

# Sistema constructivo de una fundición de cobre del siglo XIX en Atacama, Chile

Construction system of a nineteenth-century copper smelting in Atacama, Chile

Fecha de envío: 25 de agosto 2022

Fecha de aceptación: 18 de enero 2023

Amin Nazer<sup>1,3</sup> y Osvaldo Pavez<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Construcción, Universidad de Atacama, Av. Copayapu 485, Copiapó, Chile, [amin.nazer@uda.cl](mailto:amin.nazer@uda.cl)

<sup>2</sup> Departamento de Ingeniería en Metalurgia, Facultad de Ingeniería, Universidad de Atacama, Av. Copayapu 485, Copiapó, Chile, [osvaldo.pavez@uda.cl](mailto:osvaldo.pavez@uda.cl)

<sup>3</sup> Centro Regional de Investigación y Desarrollo Sustentable de Atacama CRIDESAT, Universidad de Atacama, Avenida Copayapu 485, Copiapó, Chile

*La minería ha ocupado un sitio importante en la economía chilena desde el siglo XIX y hasta nuestros días. Sin embargo, los oscilantes ciclos de bonanzas y de crisis económicas del sector minero, han dejado vestigios de edificaciones industriales de la minería y la metalurgia del cobre de características muy singulares. El objetivo de este artículo es describir la materialidad y origen del sistema constructivo utilizado en las ruinas de una ex fundición de cobre del siglo XIX ubicada en el puerto de Caldera, en el norte chileno. Los vestigios de las edificaciones, muestran que los cimientos y muros construidos con bloques de escoria de cobre fundida y moldeada in situ, fue una técnica constructiva traída por los constructores y metalurgistas ingleses que arribaron a los centros mineros de Atacama, replicando las técnicas utilizadas en obras inglesas, actividad que permitió valorizar los residuos metalúrgicos.*

*Palabras clave: bloques de escoria de cobre, fundición de cobre, arqueología industrial, sistemas constructivos, patrimonio minero.*

*Mining has occupied an important place in the Chilean economy since the 19th century and up to the present day. However, the oscillating cycles of economic booms and crises in the mining sector have left traces of industrial buildings from mining and copper metallurgy with unique characteristics. The objective of this article is to describe the materiality and origin of the construction system used in the ruins of a former nineteenth-century copper foundry located in the port of Caldera, in northern Chile. The ruins of the buildings show that the foundations and walls built with blocks of copper slag melted and molded in situ, was a construction technique brought by the English builders and metallurgists who arrived in the mining centers of Atacama, replicating the techniques used in English works, an activity that allowed the valorization of metallurgical waste.*

*Keywords: copper slag blocks, copper smelting, industrial archaeology, construction systems, mining heritage.*

## Introducción Marco histórico

Durante el siglo XIX, el surgimiento de nuevos yacimientos de minerales de cobre, oro y plata en el norte de Chile, y la necesidad de expansión del mercado a través de las exportaciones de productos de la minería a nivel global, dio origen al establecimiento de nuevos puertos de embarque, así como también, el cierre de otros, sea por tener baja capacidad de carga de minerales, o porque no garantizaban una navegación segura en sus costas. A mediados del siglo

XIX, Caldera pasa de ser una caleta de pescadores a un puerto mayor en el norte de Chile, pudiendo importar y exportar productos comerciales a Europa y Estados Unidos. La importancia económica del puerto de Caldera se vio favorecida por la construcción del primer ferrocarril chileno que permitió la salida de minerales desde las minas explotadas al interior de la provincia de Copiapó, situación que a su vez, permitió la instalación de una maestranza que atendió las necesidades del ferrocarril y la reparación de herramientas de la minería. Así también, se instalaron nuevas fundiciones de cobre en las inmediaciones del

activo puerto. Actualmente, Caldera es una ciudad portuaria que conserva la tradición exportadora y ha sabido ganar un lugar dentro del turismo de sol y playa en la región de Atacama. En los alrededores del puerto, se pueden observar vestigios de algunas construcciones de finales del siglo XIX de una fundición de cobre inglesa, que por su particular sistema constructivo al emplear ladrillos refractarios y bloques de escoria moldeada en caliente en sus muros y cimientos, le confiere al lugar características singulares que serán estudiadas. La revisión bibliográfica no aporta información sobre estos vestigios, así como tampoco se han reportado estudios sobre la materialidad y origen del sistema constructivo del lugar.

