

CIMM

CENTRO DE INVESTIGACIÓN
MINERA Y METALÚRGICA

Rehabilitación de las
Ruinas Mineras de La Africana

Cerro Lo Aguirre, Pudahuel.
Región Metropolitana



Memoria de Proyecto de Título 2018

Alumna Constanza Leiva Vicencio
Profesor guía Leopoldo Prat

CIMM

CENTRO DE INVESTIGACIÓN
MINERA Y METALÚRGICA

Rehabilitación de las
Ruinas Mineras de La Africana

Cerro Lo Aguirre, Pudahuel.
Región Metropolitana

Memoria de Proyecto de Título 2018

Alumna Constanza Leiva Vicencio
Profesor guía Leopoldo Prat

*Dedicado a los Africanos,
que la memoria y el amor por su tierra
no se pierda nunca.*

AGRADECIMIENTOS

*A quienes fueron parte de este proceso,
con apoyo y motivación, en especial
a Natalia y su compañía constante.
A mis padres por su paciencia y preocupación,
y su pasión por el mundo minero.
A mis amigos de cuatro patas,
por tantos transnoches juntos.
Y a mi Pelao querido, que me enseñó el camino.*

Gracias.

PROFESIONALES CONSULTADOS

Alberto Texido Zlatar

Arquitecto, Universidad de Chile.

Lorenzo Berg

Arquitecto, Universidad de Chile.

Claudia Torres Gilles

Arquitecta, Universidad de Valparaíso.

María Eugenia Pallarés

Arquitecta, Universidad de Chile.

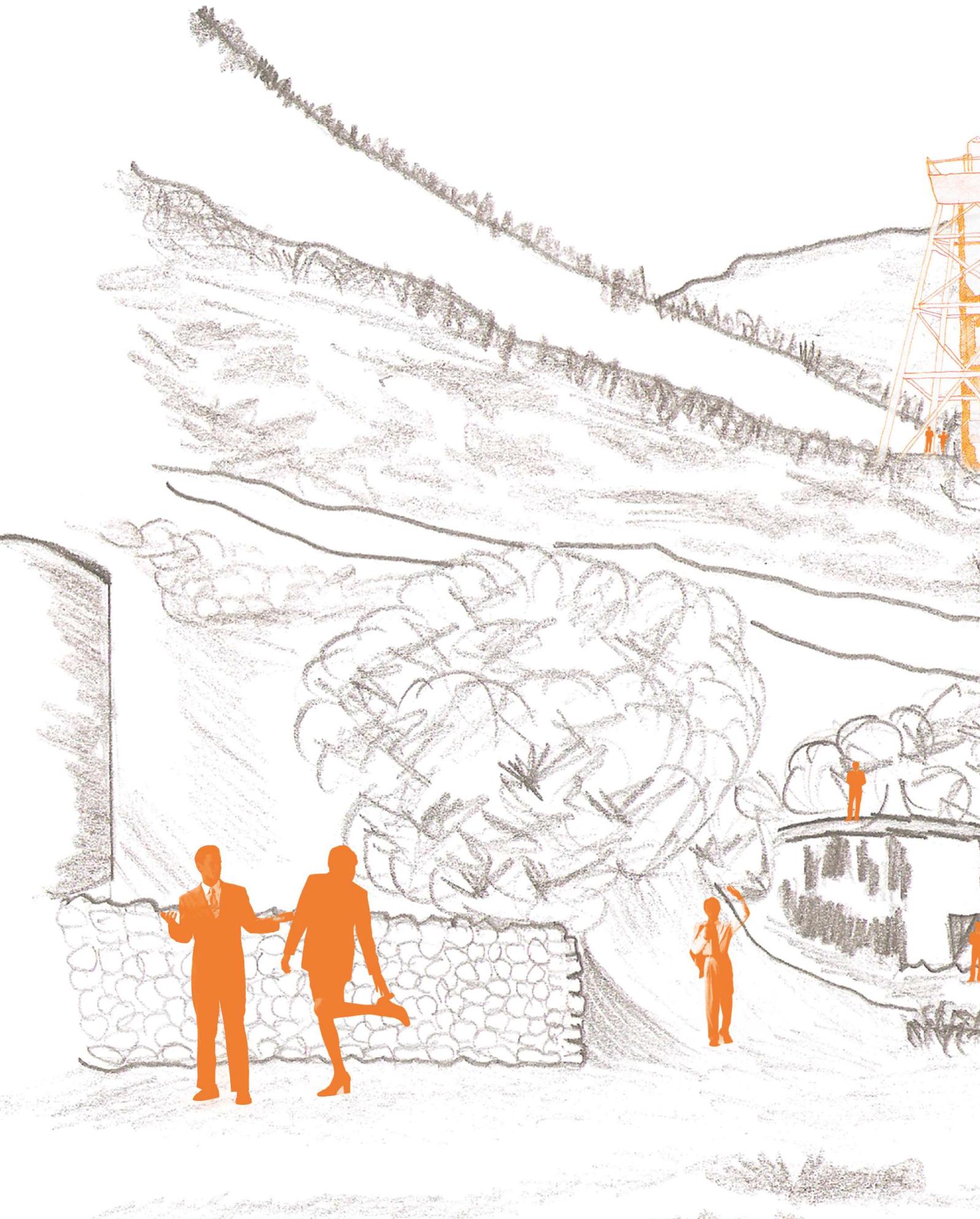
Camila Bravo González

Química Ambiental, Universidad de Chile.

Enrique Miranda S.

Ingeniero Civil de Minas, Universidad de Chile.
Gerente General del Instituto de Ingenieros
de Minas de Chile.

