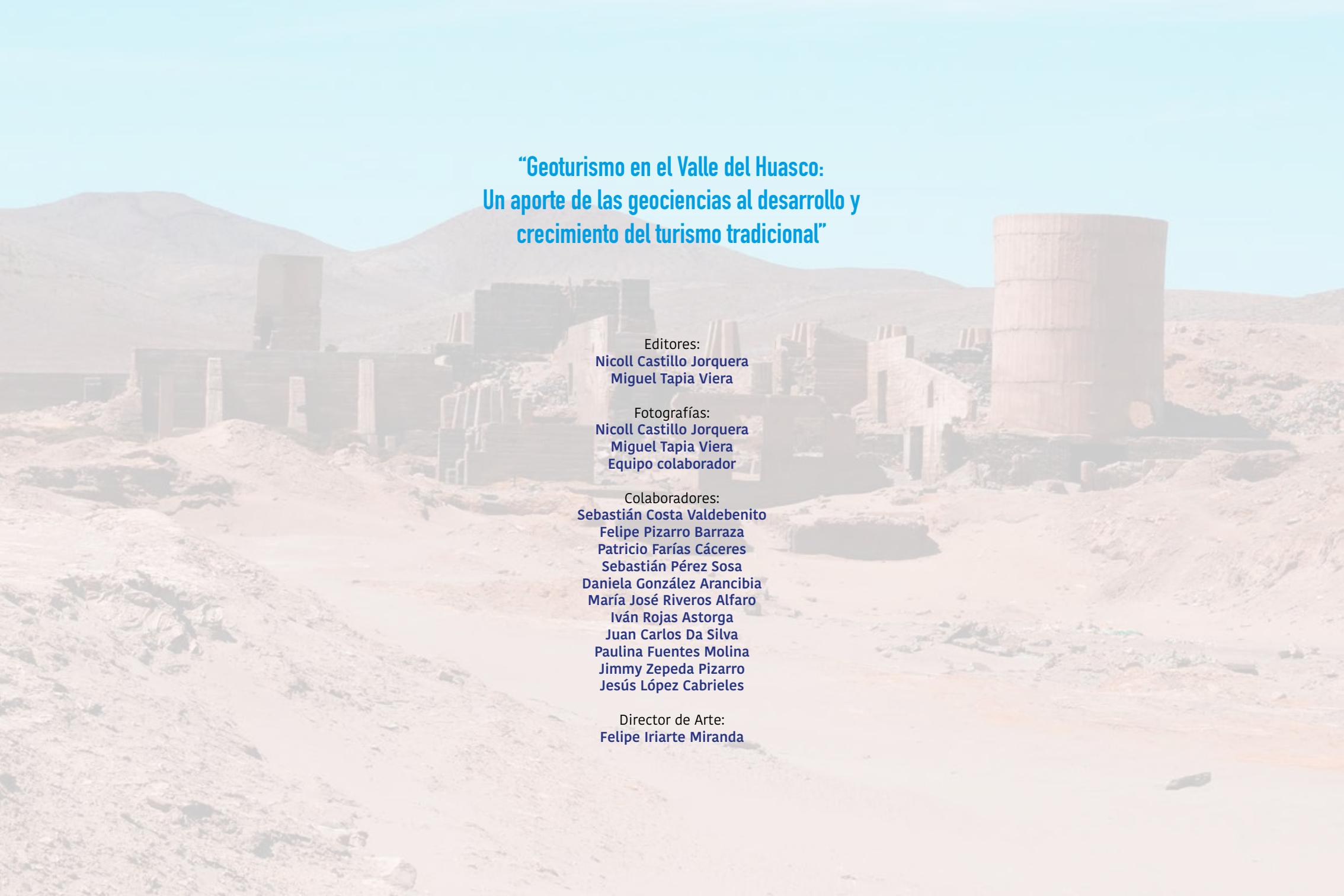


“Geoturismo en el Valle del Huasco: Un aporte de las geociencias al desarrollo y crecimiento del turismo tradicional”



FONDO DE INNOVACIÓN PARA LA COMPETITIVIDAD FIC 2016



**“Geoturismo en el Valle del Huasco:
Un aporte de las geociencias al desarrollo y
crecimiento del turismo tradicional”**

Editores:

**Nicoll Castillo Jorquera
Miguel Tapia Viera**

Fotografías:

**Nicoll Castillo Jorquera
Miguel Tapia Viera
Equipo colaborador**

Colaboradores:

**Sebastián Costa Valdebenito
Felipe Pizarro Barraza
Patricio Farías Cáceres
Sebastián Pérez Sosa
Daniela González Arancibia
María José Riveros Alfaro
Iván Rojas Astorga
Juan Carlos Da Silva
Paulina Fuentes Molina
Jimmy Zepeda Pizarro
Jesús López Cabrieles**

Director de Arte:

Felipe Iriarte Miranda



Índice

Introducción _____	4
Distritos Mineros de Cobre	
Astillas _____	5
Carrizal Alto _____	9
El Morado _____	13
Quebraditas - Labrar _____	17
Distritos mineros de Plata	
Agua Amarga _____	26
Distritos mineros de Oro	
Capote _____	29
Distritos mineros de Fierro	
Sositas - Huantemé _____	31
Vallendar y sus alrededores _____	35
Quebrada de Pinte y sus alrededores _____	39
Agradecimientos _____	47

El Valle del Huasco está esculpido por diversos agentes geológicos, de los cuales se destacan el río, el mar y el viento. Debido a la dinámica de estos agentes se han logrado desarrollar y preservar diversas morfologías, que embellecen el paisaje desde la alta cordillera hasta la zona costera. Junto con esto, la minería ha sido uno de los motores fundamentales para el desarrollo de la región y de la comunidad, generando una gran riqueza cultural, y posicionando esta región como una de las regiones mineras más importantes a nivel nacional. Actualmente en el Valle del Huasco se desarrollan rutas de turismo, centradas principalmente en el patrimonio del valle, las cuales además, incluyen formas, colores, asentamientos mineros antiguos y áreas cubiertas por vegetación, de las cuales se desconocen y/o conocen muy poco sobre su génesis, temporalidad en la que fueron formados y los procesos geológicos que intervinieron en su desarrollo y su actual preservación.

Es por todo lo mencionado anteriormente, que en este manual se da a conocer mediante textos y fotografías la incorporación de conocimientos geológicos a sitios turísticos clásicos del Valle del Huasco, a través de una mirada científica aplicada, destacando distritos mineros histórico del valle, al igual que lugares predilectos por su importancia geológica y cultural. La información que fue levantada por un equipo de investigación de la Universidad de Atacama del Departamento de Geología, mediante el financiamiento del proyecto FIC denominado "Geoturismo en el Valle del Huasco. Un aporte de las geociencias al desarrollo y crecimiento del turismo tradicional." saldos otorgados por el Gobierno Regional de Atacama con Fondos de Innovación para la Competitividad 2016.

En este libro se mostrarán fotografías de lugares con un alto valor y contenido patrimonial que actualmente se conservan en diversos lugares del Valle del Huasco. Sumado a las imágenes se entregan reseñas históricas y geológicas de cada sitio, esto para aumentar a información existente de cada.

Distritos mineros de cobre Astillas

El mineral de Astillas fue declarado en el Informe de Minas de Chile del año 1803, donde se declaran diversas minas con leyes de 16 quintales de cobre por cajón (1 quintal = 46 kg aproximadamente) (Álvarez, 1995).