## Caldera y su relación con la minería

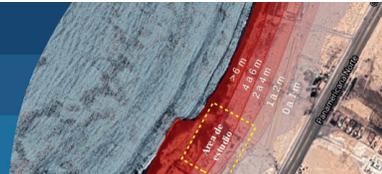
Como es sabido, la minería de oro, plata y cobre fue la principal industria de Chile, contribuyendo notablemente a la riqueza nacional del siglo XIX (Espinoza, 1897), condición que en gran medida se mantiene hasta nuestros días. Por su abundancia mineral dispuestas en vetas y masas irregulares (Domeyko, 1876), se denominó “zona minera” a las actuales regiones de Atacama y Coquimbo. La exportación de minerales de esta zona minera, desde mediados del siglo XIX se realizaba desde los puertos de Totalillo, Tongoy, Guayacán, Coquimbo, Sarco, Peña Blanca, Huasco, Carrizal Bajo, Caldera y Chañaral. En el año 1842, el puerto Caldera fue nombrado “puerto mayor” siendo el principal puerto de Atacama, ubicado a 81 km al Oeste de la capital regional Copiapó. Un puerto mayor permite las importaciones y exportaciones de mercaderías de procedencia o con destino al extranjero. La villa de Caldera fue creada posteriormente por decreto en diciembre de 1850, contando a esa fecha, con la exigua población de 50 personas (Philippi, 1860). Desde el año 1851, el puerto de Caldera se comunicó directamente con la ciudad de Copiapó mediante el primer ferrocarril construido en Chile financiado por inversionistas dueños de la mina de plata Chañarillo (Millán, 2004), ubicada al sur de Copiapó. Por otra parte, en las localidades del interior del Valle de Copiapó, algunas antiguas fundiciones producían cobre metálico, sin embargo, en 1852 no existían fundiciones de cobre en el puerto de Caldera (Tretler, 1958). La red ferroviaria permitió reducir hasta en un 75% los costos de transporte de productos que habitualmente se realizaban en carretas, estimulando la fundición de minerales de cobre

de baja ley de los productores mineros establecidos entre la ciudad de Copiapó y el puerto (Valenzuela, 1992). La abundancia de minas de cobre sulfurado atrajo el interés de inversionistas de la minería, principalmente ingleses y estadounidenses, quienes aportaron capital, mano de obra calificada y nuevas tecnologías en la fundición de minerales de cobre. En consecuencia, la abundancia de cobre, la incorporación de modernos procesos de fundición de la época y un puerto para importación y exportación, fue la tríada perfecta para el crecimiento económico de la zona. En cuanto a la tecnología metalúrgica utilizada, el ingeniero de minas Charles Lambert introdujo en Chile en el año 1830, el horno de reverbero empleando carbón mineral como combustible y desplazando al ineficiente y costoso proceso de fundición del horno de manga que utilizaba madera, por cierto, muy escasa en esta zona desértica de Atacama.

Los hornos de reverbero ya eran utilizados en Chile por la empresa inglesa Mexican and South American Company en 1848 en su fundición de cobre instalada en Guayacán, región de Coquimbo (United States Hydrographic Office, 1876), firma que posteriormente instaló una importante fundición en las inmediaciones del puerto de Caldera (Centner, 1942; Valenzuela, 1992). Esta fundición inicia sus operaciones en Caldera en el año 1853, la cual mantuvo alguna actividad por tres a cuatro años (San Román, 1894), y los minerales llegados al puerto de Caldera por la vía marítima, eran transportados en embarcaciones al otro lado de la bahía, a una “fundición grande” ubicada en la entrada sur del puerto (Petermann, 1875). En Figura 1, se muestra una postal del puerto en el año 1913 con las chimeneas humeantes de una fundición (Bowman, 1913).



Figura 1: Postal del puerto de Caldera en 1913. A la izquierda se pueden observar las chimeneas humeantes de una fundición de cobre (Bowman, 1913)



## Participación inglesa en la metalurgia de Caldera

La empresa Mexican and South American Company, replicó en Caldera la forma de construir los hornos y la tecnología de la fundición de los minerales de cobre europea, generando, además, la demanda de trabajadores con oficios especializados para las faenas. En consecuencia, la minería y la metalurgia promovieron la inmigración de trabajadores galeses a Chile. Un informe, registra que la inmigración de galeses con destino a la región de Atacama era frecuente y anterior a la instalación de la fundición en Caldera. Un registro señala que arribaron 20 mineros galeses que se embarcaron en el puerto de Falmouth en 1830 (Bowman, 1907).

Durante la década de 1870, con el auge de la metalurgia una nueva corriente migratoria de trabajadores especializados originarios de Gales arribaron a Coquimbo, entre los que se mencionan fundidores, refinadores y albañiles quienes facilitaron la construcción de los hornos de fundición de cobre (Jones, 2017). En la fundición de Guayacán, región de Coquimbo, vivieron cerca de cien inmigrantes y ha sido probablemente la concentración de galeses más grande de Chile en esa época, lo que reforzaría los fuertes vínculos comerciales establecidos entre Chile y Swansea en el siglo XIX (Jones, 2017). Por otra parte, además de inmigrantes galeses, arribaron a Chile y Perú, comerciantes, artesanos y, curiosamente se mencionan “futuros novios” irlandeses e ingleses (Monteón, 1975).

También se ha reportado que desde la ciudad metalúrgica de Swansea en Gales, se destinó una inversión con capital a gran escala, implantó tecnologías industriales en entornos muy diversos y movilizó una fuerza laboral transnacional que incluyó a empresarios nacidos en Gran Bretaña (Evans y Saunders, 2015), contribuyendo con tecnología innovadora en la metalúrgica chilena.

