Idria y Nueva España. De igual modo,

²⁶¹ SOBRINO HERNANDEZ, A. El parque minero de Almadén. *De Re Metallica*. Madrid: Sociedad Española para la defensa del patrimonio geológico y minero - Fundación Almadén. Francisco Javier de Villegas, N° 2 marzo 2004, pp. 58.

²⁶² LOHMANN VILLENA, Guillermo. *Las minas de Huancavelica en los siglos XVI-XVII*. Lima: Pontificia Universidad Católica, 1999, p. 315.

Rafael Sumozas (2007) reconoce que “la mayor aportación de América en el campo de la metalurgia del azogue fue, sin duda, la invención de los hornos de aludeles”²⁶³, hornos que denomina “buscolines” (sic). Lope de Saavedra dedicó su invento al rey en 1633, “[...] recibiendo como recompensa, por acuerdo del mineraje de aquella Villa y por tres vidas, el 2 por 100 de todo el azogue que sacase con su invento”²⁶⁴ privilegio que se extendía a sus hijos Isabel, Juan, Sebastián y Salvador y que Frederic Langue y Carmen Salazar-Soler (2000) consideran que ocurre en 1637²⁶⁵. Lope de Saavedra fallece el 24 de marzo de 1645²⁶⁶, junto con uno de sus hijos, durante su viaje a España en medio de una nueva batalla legal para lograr que los asentistas del azogue de Huancavelica y Almadén reconocieran sus derechos.

En 1664 visitó las minas de Almadén, Sebastián Saavedra Barba hijo de Lope de Saavedra, para comprobar, in situ, el uso de la invención de su padre en los hornos construidos en Almadén por Juan Alonso de Bustamante en 1646, quien se atribuyó la invención de Lope de Saavedra como cosa propia siendo ennoblecido y nombrado superintendente de Almadén²⁶⁷, y reclamar los privilegios concedidos por la corona. Siguiendo a Maffei (1871)²⁶⁸; José Carracido (1892) data erróneamente el fallecimiento de Lope de Saavedra en 1689 en la travesía hacia España acompañado por su hijo Sebastián para

²⁶³ SUMOZAS GARCIA-PARDO, Rafael. *Arquitectura industrial en Almadén. Antecedentes, génesis y repercusión del modelo en la minería americana*. Sevilla: Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha, 2007, p. 237.

²⁶⁴ LÓPEZ DE AZCONA, Juan Manuel, Ignacio GONZÁLEZ CASASNOVAS y Esther RUIZ DE CASTAÑEDA (eds.) *Minería Minería iberoamericana: Biografías mineras, 1492-1892*. Madrid: Instituto Tecnológico Geominero de España, Consejo Superior de Colegios de Ingenieros de Minas de España y Sociedad Estatal V Centenario, 1992, p. 433.

²⁶⁵ “En efecto, en 1637 Lope de Saavedra Barba inventó un nuevo método para beneficiar el azogue”. LANGUE, Frédérique y Carmen SALAZAR-SOLER. Origen, formación y desarrollo de las economías mineras (1570-1650): nuevos espacios económicos y circuitos mercantiles. En: *Historia de América Andina, Vol. 2 Formación y apogeo del sistema colonial (siglos XVI-XVII)*. BURGA Manuel (editor) Quito: Universidad Andina Simón Bolívar Libresa, 2000, p. 150.

²⁶⁶ LOHMANN VILLENA, Guillermo. *Las minas de Huancavelica en los siglos XVI-XVII*. Lima: Pontificia Universidad Católica, 1999, p. 321.

²⁶⁷ BROWN, Kendall. La recepción de la tecnología minera española en las minas de Huancavelica, siglo XVIII. *Saberes andinos, ciencia y tecnología en Bolivia Ecuador y Perú*. Marcos Cueto (editor). Lima: Instituto de Estudios Peruanos, 1995, p.65.

²⁶⁸ MAFFEI, Eugenio y Ramón RÚA FIGUEROA. *Apuntes para una biblioteca española de libros, folletos y artículos, impresos y manuscritos, relativos al conocimiento y explotación de las riquezas minerales y a las ciencias auxiliares*. Tomo I. Madrid: Imprenta de J. M. Lapuente, 1871.

iniciar otro reclamo ante la corona²⁶⁹, aunque probablemente se trate de Juan de Saavedra puesto que en 1653, dos de los hijos de Lope de Saavedra, Sebastián y Salvador de Saavedra, avecindados en Huancavelica, iniciaron un juicio ante la Audiencia de Lima, solicitando se les perpetuase la merced que se hizo a su padre, del 2% de todos los azogues que se sacasen de aquellas minas²⁷⁰. La confusión de Maffei y de Carracido puede deberse a que la merced a la que tenían derecho Lope de Saavedra y sus descendientes, se incorporó a la hacienda en 1689²⁷¹ al no dejar sucesión, faltando aún una vida para que caducara dicho privilegio²⁷². Durante el gobierno del virrey Don Melchor de Navarra y Rocaful Duque de la Palata se dispuso que este monto se destinase para el sostenimiento del hospital de Huancavelica²⁷³.

El sistema ideado por Lope de Saavedra Barba en 1633, consistía en un horno cerrado e interiormente cilíndrico, formando una estructura de forma abovedada de aproximadamente 2,75 metros de alto por 1,20 metros de diámetro formando una cúpula esferoidal, con una abertura para el ingreso de los minerales a ser procesados convenientemente dispuestos sobre una red o parrilla de hierro o ladrillos a la mitad de su altura. El remate de la parte superior consistía en un agujero que podía cubrirse con una baldosa o tapa de barro llamada canbusto, capellina o capirote²⁷⁴. Mediante una puerta lateral ubicada a la altura de la parrilla de ladrillos o red, se cargaba el horno, disponiendo, en primer lugar, los trozos más grandes de mineral y el resto de la

²⁶⁹ CARRACIDO, José. *Los metalúrgicos españoles en América. Conferencia de D. José R. Carracido pronunciada el día 7 de marzo de 1892*. Madrid: Establecimiento tipográfico "Sucesores de Rivadeneyra" impresores, Núm. 20, 1892.

²⁷⁰ ES.41091.AGI/20.31.45//ESCRIBANIA,511B PLEITOS AUDIENCIA DE LIMA 1647 / 1653 Escribanía de cámara.

²⁷¹ LÓPEZ DE AZCONA, Juan Manuel, Ignacio GONZÁLEZ CASASNOVAS y Esther RUIZ DE CASTAÑEDA (eds.) *Minería Minería iberoamericana: Biografías mineras, 1492-1892*. Madrid: Instituto Tecnológico Geominero de España, Consejo Superior de Colegios de Ingenieros de Minas de España y Sociedad Estatal V Centenario, 1992, p. 433.

²⁷² CARRACIDO, José. *Los metalúrgicos españoles en América. Conferencia de d. José R. Carracido pronunciada el día 7 de marzo de 1892*. Madrid: Establecimiento tipográfico "Sucesores de Rivadeneyra" impresores, Núm. 20, 1892.

²⁷³ MAFFEI, Eugenio y Ramón RÚA FIGUEROA. *Apuntes para una biblioteca española de libros, folletos y artículos, impresos y manuscritos, relativos al conocimiento y explotación de las riquezas minerales y a las ciencias auxiliares*. Tomo I. Madrid: Imprenta de J. M. Lapuente, 1871, p. 503.

²⁷⁴ LOHMANN VILLENA, Guillermo. *Las minas de Huancavelica en los siglos XVI-XVII*. Lima: Pontificia Universidad Católica, 1999.

carga distribuido en varias capas según sus tamaños y calidades²⁷⁵. La carga de leña se disponía en el hogar o fogón, única parte del horno que permanecía abierta durante la operación para mantener vivo el fuego y permitir la entrada de aire para la desulfuración del mineral. Los gases sulfurosos y mercuriales salían a través de un agujero lateral conectado al condensador formado por una serie de líneas de aludeles²⁷⁶, elementos ya conocidos en la metalurgia, siendo cada una de 0,40 m. de largo, 0,30 m. de diámetro, con una anchura de 0,20 m. su parte más ancha y 0,10 m. en su parte más angosta, hechos de barro cocido, engarzados entre sí y conectando el ducto de salida hacia un canal, taponándose con barro las uniones y aberturas de los aludeles conectados entre sí, dispuestos en un plano inclinado, llenos de agua hasta cierta altura²⁷⁷ y continuamente refrescados con agua.

Una vez cargado el horno o buitrón con los minerales a beneficiar y encendido el combustible comenzaba el proceso de calcinación del cinabrio, proceso u hornada que duraba un día aproximadamente²⁷⁸ y que podía llegar a 26 horas, dependiendo de la calidad de los minerales, lográndose procesar en cada horno, cerca de 50 quintales²⁷⁹ de mineral de cinabrio por carga. Cargado y cerrado el horno de aludeles, el mineral se calentaba durante seis horas a fuego directo dejando sólo una abertura en la parte superior para que el horno no se ahogara, y durante otras seis horas se mantenía el horno con el calor acumulado suficiente como para que el azogue se evaporara²⁸⁰. Para efectuar la siguiente carga, se enfriaba el horno mojándolo con una lechada de barro

²⁷⁵ SOBRINO HERNANDEZ, A. El parque minero de Almadén. *De Re Metallica*. Madrid: Sociedad Española para la defensa del patrimonio geológico y minero - Fundación Almadén. Francisco Javier de Villegas, N° 2 marzo 2004, pp. 55-59.

²⁷⁶ El Diccionario de Autoridades denomina aludeles a “[...] los caños de barro cocidos, semejantes a una olla sin fondo, que, enchufados con otros en fila, se emplean en los hornos de Almadén para condensar los vapores mercuriales producidos por la calcinación del mineral del azogue” (*Diccionario de Autoridades*, 1734).

²⁷⁷ ESCOSURA Y MORROGH, Luis. *Historia del tratamiento metalúrgico del azogue en España*. Madrid: Imprenta y fundición de M. Tello, 1878, pp. 45-46.

²⁷⁸ LOHMANN VILLENA, Guillermo. *Las minas de Huancavelica en los siglos XVI-XVII*. Lima: Pontificia Universidad Católica, 1999.

²⁷⁹ Alrededor de 2,300 kilogramos.

²⁸⁰ GÁLVEZ, José María. Investigaciones históricas de los hornos coloniales en Huancavelica. *Millars: Espai i historia*. Revista del Colegio Universitario de Castellón de la Plana N°29, 2006, pp. 39-56.

antes de proceder a disponer el mineral a tratar, disponiéndolo según su tamaño y calidad, colocando los trozos de mineral más grandes y pobres en la parte inferior y los de mayor calidad en las capas medias y superiores, terminando la carga con las bolas y baciscos. Cada dos operaciones de beneficio u hornadas se procedía a desarmar la línea de los alúdeles para recoger y lavar el mercurio y las cenizas²⁸¹, repitiéndose la operación para cada jornada. El mercurio condensado discurría por un canal que conducía a un depósito.

A diferencia del método de las jabecas, en los nuevos hornos busconiles se producía la desulfuración de los minerales de cinabrio, mediante el flujo de aire que ingresaba al horno, a través de una parrilla de ladrillos. Siendo un horno de marcha discontinua, una vez encendido y cargado el horno con los minerales de cinabrio, no podía detenerse el proceso ni modificarse o regularse la carga. Con el método propuesto por Lope de Saavedra, se prescindía de las ollas y cubiertas utilizadas en el sistema de jabecas y de reverbero, lográndose economizar la mano de obra necesaria para el funcionamiento de los hornos y reducir el consumo de combustible²⁸², consiguiéndose con ello una mayor eficiencia en la separación del mercurio o azogue, por ebullición y evaporación, de la carga mineral que ingresaba al horno.

El nuevo proceso, pese a que Lope de Saavedra los bautizó como “dragones”, sería conocido poco después como el “Método de Huancavelica” o de los “Hornos Busconiles”. Algunos años más tarde, a raíz de su introducción en Almadén, fueron conocidos como los “Bustamantes”, en razón a Juan de Bustamante, quien introdujo el método de Huancavelica en Almadén en reemplazo de los hornos de reverbero construidos bajo la administración de los asentistas alemanes Fugger. Con el horno busconil de Lope de Saavedra, sólo

²⁸¹ SAMAMÉ, Mario. *El Perú minero*. Tomo I. Lima: Editora Perú, 1979, p. 80.

²⁸² Y “[...] desaparecieron los lavados del azogue y de los prietos o bermellón sublimado”, labores y residuos que dejaba el procesamiento del cinabrio en los hornos de jabecas. Escosura y Morrough (1878). *Historia del tratamiento metalúrgico del azogue*. Resulta interesante observar que Bargalló no incluyó a Escosura en su obra sobre la minería hispanoamericana.

se precisaban tres operarios para las tareas correspondientes por cada horno: “[...] uno para atizar el fuego, el segundo para llevar combustible, un tercero para refrescar – con agua- los caños de cerámica y cubrir las fugas taponándolas con barro, consiguiendo tratar 300 quintales de mineral en bruto”²⁸³. Comparativamente, bajo las mismas condiciones, con el método de las jabecas (también llamados xabecas o yabecas), contando con la misma cantidad de operarios, y considerando como tales a quienes realizaban tanto las labores extractivas como las de beneficio²⁸⁴; sólo se conseguían beneficiar 13 y ½ quintales de mineral de cinabrio por cada operación de carga. Como la destilación del cinabrio se conseguía a unos 300 °C, temperatura que se alcanzaba fácilmente con fuego de leña, taquia o ichu, material combustible que podía encontrarse fácilmente en las cercanías de Huancavelica; no se necesitaban hornos complejos ni combustibles de gran poder calórico²⁸⁵.

El rendimiento productivo del sistema creado por Lope de Saavedra, resultó considerablemente más elevado que con el método de las jabecas, entonces en uso en Huancavelica. Un corte transversal del mismo lo realiza Gastelumendi A. (1920) (figura N°5) y Patiño (2001) reconstruye hipotéticamente, la planta de un horno busconil típico²⁸⁶ (figura N°6).

²⁸³ LOHMANN VILLENA, Guillermo. *Las minas de Huancavelica en los siglos XVI-XVII*. Lima: Pontificia Universidad Católica, 1999, p. 319 y BARGALLÓ, Modesto. *La minería y la metalurgia en la América Española durante la época colonial: Con un apéndice sobre la industria del hierro en México desde la iniciación de la Independencia hasta el presente*. México: Fondo de Cultura Económica, p. 266-268.

²⁸⁴ MOLINA, Miguel. *El Real Tribunal de Minería de Lima (1785-1821)*. Sevilla: Diputación Provincial de Sevilla. 1986, p.36.

²⁸⁵ CONTRERAS, Carlos. *La Minería en el Perú en la época colonial tardía, 1700-1824. Compendio de Historia Económica del Perú*. Tomo 3. Lima: Banco Central de Reserva del Perú – IEP, 2010, y BROWN, Kendall. *La recepción de la tecnología minera española en las minas de Huancavelica, siglo XVIII. Saberes andinos, ciencia y tecnología en Bolivia Ecuador y Perú*. Marcos Cueto (editor). Lima: Instituto de Estudios Peruanos, 1995, p. 63.

²⁸⁶ PATIÑO, Mariano. *Huancavelica Colonial. Apuntes históricos de la ciudad minera más importante del virreinato peruano*. Lima: Edición Huancavelica. 2001.

Figura N° 5

Corte transversal de un horno de aludeles de Huancavelica

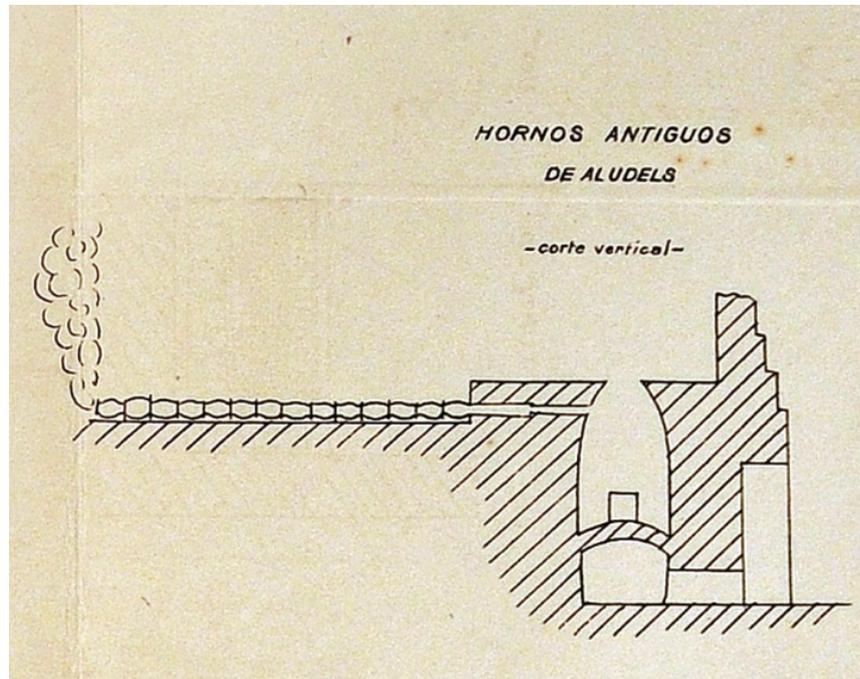


Figura N°5. Corte transversal de un horno de aludeles en Huancavelica. (Ver Anexo 3) (Escala 1/100). Tomado de: GASTELUMENDI, A. C. Huancavelica como región productora de mercurio. *Anales del Congreso Nacional de la Industria Minera*, tomo II. Lima: Imprenta Torres Aguirre, 1920.