La mineralización en el distrito Astillas se encuentra alojada en la Unidad de Brecha Hidrotermal, que corresponde a un cuerpo elongado en dirección NS, con un ancho variable que va desde 4 a 8 metros y con una corrida de unos 700 metros aproximadamente. La zona de óxidos está caracterizada por crisocola, mientras que la zona de sulfuros está representada por calcopirita, magnetita y pirita. Según lo reportado en la bibliografía, las leyes que se explotaron en Astillas variaban entre 6 y 17% Cu (Álvarez, 1995).

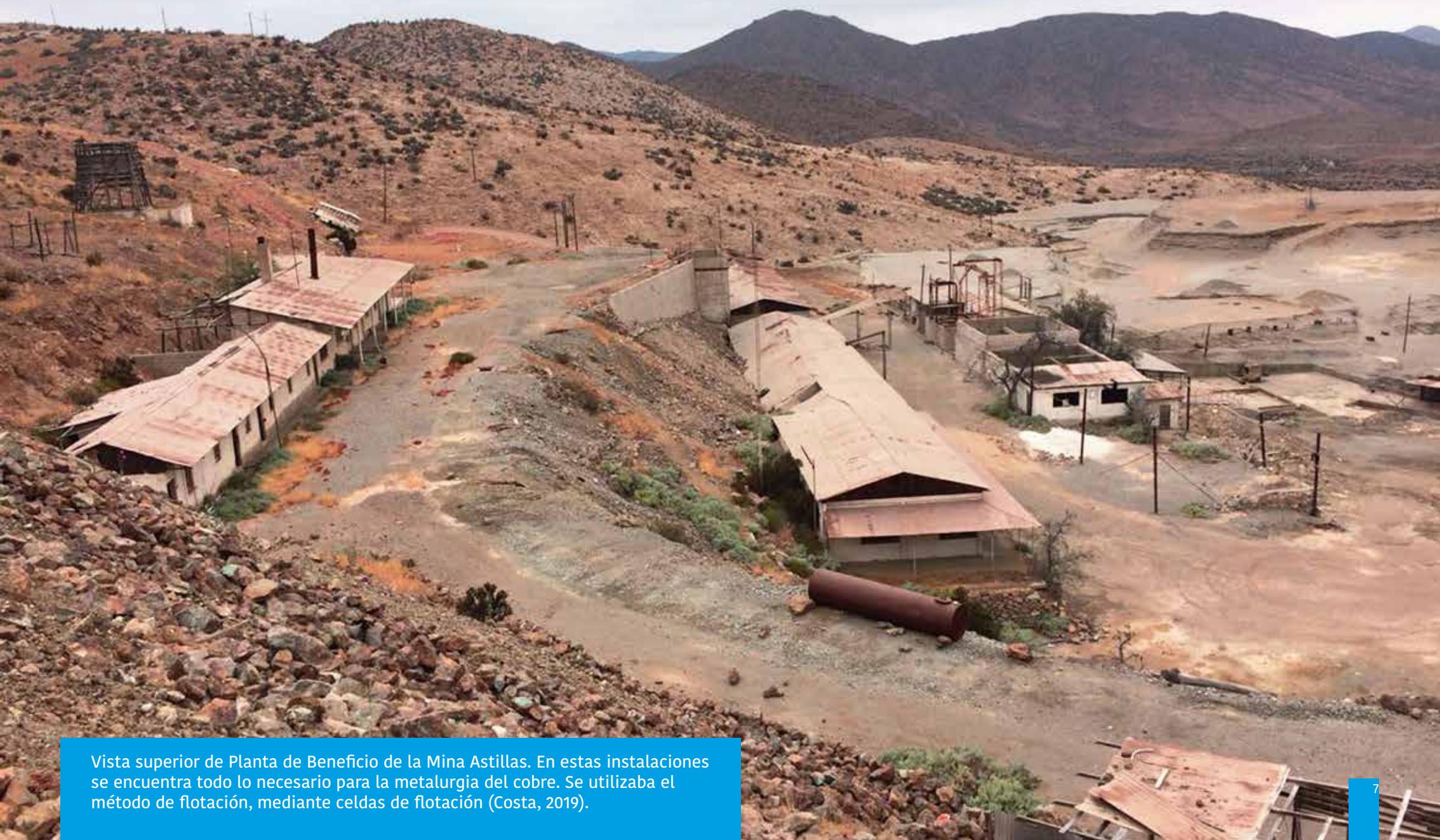
En el año 1903, se reportó una producción de 3.482 toneladas de mineral con una ley de 6%, ocupando un total de 63 trabajadores. En 1956, la Sociedad Capote Aurífero de Freirina, de la familia Callejas Zamora, compró las propiedades de Astillas. Al año siguiente se inaugura la Planta de Beneficio de Astillas, que tenía una capacidad para tratar 200 toneladas diarias de mineral mediante flotación, extraído directamente de las vetas de este distrito. Paralelamente a esto, se habilitó la mina y se construyeron campamentos para el personal, policlínicos, escuelas, oficinas, bodegas, salas de recreación y bibliotecas. En plena actividad de extracción y producción, el

personal en faena era aproximado a 200 trabajadores, que con sus familias reunían una población superior a 800 personas (Álvarez, 1995). Hoy en día, el distrito pertenece a Antofagasta Minerals, el cual mantiene vigilancia permanente del sector por lo que su conservación ha sido casi total.

Como patrimonio vigente se reconocen seis calles, que llevan el nombre de distintas minas del valle del Huasco, donde aún son conservadas con todas sus viviendas. Frente a estas casas, está ubicada la sede vecinal y una multicancha, además, de la escuela que funcionaba de manera diurna y vespertina. En el centro del área de estudio, se ubican todas las instalaciones que se utilizaban para la producción minera.

La Planta de Beneficio de Astillas, inaugurada en 1957, cuenta con chancador, talleres mecánicos y eléctricos, generadores, etc. Además, en su parte alta, estaban ubicadas las oficinas administrativas de la mina, junto al laboratorio y bodegas. Cercana a las labores mineras se reconocen dos peinecillos, que se utilizaban para el transporte del personal, equipos y mineral hacia y desde el pique. Otro patrimonio característico de este distrito, es el bus que se encuentra enterrado cercano al relave, el cual hacía el recorrido Vallenar-Astillas.





Vista superior de Planta de Beneficio de la Mina Astillas. En estas instalaciones se encuentra todo lo necesario para la metalurgia del cobre. Se utilizaba el método de flotación, mediante celdas de flotación (Costa, 2019).



Peñecillo de concreto y fierro. Este tenía la función de transportar al personal, equipos y mineral hacía y desde el pique, además de almacenar y cargar camiones mediante el buzón. Se observa la estructura completa del peñecillo. Por la parte frontal, están los buzones que cargaban los camiones para llevar el mineral al chancado

Carrizal Alto

El mineral de Carrizal Alto se remonta a la época precolombina, debido a que en algunos atierros superficiales, se encontraron herramientas de cobre para laborar minas (Vicuña, 1883). El mineral de Carrizal Alto fue reportado como de alta ley, que oscilaba entre 30 a 50% de cobre (Álvarez, 1995).

La mineralización se distribuye en seis vetas paralelas de cuarzo, orientadas en dirección NE principalmente. Estas vetas se albergan en una Diorita Cuarcifera. Los fluidos hidrotermales que circularon por el sistema eran ricos en Cu, Co y Au, los cuales migraron y rellenaron fracturas preexistentes. Clásicamente estas fracturas se ha atribuido a debilidades estructurales asociadas al Sistema de Fallas de Atacama, dada su cercanía al distrito (Osorio y Wilke, 2003). Las menas de la zona oxidada corresponden a crisocola, atacamita y eritrina. Las menas de sulfuros corresponden a calcopirita, molibdenita y piritita.