En 1876, operaban en Caldera los Hornos del Norte y los Hornos del Sur ubicados al Este de Caldera, conectados por las líneas del ferrocarril (United States Hydrographic Office, 1876). La denominación de estos hornos, se refiere a hornos de diseño medieval, siendo el Horno del Norte un horno rectangular y el Horno del Sur con forma de colmena (Frank, 1982). La empresa Mexican and South American Company, pasó de importar minerales de plata y de cobre desde Chile, Perú y Bolivia al Reino Unido, a

exportar desde sus instalaciones en Chile, cobre fundido y minerales de cobre y plata a Estados Unidos, Inglaterra y Hamburgo en Alemania (United States Hydrographic Office, 1876).

## La decadencia minera

La bonanza económica duró tan sólo algunos años, dando paso a la crisis de la minería en la provincia de Atacama, agudizándose durante la década de 1870 (San Román, 2012). Chile como país productor de cobre, pasó de tener un 90% de participación en el mercado mundial en 1876, a un 4.47% en 1918, debido a diversos factores: la importancia económica de la producción de nitrato por sobre la del cobre, agotamiento de los yacimientos, la Guerra del Pacífico entre Chile y la Confederación Perú-Boliviana, la falta de capital y el estancamiento tecnológico, entre otros, afectó enormemente la producción minera (Mamalakis, 1967). Sin embargo, algunas fundiciones continuaron sus actividades productivas a pesar de todo. Un registro histórico indica que en el año 1884, la empresa norteamericana Hemmenway y Cía. fundó “injenios” de fundición de cobre en varias partes de Chile y uno de importancia en el puerto de Caldera (San Román, 1894). Según Aracena (1884), en 1884 Caldera contaba con dos establecimientos de fundición de cobre montados en hornos de reverbero (sistema antiguo). Además, menciona que uno de los hornos, perteneciente a la sucesión de F.S. Matta, se encontraba paralizado, mientras que el otro funcionaba solo cuando su propietario, Sr. Sanhueza, disponía de una buena cantidad de minerales para fundirlos. Siendo un negocio aún rentable, también estableció hornos de fundición en el mismo puerto, la casa Hünicken Bahr y después la de Hemmenway y Cía. que funcionó hasta 1880. Asimismo, el establecimiento de Tagle y otros, prosperaron también por algún tiempo en el puerto de Caldera (San Román, 1894). En 1915 se reporta que la planta beneficiadora en Caldera es de propiedad de la Sociedad Industrial Atacama (Gandarillas, 1915), y en 1920, se menciona que las fundiciones de Caldera y Carrizal eran de propiedad de la empresa America Smelting (Marín, 1920). Sin duda, los factores económicos que afectaron negativamente al desarrollo de la industria minera y metalúrgica del norte chileno, dejaron pueblos, puertos y establecimientos metalúrgicos abandonados o en el mejor de los casos, con escasa actividad productiva.

## Abandono de las instalaciones

Uno de los asentamientos metalúrgicos abandonados en Caldera, que fuera propiedad de la Mexican and South American Company, se sitúa en terrenos próximos a la costa, en el sector denominado popularmente como Playa Negra, nombre que adopta debido al color de las escorias repartidas en el lugar. En Figura 2, se puede observar en una vista parcial del lugar, el abandonado escorial de fundición de cobre del siglo XIX que ha incorporado partículas de escoria a la playa producto de la acción de las olas. En la literatura no se encontró información sobre la ubicación exacta de las fundiciones de cobre en Caldera, así como tampoco, la materialidad de sus construcciones y el origen de la técnica de construcción empleada.

El objetivo de este trabajo, es describir la materialidad de un conjunto de ruinas de una ex-fundición de cobre inglesa del siglo XIX en Caldera, Chile. A esta fecha, al no ser reportado estudios sobre la técnica constructiva de estas edificaciones, se pretende contribuir al patrimonio arqueológico industrial de la construcción de un asentamiento metalúrgico del norte de Chile.



Figura 2: Vista actual del vertedero abandonado de escorias de cobre (color oscuro) en Caldera.

## Conjunto constructivo de la fundición de Caldera

### Zonas estudiadas

Como se ha descrito anteriormente, tanto el puerto como la Villa de Caldera, deben su existencia al cobre, mineral que fue producido en Atacama y exportado a Europa y EEUU a

mediados del siglo XIX. Diversas fundiciones se instalaron en esa localidad operando desde mediados del siglo XIX hasta la segunda década del siglo XX. La fundición más importante, por su capacidad de producción y tecnología metalúrgica utilizada fue la de la empresa inglesa Mexican and South American Company.

