

Boletín de historia y antigüedades

Artículos /Articles

La irrupción de la dominación colonial en el altiplano cundiboyacense.
Instituciones de poder español y resistencias indígenas en la segunda mitad del siglo XVI

ALEJANDRO BERNAL VELEZ

Etnohistoria de Beltrán y la capilla de la Virgen de Nuestra Señora de la Canoa
JOSÉ MANUEL ROZO

El mundo del trabajo en los sistemas defensivos de Cartagena de Indias,
1750-1810

SERGIO PAOLO SOLANO

El problema de la selección temática en una historia local. El caso de la historia
básica de Bucaramanga

ARMANDO MARTÍNEZ GARNICA

Los procesos de cambio en las estrategias y tácticas en los ejércitos patriotas en la
independencia

JORGE MAURICIO CARDONA

Historia y arqueología de la Ferrería de Pacho, Cundinamarca

ROBERTO LLERAS

LUZED MORENO

Discursos, conversatorios y conferencias / *Speeches, forums and conferences*

Vestigios del derecho indiano en la sociedad contemporánea o la postergación de
la modernidad en América

FERNANDO MAYORGA GARCÍA

La señora del billete de 10.000 pesos. Virginia Gutiérrez de Pineda

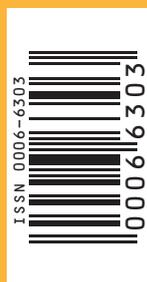
ROBERTO PINEDA

XIMENA PACHÓN

Reseñas de libros / *Book reviews*

Las Batallas de Boyacá: hombres, mujeres, experiencias de Isidro Vanegas,
Ediciones Plural, 2019

ROGER PITA PICO



Volumen CVI, No 869, julio –diciembre de 2019. ISSN 0006-6303



Academia Colombiana de Historia

Boletín de historia y antigüedades

N° 869



Academia Colombiana de Historia

Boletín
BHya
de historia
antigüedades

Volumen CVI, No. 869, julio– diciembre 2019. ISSN 0006-6303

N° 869

Historia y arqueología de la Ferrería de Pacho, Cundinamarca

ROBERTO LLERAS¹

LUZED MORENO²

Resumen

La dependencia del hierro y el acero españoles, impuesto por la metrópoli durante la Colonia, resultaba insoportable para la naciente República de la Nueva Granada. Esto dio lugar a la temprana exploración de yacimientos y al establecimiento de los primeros hornos para fundir mineral de hierro. La ferrería de Pacho, al noroccidente de Bogotá, entró en funcionamiento con su alto horno en 1837 y desde entonces vivió una historia particular marcada por dificultades técnicas y económicas hasta 1879 cuando la planta cerró definitivamente. La historia posterior es la de la fragmentación del predio, el saqueo y la demolición de sus edificios

¹ Roberto Lleras, antropólogo Universidad de los Andes, MA en Arqueología University of Bradford, PhD Arqueología University of London. Subdirector Técnico Museo del Oro 1994-2010, Profesor Universidades de los Andes y Externado de Colombia. Miembro de Número de la Academia Colombiana de Historia. roberto.lleras.rl@gmail.com

² Luzed Adriana Moreno, antropóloga Universidad Externado de Colombia; realizó su tesis en orfebrería y arte rupestre. Diplomado en Conservación de Objetos Arqueológicos en Perú. Arqueóloga en varios proyectos de impacto ambiental. jevurah@gmail.com

CÓMO CITAR ESTE ARTÍCULO

Lleras, Roberto y Moreno, Luzed. "Historia y arqueología de la Ferrería de Pacho, Cundinamarca". *Boletín de Historia y Antigüedades* 106: 869 (2019): 175 -215.

y la pérdida de sus equipos y maquinaria. A partir de 2014 la Alcaldía Municipal determinó restaurar los remanentes de la Ferrería, proceso que estuvo acompañado de excavaciones arqueológicas. En este artículo se da cuenta de la reconstrucción funcional de la planta industrial, tal como la historia y la arqueología nos lo describen.

Palabras clave: Ferrería, metalurgia, arqueología industrial, alto horno.

History and archaeology of the Pacho Ironworks, Cundinamarca

Abstract

The dependence on imported iron and steel, as imposed by Spain during the Colonial period, was deemed as intolerable by the New Granada republic. This explains the early efforts to explore ore deposits and the construction of blast furnaces for iron melting. The Pacho Ironworks, with its blast furnace started production in 1837 and from then onwards lived a particular story, marked by technical and economic difficulties until 1879 when the plant closed definitely. Afterwards the property was divided, the buildings looted and demolished and the machinery lost. Starting on 2014 the local authorities decided to reconstruct what was left of the Ironworks, a process that was accompanied by archaeological excavations. In this article we offer a functional reconstruction of the factory, as archaeology and history allow us to describe it.

Keywords: Ironworks, metallurgy, industrial archaeology, blast furnace.

La Colonia estuvo marcada en lo industrial por el monopolio español del hierro. La Corona impuso un régimen de importación de este metal que excluía el abastecimiento desde cualquier territorio distinto a la metrópoli y, por supuesto, la producción del mismo en las colonias. El hierro y el acero llegaban

desde Vizcaya en lingotes y barras y se sometían al trabajo de forja en minas, haciendas y talleres urbanos para producir las herramientas, clavos, cerraduras, adornos, armas y demás objetos que exigía la economía colonial³.

Con la Independencia el abastecimiento de hierro español se suprimió abruptamente generando no pocos problemas. España conservaba el dominio del mar, de modo tal que tampoco resultaba factible recurrir a los suministros de las otras potencias europeas o de los Estados Unidos. Se imponía, por tanto, buscar la forma de producir localmente el hierro que, por poner solo un ejemplo, los ejércitos patriotas necesitaban con urgencia.

En medio de este clima, el mineralogista alemán Jacobo Wiesner entró en contacto en 1814 con Antonio Nariño, por entonces presidente del Estado de Cundinamarca. Acordaron que Wiesner se encargaría de explorar los alrededores de Pacho de donde se habían recibido noticias de la existencia de yacimientos minerales metálicos. Wiesner encontró, en efecto, yacimientos de hierro, plomo y cobre, y logró fundir algunas muestras en una forja rudimentaria que construyó, junto con una precaria ramada, en vecindades del pueblo. La reconquista española y las guerras que siguieron detuvieron el proyecto hasta 1822 cuando el nuevo gobierno patriota autorizó la formación de una empresa para la explotación de las minas descubiertas ocho años antes. Un año más tarde Wiesner inició la producción en firme en su forja catalana. Los resultados fueron regulares pues el carbón vegetal no daba la temperatura suficiente. Desde los primeros años la Ferrería fue ubicada al norte del casco urbano de Pacho, en un lugar estratégico para su operación puesto que allí llegaba el camino que conducía de Pacho a la hacienda La Mesa de Pacho, por el que probablemente se traía el mineral de hierro desde las minas al norte del pueblo y que también comunicaba con el poblado para sacar los productos terminados; discurrían los ríos Batán y de la Ferrería y otras quebradas que suministraban abundante agua y que, gracias al fuerte desnivel del terreno podían usarse para generar fuerza hidráulica⁴.