CONTENIDO	PÁGINA
01 PRESENTACIÓN	
1.1 Introducción	11
1.2 Problemática	12
1.3 Objetivos	13
02 MARCO TEÓRICO	15
2.1 Patrimonio Industrial Minero	16
2.1.1 Atributos de las ruinas como patrimonio	16
2.1.2 Intervenciones en el Patrimonio	19
2.1.3 Proyectos Relevantes	20
2.2 Centro de Investigación Minera y Metalúrgica	24
2.2.1 Antecedentes Generales	24
2.2.2 Situación Actual	26
2.3 Desechos mineros: Relaves y efectos contaminantes	27
2.4 Fitorremediación como estrategia para la recuperación de suelos afectados por la actividad minera	29
2.4.1 Remediación de Relaves	29
2.4.2 Aplicaciones en terrenos post actividad minera	30
03 EL LUGAR: LA AFRICANA, PUDAHUEL	33
3.1 Pudahuel: Antecedentes Comunes	34
3.1.1 Contexto Territorial	35
3.1.2 Plan Regulador Comunal	37
3.2 Espacio minero La Africana	38
3.2.1 Contexto Histórico	38
3.2.2 Contexto Territorial	40
3.3 Las Ruinas. Imagen Post Industrial	43
3.3.1 Características Arquitectónicas	43
3.3.2 Sistemas Estructurales y Constructivos	50
3.3.3 Estado de Conservación	50
3.3.4 Valores Patrimoniales	52
04 EL PROYECTO	55
4.1 Idea de proyecto	56
4.2 Objetivos y Estrategias	57
4.3 Propuesta Urbana: Parque Experimental el Tranque	58
4.3.1 Estrategia Urbana	58
4.3.2 Lineamientos Generales del Parque	59
4.3.3 Componentes del Parque	60
4.4 Propuesta Arquitectónica: CIMM Investigación y Difusión	62
4.4.1 Programa y Usuario	62
4.4.2 Criterios de intervención	63
4.4.3 Estrategias de diseño	64
4.4.4 Planimetría del proyecto	65
4.4.5 Propuesta Estructural y Constructiva	66
4.4.6 Sustentabilidad	67
4.4.7 Gestión	67
4.4.8 Imágenes del proceso	68
05 REFLEXIONES FINALES	71
04 BIBLIOGRAFÍA	75



CAPÍTULO 01
PRESENTACIÓN





Fig.1. Vista de las ruinas insertas en el Cerro Lo Aguirre.
Fuente: Jorge Delgado, en www.oxidoaustral.com

El Proyecto de Título “CIMM: Rehabilitación de las Ruinas Mineras de La Africana” explicado en esta memoria deriva del Seminario de Investigación ***Ruinas Mineras en entornos rurales ¿Conservación a través de la intervención?***, tomando uno de los casos de estudio para formalizar las actuaciones de intervenciones estudiadas en él, planteando el emplazamiento del nuevo Centro de Investigaciones Mineras y Metalúrgicas para la recuperación e integración de un espacio deteriorado y en desuso, ubicado en el límite urbano de Santiago.

1.1 INTRODUCCIÓN

“El edificio antiguo no es valioso en sí mismo, como objeto a contemplar, sino que lo es en la medida que es capaz de dar cuenta de una cierta historia, transformándose en un bien cultural activo, catalizador y a la vez detonante de vínculos y relaciones con el pasado y con otros individuos” (Pinto, 2007).

La minería ha sido clave para el desarrollo económico del país y se le reconoce como una actividad arraigada a la historia y memoria chilena, formando parte de la identidad de la nación. Sin embargo, tal identidad se ve poco reflejada cuando el ciclo de producción se ve terminado.

Así lo demuestra la presencia de ruinas abandonadas y de construcciones industriales en desuso a lo largo del país. Luego del cierre de las plantas debido a los cambios tecnológicos o agotamiento de la materia prima, los sitios son abandonados y pasan a formar parte de la historia.

Estas ruinas mineras no solo presentan un valor histórico por su relación a la producción y desarrollo del país, si no también, aún más importante, adquieren un valor social. Gracias a su condición rural, es posible encontrar junto a ellas vestigios de viviendas, equipamientos y servicios que permitían su funcionamiento en lugares alejados de la ciudad. Para quienes habitaron estos lugares, la ruina representa un hito, el cual les genera un sentido de pertenencia y una identidad.

El continuo crecimiento de los núcleos urbanos sobre el sector rural ha generado que las zonas de explotación hayan tomado un lugar privilegiado dentro de las ciudades, sin embargo, esta misma expansión hoy pone en peligro aquellas ruinas mineras que no se encuentran protegidas.

Así es el caso de La Africana, ex mina de cobre abandonada hace 40 años, ubicada en la Región Metropolitana, en el límite urbano de Pudahuel, rodeada por una ola residencial creciente sobre el Cerro Lo Aguirre que amenaza con su desaparición, significando una gran pérdida para quienes aún recuerdan su vida y trabajo en este entorno minero, “los africanos”.

Por ello, la conservación de estos vestigios se vuelve indispensable. La recuperación de estos espacios significaría el reconocimiento y la puesta en valor de sus atributos como patrimonio.

1.2 PROBLEMÁTICA

“Los cambios en la economía y en la normativa técnica de la producción han llevado a la destrucción de edificios, la pérdida de maquinarias históricas y la obsolescencia de conjuntos enteros que incluían las aldeas, barrios y vecindarios de obreros que en un momento constituyeron paisajes completos. En muchos lugares, el patrimonio industrial, sea de antes o después de la Revolución Industrial, no ha adquirido aún el nivel necesario de reconocimiento para sus artefactos, sitios y paisajes” (ICOMOS, 2000).

Frente al abandono de los sitios mineros cercanos a la ciudad se abordan dos problemáticas. Por un lado, la **desvalorización y falta de reconocimiento** de una ruina minera que presenta valores patrimoniales y que se encuentra bajo amenaza por la expansión urbana y por el continuo proceso de deterioro al que está expuesta.

La falta de legislación y la despreocupación sobre el Patrimonio Minero en específico se hace notoria al ver la gran cantidad de sitios abandonados en el *Catastro Nacional de faenas mineras Abandonadas y/o paralizadas* realizado por el Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), que da cuenta de 520 sitios abandonados a lo largo del país, donde aquellos bienes de interés arquitectónico, histórico y/o cultural, no presentan protección alguna. Así, los terrenos se han convertido en “desiertos” dejando huellas de su actividad productiva y residuos mineros contaminantes, lo que nos lleva a la segunda problemática, los **problemas medioambientales en el entorno**.