Juan Egaña, en su "Informe de Minas" de 1803, señala que existen 3 labores funcionando en Carrizal Alto, las cuales se encontraban bronceadas y aterradas, por lo que tuvieron que habilitarlas. El mineral de Carrizal Alto se trabajó con prosperidad hasta el año 1891, donde varios días de lluvia produjeron una inundación que estancó la producción en la mayoría de las minas y ninguna de estas poseía labores de desagüe (Morales, 2014). Carrizal Alto, junto a las minas Tamaya y Brillador (ubicadas en la Región de Coquimbo),

durante los años 1870 y 1880, ubicaron a Chile en el primer puesto como productor de cobre en el mundo (Morales, 2014). En la localidad de Canto del Agua, vecina a Carrizal Alto, se construyó la Fundición "Chañarcito". Esta planta fue inaugurada en 1884 y se alzó como uno de los complejos industriales más grande de la Región de Atacama (Álvarez, 1995). Poseía 6 hornos de reverbero y además una completa red ferroviaria que la conectaba con los puertos de Huasco Bajo y otros distritos mineros.

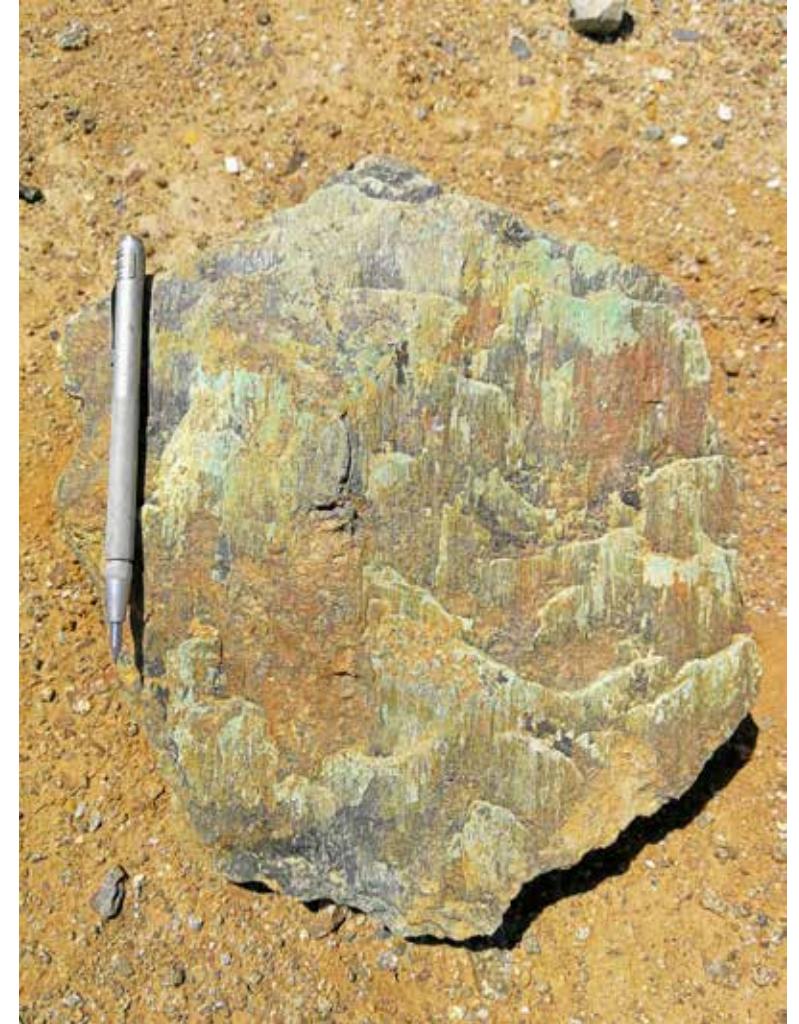
El patrimonio vigente del distrito cuprífero Carrizal Alto se encuentra bastante intervenido y deteriorado, quedando solo algunos vestigios de lo que fue este próspero mineral. El ingreso al distrito se hace por el sur del área de estudio, donde luego de recorrer unos kilómetros se accede a la extensa planicie donde estaba ubicada la placilla "Del Bajo", la cual, hoy en día, solo conserva los cimientos de lo que fueron sus edificaciones y las calles que conformaban el centro urbano de Carrizal Alto. Unos 200 metros al sur de la placilla "Del Bajo", es posible observar las ruinas de una fundición, la cual aún conserva en pie una de las chimeneas de sus hornos.



Vista hacia el norte, donde se puede observar parte de los laboríos que actualmente se encuentran en Carrizal Alto al igual que sus desmontes.



Reemplazo de óxidos de cobre en vestigios óseos de camélidos en Carrizal alto.



Estrías de fallas perteneciente a una de las estructuras presentes en el distrito.



Ruinas de la fundición Chañarcito de Canto del Agua, construida en el año 1884. Esta fundición se posicionó como el más grande complejo industrial de la época en Chile, debido a su alta capacidad de producción y conectividad ferroviaria con los puertos y otros distritos (Costa, 2019).

El Morado

El mineral de El Morado fue descubierto a finales del siglo XVIII y sus primeros dueños adquirieron la fama de tener un ingenio para la fundición de cobre, en lo que se conocía como "El Morado Viejo" (Morales, 2014). La mina Arenillas era la principal mina de este distrito, donde en el año 1878 se reportaron 2.760.000 kilogramos de minerales extraídos y 386.400 kilogramos de cobre fino (Álvarez, 1995).

La mineralización en el distrito El Morado se encuentra alojada en vetas de cuarzo con orientación NE. El espesor de estas vetas varía desde 0,3 hasta 1 metro, con mineralización oxidada de crisocola y brochantita. La zona de sulfuros está representada por calcopirita, magnetita, piritita y especularita.

A mediados del siglo XIX, ocurre un auge de la minería en El Morado, donde un informe del año 1853, detalla el funcionamiento de 18 minas de cobre (Álvarez, 1995). A fines del siglo XIX, la mayor parte de la producción cuprífera se fundía directamente en los hornos del mismo distrito. En 1905, se constituye la Sociedad Explotadora de El Morado, la cual instala un horno de soplete para fundir 40 o 50 toneladas diarias provenientes de la mina Arenillas (Álvarez, 1995). En el año 1952, Alberto Callejas Zamora, Gerente General de la Sociedad Capote Aurífero de Freirina, se dispuso a habilitar el distrito El Morado (Morales, 2014). En ese mismo año, se terminó la construcción de la planta, además, se habilitaron las minas Arenillas, Santo Domingo y otras del distrito. Esta faena llegó a contar con más de 300 trabajadores, que junto a sus familias reunían una

población cercana a mil personas. La Sociedad Capote Aurífero de Freirina construyó escuelas, policlínico, campos deportivos, capilla y un servicio de traslado hacia Vallenar los fines de semana (Álvarez, 1995). En 1973 un incendio en la planta pone fin a esta época de explotación (Álvarez, 1995).