En 1827 la compañía Egea, Daste y Cía. tomó control de las instalaciones de Wiesner, las amplió y continuó operando con un nuevo equipo de técnicos extranjeros. La instalación industrial era aún precaria y el ambiente en el que se desenvolvía también lo era; los dirigentes nacionales no tenían una conciencia clara sobre cómo fomentar y proteger el desarrollo industrial. La mayor parte de los políticos en posición de dirigir el estado venían de familias de latifundistas, comerciantes y mineros acostumbrados a recibir del extranjero los bienes ma-

³ Roberto Lleras, *Metalurgia Colonial en el Nuevo Reino de Granada. Un estudio socio-técnico*, (Saarbrücken: Editorial Académica Española, 2016)

⁴ Carlos Eduardo Nieto, *Aproximación histórica a la antigua Ferrería de Pacho, Cundinamarca* (Bogotá: Manuscrito, 2013)

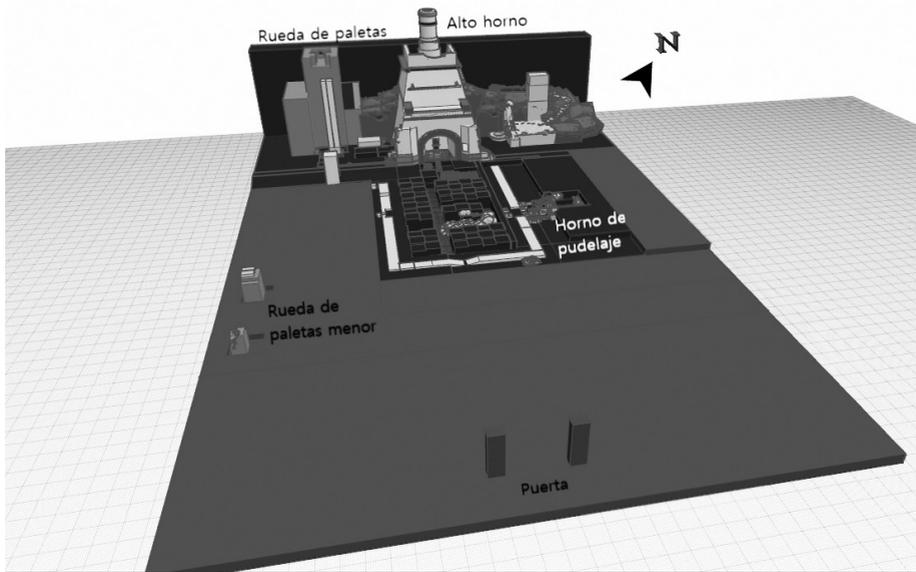
nufacturados. La necesaria protección contra la competencia avasalladora del hierro y acero británicos tropezó con la doctrina del libre cambio; las condiciones para producir y vender hierro nacional eran abrumadoramente desventajosas⁵.

En 1833 la compañía trajo al maestro Medardo Merlín para iniciar la construcción de un alto horno, operación que empezó el año siguiente y concluyó en 1837; infortunadamente el horno falló al ser prendido por primera vez. En ese mismo año hubo un relevo en la compañía, Robert Bunch asumió la dirección, reparó y puso en funcionamiento el alto horno y estabilizó la producción. Incluso en esta etapa de florecimiento el hierro se vendía por debajo del costo de producción y tenía que hacer frente a las importaciones de mejor calidad. Entre 1839 y 1845 los conflictos bélicos internos afectaron la producción y las ventas de la Ferrería. No obstante, Bunch consiguió sostener una producción de muy buena calidad, diversificó los productos terminados y construyó un horno de reverbero o pudelaje para la segunda fusión que permitía ofrecer cualquier tipo de pieza final. Ya para esta época el área principal de trabajo de la Ferrería se había desplazado desde la zona de la forja catalana (al occidente del predio, hoy en el lado opuesto de la carretera) hacia el alto horno y su Casa de Trabajo, en el centro mismo de la planta⁶.

⁵ Alberto Corradine Angulo, "De las ferrerías a la siderúrgica" *Credencial Historia*, N° 262 (2011) <https://www.banrepcultural.org/biblioteca-virtual/credencial-historia/numero-262/de-las-ferrerias-la-siderurgia> (14/09/2018)

⁶ Carlos Eduardo Nieto, *Aproximación histórica a la antigua Ferrería de Pacho, Cundinamarca* (Bogotá: Manuscrito, 2013)

Figura 1



La ferrería de Pacho, las estructuras existentes. ©Sergio A. Díaz.

La Ferrería entró en la época de su mayor florecimiento, pero, ni siquiera entonces, pudo operar al tope de su capacidad. La razón parece ser la escasa demanda de un país tan escasamente desarrollado que consumía muy pocos productos industriales, entre ellos el hierro. Para empeorar las cosas este impulso cesó debido a la muerte de Bunch en 1857; de inmediato la empresa empezó a decaer y el equipo técnico se desintegro. Es en esta época cuando se tiene el primer gran registro gráfico y textual de la Ferrería por parte de la Comisión Corográfica⁷.

Una reestructuración empresarial iniciada en 1864 permitió reemprender la producción de hierro en 1870; este impulso, sin embargo, solo duró hasta 1879 cuando la Ferrería cerró definitivamente. Hubo un intento de reorganización entre 1887 y 1889 que terminó sin éxito; la competencia de las otras ferrerías, el mal estado del camino de Pacho a Zipaquirá, la baja demanda de hierro y la guerra de 1885 cerraron cualquier posibilidad de recuperación. Como lo señala Nieto⁸, la Ferrería de Pacho no alcanzó a llegar a la época en que la construcción de ferrocarriles y las moderadas actividades exportadoras e industriales

⁷ Gabriel Camargo, "Descubrimiento y primitiva explotación del hierro en Colombia." *Boletín de Historia y Antigüedades* Vol.: 73. No. 752, (1986).

⁸ Nieto, *Aproximación histórica a la antigua*.

propiciaron un mayor consumo de hierro en Colombia. El terreno de la planta industrial quedó en manos de especuladores que no tenían interés en la restauración de la empresa y que abandonaron las construcciones que, poco a poco, empezaron a deteriorarse. No obstante, en las primeras décadas del siglo XX la mayor parte de los edificios seguían en pie y fueron fotografiados por visitantes de la capital, como el fotógrafo Gumersindo Cuellar (ca. 1930).

Nieto⁹, con base en las fotografías aéreas, las láminas de la Comisión Corográfica de 1857 y las fotos de Cuellar de la década de 1930, hizo una reconstrucción de la Ferrería como pudo haber sido hacia 1857 en la cual identifica: el alto horno, el taller de arrabio con el martinete principal; el horno de pudelaje; los depósitos de caliza, carbón y mineral; las estructuras de carga del horno; el canal de desvío del río que conducía el agua hacia la rueda de paletas; el estanque que recibía las aguas desviadas por el canal; un taller y horno auxiliar; edificios de administración, entrada principal; bodega de productos terminados y área de servicios. Es posible que la mayor parte de las construcciones provengan aproximadamente de la misma época; aquella en que se construyó el alto horno, puesto que su funcionamiento requería de todas las estructuras anexas – depósitos, canal, estanque, taller, etc. El horno de pudelaje y otras estructuras menores parecen haber sido posteriores.

El grueso de la destrucción empezó con la construcción de la carretera Pacho – Coper que cortó en dos el terreno de la planta industrial y ocasionó la demolición de varios edificios. Para 1940, año de la primera aerofotografía de la zona, ya es evidente que muchos de los edificios de la Ferrería habían sido demolidos y los demás estaban cubiertos por vegetación. En 1984 los propietarios vendieron la parte alta del lote, en donde estaban los depósitos de mineral, carbón y cal y el canal de entrada al tanque de agua; se empezaron a construir allí un estadio y casas muy próximas a la estructura del horno¹⁰. El terreno cambió de propietario varias veces y fue usado, entre otras cosas, para mantener caballos; hasta hace poco quedaban allí algunos abrevaderos. La vegetación creció incluso sobre el alto horno en el que aparecieron grandes grietas; parte de sus refuerzos externos, puertas y tapas hierro fueron retirados. El lugar se convirtió en refugio de vándalos y la chimenea del horno se usaba como deslizadero deportivo. El daño fue enorme, de la Ferrería sobrevive solo la estructura central, el alto horno, que quizás representaba un 15% del volumen de las edificaciones; lo demás fue destruido.