Previo a la promulgación de la *Ley 20.551* del año 2011, que regula el *Cierre de Faenas e Instalaciones Mineras*, existía una “ausencia de una normativa específica, que regulara los aspectos negativos de la Industria Minera Extractiva” (SERNAGEOMIN,

2011) y las empresas no tenían mayores responsabilidades sobre las externalidades producidas por el negocio minero, por lo que una vez finalizada la faena se procedía al abandono del lugar. A pesar de la modificación normativa, la nueva ley apunta a impedir que se generen nuevas faenas abandonadas, pero no existe una fiscalización de aquellas que ya se encuentran en situación de abandono.

La estigmatización de estos bienes de origen industrial, asociado a los efectos negativos de la minería sobre el medio ambiente, sumado al gran deterioro que presentan, fomentan la falta de reconocimiento como un bien patrimonial representativo de la sociedad, dejando de lado los atributos históricos, sociales y arquitectónicos que se podrían perder.

En el caso particular de la ex- mina La Africana, la cercanía con la ciudad otorga mayor preocupación, sobre todo por la proximidad que existe entre el relave minero y el Río Mapocho, que abastece los terrenos agrícolas aledaños, situación que también se presenta como una gran oportunidad para insertar un programa de investigación ligada a la minería que potencie la recuperación de los suelos erosionados por la actividad extractiva y que permita la rehabilitación de las ruinas para su puesta en valor.

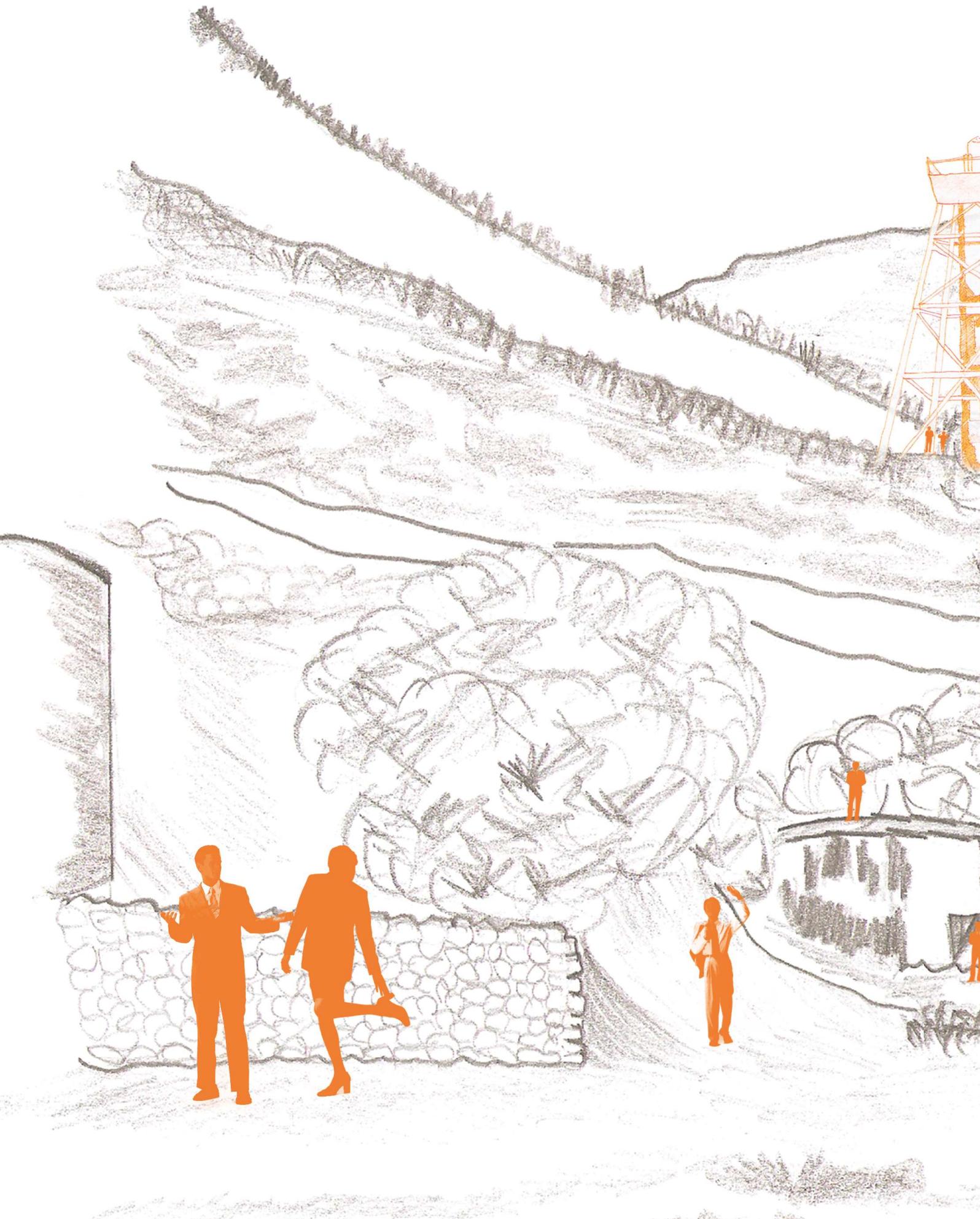
1.3 OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Reconocer y aprovechar la existencia de las ruinas mineras de La Africana dentro del entorno urbano de Santiago, dándoles de un nuevo uso, que potencie la recuperación del terreno, tomando la ruina y relave como un recurso y no un desecho.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- **Contener** el relave, evitando movimiento de masas y filtraciones de contaminantes hacia el río Mapocho, a partir de a regeneración del borde.
- **Conectar** el terreno con el contexto, convirtiendo un terreno antes “perdido” en un espacio útil y abierto al público, generando relaciones con el entorno urbano y las áreas verdes colindantes.
- **Recuperar** los suelos deteriorados por la actividad industrial (relave) mediante la fitorremediación, a partir del programa de investigación (de uso privado) que albergará el nuevo proyecto arquitectónico.
- **Rescatar** las ruinas mineras, para su puesta en valor, como elementos icónicos del paisaje local y de la historia comunal y nacional.