En la actualidad, sólo quedan las ruinas de las construcciones que albergaron las instalaciones de esta fundición. Los escasos muros y cimientos de esos edificios han permanecido en el lugar, pese al desmantelamiento sucesivo y a los agentes ambientales de la costa chilena que los han deteriorado progresivamente. Por otra parte, estas instalaciones han sido afectadas por terremotos y tsunamis. Pese a ello, dada su especial materialidad y sistema constructivo utilizado, permanecen hasta ahora con severos daños, sin embargo, pueden ser motivo de estudio, contribuyendo al rescate patrimonial tanto de la construcción como de la minería chilena.

La zona de estudio, está afecta a inundación por olas marinas destructivas del océano Pacífico. En la Figura 3 se

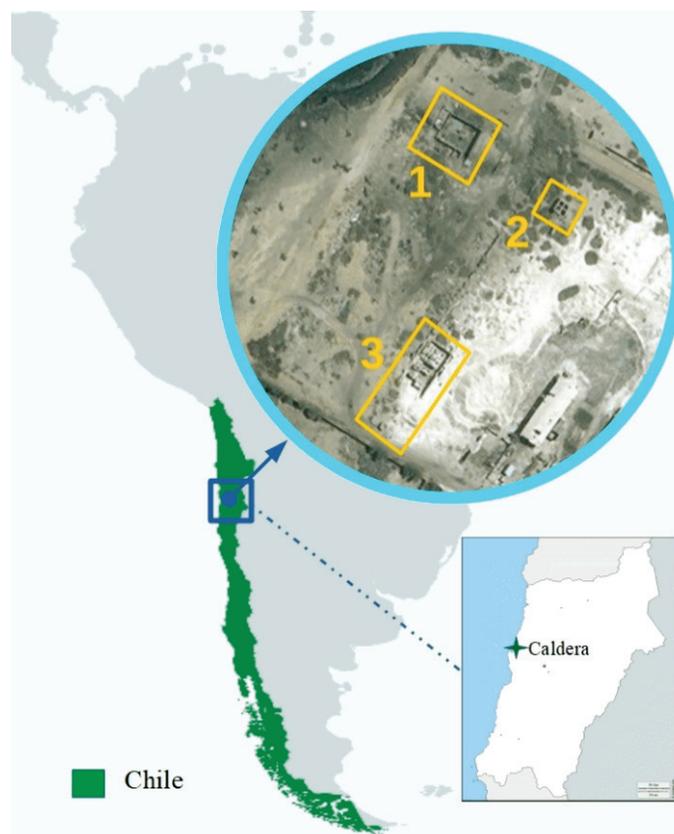


Figura 3: Ubicación de las zonas de estudio

ilustra la zona de interés de nuestro estudio y, en la Figura 4 se muestran las cinco zonas de inundación propuesta por el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de Chile (SHOA, 2013), la que podría inundar el área de estudio con olas de altura superiores a los 6 m. Por otra parte, un informe señala al menos la ocurrencia de 6 tsunamis entre los años 1851 y 1930, que han provocado inundaciones en la costa de Caldera con alturas comprendidas entre los 0.7 y los 9 m (Lagos, 2000).

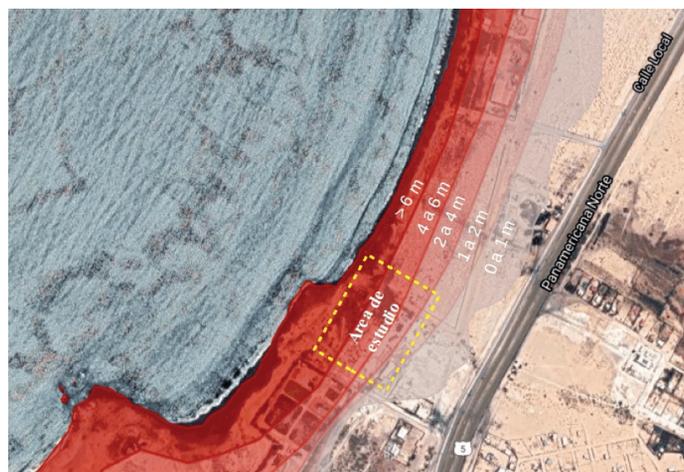


Figura 4: Zona que ilustra las alturas de inundación por tsunamis y el área de estudio (SHOA, 2013).

## Descripción del lugar de estudio

En la visita realizada al lugar, se pudo observar el absoluto abandono, con presencia de basura urbana y ausencia total de las instalaciones propias de un establecimiento metalúrgico como hornos y chimeneas, sin embargo, algunos elementos constructivos como muros y cimientos quedan como evidencia de lo que antaño fuera una próspera instalación industrial.

In situ se ha podido delimitar tres zonas (Figura 3) que cuentan con edificaciones con muros y cimientos, principalmente construidos con bloques de escorias de cobre color negro con matices ocre y verde debido a los óxidos de hierro y cobre residual. En algunas partes de las estructuras, los bloques se combinan con ladrillos refractarios de descarte (post mortem) de los hornos. En general, se observa que los elementos constructivos existentes se construyeron con bloques, fragmentos de bloques y trozos de escoria del vertedero.