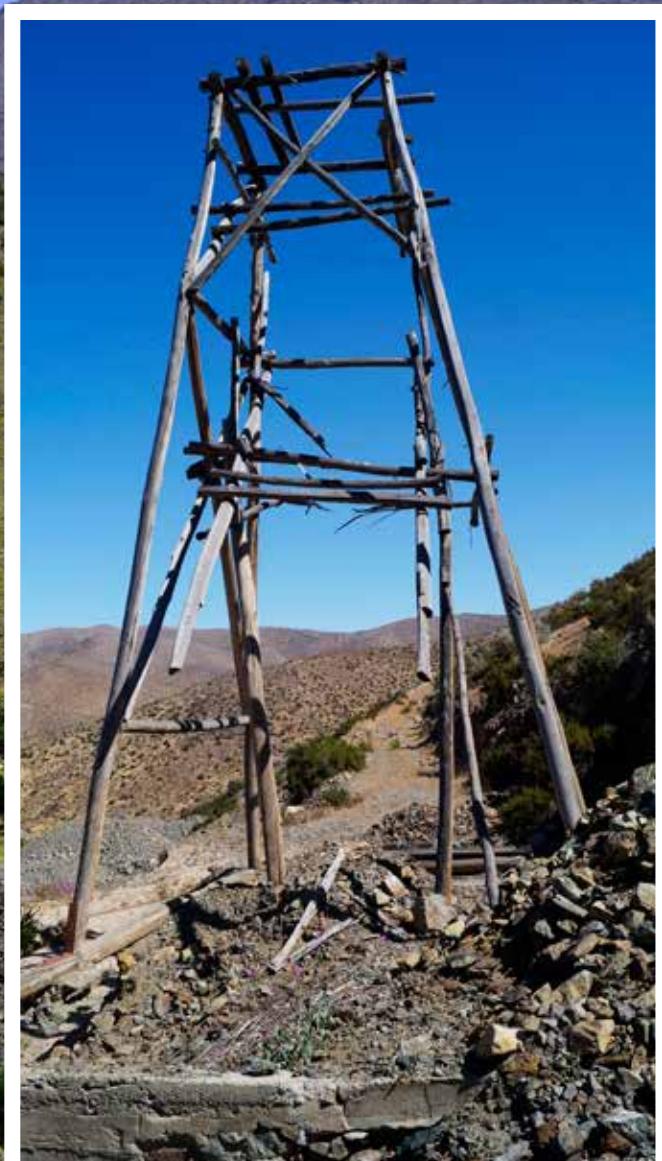
Como patrimonio vigente se puede reconocer el pueblo El Morado, donde son visibles algunas labores menores realizadas por pirquineros. Luego de unos minutos de recorrido se encuentra la placilla El Morado, donde se conservan la antigua escuela de El Morado y un pequeño cementerio. Al este de la placilla El Morado, aparecen las vetas explotadas en el siglo XIX, con instalaciones antiguas para almacenar, cargar y fundir el mineral. Aún se conservan dos peinecillos de madera, los cuales cumplían la función de transportar el mineral desde el fondo de los piques hacia la superficie. Además, es posible observar las instalaciones de la planta de beneficio, donde se pueden identificar el chancador, celdas de flotación, talleres mecánicos, bodegas, oficinas y canchas de acopio, además de grandes rajos y peinecillos de madera para la extracción del mineral. Al norte de la planta de beneficio, se reconocen distintas edificaciones de concreto que corresponderían al sector habitacional del distrito minero, donde los trabajadores y sus familias tenían sus hogares, y también, el lugar donde estaban las pulperías, policlínico, capilla y los servicios de traslado construidos por la Sociedad Capote Aurífero de Freirina.



Planta de beneficio El Morado, construida en el año 1953 por la Sociedad Capote Aurífero de Freirina. Aún se conserva la parte estructural de la planta, pero la mayoría de sus equipos e instrumentos fueron retirados o saqueados. Se reportó un incendio en el año 1973, donde quedó inhabilitada para seguir operando (Costa, 2019).



Auto abandonado cercano a las viviendas e instalaciones de la planta, la cual colinda con el sector habitacional El Morado.



Mina ubicada en la quebrada El Morado, donde aún conserva un peinecillo de madera.

Quebraditas-Labrar

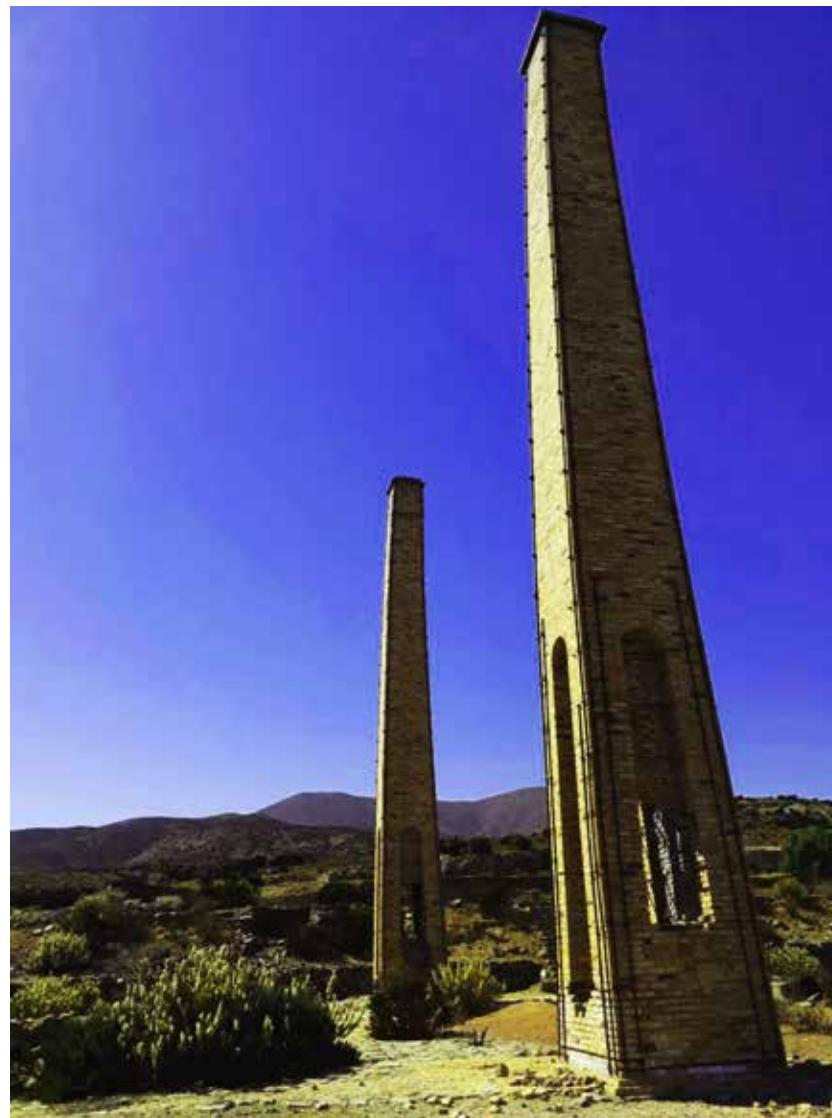
El mineral de Labrar fue explotado a principios del siglo XVIII por Diego González Montero, quien fue durante un breve periodo de tiempo gobernador del Reino de Chile (Álvarez, 1995). Desde esta época, Labrar es conocido por las vetas de cobre que allí se explotaban y su gran conectividad con la Caleta de Playa Blanca y otros distritos (Álvarez, 1995). La mineralización en el Distrito Labrar se encuentra alojada en dos vetas-fallas de cuarzo con orientación NNW. El espesor de estas vetas varía desde 1 hasta 3 metros. Las vetas en Labrar tienen mineralización de óxidos y sulfuros de cobre, mientras que la ganga corresponde a cuarzo. La zona de óxidos está representada por brochantita, crisocola y en menor proporción por azurita. La zona de sulfuros se encuentra representada por mineralización de calcopirita y piritita.