An architectural sketch in pencil and orange ink. The scene depicts a building with a prominent stone wall on the left and a large, dense tree in front of it. To the right, a modern building with large windows is visible. Several human silhouettes are scattered throughout: two on a balcony of the modern building, two near the stone wall, and a man in a suit and a child in the foreground. The background features rolling hills or mountains. The text 'CAPÍTULO 02 MARCO TEÓRICO' is positioned on the right side of the image.

CAPÍTULO 02
MARCO
TEÓRICO

2.1 PATRIMONIO INDUSTRIAL MINERO

Para la fundamentación del proyecto es importante conocer las características y atributos que le otorgan a las ruinas de La Africana su valor patrimonial, por lo que será pertinente hacer algunas definiciones.

El **Patrimonio Industrial** se define en el *Plan Nacional de Patrimonio Industrial* (PNPI) de España en 2001 como “el conjunto de los bienes muebles, inmuebles y sistemas de sociabilidad relacionados con la cultura del trabajo que han sido generados por las actividades de extracción, de transformación, de transporte, de distribución y gestión generadas por el sistema económico surgido de la Revolución Industrial” (IPHE, 2016), cuya importancia es clave para el reconocimiento de grandes cambios y consecuencias en la humanidad.

El camino hacia la valorización de este tipo de patrimonio se ha ido generando poco a poco, siendo referenciado por primera vez en 1978 por la UNESCO y reconocido actualmente por múltiples organizaciones a nivel internacional que han generado guías importantes para su conservación. Una de ellas es la *Carta de Nizhny Tagil* (2003) del Comité Internacional para la Conservación del Patrimonio Industrial (TICCIH) que expone que “los edificios y las estructuras construidos para actividades industriales, los procesos y las herramientas utilizadas y las localidades y paisajes donde se han ubicado, así como todas sus otras manifestaciones tangibles o intangibles, poseen una importancia fundamental” (TICCIH, 2003), destacando la relevancia de estudiar y conservar las piezas de la historia. Sumado a ello, en 2011 se presentan “*Los principios de Dublin*” que expresa la vulnerabilidad y riesgo a la que está expuesta este patrimonio, ya sea por “falta de conciencia, documentación, reconocimiento y protección, pero también por tendencias económicas fluctuantes, percepciones negativas, cuestiones ambientales o a causa de su magnitud y complejidad” (ICOMOS-TICCIH, 2011).

El **Patrimonio Minero**, es un concepto aún más reciente, desarrollado en España para la protección específica de los vestigios de la actividad extractiva, a modo de reconocerlo como un patrimonio con variados valores que le otorgan una personalidad propia. Según el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) puede definirse como “el conjunto de labores mineras de interior y exterior, estructu-

ras inmuebles y muebles, así como instalaciones periféricas, hidráulicas y de transporte, documentos, objetos y elementos inmateriales vinculados con actividades mineras del pasado, a los que un grupo social, más o menos amplio, atribuye valores históricos, culturales o sociales” (IGME, s.f.).

2.1.1 ATRIBUTOS DE LAS RUINAS MINERAS COMO PATRIMONIO

Para la valoración de un bien, el PNPI plantea conjuntos de valores que resaltan la importancia su de conservación y potencial intervención:

- **Valores Intrínsecos**

Reune el valor testimonial, la representatividad tipológica, la autenticidad y la integridad de lo existente.

- **Valores Patrimoniales.**

Recoge los atributos históricos, socio-culturales, tecnológicos, arquitectónicos y territoriales.

- **Valor de Viabilidad.**

Este punto define el valor potencial del bien, considerando su nivel de conservación para la posibilidad y rentabilidad de intervención.

Dentro de ellos, el atributo **socio-cultural** toma relevancia por la existencia de la **memoria colectiva** de un grupo de personas que se sienten arraigados al lugar y al grupo social. La vida en torno a la minería, los campamentos y la mina, mantienen un sentido de pertenencia sobre ese territorio. Sus recuerdos y vivencias se ven plasmados en la ruina, convirtiéndola en el relato testimonial de una condición social reflejada en el espacio habitable, su arquitectura y la extensión natural. Esto se ve claramente reflejado en el caso de los “africanos”, ex habitantes de La Africana, quienes año a año se reúnen para recordar la vida en la mina y visitar lo que fue su hogar.



Fig.2. Mineros realizando perforaciones al interior de la mina.
Fuente: Video. Archivo Patrimonial Usach.

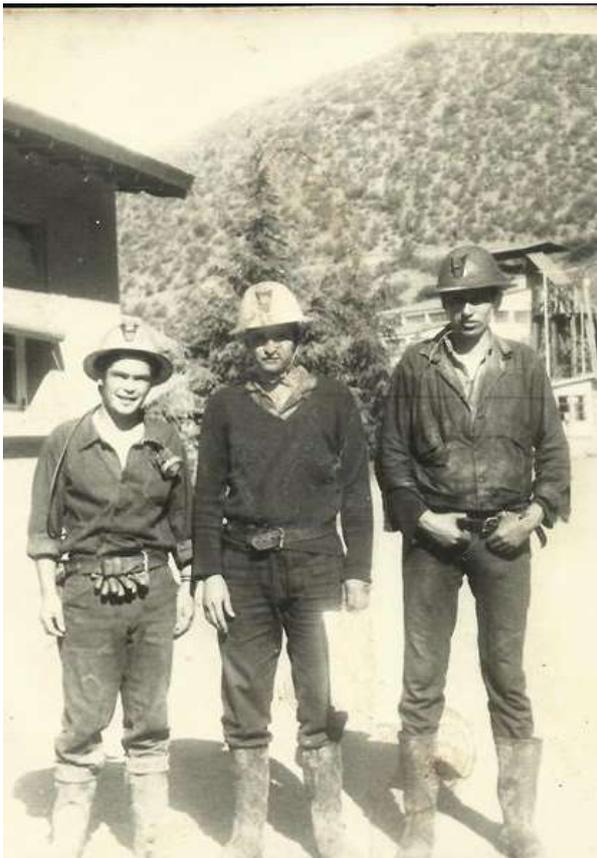


Fig.3. Mineros "africanos"
Fuente: Facebook "africanospor siempre".