Figura N°6

Reconstrucción hipotética de un horno busconil de Huancavelica

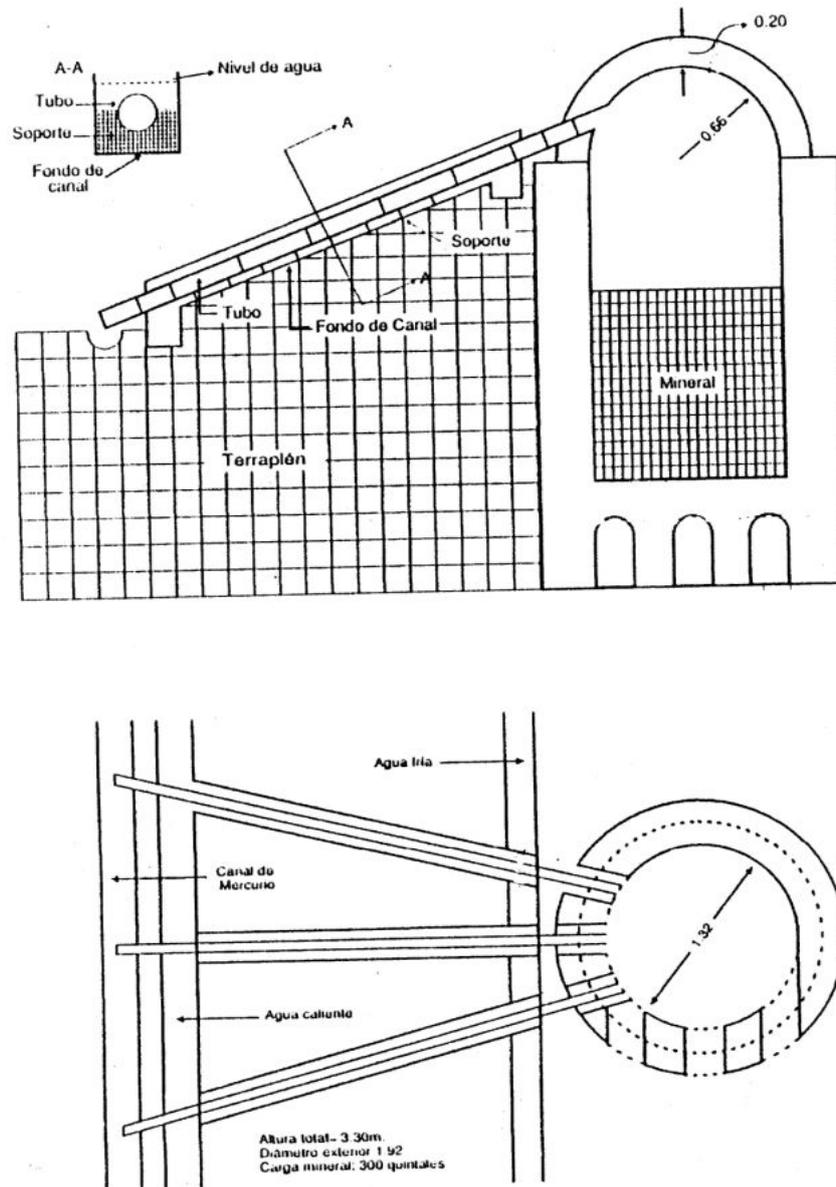


Figura N°6: Reconstrucción hipotética de un horno busconil, mostrando la línea de aludeles seccionadas. Las dimensiones están expresadas en metros considerando una altura total de 3,30 metros y una capacidad de carga de 300 quintales de mineral. Tomado de: PATIÑO, Mariano. *Huancavelica Colonial. Apuntes históricos de la ciudad minera más importante del virreinato peruano.* Lima: Edición Huancavelica. 2001, p. 105.

Con la introducción del método de los hornos busconiles, se consiguió, pese a las imperfecciones del sistema, aumentar la producción por la mayor cantidad de mineral de cinabrio que podía procesarse en los hornos²⁸⁷, y permitía, a diferencia del método de las jabecas (entonces en uso), beneficiar 100 quintales de mineral en bruto.

Comparativamente, para procesar una carga de mineral de cinabrio empleando los métodos de jabecas y de aludeles se precisaban de 23 cargas de mineral, a razón de 4.34 quintales por carga en cada horno de jabecas equivalente a la carga completa de mineral de un horno por jornada; mientras que con el horno de Lope de Saavedra, se precisaban de sólo 2 o 3 cargas de cinabrio a razón de 50 quintales cada una. De las 184 cargas de combustible necesarios en el método de las jabecas, con el nuevo método sólo se requería de 27 cargas de combustible para beneficiar la misma cantidad de mineral. Los mineros de Huancavelica²⁸⁸ comprendieron rápidamente las ventajas que el nuevo método tenía sobre los costos de producción y el rendimiento productivo de los minerales de cinabrio de Huancavelica y en pocos años éste se difundió entre los ingenios mineros de azogue del sur andino.

Desde que en 1633 Lope de Saavedra pusiera en práctica su invención de los hornos busconiles, este fue utilizado a la par del horno de jabecas hasta ser reemplazados por aquellos. Pocos años después, de acuerdo a los términos del contrato entre la Corona y los asentistas en tiempos del Marqués de Mancera, en 1645, se obligó la corona a proporcionar a los mineros 620 mitayos y a entregar un adelanto de 125,00 pesos por año para producir azogue a razón de 74 pesos y 2 reales por quintal, que deducidas ciertas tasas

²⁸⁷ LOHMANN VILLENA, Guillermo. *Las minas de Huancavelica en los siglos XVI-XVII*. Lima: Pontificia Universidad Católica, 1999.

²⁸⁸ Es el caso del minero Diego de Rivas que en 1641, solicitaba una licencia para *construir* un ingenio de azogue en Huancavelica. BNP, B1909, 1641. *Expediente sobre la petición presentada por Diego de Rivas, minero, para que se le conceda licencia para que pueda construir un ingenio*.

dejaba a los mineros 58 pesos por quintal²⁸⁹.

Pese a que los primeros ensayos se efectuaron entre 1633 y 1635, sólo dos años después, entre 1637 y 1640 ya existían 60 hornos de este tipo en Huancavelica, logrando beneficiar cada una de ellas entre 100 y 300 arrobas²⁹⁰, lo que hace un total de 18,000 arrobas de azogue o 4,500 quintales, y para mediados del siglo XVII, era un proceso de uso común en los ingenios de azogue. La Real Provisión del 14 de agosto de 1641, asignó a Lope de Saavedra Barba, un porcentaje del 2% libre del azogue, haciendo extensivo dicho privilegio hasta por tres generaciones, y en el Acuerdo General de Hacienda del 28 de Noviembre de 1644 se confirmó su derecho a tal privilegio. Tras una ardua batalla legal contra el gremio de mineros de Huancavelica²⁹¹, Lope de Saavedra apenas disfrutó brevemente de los derechos correspondientes a su invención y tras su fallecimiento, los herederos de Lope de Saavedra debieron emprender otra batalla legal para que se les reconocieran los derechos correspondientes, logrando el reconocimiento de tal privilegio y que la Caja Real de Huancavelica en 1656, luego de sanear las cuentas con los mineros y asentistas del azogue, asumieran que tenían derecho a un porcentaje equivalente al dos por ciento de lo ingresado como lo confirman los libros de cuenta y cargo de la Caja Real de Huancavelica: “[...] quedan de paga tres mil setecientos y quarenta y seis quintales catorze libras y siete honzas que pertenezcen a dichos mineros y buscones de que se les a de vajar a dos por ciento que perteneze a los herederos De lope de SaYabedra que lo cobran los ofiziales Reales y le pagan”²⁹², por lo cual podemos deducir que la Caja Real de Huancavelica pagó tales obligaciones que se extendieron hasta 1689.

²⁸⁹ PRESTON WITHAKER, Arthur. *The Huancavelica mercury mine: a contribution to the history of the Bourbon renaissance in the Spanish Empire*. Cambridge: Harvard University press, 1941.

²⁹⁰ Una arroba es una unidad de medida española que equivale a 25 libras u 11,5 kilogramos HEMMING, John. *The Conquest of the Incas*. Londres: Abacus, 1972, p. 518.

²⁹¹ LOHMANN VILLENA, Guillermo. *Las minas de Huancavelica en los siglos XVI-XVII*. Lima: Pontificia Universidad Católica, 1999.

²⁹² AGN. Minería. L. 43, doc. 1355. Libro manual del año 1656-1657.

El 1 de setiembre de 1650, la Caja Real de Huancavelica a cargo del oficial Gregorio Florindez, contrató con los maestros albañiles Don Matheo de Olibera y Don Gabriel de Santiago²⁹³, por el precio de 2400 pesos, la elaboración de 30 mil ladrillos, destinados a la construcción de nuevos hornos de beneficio de cinabrio, material suficiente para construir 23 hornos que por la fecha del contrato, debió tratarse de hornos de aludeles. La construcción de un horno de aludeles en Huancavelica demandaba cerca de 1260 a 1300 ladrillos²⁹⁴ con un precio estimado de poco más de 100 pesos. La argamasa y las piedras utilizadas, provenían de lugares próximos al ingenio, y la mano de obra necesaria para su construcción, debió provenir de la fuerza laboral mitaya y de jornaleros libres²⁹⁵ como lo demuestra la existencia de horneros y oyaricos, indios libres que efectuaban las tareas de carga y supervisión de los hornos.

En los ingenios de azogue de Huancavelica, entre 1633 y 1650²⁹⁶, los hornos de jabeca comenzaron a ser sustituidos sistemáticamente por los nuevos hornos busconiles o de “aludeles”. A diferencia de los viejos hornos de jabeca, los hornos de aludeles no tenían “retortas” u ollas para la condensación de los vapores mercuriales, y el proceso principal tenía lugar en unos tubos de arcilla, elaborados a manera de ollas de arcilla sin fondo, engarzadas entre sí (figura N°7), selladas con barro y enfriados continuamente con agua, llamados aludeles donde se condensaba el mercurio o azogue (figura N°8). La operación de un horno busconil en Huancavelica duraba en promedio, unas 24 horas, entre las fases de carga, enfriamiento y descarga del horno.

²⁹³ GÁLVEZ, José María. Investigaciones históricas de los hornos coloniales en Huancavelica. *Millars: Espai i historia*. Revista del Colegio Universitario de Castellón de la Plana, N°29, 2006, p. 47.

²⁹⁴ Considerando que las dimensiones de un ladrillo típico del período virreinal era de 8cm de alto, casi 19 cm de ancho y 40 cm. de largo.

²⁹⁵ Don Agustín Retamoso y Don Antonio Palomino, en la Estancia de Matipacana en Huancavelica, contrataron la construcción de un horno entre septiembre y octubre de 1800, siendo el pago promedio a los oficiales albañiles de 6 reales semanales y de los jornaleros de 3 reales, lo que equivale a 3 pesos y 1 peso 4 reales respectivamente. GÁLVEZ, José María. Investigaciones históricas de los hornos coloniales en Huancavelica. *Millars: Espai i historia*. Revista del Colegio Universitario de Castellón de la Plana N°29, 2006, pp. 39-56.

²⁹⁶ SANCHEZ, Ramón. *Historia de la Tecnología y la invención en México*. México: Banamex, 1980.

Figura N°7.

Ingenio minero en el Perú: Siglo XVIII

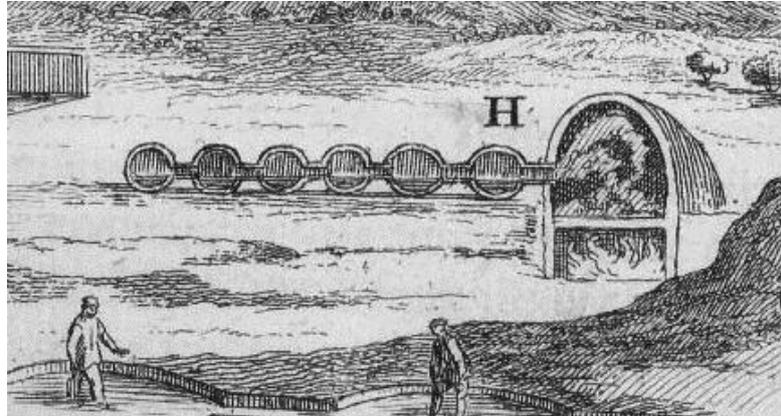


Figura N°7. Ingenio minero en el Perú mostrando en sección, un horno de aludeles. En: Amédée Frézier. *Illustrations de Relation du voyage de la mer du Sud aux côtes du Chili et du Pérou fait pendant les années 1712, 1713, et 1714.* pl.22 p.138.

Figura N°8

Sección de un horno Bustamante

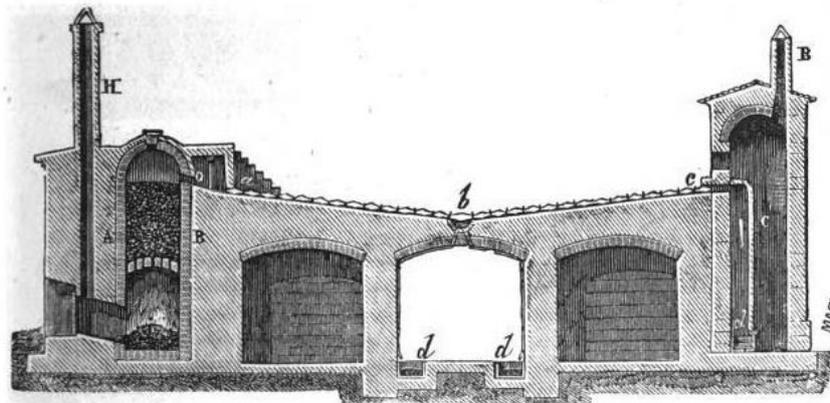


Figura N° 7. Sección y corte de un horno perfeccionado por Juan de Bustamante e introducido en Almadén. Tomado de: SAEZ Y PALACIOS, Rafael. *Tratado de química inorgánica.* Tomo segundo: Madrid: Carlos Bailly-Bailliere, 1869, p. 173.

En un proceso de flujo bidireccional de experiencias tecnológicas entre el viejo y el nuevo mundo²⁹⁷, el proceso desarrollado en Huancavelica llegó a

²⁹⁷ LANG, Mervin F. Azoguería y amalgamación. Una apreciación de sus esencias químico-metalúrgicas, sus mejoras y su valor tecnológico en el marco científico de la época colonial.

España, del cual regresó perfeccionado bajo la forma de los hornos Bustamante, de mayor capacidad y construidos a base de ladrillos, de forma abovedada y circular y en cuya planta se distribuyen las distintas partes del sistema con mayor racionalidad. Fue utilizado en las minas de azogue de la Nueva España, donde hacia 1676, comenzó a introducirse el nuevo método entre los ingenios mineros de Tetela del Río en México, donde se descubrieron minas de cinabrio y un siglo más tarde fue nuevamente introducido y perfeccionado en Idria. Una variante del horno busconil, que modificaba la distribución de los aludeles, fue utilizada en el beneficio de los minerales de cinabrio de las minas de Punitaqui en Chile.

El horno busconil²⁹⁸ pese a sus evidentes ventajas, era aún un método imperfecto. La cañería formada por las líneas de aludeles conectadas entre sí y taponadas, con barro, las uniones, recibía los vapores mercuriales y sulfurosos directamente del horno, “[...] su longitud es insuficiente para llenar ampliamente el objeto; y por último, están en comunicación con la atmósfera en vez de terminar en cámaras de condensación, como se observa en España, así que las pérdidas de elevan al 50 por 100 del contenido del azogue en el mineral”²⁹⁹, defectos que fueron subsanados posteriormente en Almadén e Idria. Tales perfeccionamientos no fueron introducidos en el Perú por las reticencias a las innovaciones por parte del poderoso gremio de mineros de Huancavelica. El rendimiento productivo del método desarrollado en Huancavelica, se aprecia en la Tabla N°2, construida en base a los datos de rendimiento productivo obtenidos para el período de estudio³⁰⁰ y considerando que hacia 1637, se

Llull *Revista de la Sociedad Española de las Ciencias y de las Técnicas*, Vol. 22, N° 45, 1999a, p. 669.

²⁹⁸ Método de los hornos busconiles o de aludeles (en función a la denominación de “buscón”, dada a los cateadores de minas como lo era su creador), Método de Huancavelica, e injustamente llamados “*bustamantes*”; su autor los denominó buitrones.

²⁹⁹ A mediados del siglo XIX, las vetas de azogue del cerro de Santa Bárbara, en Huancavelica, se encontraban casi agotadas, rindiendo por término medio, sólo 3 por 100 de azogue. SÁNCHEZ MOLERO Y LLETGET, Luis María. *Memoria sobre azogues*. Madrid: Imprenta de la viuda de D. Antonio Yenes, 1859, p. 8.

³⁰⁰ “Tomando como año base cualquier año entre 1581 y 1585, período en que el número de mitayos fue de 3,280 (=100) y el promedio anual de la producción fue de 7,700 quintales (100)”. CONTRERAS, Carlos. *La ciudad del mercurio. Huancavelica 1570 - 1700*. Lima: Instituto de Estudios Peruanos, 1982, p. 62.

encontraban en operación cerca de 60 hornos busconiles en Huancavelica. El gráfico N°1 muestra la relación entre la mano de obra y el rendimiento productivo.

Tabla N°2
Rendimiento del azogue

Años	Mitayos	Producción (Promedio anual)	Rendimiento (expresado en porcentajes)
1578	100	65	65%
1588	112	97	86,6%
1593	69	95	137,7%
1603	47	48	102,1%
1613	70	85	121,4%
1621	67	70	104,5%
1633	43	62	144,2%
1648	19	67	352,6%
1663	19	66	347,4%

Fuente: Considerando el rendimiento de azogue y la asignación de mitayos en un óptimo de 100. Elaborado en base a CONTRERAS, Carlos. *La ciudad del mercurio. Huancavelica 1570 - 1700*. Lima: Instituto de Estudios Peruanos, 1982, y TEPASKE, John (s/f). "Colonial mercury distributions 1558-1816". *Economic history data desk, economic history of Latin America, United States and new world. 1500–1900*.

GRAFICO N°1

Rendimiento del azogue

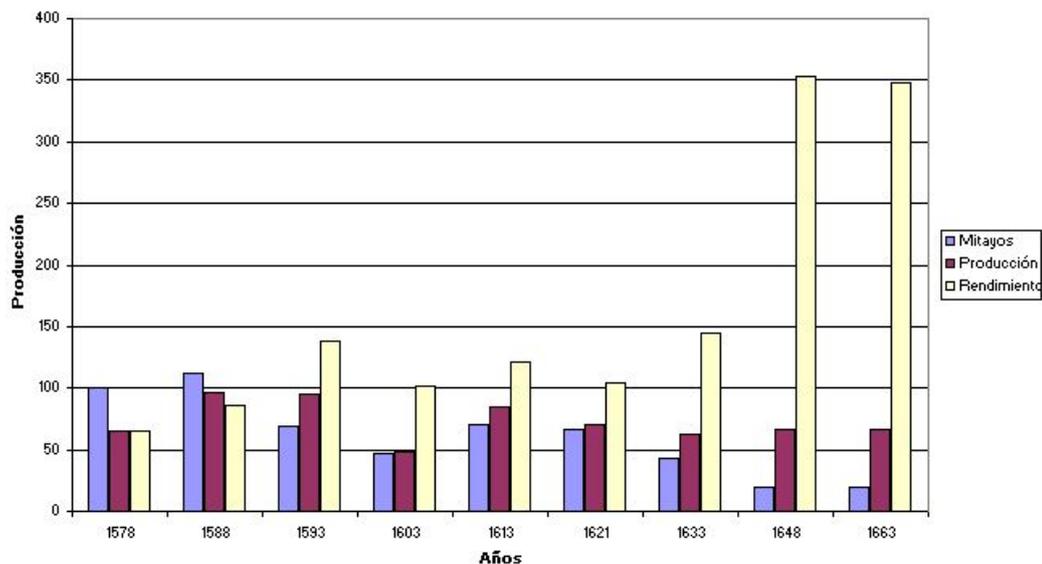


Gráfico N° 1. Rendimiento del azogue 1578-1663. Fuente: Elaborado en base a

Carlos CONTRERAS, Carlos. *La ciudad del mercurio. Huancavelica 1570 - 1700*. Lima: Instituto de Estudios Peruanos, 1982, (1982) y TEPASKE, John (s/f). "Colonial mercury distributions 1558-1816". *Economic history data desk, economic history of Latin America, United States and new world. 1500 – 1900*.