En 1878 fue publicado el "Bosquejo Estadístico de Atacama", donde se detalla la exportación que se realizó desde Labrar entre los años 1842 a 1875, la cual alcanzó un total de 5.796.200 kilogramos de metales y 718.698 kilogramos de cobre fino (Álvarez, 1995). En esta misma época de producción, el distrito ya contaba con un establecimiento de fundición de cobre con tres hornos, los cuales aún conservan sus grandes chimeneas de 18 metros de altura, las que fueron declaradas Monumento Nacional en el año 1980. A tan solo 4 kilómetros de Labrar, está ubicado el mineral de Quebraditas, el cual cumple un importante rol en el desarrollo de Labrar. El asiento poblacional de Quebradita en su auge de producción, estaba formado por una sola calle larga de 7 cuadras de longitud, donde la mayoría de sus construcciones eran de madera, y contaba con oficina postal y escuela pública (Álvarez, 1995). Según el

"Bosquejo Estadístico de Atacama", publicado en 1978, en Quebraditas se encontraban habilitadas un total de 7 minas. Estas minas tenían una producción total de 8.150.000 kg de metales y 1.476.000 kg de cobre fino (Álvarez, 1995). La mina Socavón de Quebraditas, fue una de las cuatro minas pioneras del país en introducir perforadoras eléctricas e instalaciones de aire comprimido en sus labores subterráneas. Un último auge de este distrito ocurre en 1951, cuando la Sociedad Capote Aurífero de Freirina adquiere algunas de las minas de Quebraditas y manda a construir la planta de beneficio de Quebraditas para metales de cobre. La empresa CEMIN explotó las minas del distrito en los años 2000. Esta explotación se realizó mediante un rajo y el mineral era trasladado hacia la localidad de Domeyko.

Como patrimonio vigente se reconoce el cementerio de Quebraditas que fue construido en el siglo XVIII, donde la tumba más antigua encontrada corresponde al año 1844. Destaca, además, entre las instalaciones la "Antigua Escuela de Quebraditas", que fue construida a mediados del siglo XIX para que los hijos de los trabajadores mineros fueran educados. Esta escuela fue declarada Monumento Nacional en el año 1980 junto a las chimeneas de Labrar para promover su conservación.

En esta misma ruta se puede apreciar las instalaciones de la planta procesadora de cobalto denominada "La Cobaltera", la cual tiene un alto grado de conservación. Ésta tuvo su mayor producción en 1903, Según Yunge (1905) el Departamento Freirina produjo casi 18 toneladas de cobalto fino durante del año 1903.



Chimeneas de Labrar construidas en 1830 con ladrillos refractarios traídos desde Inglaterra, cuya altura bordean los 18 metros. Funcionaban junto a hornos de reverbero para fundir mineral de cobre. En 1980 las chimeneas fueron declaradas Monumento Nacional (modificado de Costa, 2019).

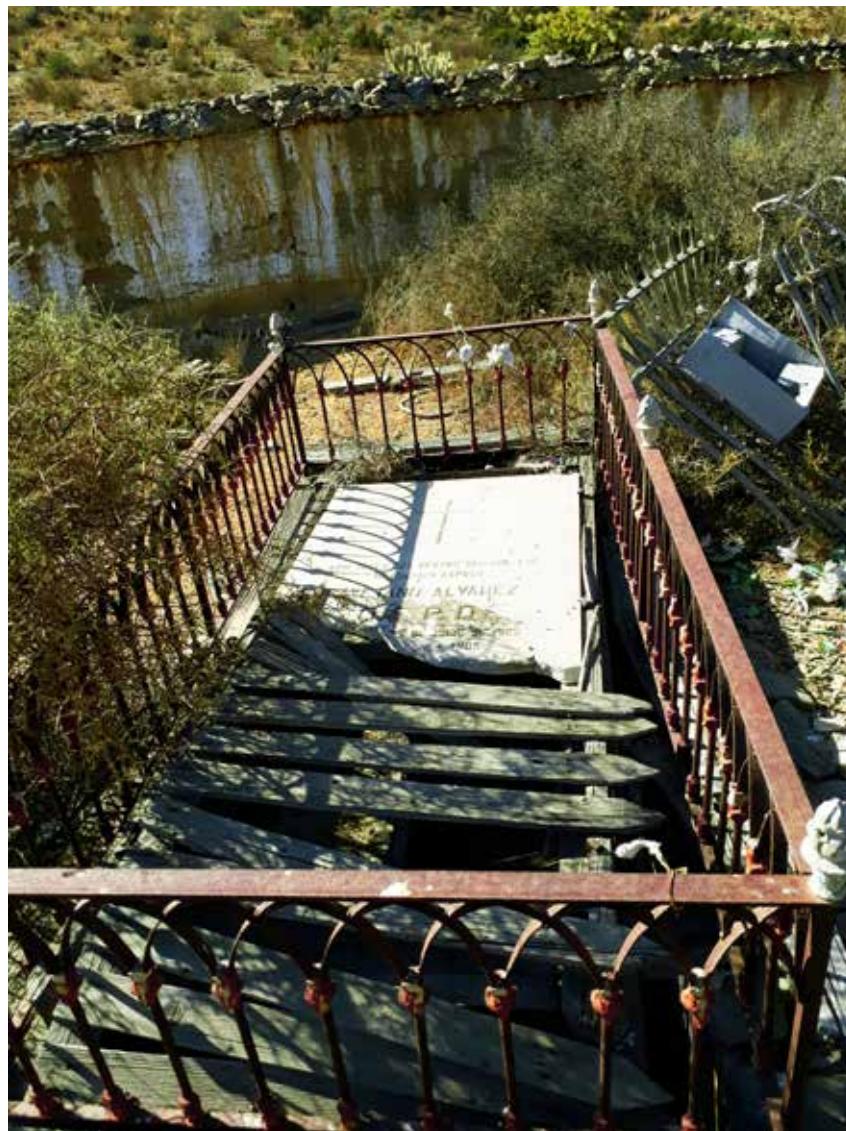




Planta Quebraditas, la cual fue construida en 1951 por la Sociedad de Capote Aurífero de Freirina. En ella se mantienen algunas instalaciones en buen estado de conservación como; celdas de flotación y canchas de secado de concentrado de la Planta, base y buzón del chancador, generador eléctrico de la planta, fabricado por la empresa alemana MAN.



Antigua Escuela de Quebraditas, edificación construida a mediados de 1900 para los hijos de los trabajadores mineros de Quebraditas. Sitio protegido por la ley N° 17,288 de Monumentos Nacionales.



Patrimonio vigente, cementerio de Quebraditas el cual data del siglo XVII. Actualmente mantiene trabajos de restauración por parte de familiares que conservan el resto de sus cercanos que formaron parte del poblado de Quebraditas.



Fotografía captada con Drone, de las casas que actualmente se conservan y habitan en Quebraditas. Aledaño a la población se observan las grandes cantidades de material de desmonte de las labores que actualmente mantienen algunos pirquineros.



Planta procesadora de cobalto denominada "La Cobaltera". Ubicada en la ruta C-526 cuyo desvío proviene desde la comuna de Freirina.



El distrito Agua Amarga está ubicado a 35 kilómetros al sur de Vallenar y a 25 kilómetros de Domeyko. El cerro Agua Amarga tiene una extensión entre 7-8 kilómetros, su altura máxima es de 3218 metros sobre el nivel del mar (Álvarez et al., 2016). El descubridor del yacimiento fue José Paco Licuime, a quien apodaban "Chamblao" de origen posiblemente diaguita, un 11 de octubre del año 1811, transformándose en el mayor mineral de plata de aquella época en Chile.

En el Distrito de Agua Amarga se reconocen a lo menos diez vetas de espesores variables (desde 50 centímetros a 2 metros), y corridas kilométricas pero discontinuas con manteos subverticales. Estas vetas albergan la mineralización de plata, principalmente plata nativa, con crisocola y hematita-jarosita.