## Materialidad

Para confirmar la materialidad de los bloques negros, se ensayó una muestra mediante la técnica de fluorescencia de rayos-X (FRX) para determinar la composición química, y por difracción de rayos-X (DRX) para determinar su mineralogía. Los resultados mostraron que los bloques se componen mayoritariamente de  $\text{SiO}_2$  (39%),  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (31%) y  $\text{CaO}$  (13%), mientras que la mineralogía es una estructura cristalina formada principalmente por magnetita y fayalita, composición propia de una escoria de cobre (Nazer *et al.*, 2016). De acuerdo a estos resultados, se confirma que los bloques se fabricaron con la escoria de cobre moldeados en caliente a la salida del horno y una vez fríos, pudieron utilizarse en las edificaciones de muros y fundaciones de la fundición. Las dimensiones de los bloques son variables dependientes del molde utilizado para su elaboración, de esta manera se garantiza el tamaño y forma uniforme del bloque, pero en general son de 20 x 30 x 50 cm (espesor x ancho x largo) y el mortero de pega de las hiladas es una mezcla de cemento, agua y arena de playa.

Con el propósito de describir adecuadamente los vestigios del lugar, se zonificó en tres sitios de interés. La zona 1, corresponde a una edificación que cubre una área aproximada de 460 m<sup>2</sup>, con muros de unos 50 cm de ancho, fundadas en cimientos de albañilerías de bloques de escoria combinados con ladrillos refractarios que nacen bajo el nivel de terreno natural, lo que podría compararse a un subterráneo, que en este caso, se encuentra a cielo abierto. Los muros se elevan con altura variable por sobre el nivel del terreno natural, adaptándose a la topografía del terreno. Como se muestra en Figura 5, la parte interior de los muros conservan parcialmente un revoque de cemento pintado de color ocre, luciendo una albañilería de bloques de escorias de cobre dispuestos en hiladas de soga, y algunos rellenos con ladrillos refractarios post mortem de los hornos de fundición, en hiladas de cabeza.

Además, se observan 3 finas líneas horizontales pintadas con un carácter estético en el revoque interior (Figura 6).

Por otra parte, se puede observar que los bloques de escoria van trabados a la mitad de su longitud, lo que les otorga resistencia adicional a los muros ante sollicitaciones sísmicas. El piso de la construcción es de hormigón en mal estado de conservación.

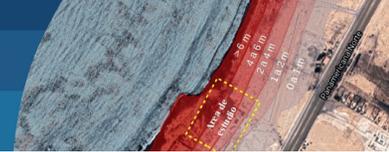


Figura 5: Zona 1: a) vista del interior, b) murete exterior con fragmentos de escoria de cobre, c) cimiento de bloques de escoria y d) muro exterior de escoria de cobre con contrafuertes

En la zona 2, mostrada en la Figura 7, se ubica una edificación de planta rectangular de 64 m<sup>2</sup> aproximadamente, formada por 4 muros exteriores y 2 muros interiores perpendiculares entre sí formando 4 áreas independientes, posiblemente dispuestas para el almacenamiento.

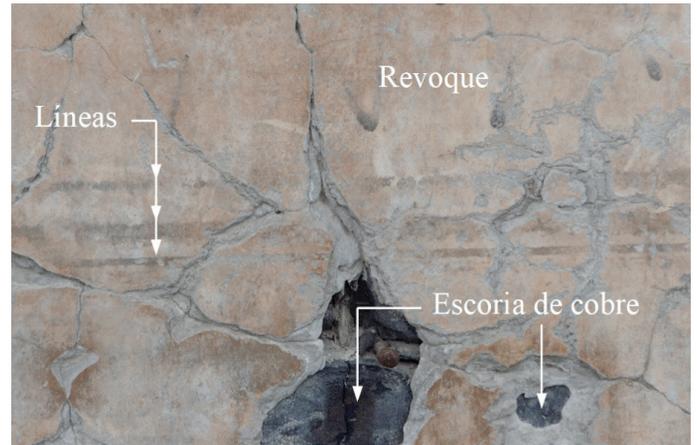


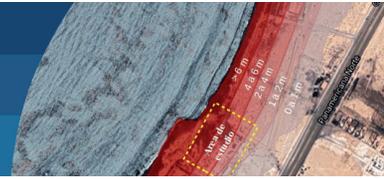
Figura 6: Zona 1: revoque de cemento pintada de color ocre. Se puede observar 3 líneas decorativas más oscuras en el centro y escoria de cobre formando el muro



Figura 7: Estructura en la Zona 2, cuenta con 2 muros interiores en perpendicular, formando 4 secciones cerradas

Una de sus fachadas se ha derrumbado, probablemente por la acción sísmica. Los materiales que constituyen los muros son de bloques de escoria alternados con hiladas de ladrillos refractarios de la fundición revocados exteriormente con mortero de cemento, el que también está fracturado en toda su superficie.

Los cimientos lo constituyen al menos 2 hiladas de bloques de escoria unidos con mortero de cemento. Se pudo observar que en los encuentros de los muros no hay refuerzos metálicos o de madera, lo que los hace



vulnerables a las ondas sísmicas causando fracturas verticales y horizontales.