Considerando el manejo y operación de los hornos busconiles por tres operarios, un promedio de 180 operarios se encontraban dedicados a la labor de beneficio en 60 hornos busconiles para el decenio de 1640, sin contar con las actividades de pallaqueo o selección de mineral y la elaboración de bolas de cinabrio y arcilla para terminar de cargar los hornos, operación efectuada especialmente por mujeres. Considerando el manejo de los hornos y el control del fuego y el tiempo de cochura o exposición de la masa de minerales a la acción del calor, esta debió ser una actividad más compleja, por lo cual podemos asumir que esta fase la realizaban operarios asalariados bajo la dirección de un capataz, generalmente indígena. Con los datos disponibles, hemos construido la siguiente tabla comparativa (Tabla nº 3), considerando una carga de 100 quintales de mineral por hornada. El rendimiento productivo del sistema de aludeles es evidentemente mayor que el de las jabecas.

TABLA N°3

Comparación entre los métodos empleados en Huancavelica

TIPO DE SISTEMA EMPLEADO	Cantidad de mineral a beneficiar (en quintales)	Distribución de las cargas de mineral (en quintales)	Consumo de combustible (cargas)	Costo de ladrillos por horno	Numero de operarios	Salarios por jornal diario	Rendimiento máximo
JABECAS	100	23 (de 4,34 quintales c/u)	184	44p. 3r.	22	16p.5r.	10%
REVERBERO	100	n. d.	46	n. d.	3	2p.2r.	20%
ALUDELES	100	2 (de 50 quintales c/u)	27	105p. 3 r.	3	2p.2r.	50%

Fuente: Elaboración propia. Considerando para la construcción del horno, 4p. 3r. por jornal mensual de un maestro albañil y un operario. En el caso de las jabecas, debe incluirse el valor de las vasijas y caperuzas. En cuanto al horno de reverbero en Huancavelica, no se encuentran mayores datos disponibles, pero por las pocas descripciones existentes, asumimos que su rendimiento debió ser, por lo menos, el doble que en un horno de jabecas contando con la misma carga de mineral de cinabrio.

Durante la administración del virrey Toledo, en la etapa temprana de explotación del azogue de Huancavelica, el salario de un mitayo llegaba a alcanzar los dos reales diarios, teniendo derecho además, a dos libras y media de carne por semana y al mes: a un celemín y medio de maíz³⁰¹. En tiempos del Conde de Chinchón, el jornal diario de un mitayo alcanzaba los tres reales. Los operarios voluntarios o alquileres, podían llegar a ganar el triple que los mitayos, pero estimamos un rango máximo de 6 reales por jornal en un trabajo más especializado mientras que los oficiales y capataces recibían un salario mayor. En 1654, el capitán Bartolomé de Armereros recibió como pago mensual por su trabajo de sobrestante o capataz en el ingenio de Juan de Llamas, 93 pesos a razón de tres pesos corrientes al día³⁰² en un período en el cual el salario medio alcanzaba los 4 reales³⁰³. En contraste, con el método de las jabecas, las fases de preparación y carga de mineral en las ollas obligaban a los operarios a recurrir frecuentemente al auxilio de sus familiares para completar su labor, además de contar con un vigía para atender el suministro de combustible. Como cada horno de jabecas en Huancavelica contenía un promedio de 30 ollas, 15 arrobas o 3,75 quintales de mineral y se obtenía sólo una y media arroba o 2½ libras por olla³⁰⁴, sólo se conseguía el 10% de azogue de la carga de mineral, lo que llega a representar hasta un 90% de pérdidas.

En los hornos busconiles, las pérdidas de azogue podían elevarse al 50 o 60 por ciento del contenido de azogue en el mineral de cinabrio³⁰⁵ considerando la calidad de los minerales de la carga, las deficiencias del sistema y el poco entrenamiento y capacitación de sus operarios. Otra fuente de pérdidas provenía del tráfico ilegal de azogue mediante el contrabando que en algunos años llegó a superar el 30% de todo el azogue legalmente

³⁰¹ El jornal fue fijado en un real y un tomin de plata. LOHMANN VILLENA, Guillermo. *Las minas de Huancavelica en los siglos XVI-XVII*. Lima: Pontificia Universidad Católica, 1999, p. 104.

³⁰² Biblioteca Nacional del Perú, BN B881- 1654. *Libro de cuenta y raçon de lo que boy gastando en el çerro y yngenio de el alferrez Juan de Llamas*.

³⁰³ PATIÑO, Mariano. *Huancavelica Colonial. Apuntes históricos de la ciudad minera más importante del virreinato peruano*. Lima: Edición Huancavelica. 2001, p.45.

³⁰⁴ LOHMANN VILLENA, Guillermo. *Las minas de Huancavelica en los siglos XVI-XVII*. Lima: Pontificia Universidad Católica, 1999. P. 139

³⁰⁵ SÁNCHEZ MOLERO Y LLETGET, Luis María. *Memoria sobre azogues*. Madrid: Imprenta de la viuda de D. Antonio Yenes, 1859, p. 9.

ingresado a las cajas reales³⁰⁶. La tabla N°4 muestra la relación entre la producción registrada y las pérdidas por las deficiencias del sistema. En base a las estimaciones de producción de azogue elaborado por Lohmann Villena, (1999), se han considerado como pérdidas por el tipo de sistema utilizado dos períodos: el período comprendido entre 1610 a 1632, en el que predomina el método de las jabecas; y el período de introducción de los hornos busconiles aun considerando sus imperfecciones técnicas, construidos en base al diseño original de Lope de Saavedra a partir de 1633, estimando una pérdida de alrededor del 60% de azogue no aprovechado y perdido en forma de vapor mercurial hacia la atmósfera (Gráfico N°2).

Tabla N°4

Producción de azogue (en quintales) y pérdidas por tipo de sistema en Huancavelica (1610-1660)

AÑO	Producción de azogue (en quintales)	Pérdidas por tipo de método de beneficio (en quintales)	Total perdido (en quintales)
1610	5570	7241	12811
1611	5705	7416.5	13121.5
1612	5488	7134.4	12622.4
1613	5626	7313.8	12939.8
1614	8288	10774.4	19062.4
1615	7356	9562.8	16918.8
1616	7613	9896.9	17509.9
1617	6658	8655.4	15313.4
1618	4445	5778.5	10223.5
1619	4847	6301.1	11148.1
1620	5871	7632.3	13503.3
1621	7431	9660.3	17091.3
1622	6107	7939.1	14046.1
1623	7321	9517.3	16838.3
1624	2694	3502.2	6196.2
1625	3533	4592.9	8125.9
1626	2937	3818.1	6755.1
1627	2812	3655.6	6467.6

³⁰⁶ AGI, Patronato, 239, R244, 1614.

1628	2228	2896.4	5124.4
1629	1936	2516.8	4452.8
1630	2859	3716.7	6575.7
1631	4133	5372.9	9505.9
1632	4127	5365.1	9492.1
1633	4721	6137.3	10858.3
1634	5800	7540	13340
1635	5117	6652.1	11769.1
1636	4707	6119.1	10826.1
1637	5446	7079.8	12525.8
1638	5663	7361.9	13024.9
1639	6500	8450	14950
1640	2504	3255.2	5759.2
1641	2534	3294.2	5828.2
1642	4595	5973.5	10568.5
1643	8440	10972	19412
1644	8522	11078.6	19600.6
1645	3583	4657.9	8240.9
1646	6109	7941.7	14050.7
1647	7179	9332.7	16511.7
1648	4083	5307.9	9390.9
1649	4969	6459.7	11428.7
1650	3383	4397.9	7780.9
1651	8848	11502.4	20350.4
1652	8228	10696.4	18924.4
1653	6985	9080.5	16065.5
1654	5279	6862.7	12141.7
1655	8358	10865.4	19223.4
1656	8048	10462.4	18510.4
1657	5265	6844.5	12109.5
1658	7053	9168.9	16221.9
1659	5321	6917.3	12238.3
1660	3875	5037.5	8912.5
TOTAL	276700	359710	636410

Tabla N°4: Para la construcción de esta tabla, se ha considerado un período de 50 años, de 1610 a 1660. Las pérdidas por el tipo de sistema pueden subdividirse en dos períodos; el primero entre 1610 a 1632, en el que predomina el método de las jabecas, y el segundo período desde 1633 en el que se introducen los hornos busconiles de Lope de Saavedra considerando una pérdida de alrededor del 60% de azogue Fuente: Elaborado en base a LOHMANN VILLENA, Guillermo. *Las minas de Huancavelica en los siglos XVI-XVII*. Lima: Pontificia Universidad Católica, 1999.

GRAFICO N° 2

Producción y pérdidas de azogue en Huancavelica (1610-1660)

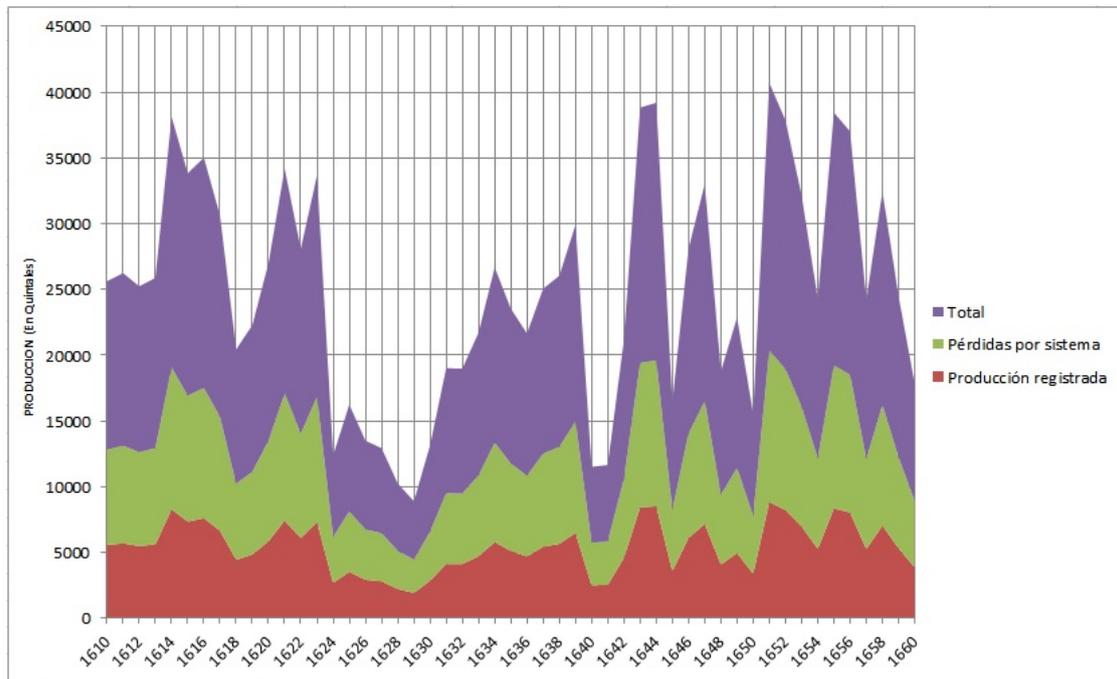


Gráfico N° 2. Producción y pérdidas de azogue en Huancavelica (1610-1660)³⁰⁷. Se observa, que hacia 1633, disminuyen las pérdidas de azogue por la introducción del horno busconil que desplazará rápidamente al horno de jabecas. El rendimiento productivo considera las pérdidas por el tipo de sistema empleado. Fuente: Elaborado en base a LOHMANN VILLENA, Guillermo. *Las minas de Huancavelica en los siglos XVI-XVII*. Lima: Pontificia Universidad Católica, 1999.

Pocas décadas después, la producción del azogue peruano estuvo en capacidad de abastecer; incluso a mercados y centros mineros tan lejanos como los de Nueva España³⁰⁸. En 1691 el Virrey Conde de la Monclova informaba que el azogue de Huancavelica se enviaba a los mineros de Nueva España, introduciéndolos por el puerto de Acapulco, y lo suficiente como para “[...] para dexar probeydo este Reyno para este año”³⁰⁹; y aún quedaban 8.000

³⁰⁷ En este gráfico se interpolan la producción de azogue de Huancavelica y las pérdidas por el tipo de sistema utilizado. Se ha tomado como base, la data estimada en CHUMPITAZ, Juan. *Invencción, Innovación y Tecnología en la Minería De Huancavelica: 1630 – 1640*. Tesis para optar el Título Profesional de Licenciado en Historia. Lima: Universidad Nacional Federico Villarreal. 2009, p. 99.

³⁰⁸ LANG, Mervin. F. *El monopolio estatal del mercurio en el México colonial (1550-1710)*. México: Fondo de Cultura Económica, 1977.

³⁰⁹ Colección de Cartas de Virreyes (1689-1694[1954:176]). Virreinato Peruano. Documentos para su Historia. Conde de la Monclova Tomo I 1689-1694. Dirección, prólogos y notas de Manuel Moreyra y Paz- Soldán y Guillermo Céspedes del Castillo. Lima: Editorial Lumen.

quintales de azogue en los almacenes reales de Huancavelica, los suficientes como para considerar abastecido el mercado interno del virreinato peruano sin riesgo de escasez. El azogue almacenado era guardado celosamente por los Oficiales Reales en Huancavelica y Potosí. Aun siendo de gran importancia, el azogue era considerado una especie "mala de guardar", elemento que padecía muchas mermas debido a los ineficientes métodos de almacenamiento y transporte³¹⁰. Sin embargo, desde un primer momento se hizo necesario establecer una serie de drásticas sanciones para prevenir la sustracción y el contrabando del preciado insumo, especialmente, entre los mineros de Huancavelica: "[...] el minero que vendiere azogue le quiten los indios y le destierren del reino con la mitad de sus bienes perdidos para la cámara, y que el que lo comprare destos estravíos pierda sus bienes y le destierren del reino"³¹¹. Para el sostenimiento de sus actividades, los mineros y azogeros debían certificar la procedencia del azogue y declarar el número de minas trabajadas. La certificación se convirtió en un requisito obligatorio para comprar azogue, obligándose el beneficiado a quintar la plata obtenida y a registrar su producción.

El éxito del proceso desarrollado en Huancavelica, llevó a que Luis de Berrío y Montalvo los construyera en Nueva España en 1676 y Juan de Bustamante quien viera los hornos busconiles durante su estancia en el Perú como mayordomo de la mina de Huancavelica hasta 1645, los introdujera en Almadén en 1646³¹². Bajo la dirección de Juan de Bustamante, se construyó el primer horno de aludeles de Almadén: el horno de Nuestra Señora de la Concepción al que pronto siguieron otros más. Pese a la resistencia de los metalurgistas españoles, los hornos busconiles representaron un gran avance

³¹⁰ CONTRERAS, Carlos. *La Minería en el Perú en la época colonial tardía, 1700-1824. Compendio de Historia Económica del Perú*. Tomo 3. Lima: Banco Central de Reserva del Perú – IEP, 2010, p. 135.

³¹¹ MARQUES DE MIRAFLORES y Miguel SALVA. *Colección de documentos inéditos para la historia de España*. Tomo LI. Madrid: Imprenta de la viuda de Calero, 1867, p. 537-539.

³¹² De acuerdo a Escosura y Morrogh se introduce el método en 1646 y Bargalló sostiene que se introdujo el método en Almadén en 1647. Véase a BARGALLÓ, Modesto. *La minería y la metalurgia en la América Española durante la época colonial: Con un apéndice sobre la industria del hierro en México desde la iniciación de la Independencia hasta el presente*. México: Fondo de Cultura Económica, 1955, p. 267.

en las técnicas y procesos metalúrgicos europeos; “[...] es significativo que el último avance técnico del siglo XVII, o sean los famosos hornos aludeles, fue realizado por el último administrador de los Fugger: Juan de Bustamante”³¹³, de tal manera que llegó a conocerse, injustamente, como “Hornos de Bustamante” o sencillamente “Bustamantes”, como se observa en las figuras N°9 y N°10, a los hornos del tipo de los introducidos un siglo más tarde en Idria en el ducado de Carniola, dominio de la casa de los Habsburgos y, en la actual perteneciente a Eslovenia³¹⁴

Figura N°9

Hornos Bustamante de Almadén

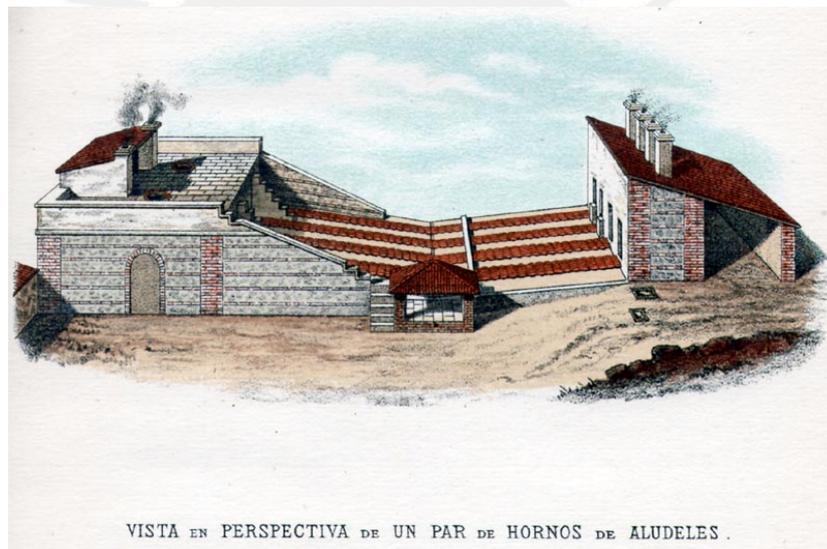


Figura N° 9. Hornos modificados por Juan de Bustamante en Almadén. ESCOSURA Y MORROGH, Luis. *Historia del tratamiento metalúrgico del azogue en España*. Madrid: Imprenta y fundición de M. Tello, 1878.

³¹³ LANG, Mervin F. *El monopolio estatal del mercurio en el México colonial (1550-1710)*. México: Fondo de Cultura Económica, 1977, p. 93.

³¹⁴ FRAXNO Y PALACIO, Claudio y otros. *Tratado de química*. Tomo III. Madrid: Imprenta de Don Alejandro Gómez Fuentesnebro, 1844, p. 237.

Figura N°10

Hornos Bustamantes en Idria



Figura N° 10. Hornos Bustamantes en Idria, Eslovenia. Tomado de: MRACK, Joseph (1770) *The town of Idria and ground plan of the mine with underground workings*. Archive of the Republic of Slovenia. RĚCNIK, Aleksander. *Minerals of the mercury ore deposit Idria*. Ljubljana: Jožef Stefan Institute - Springer, 2013, p. 6.

La minería tuvo un papel fundamental en la creación y desarrollo de un activo mercado interno en la región surandina del virreinato peruano³¹⁵. A diferencia de la minería europea, los principales centros mineros del virreinato se encontraban ubicados a gran altura y en zonas muy frías, que hacían impracticables actividades como la agricultura y la ganadería, salvo la escasa ganadería alto andina de camélidos, necesarios para transportar los insumos, partidas de minerales, alimentos y combustibles a los ingenios ubicados al pie de las labores mineras de Huancavelica y Potosí que constituyeron el eje alrededor del cual se organizó el espacio económico colonial peruano, articulándose con la producción agraria regional gracias a la fuerte demanda de recursos, suministros, alimentos, textiles que exigía el funcionamiento de estos centros mineros³¹⁶, desarrollándose una suerte de especialización de trabajo y una intensificación del comercio en ese espacio económico.