En 1815 su población llegó a los 3.000 habitantes (Álvarez et al., 2016). Un grupo de geólogos franceses la apodó "montaña de plata", quienes llevaron el mineral a un conde de Francia, lo que provocó la llegada de más de 500 mineros en más de 150 minas abiertas para extraer plata nativa en abundancia. Agua Amarga marcó el inicio del ciclo de la plata para Chile en el siglo XIX. Desde 1817 la producción de este mineral experimentó una decadencia debido al bronceo temporal de las primeras minas, también por la distracción de recursos y mano de obra

en la lucha de la Independencia Nacional (Álvarez et al., 1979). La producción de Plata de Agua Amarga en 1875 ascendía mensualmente aproximadamente a 246.836 kilogramos de mineral y 3.148.294 gramos de plata fina en 25 minas. Ese mismo año, el mineral fue arruinado por un incendio y por un gran terremoto (Álvarez et al., 2016).

Como patrimonio se puede reconocer restos de los asentamientos humanos que permanecieron en el sector, en un mal estado de conservación, debido a factores naturales de erosión y antrópicos. En las cercanías del distrito se han identificado diversas estructuras, entre las que destacan un maray bien conservado, restos de las oficinas donde los administradores dirigían el trabajo de los mineros de la época, donde tenían una vista privilegiada del distrito y todo el proceso de procesamiento del mineral. Además, se puede observar un pequeño restos de una fundición, donde aún es posible ver parte de los escoriales.

Distritos mineros de plata Agua Amarga





Vista panorámica del área de la fundición y sectores donde se procesaba el mineral. Hay algunos contenedores para el agua bien conservados el resto presenta mal estado de conservación.

Distritos mineros de oro Capote

Hacia el año 1700, un minero copiapino de apellido Robles redescubrió riquezas en Capote, iniciándose a partir de ese momento, una gran explotación que permitió la llegada a éste sector del valle de gente que buscaba mejores horizontes (Álvarez et al., 2016). De las minas de este distrito, con el correr de los años, la mina Ofir, fue la principal, llegando a tener 150 metros de profundidad en la vertical, donde los trabajos de extracción de mineral se hacía mediante apires, los cuales utilizaban capachos fabricados de cuero sobre sus espaldas haciendo la explotación lenta y sacrificada (Rivera et al., 2007).

Se reconocen seis vetas de cuarzo que albergan la mineralización aurífera, de espesor variable (desde milímetros a metros), con rumbos NW y NE con manteos subverticales. En desmontes ubicados en las inmediaciones de la planta de chancado, se puede reconocer la mena explotada, consistente en vetas de cuarzo aurífero con calcopirita y crisocola.

Posterior a un extenso periodo de disputa entre los diferentes administradores de las minas que componían el distrito, hacia 1900 se inicia una nueva y esplendorosa época la que culmina con la Sociedad Capote Aurífero. Esta vez, hacia 1932, fue Paulino Callejas, quien junto a sus hijos y esforzadas acciones encontraron la veta de oro Capotino que brillaría por muchos años en el Valle del Huasco (Álvarez et al., 2016).

Se calcula que el primer embarque realizado desde el puerto Huasco hacia los Estados Unidos, arrojó leyes de entre 300 a 400 gramos por tonelada de oro (Álvarez et al., 2016). Todo este crecimiento

económico vino con implementación de diferentes y modernas edificaciones, entre los que destacan, talleres mecánicos, planta, canchas de almacenamiento, viviendas, oficinas, planta generadora de energía, laboratorio químico y una red telefónica, las cuales se construyeron durante los años 1944 y 1959 con la administración de Homero Callejas (Rivera et al., 2007), parte de estas edificaciones se mantienen hasta hoy en día con un estado de conservación moderado. Capote en pleno auge productivo llegó a tener 800 obreros y un promedio de 50 a 60 empleados más sus respectivas familias, por lo cual se calcula una población flotante de alrededor de 3.000 personas (Rivera et al., 2007).



Vista frontal de la planta de procesamiento, donde se logran observar oficinas secundarias, la base del chancador principal y cilindros de diferente diámetro y alto, en los cuales se realizaba todo el procesamiento metalúrgico de cianuración para la recuperación de la mayor cantidad material exportable.

Distritos mineros de hierro Sositas – Huantemé

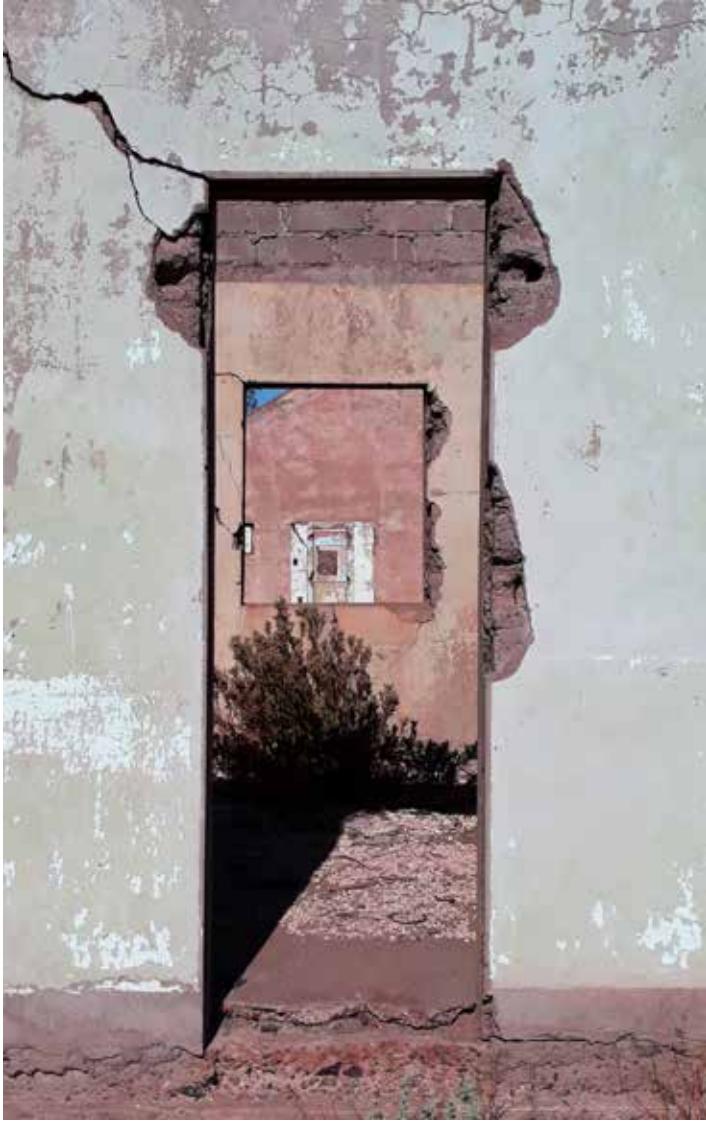
La minera Santa Bárbara inició la explotación del yacimiento Huantemé en 1953, este yacimiento forma parte de un grupo de yacimientos de fierro junto con Sositas, Chañar Quemado y Los Colorados. Se sitúa al norte del Valle del Huasco a 12 Kilómetros de la estación Maitencillo, dentro del tramo Ferroviario Vallenar – Huasco, a sólo 38 Kilómetros del puerto de Huasco.

Los minerales asociados de la mineralización de hierro en los yacimientos Sositas y Huantemé son la magnetita, clorita, actinolita y apatito. Estos minerales comparten una paragénesis dentro del yacimiento de hierro, destacándose la magnetita, como mena ferrífera, que fue explotada por los altos porcentajes de hierro magnético. En el yacimiento de Sositas, se puede observar la ocurrencia de magnetita masiva en forma de cúmulos de varios metros de diámetro. En la parte superior del rajo de la mina Huantemé, se puede observar la alteración supérgena que presenta la roca, con Jarosita > Goetita > Hematita.