⁹ Nieto, *Aproximación histórica a la antigua*.

¹⁰ Nieto, *Aproximación histórica a la antigua*.

Descripción de la planta y reconstrucción funcional de la Ferrería a partir de los hallazgos arqueológicos

Nieto¹¹, Becerra¹² y otros intentaron realizar una reconstrucción descriptiva de la planta industrial de la Ferrería de Pacho, tal y como debió lucir en el momento de mayor expansión y plena producción (1837-1857). En general, todos estos ensayos, más afortunados unos que otros, han utilizado una combinación de información documental, dibujos, fotografías antiguas y fotografías aéreas. Nuestra contribución consiste precisamente en aportar los resultados de las excavaciones de la primera fase de campo; seguimos usando, naturalmente y en forma paralela, la información documental y fotográfica.

Es posible entender la Ferrería de Pacho, más que como un terreno de una extensión y configuración dadas, como un complejo que se organiza en torno a un eje funcional. En el centro de este núcleo se encuentra el alto horno, una estructura de base rectangular de ladrillo y piedra de 12.17 metros de altura y 8.0 metros por 8.0 metros en la base. El horno es piramidal; sobre su cara frontal (este-oeste) y las dos laterales (norte-sur) se abren accesos enmarcados por arcos de medio punto en piedra. Sobre el arco frontal y a una altura de 5.10 metros hay una especie de terraza sin acceso; su uso es desconocido. La estructura piramidal termina a una altura de 9.39 metros en otra terraza que rodea la estructura circular de la chimenea que continúa ascendiendo hasta 12.17 metros. Esta terraza, o balcón, constituía la superficie desde la que se realizaban las operaciones de carga del horno.

¹¹ Nieto, *Aproximación histórica a la antigua*.

¹² Virgilio Becerra, Dobereiner Chala Aldana y Víctor Caballero, *Estudio Arqueológico Preliminar de la Ferrería del Municipio de Pacho, Cundinamarca, Colombia* (Bogotá: Manuscrito, Universidad Nacional, 2014).

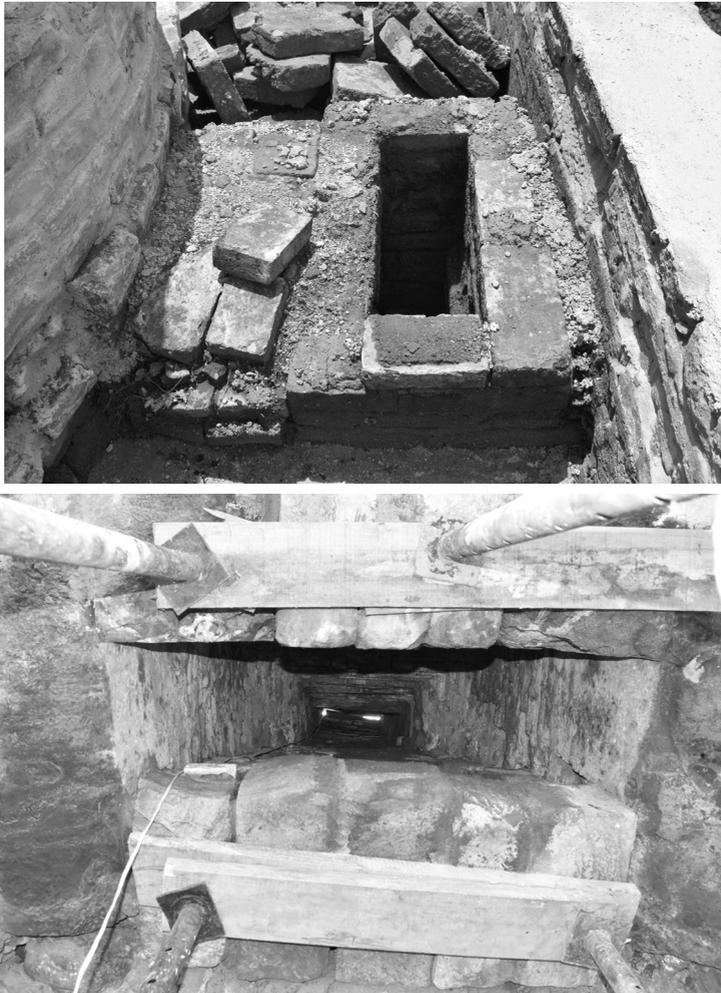
Figura 2



Fachada frontal del alto horno, el primer balcón está a la altura del extremo de la escalera. ©Roberto Lleras.

A una altura aproximada de un metro sobre la terraza se encuentra una abertura rectangular en la chimenea, la boca de carga del horno; más adelante se explica este rasgo en detalle. En el piso de este balcón, hacia el frente del horno, hay una abertura rectangular; es la salida de un buitrón que lleva al techo del arco frontal. Este buitrón auxiliar cumplía la función de evacuar el humo y los gases calientes que se generaban en los procesos de descarga del horno, cuando se extraía la escoria y el arrabio hacia esta zona. Sin este buitrón la atmosfera en este lugar hubiera sido irrespirable.

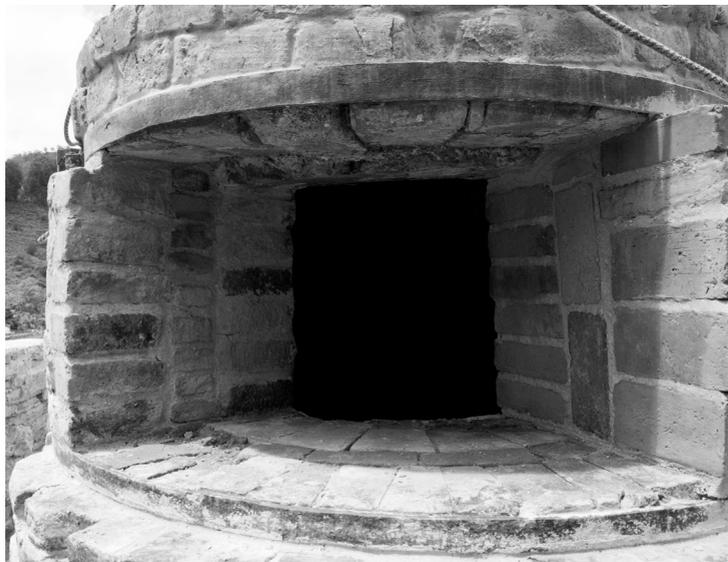
Figura 3



(Arriba) Salida del buitrón auxiliar en el piso del segundo balcón. (Abajo) El buitrón auxiliar, en el techo del arco frontal del horno. ©Sergio A. Díaz.

El rasgo más importante en este segundo balcón es la puerta, o boca, de carga del horno. Se trata de una abertura rectangular situada a 9.39 metros sobre la base del horno y de 0.87 metros de altura. Está delimitada por cerchas de hierro y debió tener originalmente una puerta.

Figura 4



La boca de carga del horno. ©Sergio A. Díaz.

El alto horno es una estructura de funcionamiento continuo; una vez que se prendía debía mantenerse prendido constantemente, de lo contrario su interior, en especial el crisol, sufría daños graves y debía ser reconstruido. El funcionamiento continuo implicaba tareas periódicas de carga y descarga. Desde la boca de carga se adicionaban mineral de hierro, piedra caliza y carbón. Un *ironmaster* determinaba el momento, las cantidades y el orden en que se cargaban los materiales.