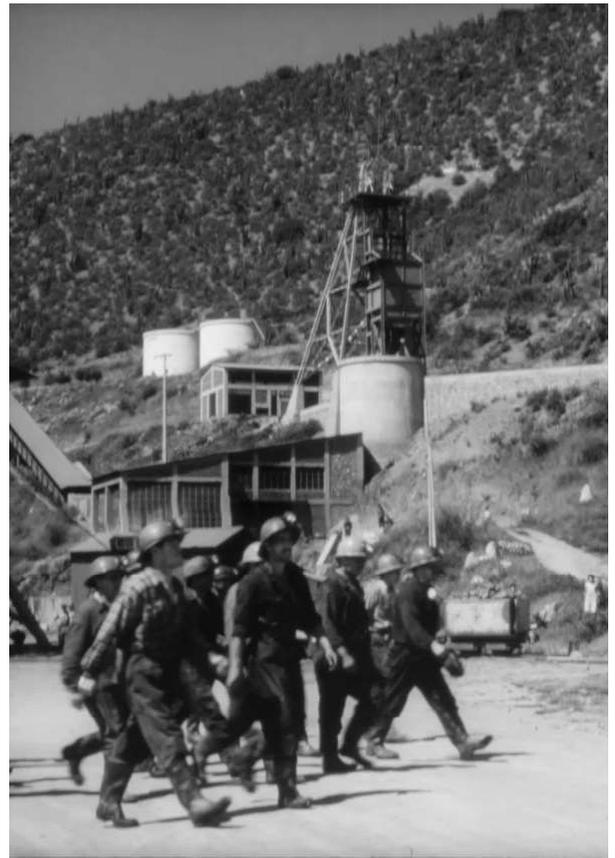


Fig.4. Mineros saliendo del turno.
Fuente: Video. Archivo Patrimonial Usach.

PATRIMONIO INDUSTRIAL DE CHILE: MONUMENTOS NACIONALES

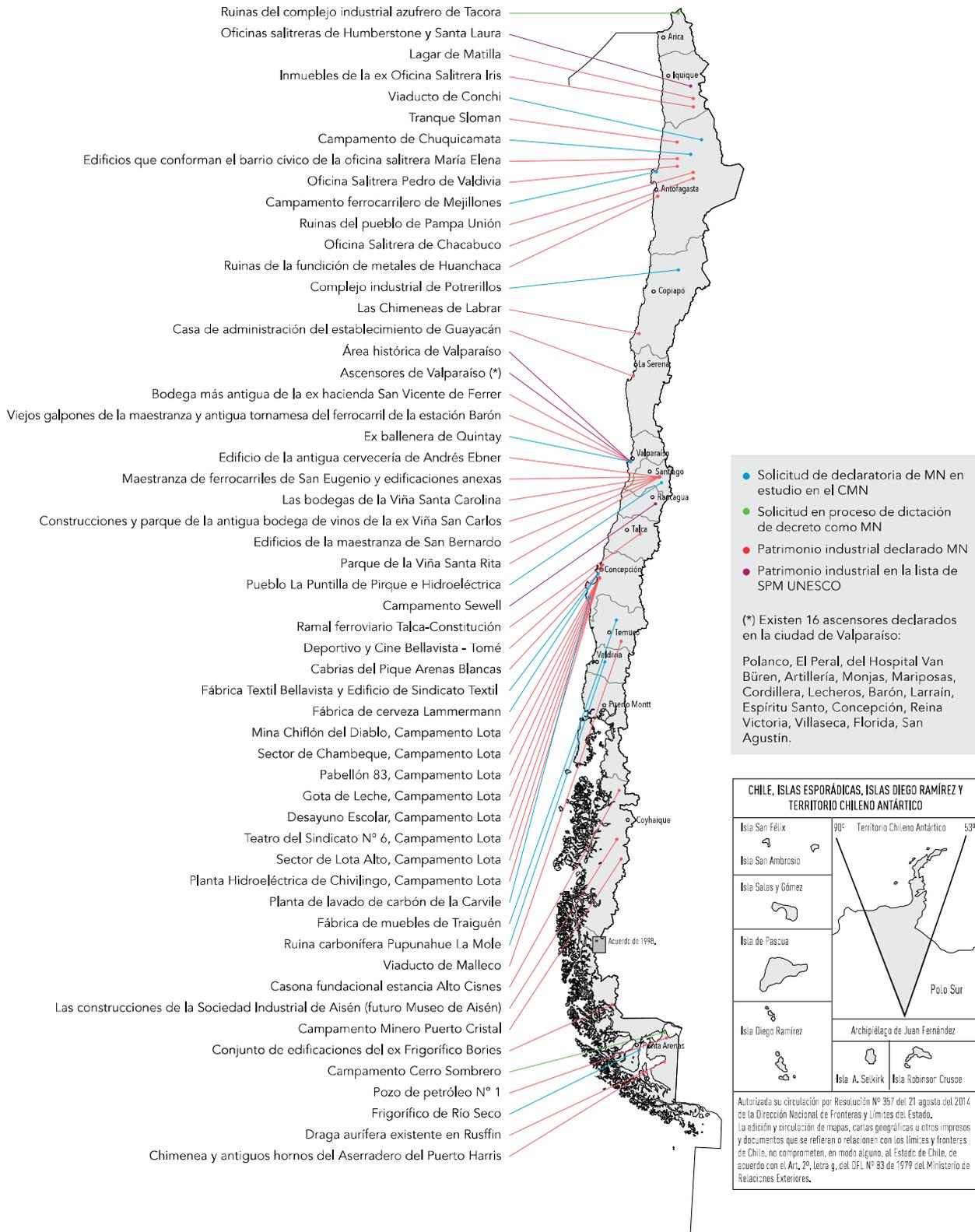


Fig.5. Patrimonio Industrial de Chile: Monumentos Nacionales.
Fuente: V. Waissbluth (2014). Reportaje en Revista PAT, N° 60, p.27.

2.1.2 INTERVENCIONES EN EL PATRIMONIO MINERO

En el contexto nacional, se puede apreciar cierto interés por la protección y conservación del patrimonio, perteneciendo actualmente al ámbito minero 2 de los 6 sitios nacionales declarados Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO (Ex Campamento Minero de Sewell y Oficinas salitreras de Humbertone y Santa Laura) y una lista no menor de sitios declarados Monumentos Nacionales (fig.5).