³¹⁵ SEMPAT ASSADOURIAN, Carlos. *El sistema de la economía colonial. Mercado interno, regiones y espacio económico*. Lima: Instituto de Estudios Peruanos, 1982.

³¹⁶ SEMPAT ASSADOURIAN, Carlos. La producción de la mercancía dinero en la formación del mercado interno colonial. En: *Economía*. Lima: Pontificia Universidad Católica, Vol. 1, No. 2, 1978, pp. 9-55.

A comienzos del siglo XVII, el contrabando de azogue se convirtió en un mal endémico³¹⁷ que las autoridades coloniales no podían controlar totalmente, pese a la existencia de sanciones punitivas dispuestas por la legislación minera colonial³¹⁸ y al hecho de sólo venderse a quienes pagaban impuestos por su producción, es decir, a los mineros y azogeros matriculados. El azogue, se convirtió en un insumo codiciado por todos los azogeros que necesitaran refinar minerales de plata³¹⁹, especialmente, aquellos de baja ley. Tal demanda ocasionó que cantidades importantes de azogue se llevaran de contrabando³²⁰ o se "extraviaran" en las dispersas rutas mineras del virreinato peruano, logrando evadir el control de la Real Hacienda³²¹ y a las sanciones establecidas que castigaban el contrabando de cualquier especie³²² con la pérdida de la carga y de sus medios de transporte. En 1614, los oficiales reales certificaron al Real Consulado, la existencia de 8,281 quintales de azogue, ingresados el año anterior, en los almacenes de la Real Caja³²³, denunciando una pérdida de casi 10,000 quintales sobre un total de 32,643 quintales, a causa de las sustracciones ilegales y el contrabando de azogue, que en los primeros decenios del siglo XVII, llegan a representar una pérdida de hasta un 30% del azogue. Parte de este azogue clandestino era vendido a los

³¹⁷ CONTRERAS, Carlos. La Minería en el Perú en la época colonial tardía, 1700-1824. *Compendio de Historia Económica del Perú*. Tomo 3. Lima: Banco Central de Reserva del Perú – IEP, 2010.

³¹⁸ "Hay en este reino muchos minerales y asientos de plata, que no tienen indios de merced, y está mandado que a estos minerales no se les dé azogue del almacén real, ni que ningún minero lo venda so graves penas y perdimiento de bienes repartidos entre el juez denunciador y cámara, y en todos estos minerales benefician metales con azogue de Guancavelica, el cual azogue venden los mineros de so capa en mucha cantidad, y es de notable daño". MARQUES DE MIRAFLORES y Miguel SALVA. *Colección de documentos inéditos para la historia de España*. Tomo LI. Madrid: Imprenta de la viuda de Calero, 1867, p. 537-538.

³¹⁹ BROWN, Kendall. La recepción de la tecnología minera española en las minas de Huancavelica, siglo XVIII. *Saberes andinos, ciencia y tecnología en Bolivia Ecuador y Perú*. Marcos Cueto (editor). Lima: Instituto de Estudios Peruanos, 1995, p. 59.

³²⁰ BROWN, Kendall. *Minería e imperio en Hispanoamérica colonial*. Lima: Banco Central de Reserva del Perú – IEP, 2015.

³²¹ CONTRERAS, Carlos. La Minería en el Perú en la época colonial tardía, 1700-1824. *Compendio de Historia Económica del Perú*. Tomo 3. Lima: Banco Central de Reserva del Perú – IEP, 2010, p.134.

³²² RECOPIACIÓN DE LEYES DE LOS REINOS DE INDIAS.

³²³ "(...) sin lo extraviado pasan de 2000, con los quales en los seis años de mi asistencia son 32,643 sin mas de 10,000 que se an llevado ocultamente a diferentes minerales bastante numero para el veneficio de cuarenta millones de plata". Archivo General de Indias. AGI, Patronato, 239, R244, 1614.

propietarios de pequeños ingenios y circulaba en las regiones mineras próximas a Huancavelica como Castrovirreina, Angaraes y Lucanas. Entre 1620 y 1630, las autoridades coloniales y los oficiales reales se apropiaron de parte del mineral de mercurio³²⁴ o sustrajeron partidas de azogue de la Real Caja, en lugar de ser distribuidos entre los mineros y azogueros que lo necesitasen. En 1705, las medidas se endurecieron aún más: un bando hecho publicar por el presidente y los oidores de la Audiencia de Lima, amenazaba con castigar las pérdidas de los metales, oro, azogue y piñas de plata sin quintar, con la pérdida de las recuas de mulas y los carros, doscientos azotes y cuatro años en el presidio de Valdivia en el reino de Chile³²⁵.

Desde su fundación, la Villa de Huancavelica no podía cubrir los elevados requerimientos de suministros, combustibles, alimentos y otros insumos necesarios para el sostenimiento de una actividad económica vital para la corona, estableciéndose un circuito comercial dedicado a abastecer de alimentos, herramientas, combustibles y suministros diversos para el sostenimiento de la Villa y de la actividad minera cuya principal actividad económica radicaba en la producción de azogue. Tal demanda ocasionó que cantidades importantes de azogue no se registraran por acción del contrabando cuyas sanciones más graves se aplicaban en dichos casos y a cuyos infractores se castigaba con dos años de servicio en la milicia³²⁶. Las sanciones también alcanzaban a las autoridades y oficiales reales bajo la amenaza de perder sus oficios y cargos.

³²⁴ QUIRÓZ, Alfonso. *Historia de la corrupción en el Perú*. Segunda edición. Lima: Instituto de Estudios Peruanos. 2013, p. 58.

³²⁵ REALES CEDULAS, REALES ORDENES, DECRETOS, AUTOS Y BANDOS QUE SE GUARDAN EN EL ARCHIVO HISTÓRICO. Lima: Ministerio de Hacienda, 1947, pp.443- 444.

³²⁶ FUENTES, Paulino. Vocabulario de Minería arreglado según el código del Perú y otras legislaciones mineras. Lima: Librería e imprenta Gil, 1901, p. 22.

3.8 LOS HORNOS BUSCONILES EN NUEVA ESPAÑA, ESPAÑA E IDRIA.

3.8.1 LOS HORNOS BUSCONILES DE NUEVA ESPAÑA

La necesidad de contar con azogue para poder beneficiar los minerales de plata sin tener que depender del azogue que llegaba de España impulsó tempranamente la búsqueda de azogue en la Nueva España, y a principios del siglo XVII comenzó a extraerse en Pachuca, Temaxaltepec y Chiantla y más tarde en Chilapa y Tetela del Río³²⁷ donde ya se explotaban desde el siglo XVI algunas minas de plata y de azogue³²⁸. Los envíos de azogue de Almadén y Huancavelica, cuyo primer envío de 294 quintales se efectuó en 1679, restaron incentivos a la producción de azogue novohispano que por ser consideradas poco productivas nunca llegaron a producir cantidades importantes de mercurio³²⁹. Al conocerse en la Nueva España, los resultados de las mejoras técnicas introducidas en Huancavelica y las innovaciones realizadas en la producción de azogue por Juan de Bustamante en Almadén en 1647, los mineros mexicanos también intentaron realizar diversas mejoras técnicas a sus procesos productivos en base a la tecnología de los hornos busconiles introducidos en Nueva España en 1676 y perfeccionados por Berrío. Este era un horno en el que el mercurio llegaba a ser vaporizado, siguiendo básicamente, el método de Lope de Saavedra.

Pruebas comparativas efectuadas en la Nueva España bajo la dirección del especialista mercedario fray Nicolás de Alarcón hacia 1650, entre el proceso de Huancavelica y el de Bustamante, efectuados bajo la dirección y supervisión de especialistas peruanos³³⁰, fueron superadas por la aparición de una versión mejorada del horno de aludeles que podía contener más del doble

³²⁷ PEREZ SAENZ DE URTURI Juan-Eusebio. La minería colonial americana bajo la dominación española. *Boletín Millares Carlo*. Universidad Nacional de Educación a Distancia, UNED, Centro Asociado de la UNED de Las Palmas de Gran Canaria, 1980, p. 62.

³²⁸ LANG, Mervin F. la búsqueda del azogue en el México colonial. *Historia mexicana*, vol. 18, núm. 4, abril-junio, 1969, pp. 473-484.

³²⁹ RODRIGUEZ, Adolfo. Notas para el estudio del azogue en México en el siglo XVII. *Estudios de Historia novohispana*. Vol 8, N° 8, 1985, p. 225.

³³⁰ SANCHEZ, Ramón. *Historia de la Tecnología y la invención en México*. México: Banamex, 1980, p. 318.

de capacidad que el busconil: unos 18 quintales³³¹. Estos fueron introducidos y perfeccionados en México por Luis de Berrío y Montalvo³³², quien afirmaba haber construido los hornos de beneficio del cinabrio en Tetela del Río en 1652³³³, basándose en el tratado de Agricola, *De Re Metallica*, como una respuesta a los problemas existentes en la minería y metalurgia del azogue y la plata novohispanos³³⁴. La similitud de los hornos de Luis de Berrío con los desarrollados por Lope de Saavedra era tal que en 1653, un desconocido especialista peruano de visita en Nueva España “[...] examinó estos hornos y declaró que aunque no eran iguales en tamaño, respondían al mismo principio que los del Perú”³³⁵.

No existían grandes diferencias entre los métodos de beneficio del azogue usado en Huancavelica y el usado en Nueva España. Las diferencias existentes en cuanto al rendimiento productivo se debían a la calidad y la ley de los minerales de cinabrio. Parece ser que en el siglo XVII, el cinabrio mexicano era de menor calidad que el de Huancavelica donde el mineral era más fácil de extraer³³⁶. La producción del azogue peruano tenía las desventajas de ser una producción condicionada por la imperfección de los métodos de beneficio del azogue pero tan rico como para justificar su beneficio por métodos más sencillos. Berdegal de la Cuesta, que había sido minero en Nueva España,

³³¹ Un quintal es una unidad de peso española equivalente a cuatro arrobas o 46 kilogramos HEMMING, John. *The Conquest of the Incas*. Londres: Abacus, 1972, p. 518.

³³² CASTILLO MARTOS, Manuel y Mervin F. LANG. *Grandes figuras de la minería y metalurgia virreinal*. Cádiz: Universidad de Cádiz, 2006, p. 77.

³³³ SÁNCHEZ GÓMEZ, Julio, Guillermo MIRA DELLI-ZOTTI y Rafael DOBADO. *La savia del imperio. Tres estudios de economía colonial*. Salamanca: Ediciones Universidad de Salamanca, 1997, p. 246.

³³⁴ En 1643 se imprimió en México la obra: *Informe sobre el nuevo beneficio que se ha dado a los metales ordinarios de plata por azogue y filosofía natural a que reduce el método y arte de la minería, para excusar a todos la pérdida y consumido de azogue, con las causas de que procede, que hasta hoy no se han alcanzado, de que resultará mayor ley de plata y ahorro de costa y poderse dar fundición a los metales secos sin perderse liga de plomo, ni el consumido ordinario de greta o almátaga*. SÁNCHEZ GÓMEZ, Julio, Guillermo MIRA DELLI-ZOTTI y Rafael DOBADO. *La savia del imperio. Tres estudios de economía colonial*. Salamanca: Ediciones Universidad de Salamanca, 1997, p. 228.

³³⁵ SANCHEZ, Ramón. *Historia de la Tecnología y la invención en México*. México: Banamex, 1980, p. 318. En 1692 fueron enviados dos especialistas peruanos para investigar las minas de azogue de San Gregorio y Temascaltepec. LANG, Mervin F. la búsqueda del azogue en el México colonial. *Historia mexicana*, vol. 18, núm. 4, abril-junio, 1969, p. 480.

³³⁶ LANG, Mervin. F. *El monopolio estatal del mercurio en el México colonial (1550-1710)*. México: Fondo de Cultura Económica, 1977, p.279.

afirmaba en 1839, que entre las variedades de cinabrio de España, Nueva España y el Perú, el mineral de Huancavelica contenía una mayor cantidad de sulfuros “[...] mucha parte de gas que le perjudica en un 6 á 10 por ciento comparado con el azogue de Almadén”³³⁷; condiciones por las cuales era necesario cubrir la demanda de los mineros novohispanos con azogue procedente de Idria en Istria, actual Eslovenia y más aún, con el suministro de azogues de las minas de Almadén en España, cuya labor era efectuada especialmente por forzados, y de Huancavelica cuyo azogue en el siglo XVII llegó a venderse en México a 110 pesos por quintal³³⁸.

3.8.2 LOS HORNOS BUSTAMANTES DE ALMADEN

En Europa como en México, el nuevo método fue sometido a una serie de pruebas, que evidenciaron sus imperfecciones. Los informes sobre las minas de Huancavelica se convirtieron en cruciales para realizar las mejoras necesarias y ser utilizadas en las minas de Almadén, que se convirtió en el eje principal del trasvase de conocimiento y experiencias tecnológicas en un circuito que comprendía a Almadén en España, Huancavelica en el Perú³³⁹, incluyendo a Idria en la actual Eslovenia, Guanajuato y Zacatecas en México y Punitaqui en Chile.

En 1646 Juan Alonso de Bustamante, natural de Santander, acompañado de Fernando de Villua, y Diego de Sotomayor, llegaron a España procedentes del Perú, el primero de ellos había ejercido de mayordomo y administrador en algunas minas de Huancavelica, proponiendo mejorar e introducir una serie de innovaciones destinadas a mejorar el beneficio de los minerales de Almadén, especialmente de aquellos considerados muy pobres

³³⁷ BERDEGAL DE LA CUESTA, Juan. *Cartilla práctica sobre el laboreo de las minas y reconocimiento y beneficio de los metales*, segunda edición. Madrid: Marcelino Carrero y Portocarrero impresor, 1839, p. 17.

³³⁸ RODRIGUEZ, Adolfo. Notas para el estudio del azogue en México en el siglo XVII. *Estudios de Historia novohispana*. Vol 8, N° 8, 1985, p. 227.

³³⁹ LANG, Mervin F. Azoguería y amalgamación. Una apreciación de sus esencias químico-metalúrgicas, sus mejoras y su valor tecnológico en el marco científico de la época colonial. *Llull Revista de la Sociedad Española de las Ciencias y de las Técnicas*, Vol. 22, N° 45, 1999, p. 669.

proponiendo obtener más azogue con menos coste³⁴⁰. Pese a lo que se obligaba Juan de Bustamante, los Consejos de Castilla y de Indias se opusieron al premio del corregimiento del Cuzco que le fuera otorgado, argumentando ser un proceso conocido y usado en las minas de Huancavelica en el Perú y cuyo autor era Lope de Saavedra.

Los hornos construidos en Almadén en 1645 bajo el método de Bustamante (introducidos años más tarde en Idria), funcionaban bajo el mismo principio que los utilizados en Huancavelica pero eran una versión perfeccionada, mucho más grandes y eficientes, reduciendo las pérdidas de azogue y siendo más seguros de operar³⁴¹ aunque, respetando el principio de funcionamiento del diseño original. El horno Bustamante de Almadén alcanzaba una altura de 15 pies y 4 de diámetro, Las mejoras efectuadas al sistema original consistían en el uso de hornos de ladrillos, abovedados y de forma circular razón por la cual también se denominaron “hornos de cuba”³⁴² con dos rejillas o parrillas separadas a corta distancia. En la reja inferior se quemaba el combustible y la superior mantenía la carga del mineral, disponiéndose en primer lugar el mineral grueso y pobre, sobre él se colocaba el metal rico completando la carga con ladrillos hechos del mineral menudo, los desperdicios de los aludeles y arcilla³⁴³. El horno se calentaba con leños delgados para obtener una llama abundante. La calcinación de los minerales de cinabrio, alcanzaba las quince horas, dejándose enfriar el horno durante tres días. En la parte superior del horno o bóveda, se encontraban unas aberturas que se comunicaban con dos hileras de aludeles de barro cuya función era condensar el vapor de mercurio hacia las cámaras de condensación siguiendo las líneas del método de Lope de Saavedra. Una portezuela en las cámaras de

³⁴⁰ LARRUGA, Eugenio. Memorias políticas y económicas sobre los frutos, fábricas y minas de España con inclusión de los reales decretos, ordenes, cédulas, aranceles y ordenanzas expedidas para su gobierno y fomento. Tomo XXVII. Madrid: Antonio Espinosa, 1796, p. 135.

³⁴¹ CONTRERAS, Carlos. La Minería en el Perú en la época colonial tardía, 1700-1824. *Compendio de Historia Económica del Perú*. Tomo 3. Lima: Banco Central de Reserva del Perú – IEP, 2010.

³⁴² SÁNCHEZ MOLERO Y LLETGET, Luis. *Memoria sobre azogues*. Madrid: Imprenta de la viuda de D. Antonio Yenes, 1859, p. 8. La cavidad del horno tiene forma de cuba o depósito cilíndrico donde se disponen los minerales para la calcinación.

³⁴³ SAEZ Y PALACIOS, Rafael. *Tratado de química inorgánica*. Tomo segundo: Madrid: Carlos Bailly-Bailliere, 1869, p. 173-175.

condensación permitía recoger el mercurio para recoger el mercurio. Cada horno podía suministrar de 25 a 30 quintales de mercurio en una sola operación. En promedio, con el horno y el mineral de Almadén se lograban beneficiar 10 quintales de mercurio por cada 100 quintales de mineral de cinabrio consumiendo de 28 a 30 cargas de leña por cada vaso del horno³⁴⁴.

La necesidad de perfeccionar el método de Huancavelica para incrementar la producción de azogue era el consenso general entre los especialistas mineros de fines del siglo XVII, considerando al diseño, construcción, y emplazamiento de los hornos de Huancavelica como la principal fuente de pérdidas de azogue a causa de una condensación inadecuada del mercurio que afectaba la producción³⁴⁵, tales defectos fueron subsanándose en las versiones construidas en Almadén e Idria. Con la renuencia por parte del gremio de mineros al perfeccionamiento del método de Huancavelica, hacia el siglo XVIII éste método se había quedado desfasado con respecto a los perfeccionamientos empleados en los sistemas empleados en Almadén e Idria. Los hornos usados en Huancavelica sólo conseguían beneficiar un tercio de la carga mineral de sus equivalentes europeos. Varios de ellos estaban contruidos con materiales baratos y deleznales: piedras y adobes principalmente, y otros, más elaborados, contruidos con ladrillos como se observa en los restos de los hornos de azogue de Qoripaccha (Figura N°11) pero más pequeños que los hornos de ladrillos usados en Almadén tal como se puede apreciar en la figura N°5 (ver página 72), que sin embargo paradójicamente, derivaban del horno busconil desarrollado por Lope de Saavedra Barba en Huancavelica.

³⁴⁴ GIL BAUTISTA, Rafael. Barro y azogue. La alfarería en el mundo del mercurio durante la Edad Moderna en Almadén (Ciudad real). *La cerámica en el mundo del vino y del aceite*. Teresa ALVAREZ (Coord.). XV Congreso Anual de la Asociación de Ceramología. La Rioja: Ayuntamiento de Navarrete, 2012, P. 152-167.

³⁴⁵ LANG, Mervin F. (1997). La tecnología minera en Huancavelica a finales del siglo XVIII. *Nacionalismo e internacionalismo en la historia de las ciencias y la tecnología en América Latina*. Arboleda, L. C. y Osorio, C. (eds.). Cali: Universidad del Valle, 1997, pp. 361.