Huantemé era un yacimiento con leyes muy altas, convirtiéndose en una de las minas de hierro más importantes, donde afloraba como un vetarrón con una corrida de 500 m, y un orden de 66% Fe y un bajísimo contenido de fósforo y azufre. Hacia 1953, la explotación se realizaba con una dotación de 500 personas que chancaban el hierro manualmente y producían 25.000 toneladas mensuales. Luego del proceso de harneo, las colpas eran transportadas en camiones a Huasco, donde, usando el muelle de madera existente, se hicieron embarques en lanchones remolcados desde 1953 a 1955. Como el

carguío era muy lento, en octubre de 1954 se comienza la obra de un muelle mecanizado llamado Las Lozas, el cual se terminó de construir en 1955. Luego de un tiempo y largas gestiones bajo la administración del ingeniero Jorge Álvarez se introdujeron tres palas cargadoras, 6 camiones off-road de 30 tons., bulldozer, motoniveladoras, etc. Se construyó una planta de chancado, harneo y concentración magnética. Además, Santa Bárbara también importó locomotoras y carros tolva fierros, abaratando notablemente los costos. El mineral de Huantemé era excepcionalmente quebradizo y producía muchos finos en el chancado y en los traspasos, pero siendo de una alta pureza se le mezclaba en Las Lozas con minerales más duros y de menor pureza (Millán, 1999).

Para el sector de Sositas, no se encuentran instalaciones o evidencias de estructuras de construcción, ya sea casas, oficinas, plantas de procesamiento, etc. El sector de Huantemé cuenta con buenos accesos y caminos en buen estado, ya que son lugares transitados principalmente por personas de la localidad de Maitencillo y Canto del agua. Al llegar a Huantemé se destaca las casas de concreto que se observan en el lugar. Son un número de 13 a 15 casas que aún mantienen su infraestructura, algunas en mejor estado que otras.





Taller mecánico, cuya infraestructura está hecha de concreto la cual se mantiene hasta la actualidad.



Fotografía del rajo Huantemé, donde se observa la oxidación supérgena que va alterando la mena ferrífera, con Jarosita (color naranja – amarillo) en mayor abundancia y Goetita (color rojo intenso) (modificado de Pizarro, 2019).

Vallenar y sus alrededores

Vallenar es la capital de la provincia de Huasco, fundada en 1789 por Ambrosio O'Higgins como Ballenar, ya en 1834 fue reconocida como ciudad con el nombre de Vallenar. Su historia y desarrollo está enmarcada por el descubrimiento de diversos minerales de plata, oro, cobre y hierro como lo ha reflejado este libro, logrando que la ciudad fuera un hito de desarrollo histórico y de modernidad en los siglos XVII y XIX a nivel nacional.

Cabe destacar que previo a estas labores dirigidas por familias adineradas los yacimientos mineros fueron trabajados y probablemente descubiertos por indígenas que habitaban el Valle del Huasco. Dentro de los cuales se encontraban la cultura Molle que data de los 300 a.C. hasta los 800 n.e. inclusive la cultura Diaguita-Inca siendo la más reciente, que data desde los 1573 n.e.. Todas estas comunidades fueron agro-alfareras, pero también trabajaron el metal para hacerlo parte de sus ornamentaciones por lo que fue un elemento fundamental dentro de su patrimonio cultural.

Actualmente se quiere destacar la geología como parte del patrimonio de las comunidades del Valle del Huasco, ya que han estado rodeados de formaciones geológicas y morfologías que han aprovechado para el desarrollo de sus días. Destacando Terrazas fluviales y marinas, como también sedimentos fluviales que abundan en el valle y que han utilizado para construir sus hogares. Todo esto refleja que el geoturismo es un polo de desarrollo para el futuro económico y cultural de las comunidades.

Ejemplo de estas formaciones geológicas se pueden observar en el embalse Santa Juana, específicamente desde su mirador. El embalse

está construido sobre secuencias estratificadas de margas alternadas con calcarenitas, brechas y rocas volcánicas de la Formación Totoralillo. Al igual que por sucesiones formadas por calcilitas, calcarenitas bioclásticas y lavas andesíticas correlacionables con la Formación Pabellón, todas estas unidades de edad Cretácico inferior.



Fotografía capturada con un Drone, en la cual se puede apreciar la terraza fluvial mas alta y más antigua preservada en Vallenar. Esta se asocia al efecto erosivo del sistema fluvial del río Huasco labrando la superficie plana en los depósitos de gravas del Huasco. Cabe destacar como la ciudad está construida sobre las terrazas aprovechando las planicies naturalmente formadas y los suelos para el uso de diversos cultivos.



Embalse Santa Juana: ubicado aproximadamente a 20 km de la ciudad de Vallenar en dirección a la comuna de Alto del Carmen. Fue construido entre los años 1992-1995 por el Ministerio de Obras públicas en conjunto con la constructora española Agroman Chile. Tiene una capacidad para 160 millones de metros cúbicos y está destinado a garantizar el regadío para 10 mil hectáreas de cultivos agrícolas a lo largo del valle. Este es uno de los puntos fijos a visitar por los turistas del valle, dada la gran extensión que presenta, además de contar con espacios de descanso para los visitantes, desde los cuales se pueden apreciar las unidades geológicas marinas mencionadas anteriormente.



Quebrada de Pinte y sus alrededores

En el curso alto de los ríos El Carmen y El Tránsito se identifican dos tipos de abanicos aluviales activos e inactivos (González, 2018), cuya relación estratigráfica es el principal indicador de esta clasificación, incluyendo la preservación de suelos en los abanicos estudiados de tipo Calcisol, Vertisol, Gypsisol y Gleysol, destacando la importancia de este último en el ambiente de aridez de la Región de Atacama.

Algunas de estas morfologías se encuentran influenciadas por el sistema fluvial erosionándolas y erigiendo en ellas superficies aterrazadas. Estas formas que embellecen el paisaje se pueden observar en Quebrada de Pinte, en las localidades de San Félix y Alto del Carmen.

La geología de estas áreas datan de edades paleozoicas, entre ellas el basamento, que se compone por tonalitas, granodioritas y dioritas cuarcíferas de edad carbonífero superior (Nasi Et al., 1985) sobreyacido por secuencias sedimentarias clásticas, volcanoclásticas y sucesiones marinas de edad triásica y jurásica que forman parte de la Formación La Ternera y Formación Lautaro respectivamente. Las estructuras predominantes corresponden a la falla inversa de Pinte levantando bloques del basamento sobre cobertura mesozoica (Salazar et al., 2013), destacan también pliegues anticlinales y sinclinales generados por diversos eventos tectónicos que abarcan desde el Pérmico al Eoceno. Estos antecedentes geológicos producen un realce paisajístico imprescindible de divulgación científica.

Actualmente el patrimonio vigente se caracteriza por la presencia en Quebrada de Pinte de túmulos funerarios, la existencia de patrimonio paleontológico, morfologías asociadas al sistema fluvial del río el Tránsito,

Museo de sitio de Pinte, y las formaciones geológicas que hermean el paisaje con sus alternancias de colores.

En San Félix el paisaje se caracteriza por su Valle angosto asociado a un sistema fluvial que está siendo colmatado por sedimento de flujos en masas provenientes de abanicos aluviales activos y que por efecto de la gravedad, el viento y el agua que afectan de manera esporádica la zona, hacen que estas morfologías modelen el paisaje.

Otro de los hitos patrimoniales en San Félix es su iglesia, Nuestra Señora de la Merced, fundada en 1840, la cual se ubica al costado de la plaza del poblado.