La zona 3 es la que reúne un conjunto de construcciones de materiales variados. En la Figura 8, se observa un conjunto de fundaciones de hormigón armado, de una edad posterior a las estructuras de bloques de escorias. Al igual que en los casos anteriores, no se ha podido determinar el uso para el cual fueron construidas las estructuras, sin embargo, se pueden observar pernos de anclaje de 25 mm de diámetro, los que posiblemente sirvieron para fijar estructuras o máquinas industriales.



Figura 8: Fundaciones de hormigón en la Zona 3

En la misma zona, se encuentra un muro construido con 6 hiladas de bloques de escoria y sobre este, continúa con trozos de tertel unidos con mortero de cemento (Figura 9). El tertel es un material natural característico del borde costero del norte chileno, correspondiendo a un suelo cementado natural con abundantes conchuelas, arena

y gravilla (Villalobos, 2016). Como puede observarse en la Figura 9c, los bloques de escoria se disponen alternadamente con hiladas de tendel y cabeza.

En Figura 10 se observa una gran extensión de superficie semi sepultada por la arena del lugar que requiere mayor



Figura 9: Zona 3. a) Muro de bloques de escoria y tertel, b) trozos de tertel formando el tramo superior del muro, c) bloques de escoria dispuestos alternadamente en tendel y cabeza y d) detalle encuentro de bloque de escoria y tertel.

estudio a través de excavación. Sin embargo, se pudo apreciar que son fundaciones de bloques de escoria de cobre y en menor cantidad, ladrillos refractarios de los hornos de fundición. Además, en la Figura 10 se observa que se ha vertido escoria fundida en varias capas finas alrededor de las fundaciones.



Figura 10: Fundaciones de bloques de escoria sepultadas por arena y escoria vertida en la Zona 3

En la Figura 11, se puede observar un estanque circular de 1.5 m de diámetro aproximadamente, con el muro construido con fragmentos de escoria y alternadamente con ladrillos refractarios post mortem siguiendo un patrón: por cada dos hiladas de escoria continúa una hilada de ladrillos. El muro está revocado fabricado con mortero de cemento y arena del lugar, con marcas rehundidas formando una cuadrícula que simulan bloques rectangulares de cemento, terminación que le otorga un buen aspecto al estanque.



Figura 11: Estanque circular en Zona 3

## Construcciones similares

Los vestigios de edificaciones que utilizaron bloques de escorias descritas, es un ejemplo de otros tantos asentamientos metalúrgicos en la región de Atacama del siglo XIX. En la Figura 12, se muestran algunas construcciones en las que también se utilizaron bloques de escoria, las cuales se ubican en las localidades de

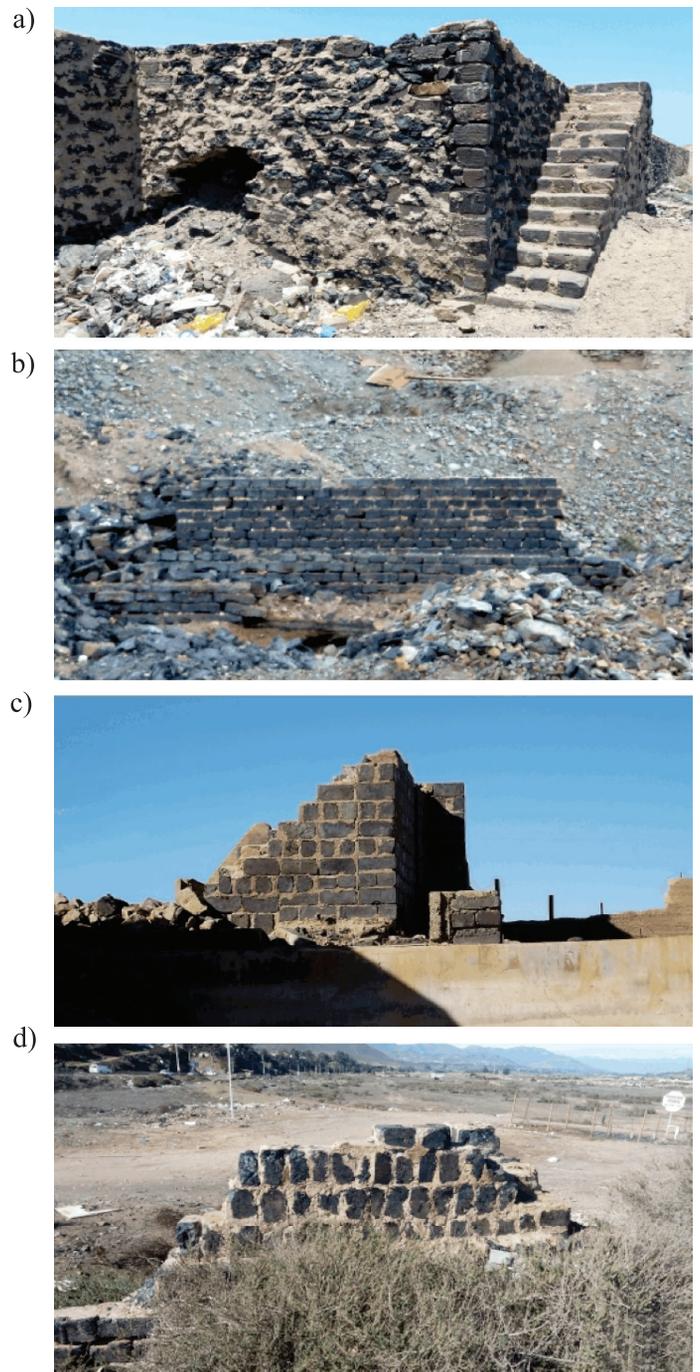
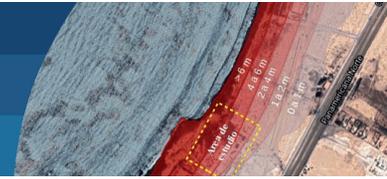