Figura N°11

Restos de hornos de aludeles de origen colonial en Huancavelica



Figura N°11. Restos de hornos de aludeles de origen colonial en Qoripaccha (construidos hacia 1650), situada “[...] en los arrabales de Huancavelica”. Tomado de: Orche, Amaré y Puche, Octavio. Dos peticiones del Gremio de Mineros de Huancavelica (Perú) al Gobernador Madariaga en el año 1692. *De re metallica*. Madrid: Revista de la Sociedad Española para la Defensa del Patrimonio Geológico y Minero, N°. 14 (Enero-Junio), pp. 71-80.

3.8.3 LOS HORNOS DE IDRIA

En Idria se utilizaron y se perfeccionaron los hornos bustamantes, llegándose a usar algunos hornos de Idria en Almadén. Entre 1738 y 1748 se iniciaron las pruebas para mejorar el proceso en Idria, donde fueron introducidos por el capitán de minas Berghauptmann Poll. En 1750 se instalaron los primeros hornos³⁴⁶ en Idria, permaneciendo en uso hasta fines del siglo XIX.

Las modificaciones se centraron en el perfeccionamiento de las cámaras de condensación del mercurio, conservando los principios básicos del horno

³⁴⁶ GIUMLIA-MAIR, Alessandra. The history of mercury production in the mine of Idrija, Slovenia 2nd International Conference. *Archaeometallurgy in Europe*. Aquileia: Associazione Italiana di Metallurgia, 17-21 June 2007, p. 69.

Bustamante, y a su vez del horno busconil. Estaban contruidos y dispuestos en pares contando con una puerta para la carga de combustible al hogar. La carga de mineral se disponía, al igual que en el horno Bustamante, en bóvedas sobre las que se colocaba el mineral dispuesto sobre una parrilla de ladrillos. Contaba con un espacio llamado “cenicero” para recoger las cenizas y el material no útil; un ducto, en lugar de una línea de aludeles, comunicaba la salida de los gases mercuriales hacia las cámaras de condensación que contaban con una portezuela para recoger el mercurio que quedaba en las paredes, y depósitos para recoger el mercurio que discurría a través de un conducto. Las aberturas superiores de las cámaras se cerraban con tapones y se aseguraban con barro, al término del proceso, éstos se abrían para ayudar a enfriar el horno³⁴⁷. El rendimiento de este sistema era de 10 a 20 por ciento mayor que el sistema Bustamante de Almadén.

En Almadén y en Idria, los hornos se hicieron más grandes y eficientes, y eran capaces de procesar mayores cargas de mineral reduciendo las pérdidas de azogue y disminuyendo la exposición de los operarios, a los peligrosos y mortales gases mercuriales³⁴⁸. Hacia 1790, la misión Nordenflicht, recomendaba la introducción de un nuevo tipo de horno en Huancavelica, modificados para su uso en el Perú, que era básicamente del tipo utilizado en Idria (donde fueron introducidos en 1786), derivados de los hornos Bustamante usados en Almadén y que a su vez derivaban del horno busconil de Huancavelica.

3.9 LA PERSISTENCIA DEL HORNO DE ALUDELES O BUSCONIL

Durante el período virreinal, sucesivos intentos de modernización y reforma de la minero-metalúrgia del azogue en base a la introducción de

³⁴⁷ SAEZ Y PALACIOS, Rafael. *Tratado de química inorgánica*. Tomo segundo: Madrid: Carlos Bailly-Bailliere, 1869, p. 175.

³⁴⁸ CONTRERAS, Carlos. *La Minería en el Perú en la época colonial tardía, 1700-1824. Compendio de Historia Económica del Perú*. Tomo 3. Lima: Banco Central de Reserva del Perú – IEP, 2010.

hornos de Bustamante y de Idría fracasaron pese a que tales hornos tenían la herencia común de haber sido inventados, en el siglo XVII, en Huancavelica, por el “buscón” Lope de Saavedra Barba.

La creación del método de Huancavelica o de los hornos busconiles, llevó también a la formación de una familia tecnológica elaborada y diversa, sin las cuales el sistema no podía funcionar. Si bien Lope de Saavedra no dejó un texto, manual escrito o diagrama esquemático³⁴⁹, los componentes y operaciones principales del método desarrollado, debieron ser comprendidos y asimilados entre los mineros y asentistas en los ingenios minero-metalúrgicos de Huancavelica, mediante la reproducción, por imitación, del horno de aludeles original en el área minera del azogue de tal modo que los mineros peruanos podían enorgullecerse de contar con un método de beneficio de minerales propio que conocían y dominaban pero que no podían explicar.

La fase extractiva era posible por el concurso de los trabajadores mitayos en tareas poco especializadas pero la fase productiva del beneficio del cinabrio y la operación de los hornos y aludeles requería del concurso de alarifes, oficiales y operarios. Las tareas de beneficio de los minerales de cinabrio se efectuaban generalmente bajo la dirección de un capataz y de un maestro indígena. De los indígenas, y especialmente de aquellos que servían en un asiento minero, se decía que entendían “[...] mucho de lo que toca a la labor de las minas y beneficio de los metales”³⁵⁰, y el manejo de los hornos, aunque supeditado al conocimiento empírico, convertía a los indígenas y trabajadores libres en especialistas indispensables para el sostenimiento de la producción de azogue en el virreinato peruano durante el siglo XVII y más

³⁴⁹ SÁNCHEZ GÓMEZ, Julio, Guillermo MIRA DELLI-ZOTTI y Rafael DOBADO. *La savia del imperio. Tres estudios de economía colonial*. Salamanca: Ediciones Universidad de Salamanca, 1997.

³⁵⁰ RAMOS, Demetrio. La crisis indiana y la Junta Magna de 1568. *Jahrbuch für Geschichte Lateinamerikas – Anuario de Historia de América Latina*. N° 23. Issue 1, pp. 1-62, 1986, y GONZÁLEZ CASASNOVAS, Ignacio. *Las dudas de la Corona. La política de repartimientos para la minería de Potosí: (1680-1732)*. Madrid: EBCOMP S.A., 2000, p. 32.

específicamente hacia 1630 cuando se desarrollan e introducen tecnologías de beneficio más complejas³⁵¹.

El fracaso de los intentos de reforma del esquema productivo del azogue³⁵² se debía a una serie de condiciones particulares de la actividad minera en el área andina como la calidad y la disponibilidad de los materiales para construir los ingenios e instalar los hornos en las zonas mineras, la existencia de una sólida articulación “[...] entre la economía minera peruana y la mano de obra mitaya, la naturaleza diferente de las minas de cinabrio peruanas frente a las europeas”³⁵³ y las de Nueva España. Los principales problemas de la adaptación de los hornos bustamantes³⁵⁴ al sistema productivo del azogue peruano, se encontraban principalmente en la escasa disponibilidad de mano de obra cualificada y la escasez de material combustible de mayor valor calorífico que el ichu. En Huancavelica el consumo del ichu y su bajo poder calórico, se compensaban con su relativa abundancia, bajo coste, y rápido crecimiento. Los nuevos métodos metalúrgicos que se intentaron introducir a mediados del siglo XVII, como el horno Bustamante de Almadén, exigían al gremio de mineros, una mayor inversión de capitales ante un sistema cuyos resultados no se encontraban garantizados mientras se sentía la falta de recursos humanos para el laboreo de las minas, teniendo que proceder al contrato de trabajadores libres o alquileras.

Los hornos Bustamante y los de Idria precisaban de un suministro constante de combustible, especialmente de leña y carbón, para reemplazar el

³⁵¹ CONTRERAS, Carlos. *La ciudad del mercurio. Huancavelica 1570 - 1700*. Lima: Instituto de Estudios Peruanos, 1982, p. 65.

³⁵² LANG, Mervin F. (1997). La tecnología minera en Huancavelica a finales del siglo XVIII. *Nacionalismo e internacionalismo en la historia de las ciencias y la tecnología en América Latina*. Arboleda, L. C. y Osorio, C. (eds.). Cali: Universidad del Valle, 1997, pp. 367 -372.

³⁵³ LANG, Mervin F. (1997). La tecnología minera en Huancavelica a finales del siglo XVIII. *Nacionalismo e internacionalismo en la historia de las ciencias y la tecnología en América Latina*. Arboleda, L. C. y Osorio, C. (eds.). Cali: Universidad del Valle, 1997, pp. 363-372.

³⁵⁴ BROWN, Kendall. La recepción de la tecnología minera española en las minas de Huancavelica, siglo XVIII. *Saberes andinos, ciencia y tecnología en Bolivia Ecuador y Perú*. Marcos Cueto (editor). Lima: Instituto de Estudios Peruanos, 1995.

bajo poder energético que el ichu no llegaba a cubrir³⁵⁵. Los poderosos gremios de mineros y azogeros podían presumir de poseer una experiencia tecnológica propia que dominaban y controlaban. Todo ello hizo que los mineros fuesen reacios a la introducción de los hornos perfeccionados para el beneficio del cinabrio como se efectuaba en Europa³⁵⁶.

A mediados del siglo XIX, y agotadas las vetas principales de cinabrio, Huancavelica sólo suministraba el 5% de la producción mundial de mercurio³⁵⁷. La mayor cantidad de mineral de cinabrio que se podía cargar en el rudimentario horno busconil de un pequeño beneficiador indígena era de 35 quintales (1610,38 kilogramos) de mineral de muy baja ley (que llegó a tener 0,002 % de mercurio), obteniéndose un máximo de 15 libras (6,9 kilogramos) de azogue por carga, siendo por lo tanto el rendimiento de 0,42 por 100³⁵⁸, sin contar con el mineral extraído por las explotaciones clandestinas y el azogue que se evadía por el contrabando³⁵⁹. En el siglo XIX, el ingeniero Pedro Subiela recomendaba la introducción en Huancavelica de los hornos del tipo de los utilizados en Idria además de la eliminación del sistema de pallaqueo en las minas peruanas.

A principios del siglo XIX³⁶⁰ aún se efectuaba el proceso de beneficio del cinabrio en los ingenios de azogue de Huancavelica, tarea efectuada por

³⁵⁵ ALDANA, Susana. Industrias coloniales en la economía virreinal del siglo XVIII. *El Perú en el siglo XVIII: La era borbónica*. O'PHELAN, Scarlett (Comp.). Lima: Instituto Riva-Agüero, Pontificia Universidad Católica, 1999, pp. 69-96.

³⁵⁶ FISHER, John. *Minas y mineros en el Perú Colonial. 1776-1824*. Lima: Instituto de Estudios Peruanos, 1977.

³⁵⁷ HERRERA CANALES, Inés. Mercurio para refinar la plata mexicana en el siglo XIX. *Historia mexicana*, Vol. xl, junio-julio. El Colegio de México, 1990, pp. 27-51.

³⁵⁸ SÁNCHEZ MOLERO Y LLETGET, Luis María. *Memoria sobre azogues*. Madrid: Imprenta de la viuda de D. Antonio Yenes, 1859, p. 9.

³⁵⁹ ROMERO, Emilio. *Historia Económica del Perú*. Tomo II. Buenos Aires: Editorial Universo, 1949.

³⁶⁰ WITT, Heinrich. *Un testimonio personal sobre el Perú del siglo XIX*. Volumen I (1824-1842). Lima: Banco Mercantil, 1992. SAMAMÉ (1979) también observa la existencia de intentos de explotación de pequeñas cantidades de cinabrio de Huancavelica a principios del XX. SAMAMÉ, Mario. *El Perú minero*. Tomo I. Lima: Editora Perú, 1979.

pequeños empresarios indígenas³⁶¹ que contaban con poco capital de inversión y utilizando tecnologías rudimentarias. Estos indios “humachis o busconeros” conseguían beneficiar, muchas veces de manera clandestina, pequeñas cantidades de cinabrio, en hornos rústicos de un tamaño hasta tres veces menores al diseño original de Lope de Saavedra aunque conservando su disposición básica. En ellos se utilizaba el ichu para calentar un pequeño horno: sobre unos barrotes de hierro dispuestos a modo de parrilla, se colocaban unos pequeños bloques o ladrillos de barro, sobre ellos, se acomodaba la carga de mineral desmenuzado que se cubría dejando hasta cuatro aberturas a través de las cuales se acomodaba una línea de tales vasijas de tal manera que se obtenían cuatro filas de aludeles³⁶². A través de los aludeles salía el vapor mercurial y su condensación se efectuaba gracias a la ayuda de las corrientes de aire frío.

El proceso desarrollado en Huancavelica por Lope de Saavedra, se mantuvo en uso hasta entrado el siglo XIX, especialmente, entre los pequeños mineros criollos, mestizos e indígenas locales³⁶³, renuentes a la introducción de nuevos procesos minero-metalúrgicos a causa de sus bajos niveles de capitalización e inversión, mayor rentabilidad y la experiencia adquirida en los doscientos años posteriores a la introducción del método de Lope de Saavedra para el beneficio del azogue³⁶⁴.

La descripción del proceso y su uso en el siglo XIX, nos llevan a relacionarlo directamente con la invención desarrollada en Huancavelica por Lope de Saavedra hacia 1630. Los componentes del sistema utilizado por los beneficiadores indígenas, incluyen la línea de aludeles o jarros de arcilla y

³⁶¹ CONTRERAS, Carlos y Ali DIAZ, *Los intentos de reflatamiento de la mina de azogue de Huancavelica en el siglo XIX*. Departamento de Economía. PUCP. Documento de trabajo 261. Diciembre 2007.

³⁶² WITT, Heinrich. *Un testimonio personal sobre el Perú del siglo XIX*. Volumen I (1824-1842). Lima: Banco Mercantil, 1992, p. 228.

³⁶³ Consideramos que la tecnología cambia las relaciones sociales e individuales.

³⁶⁴ “En la resistencia a la innovación por parte de los mineros de Santa Bárbara, se evidencia una confianza e incluso un orgullo en las técnicas propias, elaboradas a través de los siglos, frente a las provenientes del viejo continente”. LANG, Mervin F. *El monopolio estatal del mercurio en el México colonial (1550-1710)*. México: Fondo de Cultura Económica, 1977, p. 371.

como elemento refrigerante: el aire frío de las alturas. Al completarse el proceso, se procedía a romper los jarros y a restregar el mercurio adherido con un trapo húmedo, procedimiento tan sencillo y rudimentario “[...] que sólo podía creer que los indios lo adoptaron debido a la escasez de recursos, y estoy convencido, aunque no me lo dijeron, que el gobierno español utilizaba medios más científicos”³⁶⁵. El pequeño tamaño del horno de aludeles de la descripción de Witt motiva a creer que se debía, entre otras causas, a la baja capacidad de inversión de los beneficiadores indígenas, la escasez de combustible y la pobreza de los minerales que a inicios del siglo XX, sólo contenían un 0,7% de mercurio³⁶⁶. La rotura de los aludeles de barro cocido era motivada, posiblemente, por la pobreza de los minerales de cinabrio utilizados en el proceso, que obligaba al beneficiador a recoger los últimos rastros de mercurio adheridos a las paredes de los aludeles.

Para el siglo XVII, los inventos e innovaciones aplicados al rubro minero productivo, fueron de gran importancia. En el caso del mercurio, permitieron superar el método de las ollas tapadas a base de recipientes construidos y dispuestos de acuerdo a las descripciones de Agrícola (1950[1566]), Alvaro Alonso Barba (1770) y José de Acosta (1894[1590]). Sin embargo, sus principales desventajas radicaban en el elevado consumo de combustible, especialmente leña, material siempre escaso en las alturas andinas peruanas. Los objetivos de los métodos utilizados para reemplazar los métodos de los hornos de jabecas y las ollas tapadas utilizados para procesar los minerales de cinabrio, consistieron en lograr una mayor reducción del tiempo de tostación o cochura de la carga, economizar y optimizar la disponibilidad de mano de obra; conseguir una mayor economía de combustible y permitir el tratamiento de los minerales de menor ley no beneficiables mediante el método de las jabecas y las ollas convencionales.

³⁶⁵ Ídem.

³⁶⁶ SAMAMÉ, Mario. *El Perú minero*. Tomo I. Lima: Editora Perú, 1979.

La introducción del método de los hornos busconiles o buitrones de Lope de Saavedra Barba en el procesamiento de los minerales de cinabrio o azogue de Huancavelica, permitió la racionalización de la actividad productiva del azogue, al elaborar un método de producción adecuado al espacio geográfico sur andino condicionado por la escasez de mano de obra y de recursos energéticos. Los mineros de Huancavelica rechazaron además los métodos traídos de Europa y propuestos para reformar el sector minero en el siglo XVIII y los en el siglo XIX, que por diversas razones, no pudieron alcanzar el rendimiento de los hornos busconiles creados en el siglo XVII y, especialmente adaptados a las particulares condiciones geográficas y ambientales de las minas e ingenios peruanos. Si bien la producción de azogue y su control y comercialización permitió la consolidación de un nuevo sector social vinculado al poderoso gremio de azogueros y mineros, su producción condicionaba la de plata, pues ésta se dinamizó aún más con la difusión del nuevo método en los ingenios mineros de explotación y procesamiento del mercurio de Huancavelica.



CONCLUSIONES

1.- La tecnología es un conjunto de conocimientos racionalizados y de naturaleza autónoma que comprende a los artefactos y a las técnicas, cuya importancia radica en su capacidad de transformación de la realidad. La invención y la innovación son procesos que se apoyan en los conocimientos existentes en un determinado contexto. La consolidación del sistema colonial trajo consigo el trasvase de un corpus de saberes científicos y tecnológicos minero-metalúrgicos existentes en España y en Europa Central que, junto con la experiencia, los saberes y el conocimiento andinos, permitieron la aparición de invenciones e innovaciones adecuadas a las particulares condiciones geográficas sur andinas, especialmente en la minería y metalurgia de la plata y del azogue, en los centros mineros de Potosí y Huancavelica. El estado del conocimiento científico y tecnológico en el imperio español y en sus posesiones americanas, como el virreinato peruano del siglo XVII, condicionaron la aparición de nuevas propuestas de innovación tecnológica, orientadas principalmente al sector minero, eje del sistema económico colonial. Si bien la ciencia y la innovación tecnológica en España no fueron tan dinámicas como otros países europeos, ésta se orientó especialmente al rubro minero metalúrgico bajo la forma de nuevos hornos y la introducción del azogue en los procesos de amalgamación de los minerales de plata. La tecnología se convierte así en una variable complementaria a la economía, la sociedad y la política, y permite entender el proceso económico y social del virreinato peruano.

El mérito de los metalurgistas americanos consistió en reinterpretar, a través de las escasas fuentes de información disponibles bajo el filtro de la Inquisición, los sistemas y procesos productivos de los métodos de beneficio de minerales europeos y americanos. En tal sentido, es un logro de la tecnología metalúrgica americana la invención desarrollada en Huancavelica por Lope de Saavedra cuya difusión repercutió en el desarrollo de la tecnología minero-metalúrgica española y centroeuropea contexto que convierte a Huancavelica y al Perú en un centro productor de tecnología en la periferia, consolidando el

conocimiento tecnológico de la metalurgia del azogue del siglo XVII, desarrollando un método de beneficio de los minerales de cinabrio o azogue adecuado al espacio geográfico sur andino de Huancavelica, espacio condicionado por la escasez de mano de obra especializada y de disponibilidad de recursos energéticos y que fue rápidamente difundida, y a la vez perfeccionada, en los centros e ingenios mineros de Nueva España, las minas de Almadén en España y en Idria, en la actual Eslovenia, permaneciendo en uso en el Perú hasta fines del siglo XIX.