Para que las cargas periódicas se pudieran realizar era necesario que existiera una estructura de acopio y suministro de carga del horno; esta estuvo ubicada en la parte alta del predio, sector norte, en el lugar en donde actualmente existen varias casas particulares. Según Nieto¹³ hubo un camino que llegaba a la Ferrería desde el norte, región en donde estaban los yacimientos de mineral de hierro. Este camino (de herradura) permitía el abastecimiento constante de la carga del horno. No se pudo localizar una referencia precisa sobre la ubicación exacta de la mina, o minas, de mineral de hierro que abastecían la Ferrería durante la época de su funcionamiento. En general se piensa que se trató de las mismas minas que se siguieron explotando posteriormente durante la fase de la

¹³ Nieto, *Aproximación histórica a la antigua*. 41.

Siderúrgica Corradine y hasta hace relativamente poco tiempo, cuando fueron cerradas por la autoridad ambiental, en 2015. Estas minas se ubican al norte de Pacho en las veredas Guayabal de Patasía, Guayoque, Llano de Trigo, El Edén, Saboya y Pan de Azúcar, e incluso en el vecino municipio de Paime. Son tres los insumos que requería el alto horno para su funcionamiento: mineral de hierro, piedra caliza y carbón. Fragmentos del mineral de hierro utilizado en el alto horno de Pacho se pudieron recuperar en las excavaciones.

Figura 5



Mineral de hierro del tipo usado en la Ferrería. ©Roberto Lleras.

Las calizas son rocas blandas que se podían triturar y pulverizar fácilmente; en las excavaciones arqueológicas no se recuperaron trozos de las mismas, tan solo se detectaron manchas de polvo de cal. El carbón si se encontró en abundancia, en general en forma de briznas, no como bloques; se trata de carbón vegetal (o de palo). El uso de carbón vegetal es confirmado por Guerra Azuola¹⁴. Pero es muy posible que la Ferrería usara también carbón mineral, ya que cuando se hace un inventario para su venta en 1886 se incluyen dos minas de carbón¹⁵. El carbón vegetal y el mineral (no coquizado) no difieren mucho en su capacidad calórica y, de hecho, la Ferrería podía aprovechar uno u otro según la disponibilidad. Estos tres elementos de la carga se almacenaban en la parte alta del predio, de manera tal que se llevaran a la boca de carga del horno

¹⁴ Becerra, Chala Aldana y Caballero, *Estudio Arqueológico Preliminar*. 75.

¹⁵ Nieto, *Aproximación histórica a la antigua*, 41.

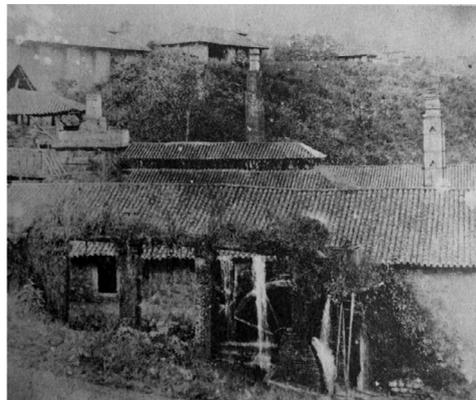
sin mayor esfuerzo. En el grabado de la Comisión Corográfica de 1858 y en varias fotografías de alrededor de 1930 se pueden ver claramente los edificios que componían el conjunto de acopio y suministro de carga del horno.

Figura 6



La Ferrería y estructuras aledañas en 1887. Tomada de Ana García de Corradine, *Algo sobre la industria del hierro en Colombia y sus pioneros*, (Bogotá, 1976).

Figura 7



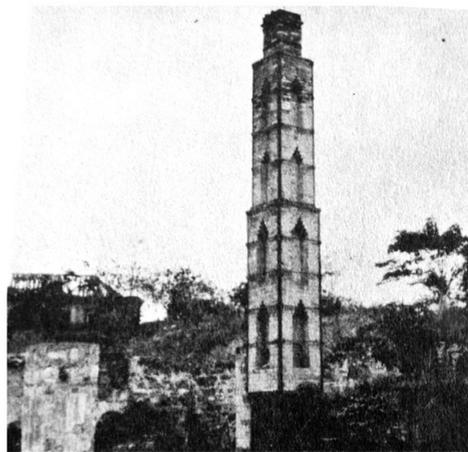
Fotografía antigua; en la parte superior los edificios en los que se almacenaban los materiales de carga. Tomada de García de Corradine, *Algo sobre la industria*, (Bogotá: 1976).

Aparte de los espacios de almacenamiento propiamente dichos (bodegas) debía existir allí un batán o molino (o varios) en el que se trituraban el mineral de hierro, la caliza y el carbón mineral¹⁶. Este era un proceso necesario puesto que si el horno se cargaba con bloques gruesos de estos materiales se reducía

¹⁶ Guerra Azuola en Becerra, Chala Aldana y Caballero, *Estudio Arqueológico Preliminar*, 74.

enormemente su eficiencia. Estos materiales triturados se conducían a la boca de carga por un puente que comunicaba el área de los depósitos con el segundo balcón del horno. En la fotografía recuperada por García de Corradine (Fig. 7) se observa un puente cubierto que llega por la fachada posterior del horno a la altura del segundo balcón. No obstante, los mismos documentos gráficos, y otro más (Fig. 8) muestran una estructura alta ubicada al oriente del alto horno y comunicada con él y con el puente de carga:

Figura 8



Fotografía antigua, detrás y a la izquierda de la chimenea se ve la estructura lateral. Tomada de García de Corradine, Algo sobre la industria, (Bogotá: , 1976).

Figura 9

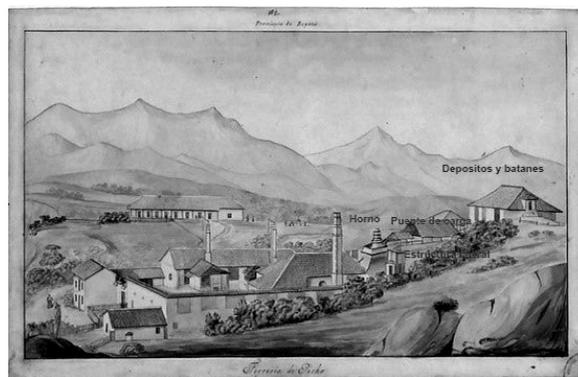


Lámina de la Comisión Corográfica, 1858. A la derecha, la ubicación de las estructuras de carga. Biblioteca Nacional de Colombia. Album de la Comisión Corografica, 1858.

En las exploraciones arqueológicas se registraron ruinas de grandes machones ubicados donde existía esta estructura lateral.

Figura 10



Machón (derecha) que sostenía una estructura lateral asociada con la carga del horno. ©Roberto Lleras.

Es probable que se hayan usado vagones que corrían sobre rieles o guías para acarrear los materiales desde los batanes hasta la boca de carga. Dos fragmentos de canalones de hierro en forma de C fueron encontrados en el segundo balcón del horno y retirados por los operarios del Consorcio antes de la intervención del equipo de arqueología; pueden ser rieles o guías de vagones.

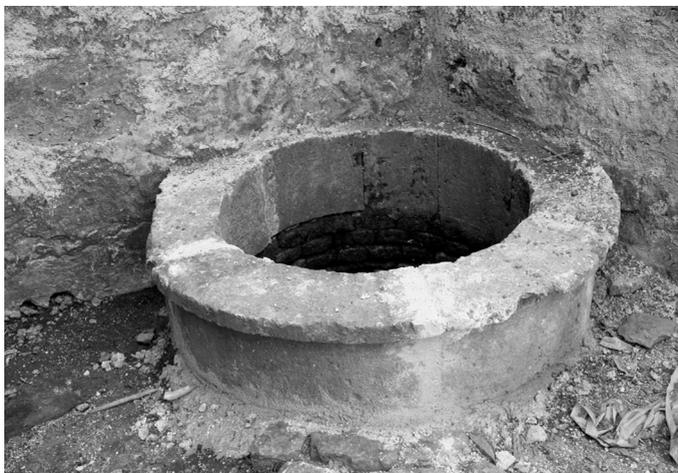
Figura 11



(Izq.) Vista lateral del alto horno, el segundo balcón desde donde se realizaba la carga está en el extremo de la escalera. (Der.) Canalones de hierro encontrados en el segundo balcón del horno. ©Roberto Lleras.