Sin embargo, la declaratoria de Monumento o la *musealización* no siempre es suficiente para su conservación, como sucedió con el caso de la cábria del Pique Alberto en el Sector Chambeque en Lota, declarado Monumento Nacional en 2014 y que en marzo del 2016 cedió ante el deterioro progresivo de la estructura, siendo responsabilidad del propietario la mantención del inmueble. Más bien, la declaratoria solo constituye una protección legal, y por tanto, dice que un bien no puede ser destruido, sin embargo nada los protege de la propia acción del tiempo si no existen actuaciones de conservación.

En aquellos casos, más alejados de la ciudad o donde no se tiene los recursos para mantenerlos, es donde se deben evaluar otras estrategias para su conservación y puesta en valor.

Para ello se deben revisar los tipos de intervenciones reconocidas y realizadas en torno a las recuperación de edificaciones.

Actuaciones de Conservación

La conservación corresponde a un procedimiento por el cual se intenta detener el efecto de factores externos e impedir que existan nuevos deterioros en un edificio (Terán, 2004). Con ello, nos referiremos a aquellas intervenciones que representan acciones respecto a lo construido, que apunten a la recuperación de la memoria de edificación o a la conservación de la ruina como un espacio de muestra, como lo son los museos de sitio.

Dentro de las estrategias de conservación se encuentra la **Restauración**, basada en la reconstrucción de los elementos; la **Consolidación**, que busca la estabilización de los elementos existentes; y la **Integración**, cuando existe una adición de elementos que sean indispensables para la comprensión de la totalidad de la obra.

Actuaciones de Intervención

En este caso, las estrategias apuntan a una rehabilitación de la estructura o la aplicación de nuevos usos, que pueden complementarse con actuaciones menores del punto anterior, para evitar daños y pérdidas.

Aquí nos encontramos con el **Reciclaje**, estrategia basada en la sustentabilidad que pretende la reutilización de materiales y elementos constructivos de una obra sin que guarde relación con su función original; y la **Rehabilitación**, que pretende habilitar un bien, conservando sus atributos, para resaltar las características y aprovechar los sistemas estructurales, otorgando, generalmente, un nuevo uso, según lo requiera el entorno.

Para el caso de La Africana, este último se presenta como la opción más adecuada “ya que es un modelo de intervención que puede garantizar la conservación de los valores primordiales de la obra arquitectónica (en cuanto a sí misma o en relación a su contexto) y a su vez incorporar preceptos contemporáneos de habitabilidad” (Torres, 2014).



Fig.6. Factoría Italia.
Fuente: plataformaarquitectura.cl



Fig.7. Tate Modern.
Fuente: holeinthedonut.com

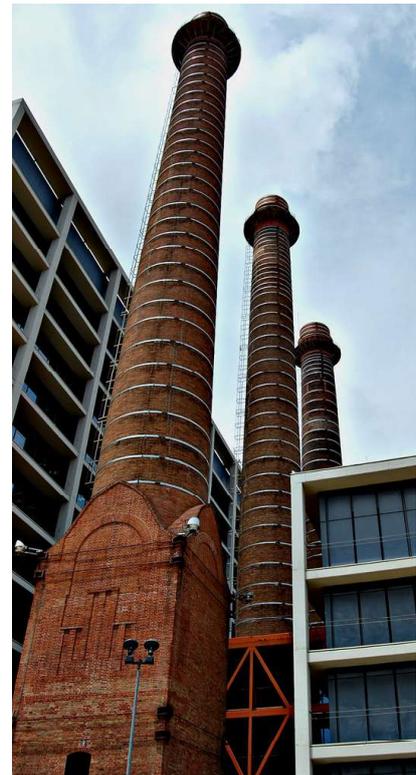


Fig.8. Jardines de las 3 chimeneas.
Fuente: flickr.com

2.1.3 PROYECTOS RELEVANTES

En el contexto europeo podemos ver que los proyectos de rehabilitación de construcciones industriales se encuentran ampliamente desarrollados a diferencia del contexto nacional, donde a pesar de los esfuerzos por reconocer el valor de algunos sitios expuestos anteriormente (fig.5), dentro de la legislación nacional aún no se reconoce el concepto de Patrimonio Industrial ni Patrimonio Minero, dejando los casos de rehabilitación en “un proceso germinal, poco regulado y bajo un modelo que, buscando cierta rentabilidad, se opone muchas veces a los intereses ciudadanos” (Torres, 2014), haciendo más acotado el campo de intervenciones que potencien el uso de la ruina, más allá de función simbólica y expositiva.



Fig.9. Vista desde la plaza de interior.
Fuente: plataformaarquitectura.cl

Factoría Italia

El proyecto de rehabilitación propuesto por Tidy Arquitectos, Gabriel Cáceres y Daniel Lazo, ganó el concurso privado para renovar las antiguas instalaciones industriales de la fábrica de sombreros Girardi, que al igual que La Africana, no presentan ninguna protección, pero aun así son elementos de gran peso dentro de la memoria colectiva de sus habitantes y presentan un valor histórico, patrimonial y cultural, digno de conservar.

Ubicado en Barrio Italia, Providencia, el proyecto se basa en la idea de generar un centro, a través de una plaza abierta que atraviesa el predio conectando 2 avenidas principales, un espacio abierto al público para el desarrollo de actividades urbanas (conciertos, bienales, ferias, etc.), convirtiéndose en la puerta de acceso al barrio. El programa incluye oficinas, comercio, mercado gastronómico, un hotel boutique y un centro cultural, este último ubicado en el edificio del ex-Teatro Italia.

Destaca también el criterio de reconstitución crítica, utilizando un mismo lenguaje industrial en el diseño de los nuevos volúmenes, pero siempre evidenciando la intervención nueva de lo existente.