2.- Con el descubrimiento y explotación del azogue de Huancavelica, la minería peruana colonial dejó de depender del suministro de azogue de las minas europeas de Almadén e Idria, consolidándose una dinámica económica regional alrededor de Potosí y Huancavelica cuya producción de azogue fue fundamental para el tratamiento y refinación de los minerales de plata de Potosí y de otros centros mineros. En el período estudiado si bien aún no se agotan las vetas principales de cinabrio en Huancavelica, los métodos entonces en uso son los hornos de reverbero y de jabecas, sistemas cuyo alto consumo de combustible, capital de inversión y costos de operación afectaban la rentabilidad de las operaciones minero-metalúrgicas, bajo cuyas condiciones se efectuaron los primeros asientos o contratos entre la corona y los mineros del azogue, mediante los compromisos de proveimiento de la mano de obra y de adquisición del azogue a un precio establecido. El primer defecto fue solucionado, en parte, gracias al uso de la hierba ichu y el segundo, gracias a la aparición de la tecnología de los hornos busconiles.

El interés de la corona por incrementar y reactivar la producción minera, se manifestó en la elaboración de un régimen jurídico más flexible y permitió que no sólo fuese controlada por el poderoso gremio de mineros y azogueros sino que también en ella participaran grupos de mineras indígenas y de mujeres mineras. Los casos presentados visibilizan la participación y la concentración de la propiedad en las actividades minero-metalúrgicas encabezadas por mujeres. El sector social conformado por los mineros y azogueros de Huancavelica y Potosí se consolidó al amparo de la creación e

introducción de nuevos métodos de procesamiento de los minerales de azogue y plata cuyo poder y prestigio social derivaba del control de los procesos técnico-productivos del azogue y la plata de Huancavelica y Potosí que fue creciendo a partir del descubrimiento y explotación de los minerales de plata y azogue en el sur andino y, el control de las actividades económicas conexas al sostenimiento de las actividades minero-metalúrgicas. La introducción de la invención desarrollada por Lope de Saavedra, permitió el sostenimiento de la producción de azogue de Huancavelica y su articulación con el centro minero de Potosí, alrededor de los cuales se estableció una dinámica económica regional en el virreinato peruano consolidado gracias a una sólida red de alianzas construidas, de vínculos familiares y de intereses comerciales comunes entre mineros y azogueros. En tal sentido, consideramos que en el sur andino se consolidó el sector social formado por mineros y azogueros cuyo poder y prestigio social derivaba del control de los procesos técnico-productivos del azogue y la plata y su vinculación con las actividades económicas ligadas al sostenimiento de la actividad minera en el sur andino. El método de los hornos busconiles o buitrones de Lope de Saavedra Barba aplicados al procesamiento de los minerales de cinabrio o azogue de Huancavelica, permitieron la racionalización de la actividad productiva del azogue.

3.- El método creado por Lope de Saavedra abarató los costos de operación y el capital de inversión necesario para sostener una actividad minera a gran escala entre los asentistas permitiendo dedicar una mayor cantidad de operarios a las tareas extractivas mientras que disminuía el número de trabajadores necesarios para las labores de superficie en un contexto en el que la disminución de la mano de obra es un elemento crítico para la actividad minera. El sistema creado por Lope de Saavedra, a pesar de sus imperfecciones técnicas demostró ser superior, y su rendimiento productivo y rentabilidad considerablemente más elevada que el método de reverbero y de jabecas, un método entonces en uso en el Perú donde llegó procedente de Nueva España y donde a su vez fue introducido desde Europa. Los mineros y asentistas reprodujeron por imitación y, en sus ingenios y zonas de operación

minera, la invención desarrollada por Lope de Saavedra de tal manera que llegaron a considerarse autosuficientes tecnológicamente y reacios a introducir innovaciones radicales que afectaran un proceso que dominaban. A medida que transcurre el siglo XVII, se percibe la disminución de trabajadores mitayos no especializados pero esenciales para la actividad extractiva mientras que en la fase productiva o de beneficio, prima la especialización, actividad que requiere el conocimiento y dominio de las diversas etapas del proceso de beneficio asociado a las invenciones e innovaciones que se tradujeron en mayores expectativas salariales ligadas al dominio y control de los procesos metalúrgicos. En tales condiciones, el método desarrollado por Lope de Saavedra Barba se mantuvo en uso en el Perú, hasta entrado el siglo XIX, conservándose sus principios básicos de funcionamiento si bien, considerando que, a causa los bajos costos de su construcción y la escasa calidad de los materiales empleados llegaron a ser de menor tamaño y por consiguiente, con una menor capacidad de carga permitiendo procesar minerales pobres cuyos costos solo podían ser adecuados al escaso capital de inversión de los pequeños mineros criollos, mestizos e indígenas locales, renuentes a la introducción de nuevos procesos minero-metalúrgicos a causa de los costos de operación más elevados en contraste con sus bajos niveles de capitalización e inversión, su mayor rentabilidad y la experiencia adquirida en los doscientos años posteriores a la introducción del método de Lope de Saavedra para el beneficio del azogue.

A raíz de la introducción de nuevos sistemas de beneficio de los minerales de plata que precisaban del abastecimiento constante de azogue, la búsqueda de minas de azogue en los dominios españoles fue una actividad que, tras el descubrimiento de las minas de Huancavelica derivó pronto en la búsqueda de métodos de beneficio de los minerales de cinabrio, más económicas y rentables que se acomodaran a las particulares condiciones de operación de la minería y metalurgia peruanas, cuyas minas de azogue se encontraban ubicadas principalmente en las zonas alto andinas. El azogue producido se convirtió en un insumo apreciado por su implicancia en el

desarrollo de la fase de beneficio de los minerales de plata, especialmente los de Potosí en el Alto Perú, permitiendo revitalizar su producción. Sin embargo, mientras los esfuerzos inventivos se concentraron en incrementar la producción de azogue de Huancavelica, cuyo rendimiento productivo llegó a alcanzar en promedio cerca de un 300% gracias a existencia de mineral de mayor ley, la pérdida de la veta principal del azogue en 1646 y el posterior derrumbe de la mina en el siglo siguiente, sellaron el destino de la actividad minero-metalúrgica en Huancavelica que ya para el siglo XIX podía considerarse terminada pese a las explotaciones esporádicas de los pequeños empresarios mineros indígenas cuyos bajos niveles de inversión y capitales no les permitía costear hornos más grandes, limitándose a reproducir o recrear en hornos más pequeños y deficientes sólo las partes esenciales de los hornos busconiles inventados en el siglo XVII por Lope de Saavedra Barba.



ANEXOS

Apéndice Documental

AGN. Minería. L. 43, doc. 1355. Libro manual del año 1656-1657

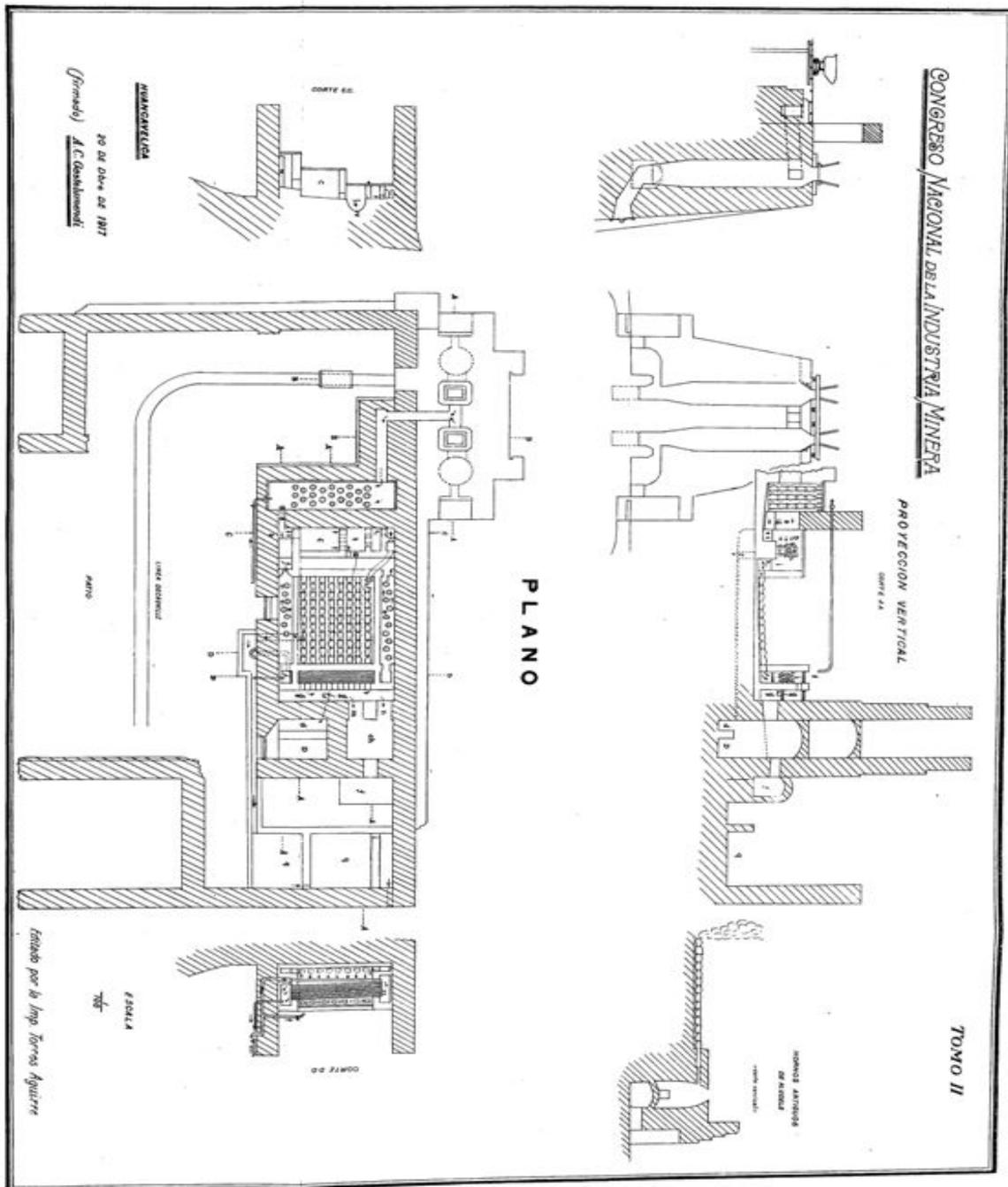
Fol.1r-90v.

(ilegible) de la Villa de Huancavelica del/ tiempo que sirvieron el thessorero/ Emeterio Ramirez de Arellano/ y contador don francisco de Horoz que se haze Por los libros que/ corrieron en/ la dicha casa/ desde 5 de/ octubre de 653/ Hasta el de 665 y por la Relazion/ xurada que presentaron los dichos/ ofiziales Reales para dar sus quantas/ y por la que ynbiaron los ofiziales/ Reales Don Antonio Perez de Aguile/ ra y Don francisco de Miralles que al/ Presente sirven y fecha en 20 de no/ viembre de 1672

Por auto de este tribunal de 18 de Henero de/ este año de 673 en que se hizo relacion de que/ por la relacion jurada que remitieron los/ ofiziales Reales Don Antonio Perez de Aguilera y Don/ Francisco de Miralles que al pressente estan sirviendo/ en la Real caxa de Huancavelica pareze resul/ tava de vn alcanze de treinta y un mil setesi/ entos y setenta y zinco pesos de a ocho contra/ el thessorero Emeterio Ramirez y contador Don/ Francisco de Horoz del tiempo que sirvieron la/ dicha caxa y para reconozer en que consistia el dicho alcanze y zerteza del se me cometio hazer/ este tanteo en horas extrahordinarias a/ costa de las Partes el qual enpeze en 20/ de Henero de este dicho año y se haze en la fecha (ilegible)/(Fol. 1v.) (ilegible) del año de 1657/ hasta el de 1658/ Por el dicho libro que corrio en la dicha Real/ caxa de Huancavelica/ desde 14 de Novien/ bre de 657 hasta 24/ de Agosto de 658 se hazen cargo los dichos ofiziales Reales Emeterio/ Ramirez y Don francisco/ de Horoz de seteçientos y cuarenta y ocho/ mil quinientos pesos/ y siete Reales de a ocho el/ peso como pareze en diez y nueve partidas/ escritas en el desde/ 1 hasta 12 los çien/ to y ochenta y tres mil/ quinientos y treinta/ y nueve pesos y dos Reales/ rremitidos de esta/ casa en partidas de çien/ to y ochenta y quatro/ mil y nouenta y siete/ pesos y dos Reales que se en/ tregaron A gaspar An/ tonio de ybarra traji/ nero para llevarlos a/ la de huancavelica por/ cuenta de dosçien/ tos mil pesos que se/ mandaron librar por/ acuerdo de hazienda// (Fol. 2r.) De que se desconta/ ron en esta caxa quin/ ze mil noveçientos/ y dos pesos y seis Reales/ por los decretos del/ gouierno con que solo/ rremitieron los dichos/ çiento y o/ chenta y quatro mil/ y nouenta/ y siete pesos y/ dos Reales de los quales/ rretubo en si el dicho tra/ jinero quinientos y zin/ quenta y ocho pesos por/ el flete de la dicha plata/ a rrazon de doze pesos/ Por cada carga de a/ quatro mil pesos confor/ me a se rremate y echa/ la cuenta en esta con/ formidad pareze son qua/ renta y seis cargas de/ a quatro mil pesos y so/ bran los nouenta y sie/ te pesos y dos Reales y a rra/ zon de los dichos doze pe/ sos montan quinien/ tos y çinquenta y tres/ Pesos y un Real con que lleuo de mas el dicho tra/ jinero quatro pesos y/ siete Reales que se cargan/ mas a los dichos ofiziales/ Reales. Y los dosçientos/ y quarenta y un mil/ quatroçientos y diez// (Fol. 2v.) y seis pesos y dos/ Reales rremitidos a los/ asientos de caillo/ ma y san Antonio de/

esquilache y lo/ demas de desquen/ tos hechos a los mi/ neros y otros efectos/ de Real hazienda/ y aviendo sumado/ las partidas y coteja/ dolas con la ultima/ rrelazion jurada pa/ reze montan seteçientos y quarenta/ y ocho mil quinientos/ y un pesos y tres Reales y medio/ que se le sacan por car/ go con mas los quatro/ pesos y siete Reales que/ lleuo de mas el dicho tra/ jinero con que todo/ monta seteçientos y/ quarenta y ocho mil/ quinientos y seis pesos/ dos Reales y medio [dii xl viii Θ d vi p 2 ½ r]/ Por la relacion jurada que presentaron los dichos/ ofiziales Reales para sus/ quen/ tas en la de vada/ nas se hazen cargo/ en la primera parti/ da de veinte y tres/ mil quinientas y/ çinquenta y dos/ vadanass que se ha/ llaron en ser en el/ almalzen donde// [vadanass dii xl viii Θ d vi p 2 ½ r]/ (Fol. 3r.) se guarda este/ jenero y se las en/ tregaron Por ynben/ tario Con declarazion de que son y pertene/ zen a la data y descar/ go del dicho ofizial real e/ meterio ra/ mirez y con/ tador Don joseph de/ buendia por ser Resul/ ta del tiempo que sirvi/ eron juntos como pa/ reze del ynben/ tario a fojas treinta y una/ y assi se les saca es/ te cargo/ [vadanass xx iii Θ d l ij] Por la relacion jura/ da que presenta/ ron los dichos ofiçia/ les Reales para sus quen/ tas de cordeles de Hi/ lo de tralla se hazen/ cargo en la primera/ Parada de quatroçien/ tos y zinquenta y un/ mazos de cordel que/ les entregaron los an/ tezesores por ynben/ tario como parece a fojas treinta y una del/ que a quarenta y qu/ atro cordeles que sa/ len de cada mazo/ [xx iii Θ d l ij]// (Fol. 3v.) Hazen diez y nu/ eve mil ochoçien/ tos y quarenta y/ quatro cordeles de/ a menos de a bara y/ se ponen en esta for [Hilo x ix Θ dccc xl iiij]// ma por estar la da/ ta en cordeles con/ que se atan los maitos de azogue/ Por la relacion/ jurada de arpille/ ras de jerga se ha/ zen cargo los dichos/ ofiziales Reales en la/ primera Partida de/ çiento y dos arpille/ ras Pequeñas de bara/ y quarta que les en/ tregaron los anteze/ sores Por el ynben/ tario como parece a/ fojas treinta y una/ y azen çiento y vein/ te y siete baras y media [c xx vij 1/2]// Por el ynben/ tario que/ presentaron de Azo/ gues se hazen cargo/ en dos partidas de/ Diez mil tresçientos/ y Diez mil tresçientos/ y diez y seis quinta/ les y çinquenta y sie/ te libras que les/ entregaron en ser/ los antezesores [c xx vij 1/2]// (Fol. 4r.) Como parece a fo/ xas treinta y dos/ los dos mil tresçien/ tos y sesenta quin/ tales y veinte y dos/ libras que Perte/ nezen a la/ data del/ thessorero Don/ juan Bar/ tolome Ma/ tute y contador Don/ joseph de buendia/ del tiempo que sirbie/ ron juntos. Y los sie/ te mil y noveçientos/ y çinquenta y seis quintales y treinta/ y zinco libras que per/ tenezen a la data/ del dicho thessorero emite/ rio Ramirez y conta/ dor Don joseph de/ buendia [Azogues x Θ ccc xvj q 57]// los dichos ofiçiales Reales / emiterio Ramirez/ y Don francisco de Horoz/ su cargo del libro de/ 657 a 658/ Por el dicho libro a foxas/ veinte y tres se hazen/ cargo de mil y novezi/ entas y noventa dozenas de vadanass/ que en dos partidas/ les entrego Don xero/ [Azogues x Θ ccc xvj q 57]// (Fol. 4v.) nimo de Soto/ mayor trajinero que/ hazen veinte y tre/ mill ochoçientas/ y ochenta vadanass/ y de tresçientas y no/ venta y ocho arpille/ ras de jerga de ba/ ra y quarta cada/ vna en que vinieron/ aforrados otros tan/ tos fardillos de dichas/ badanas que hazen/ quatroçientas y no/ venta y siete baras/ y media de jerga// y asi mismo de trein/ ta y çinco arrovass/ y Diez y ocho libras/ de Hilo de tralla que/ en dos partidas le/ entrego el dicho traji/ nero la vna en 7 de de/ junio y la otra en 17/ de agosto de 658 y/ por el sumario de dicha/ foja dize son nuebe/ quintales y dos libras y no parece ser/ mas de ocho quin/ tales tres