Además de la estructura de carga, el alto horno requería de un sistema de ventilación. La inyección continua de aire era imprescindible para mantener una buena combustión y temperaturas constantes que fundieran el hierro. Era necesario, además, que el aire fuera precalentado para que su ingreso al horno no produjera un descenso de la temperatura. Para ese efecto se construyó un sistema de túneles con dos subsistemas de circulación de aire. Los túneles no han sido objeto de un mapeo completo, así que aún existen muchos detalles de su configuración que se desconocen. Sabemos, por ahora, que forman una *T* con el punto de unión de los dos ejes directamente bajo el crisol del alto horno: desde este punto se prolonga el eje mayor que llevaba a una cámara en la cual el aire se calentaba gracias a algún artefacto de combustión (la ubicación exacta de este sitio aún no se conoce). Este aire caliente debía circular por convección dentro de los túneles hasta el punto bajo el crisol y desde allí hacia los dos brazos de la *T*. En el extremo oriental existía un pozo, con su respectivo brocal, que permitía la salida del aire caliente.

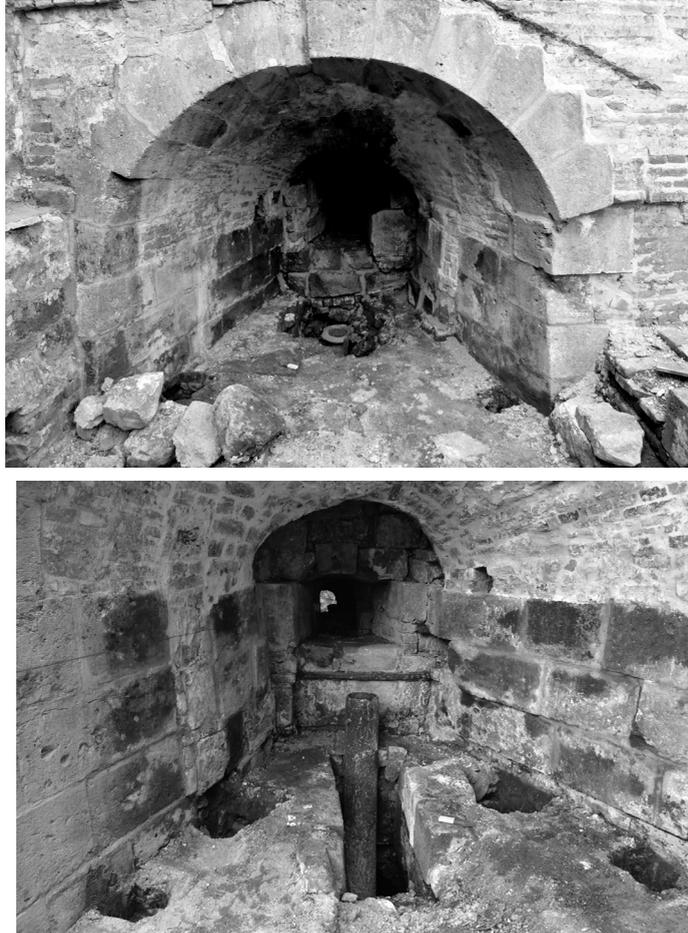
Figura 12



Pozo de salida del aire caliente de los túneles. ©Roberto Lleras.

Dentro de este ambiente de aire caliente de los túneles corría una tubería de hierro de 6", el segundo sistema de circulación. Un sistema de pistón y embolo de madera accionado por la rueda hidráulica inyectaba aire a presión en esta tubería; el aire recorría las tuberías de hierro dentro de los túneles elevando su temperatura y salía luego por toberas ubicadas a lado y lado del horno. Los arcos laterales demarcan espacios contra la pared del horno en donde se abren pequeñas ventanas rectangulares por donde entraban las toberas metálicas de inyección de aire caliente. El uso de fuerza hidráulica garantizaba un flujo ininterrumpido de aire al alto horno.

Figura 13



(Arriba.) Arco lateral, ventana al interior del horno. En la parte inferior tubo metálico que se acoplaba a un codo y una tobera por donde entraba el aire caliente a presión. (Abajo.) Ventana y tubo metálico de inyección de aire en el otro arco lateral. Se ve como el tubo metálico sale de un túnel de aire. Fotos: Sergio A. Díaz.

El arco frontal cobija un espacio mayor en el que, a nivel del piso, se encuentra una abertura rectangular con puerta de hierro que corresponde al dispositivo de extracción de la escoria (bigotera); una estructura de piedras rectangulares ayudaba a contener y canalizar este fluido. A la derecha, mirando de frente a la estructura, y al nivel más bajo hay un canal con evidentes signos de calcinación: la salida del hierro fundido o arrabio (piquera). La descarga del horno era otra operación compleja. El *ironmaster* determinaba el momento en que se descargaba el arrabio; según las fuentes documentales era cada 12

horas¹⁷. La escoria se descargaba con mayor frecuencia; esta última es menos densa y flota sobre el hierro fundido, su temperatura de fusión es menor y por ello podía ser contenida por una puerta de hierro. La escoria está compuesta de un conjunto de minerales y elementos aportados a la carga por el mineral de hierro, la caliza y restos de hierro y carbón; debido al alto contenido de sílice esta es, sobre todo, un vidrio. En el caso del alto horno de Pacho la escoria es de color gris oscuro (Fig. 15).

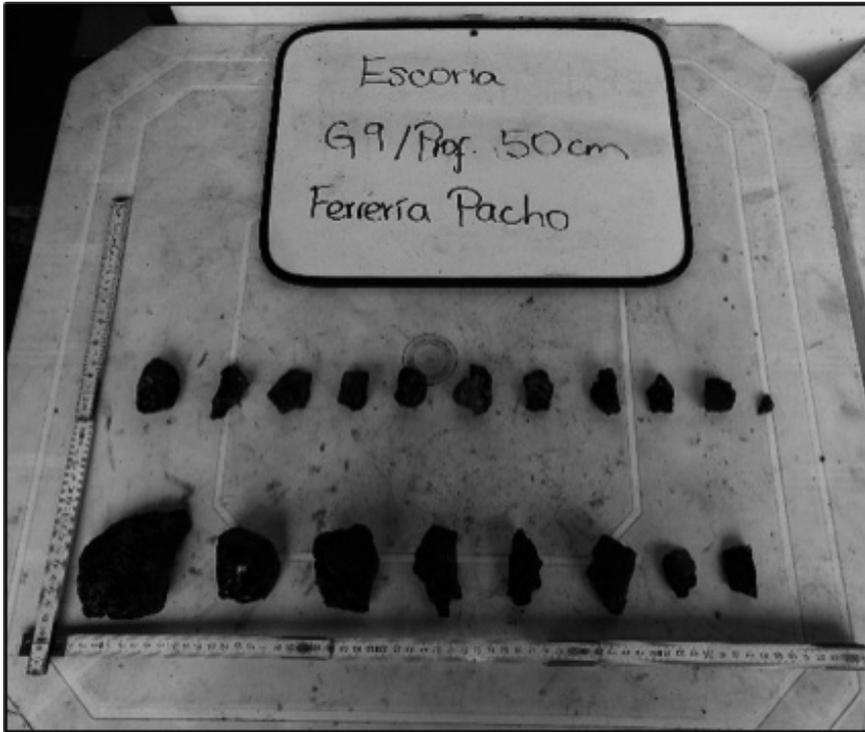
Figura 14



(Izq.) La bigotera o estructura de extracción de la escoria. En la parte superior la puerta de hierro deslizante, centro y abajo la estructura que canalizaba la escoria fundida. Centroizquierda, un fragmento de escoria in situ. (Der.) La piqueta o canal de descarga del hierro fundido. Véase el canal calcinado. ©Roberto Lleras.