Figura 12: Utilización de bloques de escoria en muros de diferentes fundiciones chilenas del siglo XIX. a) Carrizal Bajo, b) Carrizal Alto, c) Canto del Agua y d) La Compañía.



Carrizal Bajo, Carrizal Alto y Canto del Agua. Otra obra de envergadura que utilizó bloques de escoria de cobre, se encuentra en el sector denominado La Compañía en la Serena, región de Coquimbo.

Como se ha descrito, las edificaciones que se erigieron con bloques de escoria de cobre en Atacama y Coquimbo en el siglo XIX, tienen el sello de los inmigrantes del Reino Unido, quienes trajeron la técnica de transformación de un residuo metalúrgico en un nuevo material de construcción. Esto se confirma al existir evidencias claras de construcciones que utilizaron bloques de escoria en el siglo XVIII y XIX en el Reino Unido y que aún se conservan en Cornwall (Cahill, 2000; Ulkyte y Dowley, 2018), Gloucestershire (AIA, 1992; Spry, 2003), y en Bristol (Etheridge, 2012; Wilkes, 1810; Hughes, 2008). Incluso la influencia europea del uso de bloques de escoria dejó testimonios en edificaciones en Japón, EEUU, Suecia, Noruega, Finlandia, Alemania y República Checa (Langwagen, 2019).

## Comentarios finales

En general, en América Latina, especialmente en Chile, no hay estudios que estén abocados al patrimonio histórico en función de las antiguas fundiciones de cobre. Como se ha descrito anteriormente, hay localidades en las que se ha investigado el uso de materiales de fundiciones de cobre, principalmente los bloques de escorias de cobre utilizados en viviendas, caminos, puentes entre otros, mostrando la importancia que tuvo ese tipo de material en las construcciones de esa época y que hoy en día, reditúan para el sector del turismo histórico-cultural. El presente artículo se centró en resaltar los vestigios constructivos de la fundición que existió en la ciudad de Caldera, pero debe señalarse que existen en Atacama otros lugares que también se pueden destacar, tales como, Carrizal Bajo, Carrizal Alto, Canto del Agua, Potrerillos y Chañaral, donde existieron fundiciones y se usaron las escorias de cobre como material de construcción. Las construcciones que utilizaron bloques de escorias de cobre, si bien no revisten belleza arquitectónica, representan una técnica constructiva única del norte chileno, en el que un residuo minero se valorizó al transformarlo en un nuevo material de construcción que no existía en Chile y que no continuó fabricándose tras apagarse definitivamente los hornos de la

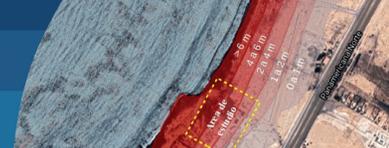
fundición. Por otra parte, el patrimonio histórico de Atacama generado por fundiciones de cobre del siglo XIX no ha sido suficientemente abordado en nuestro país, es por ello, que es imperativo el desarrollo y fortalecimiento de una línea de investigación multidisciplinar con la participación de la academia y de especialistas en construcción, metalurgia, historia, arqueología industrial, entre otros, que aporte al conocimiento y difusión de este patrimonio que forma parte de la historia minero-metalúrgica de nuestro país.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a la Vicerrectoría de Investigación y Postgrado de la Universidad de Atacama por el financiamiento del proyecto DIUDA Regular N° 22342/2017.