arrovas/ y Diez y ocho libras/ que vinieron en qui/ nientos y quarenta/ y nueve mazos de a/ quarenta y quatro/ cordeles que hazen// (Fol. 5r.) veinte y quatro/ mil çiento y zinquenta/ y seis cordeles/ [xx iij Θ dccc lxxx Θ cccc xc vij ½ xx iij Θ c l vj] Ytten Por el dicho/ libro desde fojas/ treinta y quatro/ hasta çin/ quenta/ y quatro/ Pareze se/ hazen cargo los/ dichos ofiçiales Reales de/ çinco mil dosçien/ tos y sesenta y qua/ tro quintales y seten/ ta y seys libras de azogue neto que en/ tregaron en los al/ mazenés Reales de su/ cargo los mineros/ y buscones del dicho/ asiento y extravios/ que se aprehendieron/ que estan escritas/ en çinquenta y una/ Partidas desde 28 de/ julio de 657 hasta/ 26 de Henero de 658/ por fruto del dicho año/ de 657 en los quales/ van ynclusos quini/ entos y ochenta y/ dos quintales ocho/ libras que se cobraron/ [xxiij Θ dccc lxxx Θ cccc xc vij ½ xx iij Θ c l vj]// (Fol. 5v.) De los mineros/ por quenta de la/ paga de la Ruina/ que se les vendio/ y Revajados de la/ dicha cantidad Por no/ cobrarse quinto del azogue en que es/ tan obligados a / hazer la paga como/ se declara por dicho/ libro que dan qua/ tro mil seisçientos/ ochenta y un [testado: dos] quin/ tales nob [testado: ses] enta y seis [testado: o/ cho] libras netos/ de que Pertenezen/ a Su Majestad/ Por el quinto noveçi/ entos y treinta y/ dos quintales çin/ quenta y siete (testado: tres) libras/ y nueve honzas con/ que quedan de paga/ tres mil seteçientos/ y quarenta y seis/ quintales catorze/ libras y siete honzas/ que pertenezen a/ dichos mineros y bus/ cones de que se les/ a de vajar a dos por/ çiento que perte/ neze a los herederos// (Fol. 6r.) De lope de SaYa/ bedra que lo cobran los ofiziales Reales/ y le pagan Y lo que/ queda liquido/ al minero a quien/ se paga a/ setenta Y/ quatro pe/ sos y dos/ reales de a ocho / Conforme a su asien/ to. Advierten que/ en el dicho libro no ay/ cargo de Papel se/ llado Aunque ay re/ lazion jurada de es/ te jenero del cargo/ y data en nueve fo/ xas firmadas de los/ dichos ofiçiales Reales emi/ terio Ramirez Y Don/ francisco de Horoz su/ fecha en 14 de otu/ bre de 664 segun/ la qual Pareze mon<to>/ el cargo veinte Y se/ is mil ochoçientos/ y noventa y tres pesos/ Y seis Reales Y la data ve/ inte y seis mil ocho/ çientos Y zinquenta/ y quatro Pesos Y seis/ Reales en que van a dezir/ treinta Y nueve pe/ sos que se hizieron (ilegible) lx iij q 76] // (Fol. 6v.) De alcance Y di/ zen que es del pa/ pel que de ofiçio/ se a gastado en/ los siete años que/ se comprehende en/ la quenta del dicho/ tanteo en despachos/ del serviçio de su/ Magestad que son yn/ ecusables con que/ ajustan la dicha qu/ enta Y asi no se pone/ mas que esta adber/ tenzia./ Sumario deste cargo/ del año de iΘdclvij/ como parece del primer li/ bro monta el cargo/ que se hacen los dichos/ oficiales Reales setecientos/ y quarenta y ocho/ mil quinientos y/ seis pesos y dos Reales y medio/ y quinze mil quinien/ tos y ochenta y un quintales/ y treinta y una libras/ de Açogue neto y qua/ renta y siete mil/ quatrocientas y trein/ ta y dos badanas Y/ seisçientas y veinte/ y cinco baras de Arpille/ ras y quarenta y tres/ mil cordeles de ylo de/ tralla// (Fol. 7r.).....



ANEXO 3. Planta y disposición de un ingenio de azogue. Tomado de: GASTELUMENDI, Ambrosio. 1920.

FUENTES Y REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FUENTES DOCUMENTALES

Archivo General de la Nación (AGN)

Archivo General de la Nación. A.G.N. Minería L. 56. *Juan de Sotomayor. Teniente de registro y juez de comision 20 feb. 1589 en la Villa de Oropesa.* Francisco de Guzman y Juan de Pendones, vecinos de Potosí otorgan poder a Carlos Corzo el 31 dic. 1579.

Archivo General de la Nación. A.G.N. Minería Legajo No 149 año 1594, c. 46. *Don Pedro de Cabrera minero de Huancavelica contra Carlos Corzo por 2,500 pesos.*

Archivo General de la Nación. A.G.N. Minería Legajo No 56 año 1592. *Cargo del açogue que metido en el almanen real de Huancavelica por particulares personas mineros por quenta del açogue deven a carlos corzo y compañía factores que han sido del açogue de su majestad en el asiento de Huancavelica en este presente año de mil quinientos y noventa y dos annos."*

Archivo General de la Nación. AGN. Minería. L43, doc. 1355 Libro manual del año 1656-1657.

Archivo General de la Nación. AGN. Minería. L43, doc. 1355 Libro manual del año 1657-1658.

Archivo General de la Nación. AGN. Minería. L43, doc. 1355 Libro manual del año 1658-1659.

Archivo General de la Nación. AGN. Colección Santamaría, Sta 0096, 1678.

Archivo General de la Nación. AGN. Colección Santamaría, Sta 0091, 1668.

Archivo General de Indias (AGI)

Archivo General de Indias. AGI, Patronato, 239, R244, 1614.

Archivo General de Indias. AGI, Escribanía de Cámara, 511(B). Sebastián y Salvador de Saavedra, vecinos de Huancavelica, con el fiscal sobre que se les perpetuase la merced que se hizo a su padre, Lope de Saavedra y Barba, del 2 % de todos los azogues que se sacasen de aquellas minas.

Biblioteca Nacional del Perú (BNP)

Biblioteca Nacional del Perú, BN B868 – 1642. *En la Villa de guancavelica en v[ein]te y cuatro días del mes de março de mil y sisientos (sic) y cuarenta y dos años parescio presente Don Pe[dr]o de Mendoça caballero profeso en la horden de calatrava gobernador desta villa.*

Biblioteca Nacional del Perú, BN B618 – 1635. *Para que el teniente de gobernador de la villa de Huancavelica guarde y cumpla la provisión y decreto aquí inserto a pedimento de los indios del repartimiento de Chinchaycocha.* Lima, Mayo de 1635 2 ff.

Biblioteca Nacional del Perú, BN B1156 – 1635. *Remate de la mina del Rey nombrada San Luis que está en el cerro de la Caudalosa etc. Castrovirreyna.* Setiembre de 1635 8 ff.

Biblioteca Nacional del Perú, BN B881- 1654. *Libro de quenta y raçon de lo que boy gastando en el çerro y yngenio de el alferez Juan de Llamas.*

Biblioteca Nacional del Perú, BNP, B1909 -1641. *Expediente sobre la petición presentada por Diego de Rivas, minero, para que se le conceda licencia para que pueda construir un ingenio.*

FUENTES PUBLICADAS

ACOSTA, José de
1894[1590] *Historia Natural y Moral de las Indias.* Madrid: Ramón Inglés.

AGRICOLAE, Georgius
1950[1556] *De Re Metallica.* Traducción de Herbert Clark Hoover y Lou Henry Hoover. Nueva York: Dover Publications.

BARBA, Alvaro Alonso
1770[1640] *Arte de los metales en que se enseña el verdadero beneficio de los de oro, y plata por azogue.* Madrid: Oficina de la viuda de Manuel Fernández.

BELTRÁN Y RÓZPIDE, Ricardo
1921 *Colección de las memorias o relaciones que escribieron los virreyes del Perú.* Tomo. I, ed. (Madrid: Imprenta del Asilo de Huérfanos del S.C. de Jesús.

- BENZONI, Jerónimo.
1967[1565] *La historia del mundo nuevo*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos
- BERDEGAL DE LA CUESTA, Juan
1839 *Cartilla práctica sobre el laboreo de las minas y reconocimiento y beneficio de los metales*, segunda edición. Madrid: Marcelino Carrero y Portocarrero impresor.
- BERTONIO, Ludovico
1612 *Vocabulario de la lengua Aymara*. Juli: Francisco del Canto.
- CAPOCHE, Luis
1959 [1585] *Relación general de la Villa Imperial de Potosí. Biblioteca de Autores Españoles*. Estudio preliminar de Lewis Hanke. Madrid: Ediciones Atlas.
- MARQUÉS DE MIRAFLORES y Miguel SALVA
1867 *Colección de documentos inéditos para la historia de España*. Tomo LI. Madrid: Imprenta de la viuda de Calero.
- COVARRUBIAS, Sebastián
1674[1610] *Tesoro de la lengua castellana o española*. Segunda parte. Madrid: Melchor Sánchez.
- DE LA VEGA, Garcilaso.
1959[1609] *Comentarios Reales de los Incas*. Lima: Librería Internacional del Perú.
- DE LEÓN PORTOCARRERO, Pedro
2009 *Descripción del Virreinato del Perú*. Universidad Ricardo Palma. Editorial Universitaria. Edición y prólogo de Eduardo Huarag Álvarez.
- DE SANTO TOMÁS, Fray Domingo
1560 *Lexicón o Vocabulario de la lengua general del Perú*. Valladolid: Oficina de Francisco Fernández de Córdoba.
- DE VALDÉS, Rodrigo
1687 *Poema heroyco hispano - latino panegyrico de la fundación y grandezas de la muy noble y leal ciudad de Lima*. Madrid: En la imprenta de Antonio Román.
- ESCOSURA Y MORROGH, L.
2002 [1878] *Historia del tratamiento metalúrgico del azogue en España*. Madrid: Imprenta y fundición de M. Tello.
- FRÉZIER, Amédée.

Illustrations de Relation du voyage de la mer du Sud aux côtes du Chili et du Pérou fait pendant les années 1712, 1713, et 1714. Consulta: 24 de agosto de 2012.
<<http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b23000151>>

GONZÁLEZ HOLGUIN, Diego
1989[1608] *Vocabulario de la lengua general de todo el Perú llamada lengua qquichua o del inca.* Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

HAENCKE, Tadeo
1901 *Descripción del Perú.* Lima: Imprenta de "El Lucero".

LIZÁRRAGA, Reginaldo de
1916[1605] *Descripción Colonial.* Buenos Aires: Librería la Facultad.

LUZ DE MATERIA DE INDIAS DEL MARQUES DE MONTESCLAROS
1615 *Relación de Don Juan de Mendoza y Luna, el Marqués de Montesclaros Virrey del Perú a su sucesor.* Gl. Kgl. Saml. 589 2°. Prólogo de Rolena Adorno. Consulta: 24 de agosto de 2012.
<<http://www.kb.dk/permalink/2006/manus/677/eng/>>

MATIENZO, Juan de
1910[1567?] *Gobierno del Perú. Obra escrita en el siglo XVI por el Licenciado Juan de Matienzo, Oidor de la Real Audiencia de Charcas.* Buenos Aires: Compañía Sudamericana de Billetes de Banco.

MEMORIAS DE LOS VIRREYES QUE HAN GOBERNADO EL PERÚ DURANTE EL TIEMPO DEL COLONIAJE ESPAÑOL
1859 Vol 1. Lima: Librería Central de Felipe Bailly.

MINISTERIO DE HACIENDA
1947 Reales Cédulas, Reales Ordenes, Decretos, Autos Y Bandos Que Se Guardan En El Archivo Histórico. Lima: Ministerio de Hacienda.

MURUA, Fray Martín de
2001[1613] *Historia General del Perú.* Manuel Ballesteros (Ed.) Crónicas de América. Madrid: Dastin.

PÉREZ DE VARGAS, Bernardo
1589 *De Re Metalica. En el qual se tratan muchos y diversos secretos del conocimiento de toda suerte de minerales.* Madrid: Casa de Pierres Cosin.

RECOPIACIÓN DE LEYES DE LOS REYNOS DE LAS INDIAS

- 1774 Tomo Segundo. Madrid: Antonio Pérez Soto.
- VIRREINATO PERUANO. DOCUMENTOS PARA SU HISTORIA
1954 Colección de Cartas de Virreyes. Conde de la Monclova Tomo I 1689-1694. Dirección, prólogos y notas de Manuel Moreyra y Paz- Soldán y Guillermo Céspedes del Castillo. Lima: Editorial Lumen, 1954.
- WITT, Heinrich
1992 *Un testimonio personal sobre el Perú del siglo XIX.* Volumen I (1824-1842). Lima: Banco Mercantil.
- ZAPATA, Antonio
1632 *Novus index librorum et expurgatorum.* Hispali ex Typographeo Francisci de Lyra. Consulta: 4 de marzo de 2013.
<<http://fondosdigitales.us.es/fondos/libros/462/10/nouus-index-librorum-prohibitorum-et-expurgatorum/>>

BIBLIOGRAFIA

- ALCEDO, Antonio
1787 *Diccionario geográfico- histórico de las Indias occidentales o América.* Tomo II. Madrid: Imprenta de Manuel Gonzalez.
- ALDANA, Susana
1999 Industrias coloniales en la economía virreinal del siglo XVIII. *El Perú en el siglo XVIII: La era borbónica.* O'phelan, Scarlett (Comp.). Lima: Instituto Riva – Agüero, Pontificia Universidad Católica, pp. 69-96.
- AMARÉ, María, Enrique ORCHE y Octavio PUCHE
1997 *Minería y metalurgia de la plata y del azogue: un puente entre España y América.* Universidad de Vigo - Universidad Politécnica de Madrid.
- ARANA, Pedro
1901 *Las minas de azogue del Perú.* Lima: Imprenta de "El Lucero".
- ARIAS ERGUETA, Pedro
1994 Innovación tecnológica o nuevas tecnologías. *Azkoaga. Cuadernos de Ciencias Sociales y Económicas, Investigación científica e innovación tecnológica. Cuadernos de Sección. Sociedad, Ciencia y Tecnología 1.* Donostia: Eusko Ikaskuntza, pp. 101-110.

- BARGALLÓ, Modesto
1955 *La minería y la metalurgia en la América Española durante la época colonial: Con un apéndice sobre la industria del hierro en México desde la iniciación de la Independencia hasta el presente.* México: Fondo de Cultura Económica.
- 1956 El beneficio de amalgamación de las minas de plata de Bartolomé de Medina: Primeras modalidades en Nueva España y en el Reino del Perú. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural.* XVII, 1-4. México, 1956, pp. 99-120.
- 1969 *La amalgamación de los minerales de plata en Hispanoamérica colonial, con una ofrenda a Alvaro Alonso Barba.* México: Compañía Fundidora de Fierro y Acero de Monterrey.
- BAUTISTA PAZ, Emilio y otros
2007 *Breve historia ilustrada de las máquinas.* Madrid. Sección de Publicaciones de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. Universidad Politécnica de Madrid.
- BEATTY, Edward N.
1996 Invención e Innovación: Ley de patentes y tecnología en el México del siglo XIX. *Historia Mexicana.* Vol. 45, No. 3 (Enero - Marzo). México: El Colegio De México, pp. 567-619.
- BERRY, Edward W. y Joseph SINGEWALD
1922 *The geology and paleontology of the Huancavelica mercury district.* Baltimore: The Johns Hopkins Press.
- BRONCANO, Fernando
2005 La agencia técnica. *Revista Iberoamericana de ciencia, tecnología y sociedad*, nº 5, vol. 2, Junio. Buenos Aires: Centro de Estudios sobre Ciencia, Desarrollo y Educación Superior, 2005, pp. 95-107. Consulta: 5 de agosto 2013.
<http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-00132005000200006>
- BROWN, Kendall
1995 La recepción de la tecnología minera española en las minas de Huancavelica, siglo XVIII. *Saberes andinos, ciencia y tecnología en Bolivia Ecuador y Perú.* Marcos Cueto (editor). Lima: Instituto de Estudios Peruanos.

- 2015 *Minería e imperio en Hispanoamérica colonial*. Lima: Banco Central de Reserva del Perú – IEP.
- BUNGE, Mario.
1985 *Epistemología*. Barcelona: Editorial Ariel.
- CARRACIDO, José.
1892 *Los metalúrgicos españoles en América. Conferencia de d. José R. Carracido pronunciada el día 7 de marzo de 1892*. Madrid: Establecimiento tipográfico “Sucesores de Rivadeneyra” impresores, Núm. 20.
- CARRILLO ESPEJO, Francisco
1990 *Cronistas que describen la colonia. Las relaciones geográficas. La extirpación de idolatrías*. Serie Enciclopedia Histórica de la Literatura Peruana 5. Lima: Ed. Horizonte.
- CASTILLO MARTOS, Manuel
2000 *Ciencia y Humanismo en Sevilla y América en los siglos de la revolución científica y tecnológica. Ciencia, economía y política en Hispanoamérica colonial*. Gutiérrez, Antonio (Coord.) Sevilla: Escuela de Estudios Hispano-americanos. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, pp. 17-34.
- 2006 *Bartolomé Medina y el siglo XVI*. Santander: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cantabria.
- CASTILLO MARTOS, Manuel y Mervin F. LANG
2006 *Grandes figuras de la minería y metalurgia virreinal*. Cádiz: Universidad de Cádiz.
- CHUMPITAZ, Juan
2009 *Invencción, Innovación Y Tecnología En La Minería De Huancavelica: 1630 – 1640*. Tesis para optar el Título Profesional de Licenciado en Historia. Lima: Universidad Nacional Federico Villarreal.
- CONTRERAS, Carlos
1982 *La ciudad del mercurio. Huancavelica 1570 - 1700*. Lima: Instituto de Estudios Peruanos.
- 2010 *La Minería en el Perú en la época colonial tardía, 1700-1824. Compendio de Historia Económica del Perú*. Tomo 3. Lima: Banco Central de Reserva del Perú - IEP.
- CONTRERAS, Carlos y Ali DIAZ

- 2007 *Los intentos de reflotamiento de la mina de azogue de Huancavelica en el siglo XIX.* Documento de trabajo 261. Diciembre 2007. Departamento de Economía. PUCP.
- CONUP
1974 *Guamanga, una larga historia.* Huamanga: Consejo Nacional de la Universidad Peruana.
- COSTA VILLAVICENCIO, Lázaro
196? *Historia Cronológica del Perú. 1700-1799.* Lima: Costa Villavicencio.
- DE LA CRUZ GÓMEZ, Carlos.
1985 *Estudio de los fenómenos de transporte en la reacción de tostación del Cinabrio en un reactor de lecho fluidizado.* Tesis de Doctorado. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. Universidad Politécnica de Madrid. Consulta: 12 de abril de 2015.
<<http://www.cervantesvirtual.com/nd/ark:/59851/bmcst7k1>>
- DARGENT, Eduardo
1988 *La moneda peruana en el siglo XVII (Reflejo de una crisis).* Lima: Cuadernos de Historia VII. Universidad de Lima, 1988.
- DE RIVERO Y USTARIZ, Mariano
1848 *Memoria sobre la mina de Azogue de Huancavelica y de la Chonta.* Lima: Colección de memorias científicas, agrícolas e industriales.
- 1857 *Colección de memorias científicas e industriales publicadas en distintas épocas.* Bruselas: Imprenta de H. Goemare.
- 1958[1851] *Antigüedades peruanas.* Arequipa: Primer festival del libro arequipeño.
- DIAMOND, Jared
2006 *Armas, gérmenes y acero: breve historia de la humanidad en los últimos trece mil años.* Madrid: Editorial Debate, 2006.
- EGERTON, David
2010 Innovation, Technology, or History. What is the Historiography of Technology About? *Technology and Culture*, Volume 51, Number 3, July, pp. 680-697.
- ESPINOZA, Waldemar.