¹⁷ Guerra Azuola en Becerra, Chala Aldana y Caballero, *Estudio Arqueológico Preliminar*.

Figura 15



Tipos de escoria procedentes de excavación arqueológica. ©Luzed Moreno

La piqueta es simplemente el sitio en donde el crisol del horno se perfora (pica) para extraer el hierro fundido. Una vez que se ha completado la descarga se introduce un taco de arcilla refractaria que sella el hueco; con el calor del horno esta arcilla se endurece. La piqueta se prolongaba hacia afuera en uno o varios canales hasta llegar a un sitio donde el arrabio se enfriaba y solidificaba.

Figura 16



(Arriba.) Conjunto bigotera-piquera: izquierda bigotera, derecha canal de la piquera. (Abajo.) Bloque de arrabio en el fondo del crisol (abajo), abertura de la bigotera, al centro. ©Roberto Lleras.

En las excavaciones se encontró gran cantidad de arrabio, tal y como se solidificó al enfriarse tras la salida del horno. El arrabio (pig iron) es el primer producto del proceso de fundición-reducción de un alto horno. Químicamente es hierro con un contenido de carbono que puede llegar al 8% y

que proviene del combustible; es un material quebradizo que no se puede usar directamente.

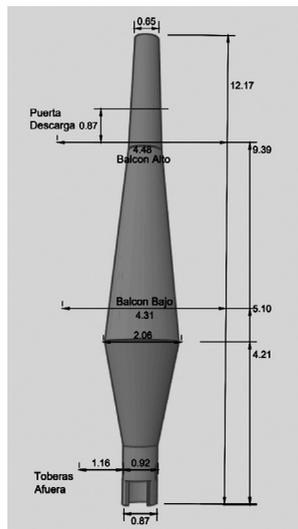
Figura 17



Acumulación de arrabio frente al alto horno. ©Roberto Lleras.

La configuración interna del alto horno se obtuvo retirando de su interior la basura acumulada y tomando todas las medidas internas.

Figura 18



Alto horno, esquema de configuración interna y medidas. ©Sergio A. Díaz

Como se mencionó en un capítulo anterior, el alto horno de Pacho no fue descargado por última vez. En el fondo del crisol se encontró un bloque sólido de arrabio que constituye la postrera fundición. El nivel del hierro fundido alcanza el borde mismo de la bigotera, lo que indica que la carga estaba lista para su extracción.

Figura 19



Muro de ladrillo que recibía los flujos de escoria y arrabio. ©Sergio A. Díaz.

Directamente frente al horno, y contiguo a él, hay una gran estructura rectangular de 16 por 12 metros, de muros de piedra y ladrillo de aproximadamente 35 cms. de espesor en tres de sus lados (en el lado que da frente al horno no hay muro). Esta estructura recibía los flujos de escoria y arrabio, cuyos canales de salida se prolongan en su interior. En el interior del taller de arrabio se encontraron dos estructuras: un muro que corría en sentido este-oeste, paralelo a la cara frontal del horno, a una distancia de tres metros del mismo y sobre una extensión de unos tres metros (Fig. 19). Hacia el sur hay evidencias de cimientos ciclópeos orientados también en sentido este-oeste, con una longitud aproximada de 4 metros. Estos debieron sostener una estructura de

gran tamaño, posiblemente un conjunto malacate-martinete que se prolongaba desde la pared este del taller hacia el horno de pudelaje. Seis bases de piedra (dos hileras de tres), que aparentemente sostenían postes de madera, marcan la dirección de la estructura que conecta el horno de pudelaje, en el lado este del taller de arrabio (Fig. 24).

Figura 20



El taller de arrabio o Casa de Trabajo (Workhouse) tal y como lucía antes de su demolición. Tomada de García de Corradine, *Algo sobre la industria*, (Bogotá: 1976).

En esta Casa de Trabajo se daban varios procesos fundamentales: se recibía la escoria que debía desecharse una vez se había enfriado, ya que no se tenía ningún uso para ella; se recibía el arrabio que, en bloques o fragmentos se apilaba en el taller y se llevaba al horno de pudelaje, cuando este fue construido, un año después del alto horno, en 1838¹⁸. Adicionalmente, en esta Casa de Trabajo existía un conjunto de martinete-malacate que servía para extraer los bloques de hierro dulce del horno de pudelaje y laminarlos en planchas o barras. La Casa de Trabajo era una estructura de un solo piso, de gruesas paredes de ladrillo y piedra y un techo de tres aguas en teja de barro de tipo colonial. Este techo no remataba en una cumbre sino en una abertura sobre la cual se construyó un sobre-techo de teja de barro. Quedaba así un respiradero por el que podía salir

¹⁸ Becerra, Chala Aldana y Caballero, *Estudio Arqueológico Preliminar*.

el aire caliente, el humo y los gases generados por los procesos metalúrgicos que se realizaban en su interior (Fig. 20).

Figura 21



Cimientos ciclópeos del conjunto martinete-malacate. ©Sergio A. Díaz.

Figura 22



Fotografía antigua de Gumersindo Cuéllar. Interior de la Casa de Trabajo, derecha el conjunto martinete-malacate; detrás del individuo solo, el muro de contención del arrabio y arrabio al descubierto bajo los pies del niño. Tomada de García de Corradine, Algo sobre la industria, (Bogotá: 1976)

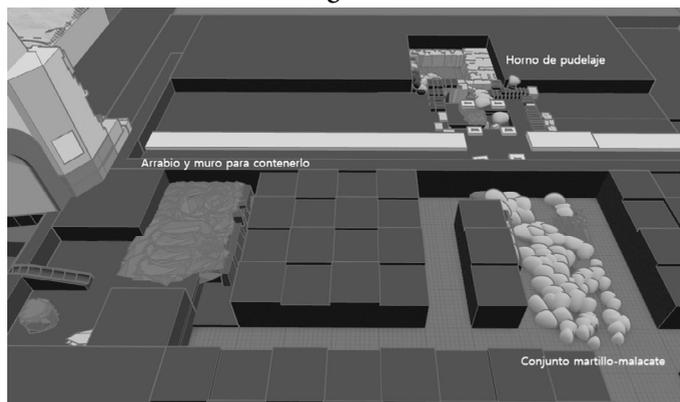
Figura 23



Fragmentos de maquinaria que pudieron hacer parte del conjunto martinete-malacate. ©Roberto Lleras.

Los procesos que hemos descrito: extracción de arrabio y escoria, y laminado ocurrían en las áreas norte y este de la Casa de Trabajo, es decir aquellas contiguas al alto horno y el horno de pudelaje. Es posible que el área restante de este edificio se usara para: el torno para producir moldes de arena y realizar la fundición de piezas especiales y la acumulación temporal del arrabio y el hierro dulce; esto solo se podrá comprobar al excavar el área restante.

Figura 24



Resultados de la excavación en la casa de trabajo y horno de pudelaje. ©Sergio A. Díaz.

La siguiente fase en la cadena operativa, después de la obtención del arrabio en el alto horno, es su refinación. Esto se logra mediante una nueva fundición en la cual se elimina el exceso de carbono y en Pacho se hacía en un horno de pudelaje o reverbero ubicado al costado este de la Casa de Trabajo. La chimenea del horno de pudelaje era la más alta del conjunto de la Ferrería; era rectangular y de ladrillo. Infortunadamente esta estructura fue demolida hasta sus cimientos, probablemente en la misma época de la demolición de la Casa de Trabajo.