## Referencias

- Aracena, F. (1884). *Apuntes de viaje. La industria del cobre en la Provincias de Atacama y Coquimbo*. Imprenta del Nuevo Mercurio, Valparaíso, Chile
- AIA (1992). *A guide to the industrial archaeology of Gloucestershire*. Association for Industrial Archaeology AIA, S. Mills, P. Riemer, I. Standing and R. Wilson (eds.), Cornwall Litho, UK
- Bowman, I. (1913). Caldera (Chile), ship in port. AGSL digital photo archive - South America. UWM libraries digital collections.
- Bowman, I. (1907). South America. Copiapó Mining Co. Journal by Saunderson, J., 1827-1906. Archives of the American Geographical Society, USA
- Cahill, N. (2000). Hayle historical assessment Cornwall. Cornwall Archaeological Unit, Report for English Heritage, Truro, Cornwall, UK
- Centner, C.W. (1942). Great Britain and Chilean Mining 1830-1914. *The Economic History Review* 12(1-2), 76-82
- Domeyko, I. (1876). Vista de Jeolojia Minera. Ensayo sobre los depósitos metalíferos de Chile, con relacion a su jeolojia i configuracion exterior. *Anales de la Universidad de Chile*, Santiago, Chile, 441-582



- Espinoza, E. (1897). *Jeografía descriptiva de la República de Chile*. Imprenta Litografía I Encuadernación Barcelona, Santiago, Chile
- Etheridge, D. (2012). Bristol & West Archaeology. Land off Crews Hole Road, Bristol: Archaeological Desk-Based Assessment Report. Project 11/2389, Bristol and West Archaeology Limited, Bristol, UK
- Evans, C. and Saunders, O. (2015). A world of copper: globalizing the Industrial Revolution, 1830-70. *Journal of Global History* 10(1), 3–26
- Frank, S. (1982). *Glass and archaeology*. Academic Press, London, UK
- Gandarillas, J. (1915). *Bosquejo del estado actual de la industria minera del cobre en el extranjero i en Chile*. Imprenta y Litografía Universo, Santiago, Chile
- Hughes, S. (2008). The characteristics of extractive and smelting landscapes of the Industrial Revolution at Swansea and Blaenavon. *Landscape History* 30(1), 21-47
- Jones, B. (2017). Migración laboral e intercambios culturales: trabajadores galeses del cobre en Chile durante el siglo XIX. *Revista de Historia Social y de las Mentalidades* 21(1), 155–177
- Lagos, M. (2000). Tsunamis de origen cercano a las costas de Chile. *Revista de Geografía Norte Grande* 27, 93–102
- Langwagen, S. (2019). *Slag blocks - the rudimentary history of a forgotten building material*. Master dissertation, Uppsala Universitet, Gotland, Sweden
- Mamalakis, M. (1967). The American Copper Companies and the Chilean Government, 1920-1967: Profile of an Export Sector. Discussion papers, Economic Growth Center, Yale University, New Haven, Connecticut, USA
- Marín, S. (1920). *La industria del cobre en Chile: problemas nacionales*. Imprenta Universitaria, Santiago, Chile
- Millán, A. (2004). *La minería metálica en Chile en el siglo XIX*. Editorial Universitaria, primera edición, Santiago, Chile
- Monteón, M. (1975). The British in the Atacama Desert: the cultural bases of economic imperialism. *The Journal of Economic History* 35(1), 117-133
- Nazer, A., Payá, J., Borrachero, M.V. and Monzó, J. (2016). Characterization of Chilean copper slag smelting nineteenth century. *Revista de Metalurgia* 52(4), e083
- Petermann, A. (1875). Die südamerikanischen Republiken Argentina, Chile, Paraguay und Uruguay nach dem Stande der geographischen Kenntniss in 1875. Gotha: Justus Perthes, Germany
- Philippi, R. (1860). *Viage al desierto de Atacama*. Librería de Eduardo Anton, Santiago, Chile
- San Román, F. (1894). *Reseña industrial e histórica de la minería y metalurgia de Chile*. Imprenta Nacional, Santiago, Chile
- San Román, F. (2012). *Desierto y cordilleras de Atacama 1838-1902*. Biblioteca Fundamentos de la Construcción de Chile, Sagredo Baeza, R., Santiago, Chile
- SHOA, (2013). Carta de inundación por tsunami de las localidades de Caldera, Calderilla y Bahía Inglesa. Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile SHOA, Valparaíso, Chile
- Spry, N. (2003). Eighteenth Century slag construction blocks in Gloucestershire- a survey. *Gloucestershire Society for Industrial Archaeology Journal* 2003, 36-58
- Treutler, P. (1958). Andanzas de un alemán en Chile 1851-1863. Editorial del Pacífico, Santiago, Chile
- Ulkyte, G. and Dowley, T. (2018). Slag: not just waste. <http://bristoldigberkeley.blogspot.com/2018/05/slag-not-just-waste.html> (27/06/2020)
- United States Hydrographic Office (1876). The coasts of Chile, Bolivia, and Perú. Government Printing Office, N° 59, Washington DC, USA
- Valenzuela, L. (1992). The Chilean copper smelting industry in the mid-nineteenth century: phases of expansion and stagnation, 1834-58. *Journal of Latin American Studies* 24(3), 507-550
- Villalobos, F. (2016). *Mecánica de suelos*. 2<sup>da</sup> ed., Ediciones UCSC, Concepción, Chile
- Wilkes, J. (1810). *Encyclopaedia Londinensis – Bristol*. London, UK