- 1982 Los fundamentos lingüísticos de la etnohistoria andina y comentarios en torno al anónimo de Charcas de 1604. *Aula Quechua*. Cerrón-Palomino, Rodolfo (ed.). Lima: Signo Universitario, pp. 163-202.
- FISHER, John
1977 *Minas y mineros en el Perú Colonial. 1776-1824*. Lima: Instituto de Estudios Peruanos.
- FRANKLIN, Ursula M.
1999 *The Real World of Technology*. Toronto: House of Anansi Press. Consulta 21 de Agosto 2014.
<www.anansi.ca>
- FRAXNO Y PALACIO, Claudio y otros
1844 *Tratado de química*. Tomo III. Madrid: Imprenta de Don Alejandro Gómez Fuentenebro, 1844.
- FUENTES, María D.
1986 El azogue en las postrimerías del Perú colonial. *Revista de Indias*, nº 177. Madrid, pp. 75-90.
- FUENTES, Paulino
1901 Vocabulario de Minería arreglado según el código del Perú y otras legislaciones mineras. Lima: Librería e imprenta Gil, 1901, p. 22.
- FLORENTINO MEZA, Máximo
1943 *Historia de las Minas de Huancavelica*. Tesis para obtener el grado de Bachiller en Humanidades. Lima: Universidad Católica del Perú.
- GÁLVEZ, José María
2006 Investigaciones históricas de los hornos coloniales en Huancavelica. *Millars: Espai i historia*. Revista del Colegio Universitario de Castellón de la Plana N°29, pp. 39-56
- GARCÍA TAPIA, Nicolás
1994 *Patentes de invención españolas en el siglo de oro*. Madrid: Oficina Española de Patentes y Marcas.
- 1997 Pedro Azlor, médico de Isabel la Católica, y su patente de invención. *Asclepio: Revista de historia de la medicina y de la ciencia*. Vol. 49, Fasc. 1, 1997, pp. 161-168.
- 2004 Ingeniería e invención en el Siglo de Oro: El caso de Jerónimo de Ayanz. *Los orígenes de la ciencia moderna: Actas años XI y XII*. Canarias: Consejería de Educación,

Cultura y Deportes del Gobierno de Canarias / Fundación Canaria Orotava de Historia de la Ciencia, pp. 69-101.

- GARCÍA-DIEGO, José
1996 *Los veintiún libros de los ingenios y de las máquinas.* Madrid: Fundación Juanelo Turriano - Doce Calles - Biblioteca Nacional.
- GASTELUMENDI, Ambrosio C.
1920 Huancavelica como región productora de mercurio. *Anales del Congreso Nacional de la Industria Minera*, tomo II. Lima: Imprenta Torres Aguirre.
- GONZÁLEZ CASASNOVAS, Ignacio
2000 *Las dudas de la Corona. La política de repartimientos para la minería de Potosí: (1680-1732).* Madrid: EBCOMP S.A.
- GIL BAUTISTA, Rafael.
2012 Barro y azogue. La alfarería en el mundo del mercurio durante la Edad Moderna en Almadén (Ciudad real). *La cerámica en el mundo del vino y del aceite.* Teresa Alvarez (Coord.). XV Congreso Anual de la Asociación de Ceramología. La Rioja: Ayuntamiento de Navarrete, 2012, pp. 152-167.
- GIUMLIA-MAIR, Alessandra
2007 The history of mercury production in the mine of Idrija, Slovenia. 2nd International Conference. *Archaeometallurgy in Europe.* Aquileia: Associazione Italiana di Metallurgia, 17-21 de Junio.
- GUAMAN POMA DE AYALA, Felipe
2004 [1615] *El primer nueva coronica y buen gobierno.* Introducción y análisis de Rolena Adorno. Biblioteca Real de Dinamarca. Consulta: 10 de agosto de 2013.
<<http://www.kb.dk/permalink/2006/poma/info/es/foreword.htm>>
- GUENYVEAU, Andre
1843 *Principios generales de metalurgia.* París: Librería de Leconte y Lasserre.
- GUMUCIO, Mariano
2000 *El mundo desde Potosí: vida y reflexiones de Bartolomé Arzans de Orsúa y Vela (1676-1736).* Santa Cruz: Banco Santa Cruz - Grupo Santander Central Hispano.
- HEMMING, John

- 1972 *The Conquest of the Incas*. Londres: Abacus.
- HERRERA CANALES, Inés
1990 Mercurio para refinar la plata mexicana en el siglo XIX. *Historia mexicana*, Vol. xl, junio-julio. El Colegio de México, pp. 27-51.
- HUAMAN, Santiago
1936 *Los grandes inventos y descubrimientos*. Lima. Editorial Gallo de Oro.
- KLEIN, Herbert S.
1994 *Fiscalidad real y gastos de gobierno: El virreinato del Perú 1680-1809*. Lima: Instituto de Estudios Peruanos.
- KUHN, Thomas
1962 *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- KRANSBERG, Mervin
1986 *Technology and History: "Kransberg's laws"*. *Technology and Culture* Vol. 27, N° 3 (Jul.), pp. 544-560.
- LANG, Mervin. F.
1969 La búsqueda del azogue en el México colonial. *Historia mexicana*, vol. 18, núm. 4, abril-junio, pp. 473-484.
- 1977 *El monopolio estatal del mercurio en el México colonial (1550-1710)*. México: Fondo de Cultura Económica.
- 1997 La tecnología minera en Huancavelica a finales del siglo XVIII. *Nacionalismo e internacionalismo en la historia de las ciencias y la tecnología en América Latina*. ARBOLEDA, Luis C. y Carlos OSORIO (eds.). Cali: Universidad del Valle, pp. 363-372.
- 1999 Azoguería y amalgamación. Una apreciación de sus esencias químico-metalúrgicas, sus mejoras y su valor tecnológico en el marco científico de la época colonial. *Lull Revista de la Sociedad Española de las Ciencias y de las Técnicas*, Vol. 22 (n° 45).
- LANGUE, Frédérique y Carmen SALAZAR-SOLER
2000 Origen, formación y desarrollo de las economías mineras (1570-1650): nuevos espacios económicos y circuitos mercantiles. En: *Historia de América Andina, Vol. 2 Formación y apogeo del sistema colonial (siglos XVI-XVII)*.

BURGA Manuel (editor) Quito: Universidad Andina Simón Bolívar Libresa, 2000, pp. 135-190.

- LARRUGA, Eugenio.
1796 *Memorias políticas y económicas sobre los frutos, fábricas y minas de España con inclusión de los reales decretos, ordenes, cédulas, aranceles y ordenanzas expedidas para su gobierno y fomento.* Tomo XXVII. Madrid: Antonio Espinosa.
- LOHMANN VILLENA, Guillermo
1999 *Las minas de Huancavelica en los siglos XVI-XVII.* Segunda edición. Lima: Pontificia Universidad Católica.
- LÓPEZ DE AZCONA, Juan Manuel, Ignacio GONZÁLEZ CASASNOVAS y Esther RUIZ DE CASTAÑEDA (eds.)
1992 *Minería Minería iberoamericana: Biografías mineras, 1492-1892.* Madrid: Instituto Tecnológico Geominero de España, Consejo Superior de Colegios de Ingenieros de Minas de España y Sociedad Estatal V Centenario.
- LORDA, Joaquín
1997 Herrera y las grúas de la basílica de El Escorial. *Revista de obras públicas.* Julio – Agosto, N°3.
- LUMMIS, Charles
1922 *Los exploradores españoles del siglo XVI; vindicación de la acción colonizadora española en América.* Barcelona: Editorial Araluce.
- LYNCH, John
2005 *Edad Moderna: Crisis y recuperación, 1598-1808.* Vol. 5. Historia de España. Madrid: Ed Critica.
- MAFFEI, Eugenio y Ramón RÚA FIGUEROA
1871 *Apuntes para una biblioteca española de libros, folletos y artículos, impresos y manuscritos, relativos al conocimiento y explotación de las riquezas minerales y a las ciencias auxiliares.* Tomo I. Madrid: Imprenta de J. M. Lapuente.
- MASKREY, Andrew y Guillermo ROCHABRUN
1990 *Si Dios hizo la noche sin luz. El manejo popular de tecnologías.* Lima: ITDG - MASKREY, Andrew y ROCHABRUN, Guillermo (eds.).
- MARZANO, Robert y Debra PICKERING
2005 *Dimensiones del Aprendizaje. Manual para el maestro.* Segunda edición. Santiago: ITESO.

- MENÉNDEZ Y PELAYO, Marcelino
1876 *Polémicas, indicaciones y proyectos sobre la ciencia española.* Madrid: Eduardo de Medina (ed.).
- MOLINA, Miguel
1986 *El Real Tribunal de Minería de Lima (1785-1821).* Sevilla: Diputación Provincial de Sevilla.
- 2000 Legislación minera colonial en tiempos de Felipe II. *XIII Coloquio de Historia Canario-Americana; VIII Congreso Internacional de Historia de America (AEA)* Francisco Morales Padrón (coord.). Las Palmas de Gran Canaria: Cabildo de Gran Canaria, pp. 1014-1029. Consulta: 6 de junio 2012.
< <http://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=11468>>
- MORTON, Samuel.
1839 *Crania Americana; or a comparative view of the skulls of various aboriginal nations of North and South America.* Philadelphia: Dobson, J. 1839.
- MUNFORD, Lewis
1992 *Técnica y civilización.* Madrid: Alianza Universidad.
- ONERN
1984 *Inventario y evaluación de los recursos naturales de una zona altoandina del Perú. Departamento de Huancavelica.* Vol I. Lima: ONERN.
- OGBURN, William y Dorothy THOMAS
1922 Are Inventions Inevitable? A Note on Social Evolution. *Political Science Quarterly*, Vol. 37, N° 1, pp. 83-98.
- ORCHE, Amará y Octavio PUCHE
2010 Dos peticiones del Gremio de Mineros de Huancavelica (Perú) al Gobernador Madariaga en el año 1692. *De re metallica.* Madrid: Revista de la Sociedad Española para la Defensa del Patrimonio Geológico y Minero, N° 14 (Enero-Junio), pp. 71-80.
- ORDOÑEZ, Leonardo.
2007 El desarrollo tecnológico en la historia. *ARETÉ Revista de Filosofía*, Vol. XIX, No. 2, Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2007, pp. 187-209.
- PARIONA CAMPOS, Miguel

- 2001 Violencia y explotación en las minas de Huancavelica. Los Jaujas (1564-1560). *Ensayos: Sociedad, Religiosidad y Arte en el Perú*. Lima: Grupo Historiem, pp. 25-38, 2001.
- PATIÑO, Luis F.
1982 *Los Inventos*. Quito: Editora Dos mil.
- PATIÑO, Mariano
2001 *Huancavelica Colonial. Apuntes históricos de la ciudad minera más importante del virreynato peruano*. Lima: Edición Huancavelica.
- PEREZ SAENZ DE URTURI Juan-Eusebio
1980 La minería colonial americana bajo la dominación española. *Boletín Millares Carlo*. Universidad Nacional de Educación a Distancia, UNED, Centro Asociado de la UNED de Las Palmas de Gran Canaria, 1980, pp. 53-119.
- PETERSEN, Georg.
2010 *Mining and Metallurgy in Ancient Perú*. Boulder: The Geological Society of America, 2010.
- POVEA, Isabel
2014 *Minería y reformismo borbónico en el Perú. Estado, empresa y trabajadores en Huancavelica, 1784-1814*. Lima: Banco Central de Reserva del Perú – Instituto de Estudios Peruanos.
- PRESTON WITHAKER, Arthur
1941 *The Huancavelica mercury mine: a contribution to the history of the Bourbon renaissance in the Spanish Empire*. Cambridge: Harvard University press, 1941.
- QUIRÓZ, Alfonso
2013 *Historia de la corrupción en el Perú*. Segunda edición. Lima: Instituto de Estudios Peruanos.
- QUIRÓZ, Francisco
1998 *Artesanos y manufactureros en Lima colonial*. Tesis para optar el grado de Magíster en Historia. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- QUINTANILLA, Miguel
1999 *Tecnología y sociedad*. Lima: Universidad Inca Garcilaso de la Vega.
- RAMOS, Demetrio

- 1986 La crisis indiana y la Junta Magna de 1568. *Jahrbuch für Geschichte Lateinamerikas – Anuario de Historia de America Latina*. N° 23. Issue 1, pp. 1-62.
- REAL ACADEMIA DE LA LENGUA ESPAÑOLA
1734 *Diccionario de Autoridades*. Consulta: 12 de agosto de 2013
<<http://buscon.rae.es>>
- RĚCNIK, Aleksander
2013 *Minerals of the mercury ore deposit Idria*. Ljubljana: Jožef Stefan Institute / Springer.
- RIVERA, Mario.
1995 Arica en las rutas de tráfico de Potosí. *Revista chilena de antropología*, N° 13. Santiago: Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Sociales.
- ROBINS, Nicholas
2011 *Mercurio, minería e imperio: El costo humano y ecológico de la minería de plata colonial en los andes*. Huancavelica: Ruggerths N. De la Cruz Marcos.
- RODRIGUEZ, Adolfo.
1985 Notas para el estudio del azogue en México en el siglo XVII. *Estudios de Historia novohispana*. México: UNAM, Vol. 8, N° 8, 1985, pp. 223-329.
- ROMERO, Emilio
1949 *Historia Económica del Perú*. Tomo II. Buenos Aires: Editorial Universo.
- RUIZ ARIAS ERGUETA, Pedro
1994 Innovación tecnológica o nuevas tecnologías. *Cuadernos de Sección. Sociedad, Ciencia y Tecnología 1*. Donostia: Eusko Ikaskuntza, pp. 101-110.
- SAEZ Y PALACIOS, Rafael.
1869 *Tratado de química inorgánica*. Tomo segundo: Madrid: Carlos Bailly-Bailliere.
- SALAZAR-SOLER, Carmen e Inés HERRERA CANALES.
2010 *Bibliografía minera colonial Hispanoamericana (siglos XV-XIX)*. Consulta 15 de junio 2013.
<<http://nuevomundo.revues.org/59200>>
- SANCHEZ, Ramón

- 1980 *Historia de la Tecnología y la invención en México.* México: Banamex.
- SÁNCHEZ GÓMEZ, Julio, Guillermo MIRA DELLI-ZOTTI y Rafael DOBADO
1997 *La savia del imperio. Tres estudios de economía colonial.* Salamanca: Ediciones Universidad de Salamanca.
- SÁNCHEZ MOLERO Y LLETGET, Luis María
1859 *Memoria sobre azogues.* Madrid: Imprenta de la viuda de D. Antonio Yenes.
- SAMAMÉ, Mario
1979 *El Perú minero.* Tomo I. Lima: Editora Perú.
- SCHWARTZMAN, Simon
1993 *Science and Technology in Brazil.* Sao Paulo: Universidade de São Paulo - Fundação Getúlio Vargas.
- SEMPAT ASSADOURIAN, Carlos
1989 *Acerca del cambio en la naturaleza del dominio sobre las indias: la mita minera del virrey Toledo, documentos de 1568-1571. Anuario de Estudios americanos, XLVI.* Sevilla, pp. 3-70.
- SEMPAT ASSADOURIAN, Carlos y otros.
1980 *Minería y Espacio económico en los andes.* Lima: Instituto de Estudios Peruanos.
- SERRANO Fernando
1991 *Nafragios y rescates en el tráfico indiano durante el siglo XVII.* Lima: SEGLUSA Editores/ Marina de Guerra del Perú. Fondo de publicaciones, Dirección Nacional de Estudios Marítimos.
- SILVESTRE, María Ángeles y otros
2014 *El mercurio de Almadén, llave de la plata americana. En: Aurea Quersoneso : estudios sobre la plata iberoamericana : siglos XVI-XIX.* DE VASCONCELOS E SOUSA, Gonçalo, Jesús PANIAGUA PÉREZ y Nuria SALAZAR SIMARRO (coords). México: CONACULTA – INAH, pp. 17-33.
- SOBRINO HERNANDEZ, Angel.
2004 *El parque minero de Almadén. De Re Metallica.* Madrid: Sociedad Española para la defensa del patrimonio geológico y minero - Fundación Almadén. Francisco Javier de Villegas, N° 2 marzo 2004, pp. 55-59. Consulta: 29 de marzo de 2015.
<http://www.sedpgym.es/descargas/Metallica/n2_55.pdf>

- SPINNER, J.
2007 Nota sobre la flora de Huancavelica. *Boletín de Lima* N° 149-150. Lima: Editorial los Pinos, pp. 415-416.
- SUMOZAS GARCIA-PARDO, Rafael.
2007 *Arquitectura industrial en Almadén. Antecedentes, génesis y repercusión del modelo en la minería americana*. Sevilla: Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha, 2007.
- SURYAWANSHI, Deepak
2014 Technology, development, ethics and culture. *International Journal of Applied Engineering Research and Development (IJAERD)*, Vol. 4, Issue 2. Mumbai: University of Mumbai, pp. 109-112.
- TANDETER, Enrique
1992 *Coacción y Mercado. La minería de plata en el Potosí colonial, 1692-1926*. Cusco: Centro de Estudios Regionales Andinos Bartolomé de las Casas.
- TEJERO-MANZANARES, J y otros
2014 La metalurgia del mercurio en Almadén: desde los hornos de aludeles a los hornos Pacific. *Revista de Metalurgia*. Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas, Vol.50, N°4, 2014. Consulta: 2 de marzo de 2015.
<<http://revistademetalurgia.revistas.csic.es/index.php/revistademetalurgia/article/viewArticle/1341/1420#S20005>>
- TEPASKE, John
(s/f.) "Colonial mercury distributions 1558-1816". En: *Economic history data desk, economic history of Latin America, United States and new world. 1500 – 1900*. Consulta: 17 de septiembre de 2011.
<<http://home.comcast.net/~richardgarner05/tepaske.html>>
- VICENTE MAROTO, Isabel
2011 Juan de Herrera, arquitecto real y matemático. *Suplemento do Boletim da Sociedade Portuguesa da Matemática*. Lisboa, número 65, pp. 35–37.
- VILLARÁN, Fernando.
1989 *Innovaciones tecnológicas en la pequeña industria*. Lima: Fundación Friedrich Ebert.
- ZORI, Colleen M. y Peter TROPPER
2010 Late Pre-Hispanic and Early Colonial Silver Production in the Quebrada de Tarapacá, Northern Chile. *Boletín del*

Museo Chileno de Arte Precolombino Vol. 15, N° 2.
Santiago: Museo Chileno de Arte Precolombino, pp. 65-87.

DIARIOS

EL COMERCIO
2008

“*Los textos ocultos del infiernillo*”. El Comercio. Lima, 20 de agosto, A13, p. 20.