Fig.10. Vista al edificio teatro
Fuente: plataformaarquitectura.cl



Fig.11. Centro Cultural Factoría Italia.
Fuente: plataformaarquitectura.cl



Fig.12. Vista desde el río Támesis.
Fuente: artfund.org



Fig.13. Sala de Turbinas como paseo interior.
Fuente: museuminsider.co.uk



Fig.14. Exposición en Sala de Turbinas.
Fuente: pinterest.com

Tate Modern. Museo Nacional Británico de Arte Moderno

La Central de Energía de Bankside, ubicada en la ribera sur del río Támesis en Londres, funcionó entre 1891 y 1981 como la estación de generación de electricidad de la ciudad hasta que la creación de nuevas plantas de energía más grandes provocó su cierre.

Posterior a su abandono, se evaluó la posibilidad de demoler y ubicar un nuevo edificio o reutilizar la estructura de la antigua planta. Así fue como en 1994 se realizó un concurso internacional para la reconversión y adaptación del edificio para albergar la colección Tate de arte moderno, cuyo ganador fue el diseño de los Arquitectos Herzog & de Meuron.

El proyecto de rehabilitación para la revitalización del sector de Bankside, se basó en el respeto del edificio existente. Consideró la conservación de la chimenea central de 99 metros de altura, la consolidación de la estructura de acero y ladrillo original de la fachada, manteniendo su aspecto exterior característico. La maquinaria de la sala de turbinas fue retirada y algunas construcciones menores fueron demolidas para crear un interior funcional y con iluminación natural, para albergar el programa de exposición.



Fig.15. Vista desde la plaza de acceso.
Fuente: tonihervas.blogspot.com

Jardines de las 3 Chimeneas. Barcelona

Ubicadas en el distrito de Saints-Montjuic, estas chimeneas constituyeron la Compañía Barcelonesa de Electricidad construida en 1883 que cerraría en 1989. En el año 1979 fueron catalogadas patrimonio histórico artístico, por el ayuntamiento de Barcelona, representando un hito dentro de la zona de Poble-Sec, ya que a principios del siglo XX la compañía eléctrica fue pionera en el país dentro de su tipo y por la participación de los trabajadores en una de las huelgas más importantes que constituyó un hito para el movimiento obrero de Cataluña (1919).

La intervención está caracterizada por la conservación y realce de los elementos icónicos (chimeneas), mediante dos edificios del FECSA (Fuerzas eléctricas de Cataluña) que rodean las ruinas. Estas forman parte de un espacio abierto al público en 1995, donde se encuentran distintos elementos industriales (a modo escultural) que fueron parte de la central de electricidad, tales como las calderas y turbinas. Este espacio se constituye como un lugar para la cultura y el arte callejero dentro de Barcelona.



Fig.16. Vista desde la avenida principal.
Fuente: sweethomeabroad.com



Fig.17. Vista desde skatepark.
Fuente: es.foursquare.com

2.2 CENTRO DE INVESTIGACIÓN MINERA Y METALÚRGICA

El proyecto incorpora en su programa un área cultural y de difusión, situado en el edificio a rehabilitar, y otra de investigación, situada en un nuevo edificio que albergará el CIMM, cuya actividad actúa como sustento del proyecto de recuperación de las ruinas y permite revitalizar, a partir de la misma área de investigación, la zona a intervenir.

2.2.1 ANTECEDENTES GENERALES

Inicios

El CIMM corresponde a una institución de origen estatal, creada en 1970 como consecuencia al auge de la minería del país, con el objetivo de apoyar la minería local mediante labores de investigación científica tecnológicas y formación de recursos humanos especializados, evolucionando hasta transformarse principalmente en una gran empresa de servicios a la minería, con cobertura nacional e internacional.

Edificio original

En 1974 se entregó la primera planta piloto del centro, que albergó en sus inicios las oficinas de los trabajadores en los niveles superiores. Este fue parte de la primera etapa de un proyecto cuya construcción finalizaría a fines de los años 70.

El proyecto total comprendía un área edificada de 12.000 m² en un terreno de 10 hectáreas, ubicado en los faldeos del Cerro Manquehue, que contenía: los cuerpos correspondientes a **laboratorios** y **dos plantas piloto**, y el **edificio de administración** que albergaba la Dirección, la Subdirección de Planificación y Desarrollo y la valiosa Biblioteca (Millán, 2006).

El emblemático edificio fue diseñado por el arquitecto Gonzalo Mardones, que posteriormente se volvería el edificio ícono de la investigación minera nacional.

Organización y financiamiento

En su origen, la gestión operativa del centro era encabezada por un consejo directivo a cargo de las distintas líneas de administración, investigación y prestación de servicios (fig.18), siendo financiada en sus inicios por aportes directos de la Corporación del Cobre (CODELCO). Sin embargo, con los altos y bajos políticos y económicos sufridos durante su funcionamiento, en 1999 se le independiza del estado, reestructurando su operación en dos áreas de acción: **CIMM Investigación y Fomento Científico**, dedicada a coordinar los sectores involucrados y captar las reales necesidades y capacidades de investigación, innovación tecnológica y educación en la minería y metalurgia del país, financiándose a partir de aportes de organizaciones y postulaciones a fondos concursables estatales; y **CIMM Tecnologías & Servicios S.A.**, separando y delegando las actividades comerciales a su filial privada, creando una empresa con respaldo en consultoría y prestación de servicios de minería y metalurgia, con el prestigio de la reconocida institución (fig.19).

Para el año 2010, ya es considerado el Centro de Excelencia Nacional, al desarrollo y crecimiento de la industria minera y del país, destacando, entre otras áreas, el trabajo en nuevas tecnologías más limpias para la **recuperación de metales y valores desde residuos y desechos mineros**.