Figura 25



Fotografía antigua de Gumersindo Cuellar; la chimenea del horno de pudelaje en el extremo derecho. Tomada de García de Corradine, Algo sobre la industria, (Bogotá: 1976)

No quedaron descripciones ni fotografías del horno de pudelaje, salvo las de su chimenea, por lo que no podremos conocer las particularidades de su arquitectura y funcionamiento. Un horno de pudelaje o reverbero funde el arrabio en una atmosfera de aire super calentado, pero sin que haya contacto entre el combustible y el metal; el hierro en estado líquido se agita con varillas introducidas por una o dos ventanas logrando la oxidación y remoción del carbono; el producto final es hierro dulce, maleable y apropiado para los tratamientos y usos posteriores. Guerra Azuola¹⁹ lo describe como “...un prisma o semicilindro horizontal con una pequeña puerta lateral...” y un dispositivo

¹⁹ Becerra, Chala Aldana y Caballero, *Estudio Arqueológico Preliminar*.

que permitía cerrar la salida de la chimenea, lo que hubiera generado instantáneamente una atmosfera reductora en su interior. En las excavaciones se descubrieron las bases del horno de pudelaje.

Figura 26



Figura 26 - Cimientos del horno de pudelaje y bases de piedra del conjunto martinete-malacate, excavación finalizada. ©Sergio A. Díaz.

Las bases de piedra del conjunto martinete-malacate (3 por lado, ver Fig 26) se prolongan hasta dentro de la estructura del horno: esto es así porque el laminado del hierro dulce que se producía en este horno tenía que hacerse en caliente. Tan pronto se extraían los bloques al rojo vivo desde el horno eran sujetados por el malacate y el martinete empezaba a golpearlos hasta reducirlos al espesor y anchura deseados. Este conjunto debió terminar en una guillotina que cortaba las barras y planchas aún calientes en trozos de las medidas deseadas²⁰.

Cuatro de los procesos descritos hasta ahora: molienda de materiales, inyección a presión de aire caliente; laminado con martinete y corte con guillotina requerían de energía mecánica. En la Ferrería de Pacho esta energía se obtuvo por medio de la canalización de un río y la construcción de una rueda de paletas. El curso de agua canalizado fue el Río de la Ferrería: la desviación aún existe, pero se encuentra en terrenos de propiedad privada de las casas

²⁰ Guerra Azuola en Becerra, Chala Aldana y Caballero, *Estudio Arqueológico Preliminar*.

construidas. El canal de desvío llevaba el agua a una poceta de la cual quedan vestigios (también en terrenos privados); desde este punto el agua caía sobre una rueda de paletas ubicada al costado occidental del alto horno. La caída, de aproximadamente 7 metros, y un buen flujo de agua habrían garantizado energía mecánica suficiente para accionar los cuatro mecanismos. La rueda misma desapareció, al igual que el conjunto de palancas, engranajes, poleas y bandas que transmitían la energía hasta los dispositivos de inyección, percusión y corte; se trataba de piezas de madera, tela o hierro y, por tanto, se desintegraron por estar a la intemperie o fueron sustraídas.

Figura 27



Estructura de la rueda de paletas. Pozo de descarga y machones que sostenían el eje de la rueda (centro).
©Sergio A. Díaz.

El agua del desvío, después de pasar por la rueda de paletas, seguía su curso por un desagüe que cruza por la mitad del predio en dirección al río Batán, el cual cruza por la parte baja del predio.

Figura 28



(Izq.) Canal de desagüe parcialmente descubierto. (Der.) Excavación previa a intervención arqueológica.
©Roberto Lleras.

Antes de salir del predio el flujo de agua se aprovechaba de nuevo: el canal de desagüe, cuyo desnivel pronunciado generaba un flujo rápido, pasaba bajo otra rueda de paletas menor que la primera. De esta forma se obtenía otra fuente de energía mecánica.

Figura 29



Fotografía antigua; rueda de paletas menor anexa a edificio. Tomada de García de Corradine, Algo sobre la industria, (Bogotá: 1976).

En el registro de superficie del sitio se ubicaron dos machones semidestruidos: el primero de 180x150 cms y el segundo de 150x80 cms. Están contruidos en piedra y ladrillo y se encuentran ubicados al sur del alto horno. Nuestra hipótesis, es que se trata de los machones que sostenían la rueda de paletas menor, adjunta al edificio alargado que se observa en la fotografía antigua.

Figura 30



(Arriba.) Machón 1, vista anterior. (Abajo.) Machón 2, vista anterior. ©Roberto Lleras

Las excavaciones previas a la intervención arqueológica también ubicaron los cimientos de una estructura rectangular cuya ubicación coincide con la de la chimenea externa adjunta al edificio con la rueda de paletas menor.

Figura 31



Posible base de chimenea junto a uno de los machones de la rueda de paletas menor. ©Sergio A. Díaz.

Figura 32



Posible base de chimenea de horno auxiliar. Ubicada al sur del horno. ©Roberto Lleras

Figura 33



Vista occidental de la Ferrería. Chimenea auxiliar abajo a la derecha. Tomado de Becerra, Chala Aldana y Caballero, Estudio Arqueológico Preliminar, 2014

Figura 34



Vista nor-oriental de la Ferrería. Al fondo a la izquierda se observa la chimenea auxiliar externa a los edificios aledaños. Tomado de Becerra, Chala Aldana y Caballero, Estudio Arqueológico Preliminar, 2014.

La existencia de un edificio con un horno auxiliar y una rueda de paletas para generación de energía sugiere que se trataba del taller de laminación con rodillos. El horno auxiliar habría permitido recalentar las barras y planchas y la rueda habría suministrado la energía para mover el laminador. Esta hipótesis habrá de comprobarse en la siguiente fase de excavaciones.

Los productos del horno de pudelaje parecen haber sido barras gruesas y chapas como estas:

Figura 35



Barras de hierro dulce recuperadas en las excavaciones. ©Roberto Lleras

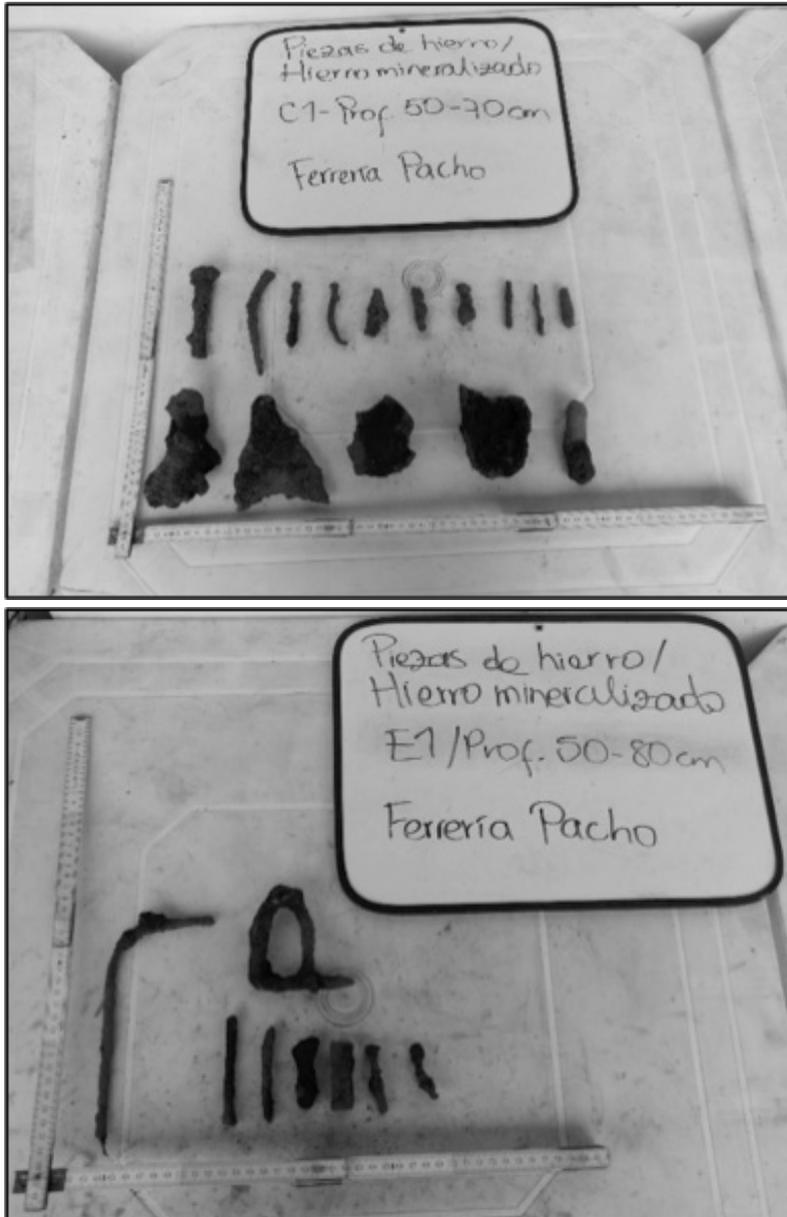
En el curso de esta temporada de excavaciones no se recuperaron piezas claramente identificables como terminadas en el taller de laminación con rodillos.

En los testimonios gráficos antiguos se observa un total de cuatro chimeneas en la Ferrería de Pacho (ver, por ejemplo, fig. 37). Creemos haber identificado tres de ellas con respecto a su ubicación original, vestigio arqueológico y función en la planta industrial: el alto horno, el horno de pudelaje y el horno del taller de laminación. La cuarta chimenea aún no ha sido identificada como vestigio arqueológico; inicialmente propusimos como hipótesis que la chimenea faltante era la que se observa en la lámina de la Comisión Corográfica adjunta a un edificio pequeño, abierto en la dirección de la Casa de Trabajo; sin embargo luego de una nueva revisión minuciosa tanto de las fotografías, documentos e ilustraciones antiguas pudimos esclarecer que las bases de la chimenea hallada previa a la excavación arqueológica podría corresponder a la chimenea externa que se observa en las figuras 30, y la chimenea faltante es la que se encuentra perpendicular al horno de pudelaje y en dirección occidental al alto horno (figuras 9 y 24). Planteamos como hipótesis que este horno y su chimenea hacían

parte de una forja en la cual los herreros habrían producido piezas terminadas a partir de las barras, chapas y láminas producidos en los hornos de pudelaje y el taller de laminación. Aún cuando esta es solo una idea preliminar, resulta coherente con numerosos hallazgos realizados en las excavaciones que son indudablemente objetos de forja: clavos, palancas, ganchos, argollas, etc. (figuras 31 y 32) y con los objetos que se dice eran fabricados allí: "... balcones, ayunques, bigornias, pisones de molinos, ..." ²¹.

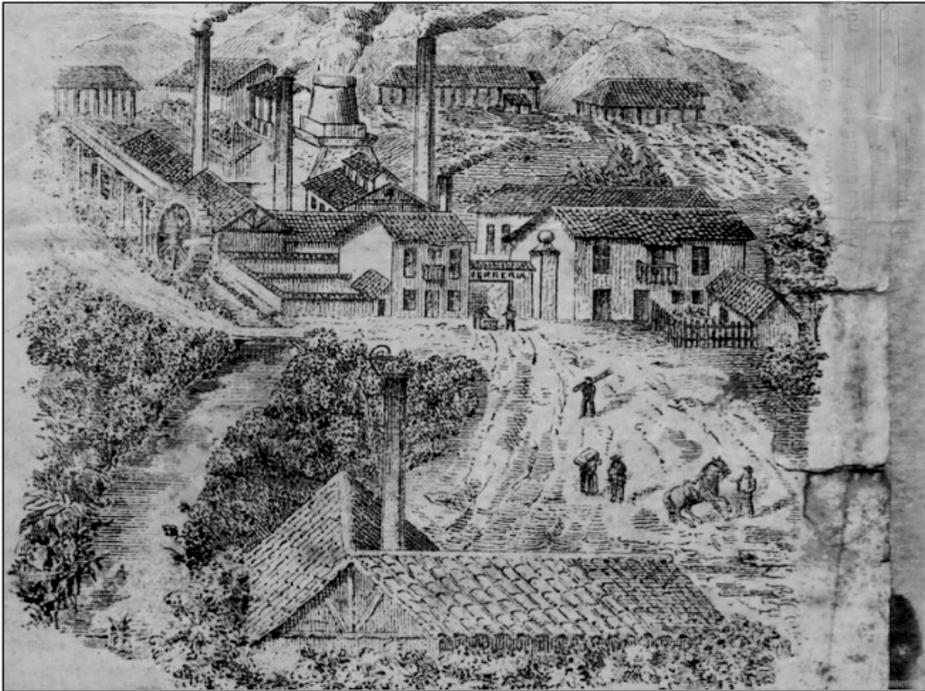
²¹ Ospina Vásquez en: Nieto, *Aproximación histórica a la antigua*.

Figura 36



Algunas piezas de hierro recuperadas en la excavación. ©Luzed Moreno

Figura 37



En esta imagen se aprecian las chimeneas que hicieron parte del complejo industrial de la Ferrería. En la parte superior izquierda se aprecia la chimenea que aún no ha sido descubierta. Tomado de Corradine 2011.

Este es el estado actual del conocimiento de la planta industrial y su funcionamiento por medio de la arqueología y los documentos de la época. Aparte de los sitios y procesos descritos solo cabe mencionar pequeñas estructuras que hacían parte del complejo y que hoy se hallan aisladas. Tal es el caso de la puerta principal del complejo, que daba hacia el pueblo.

Figura 38



Puerta principal, machones originales y bloqueo posterior con ladrillo moderno. ©Sergio A. Díaz.

Y ruinas de edificios ubicados en una finca al otro lado de la carretera Pacho-Coper, posiblemente edificios administrativos, campamentos o residencias de los directivos.

Figura 39



Ruinas de edificios en el sector occidental. ©Roberto Lleras

Bibliografía

- Becerra, Virgilio, Dobereiner Chala Aldana y Víctor Caballero. *Estudio Arqueológico Preliminar de la Ferrería del Municipio de Pacho, Cundinamarca, Colombia*. Bogotá: Manuscrito, Universidad Nacional, 2014.
- Camargo, Gabriel. “Descubrimiento y primitiva explotación del hierro en Colombia”. *Boletín de Historia y Antigüedades*, Vol.: 73. No. 752, (1986): 121-136.
- García de Corradine, Ana. *Algo sobre la industria del hierro en Colombia y sus pioneros*. Bogotá: 1976.
- Lleras, Roberto. *Metalurgia Colonial en el Nuevo Reino de Granada. Un estudio socio-técnico*. Saarbrücken: Editorial Académica Española, 2016.
- Nieto, Carlos Eduardo. *Aproximación histórica a la antigua Ferrería de Pacho, Cundinamarca*. Bogotá: Manuscrito, 2013.

Recursos de internet:

Corradine Angulo, Alberto. 2011. "De las ferrerías a la siderúrgica". *Credencial Historia*, N° 262. <https://www.banrepcultural.org/biblioteca-virtual/credencial-historia/numero-262/de-las-ferrerias-la-siderurgia>