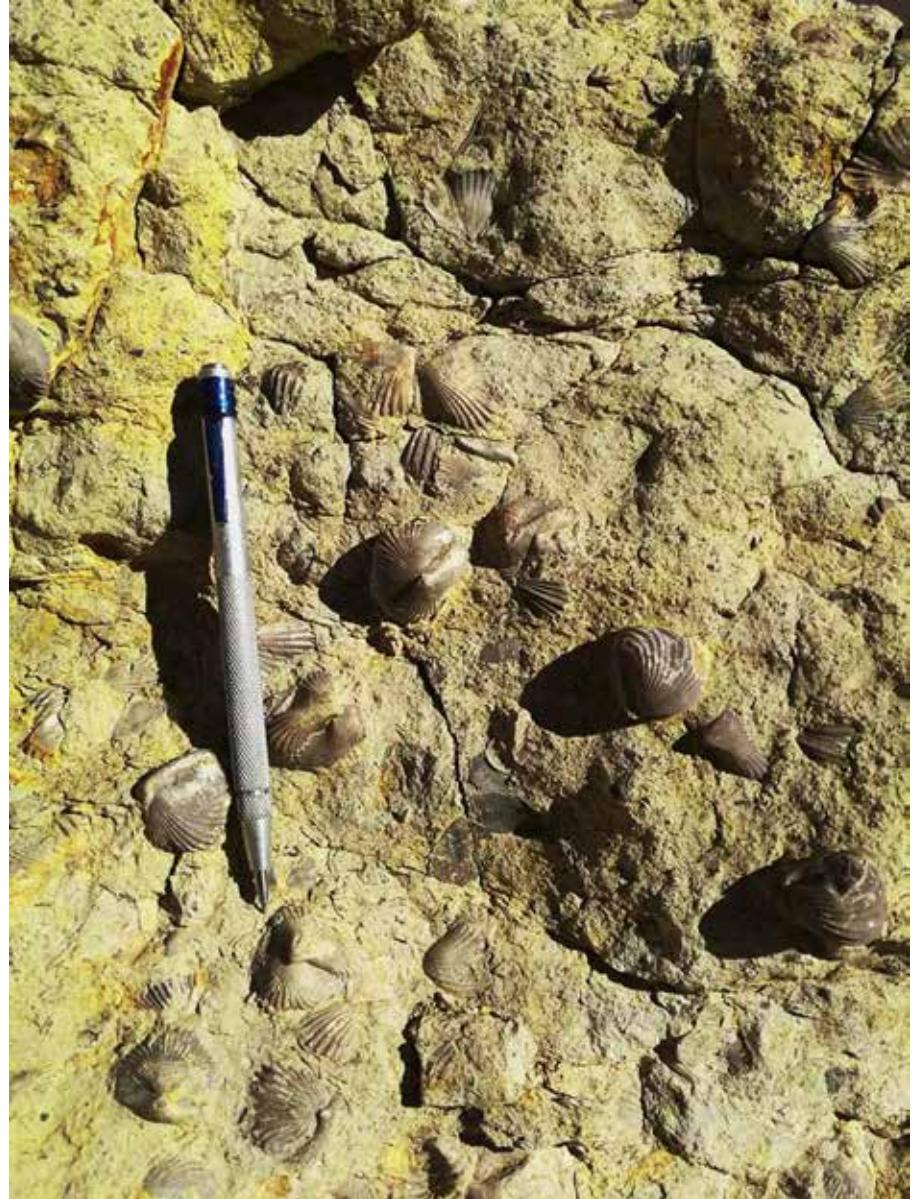
La comunidad local de Pinte, reconoce en sus montañas Imágenes esculpidas naturalmente, estas se asocian a la cara de un Indio, una pirámide y un escorpión, todas posicionadas de izquierda a derecha respectivamente. Estas figuras son parte de formaciones sedimentarias como calizas, margas, areniscas calcáreas fosilíferas y conglomerados correlacionables geológicamente con la Formación Lautaro (Segerstrom, 1959), de edad jurásica.



Dentro del apartado de geoturismo en Quebrada de Pinte, sus atractivos a destacar son, el Museo de Sitio, la riqueza fosilífera del sector compuesta por fósiles de equinodermos, braquiópodos y bivalvos, Túmulos funerarios ceremoniales de la Cultura Molle, Capilla de Pinte, su geología y geomorfología donde el transporte de sedimentos es influenciado principalmente por acción del agua, el viento y la gravedad, dando origen a formaciones geológicas que varían en su coloración.



Túmulos funerarios: los primeros habitantes de Quebrada de Pinte están relacionados a la Cultura Molle, prueba de ello es este sitio arqueológico constituido por un cementerio de seis túmulos funerarios, que dada su forma ostentosa, históricamente ha sido blanco recurrente de saqueos (Relatos de lugareños) (Riveros, 2019). Los túmulos están construidos por rocas metamórficas, ígneas y sedimentarias que han sido transportadas por diversos agentes erosivos, a la base de la quebrada donde están situados, desde los cerros aledaños a ella.



Fósiles de Bivalvos y Rhynchonella de izquierda a derecha respectivamente, de edad jurásica presentes en las unidades calcáreas de Quebrada de Pinte. El patrimonio paleontológico de quebrada de Pinte se encuentra protegido bajo la Ley N° 17.288 de Monumentos Nacionales.



Terraza fluvial pareada en Quebrada de Pinte. Una terraza fluvial se origina cuando una llanura de inundación experimenta el ensanchamiento lateral del cauce durante un periodo de relativa estabilidad climática y tectónica. Luego, producto de alguna perturbación, se produce un cambio en el nivel de base y el río aumenta su acción erosiva, sobre-excavando su cauce y dando origen a uno nuevo por el que circulan las aguas, dejando colgada en altura la llanura de inundación primitiva (Pedraza, 1996).



Fotografía captada con Drone, donde se observa la comunidad de San Félix desde las alturas. En ella se dimensiona como el sistema fluvial del río El Carmen ha tenido una rápida incisión dado lo angosto y pronunciado de su paisaje. Además se observan como los abanicos aluviales han sido cultivados por viñedos siendo sus suelos favorables para hacerlo, junto con ellos, también han sido utilizados para la construcción de la población al igual que la llanura actual de inundación del río El Carmen.



Agradecimientos

Para realizar este texto al igual que la investigación que respalda toda la información recopilada se utilizaron fondos otorgados por el Gobierno Regional de Atacama , gracias al Fondo de innovación para la competitividad FIC 2016 , el cual financió el proyecto "Geoturismo en el Valle del Huasco: Un aporte de las geociencias al desarrollo y crecimiento del turismo tradicional" .

Este proyecto fue dirigido por la geóloga Sra. Nicoll Castillo Jorquera y codirigido por el Geólogo Sr. Miguel Tapia Viera siendo académicos de la Universidad de Atacama, quienes estuvieron a cargo del grupo de investigación confirmado por los estudiantes a continuación nombrados; Sebastián Costa, Felipe Pizarro, Sebastián Pérez, Juan Carlos Da Silva, Iván Rojas, Daniela González, María José Riveros, María José Barrios y Patricio Farías . Sin sus compromisos y tiempo de dedicación en terreno y gabinete toda la experiencia no hubiese sido igual de enriquecedora.

De igual manera se agradece a la geóloga Srta. Paulina Fuentes Molina y al geólogo Sr. Jimmy Zepeda por el apoyo profesional en las diversas etapas de desarrollo del proyecto, como también al Sr. Jesús López por ser quien colaboró en laboratorio logrando realizar todas las secciones utilizadas para fundamentar la geología de cada distrito y suelo estudiado.