CENTRO DE INVESTIGACION MINERA Y METALURGICA

Avda. Parque Institucional 6.500 – Casilla 170 – Teléfono 2-289544 - Chile

ORGANIGRAMA CIMM

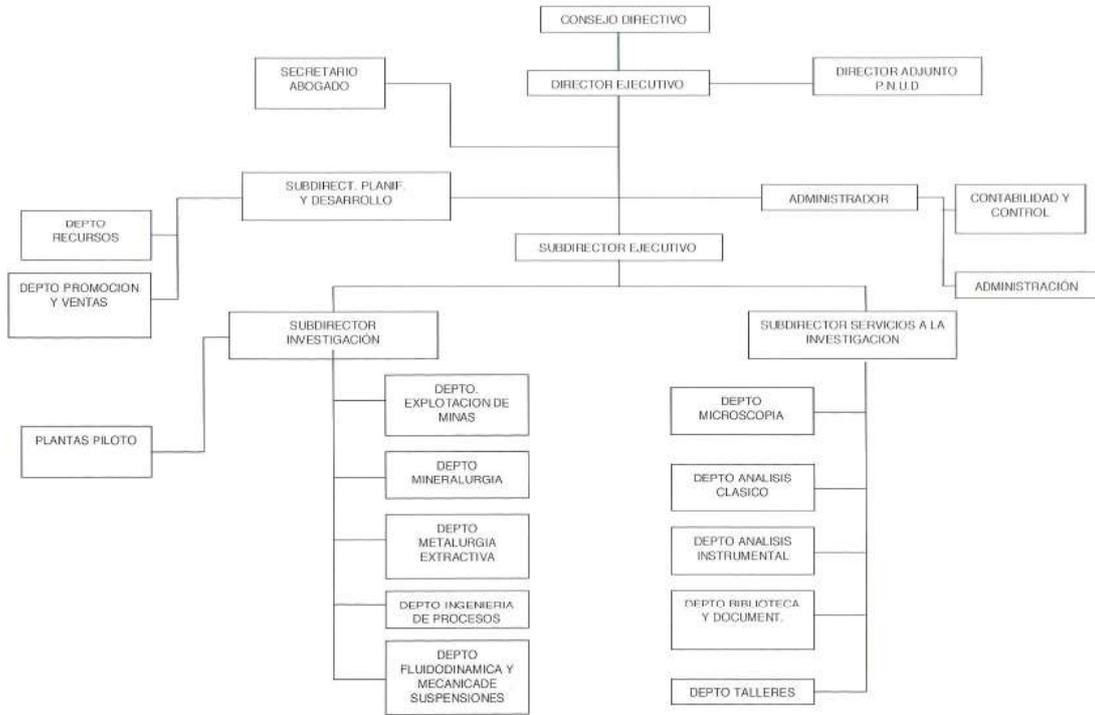


Fig.18. Organigrama CIMM.

Fuente: Cubillos, 2006.

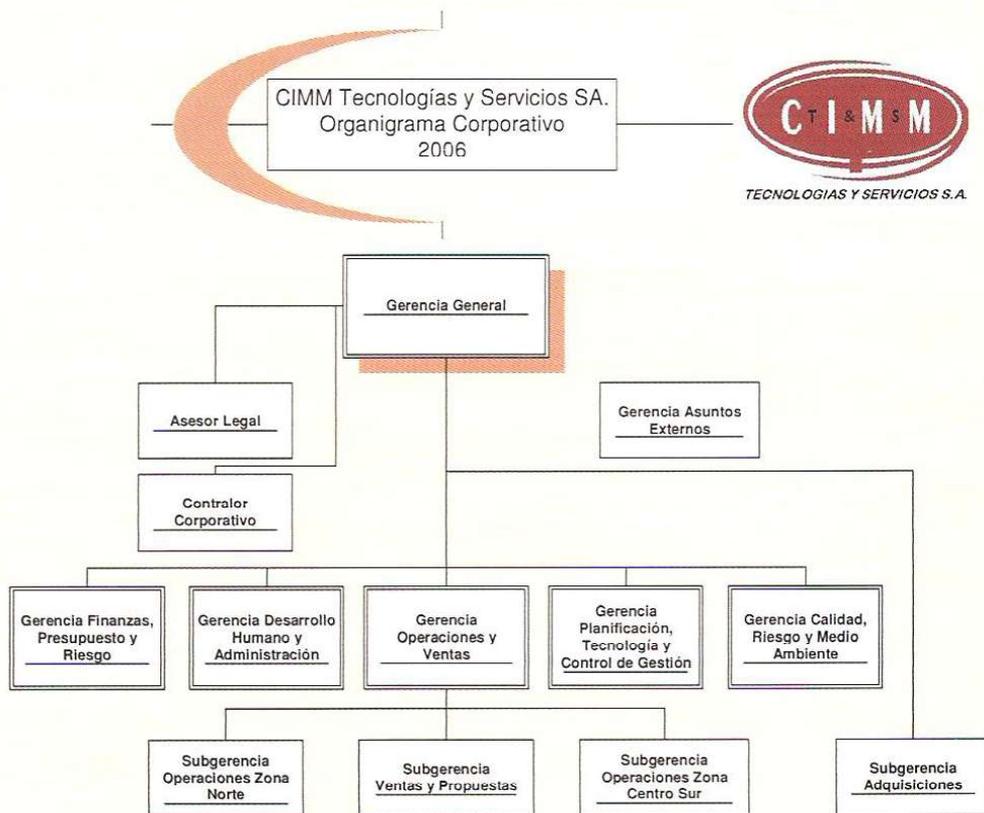


Fig.19. Organigrama CIMM T&S S.A.

Fuente: Cubillos, 2006.



Fig.20. Vista aérea dependencias del CIMM (1970).
Fuente: cimmm.cl



Fig.21. Delegación japonesa oficial de la JICA, visitando la Planta Piloto de CIMM (1985).
Fuente: cimmm.cl



Fig.22. Edificio CIMM antes de la demolición (2013).
Fuente: nuevamineria.com



Fig.23. Demolición del edificio CIMM (2013).
Fuente: mch.cl

2.2.2 SITUACIÓN ACTUAL

En 2012, comienza el decaimiento del centro, se produce la venta de la empresa filial CIMM T&S S.A. a la multinacional SGS y los terrenos de Santa María de Manquehue a la constructora Moller & Pérez-Cotapos, concretando la demolición del edificio corporativo en 2013 para la construcción de un proyecto inmobiliario, concluyendo el cierre del centro, bajo razones aún cuestionadas.

Sin embargo, la disolución no llegó a concretarse y se puso bajo revisión todas las operaciones realizadas, con el foco puesto sobre los dineros recaudados con la venta de los bienes que suman en total USD \$49 millones (aprox 30 mil millones de pesos).

Finalmente, en 2016 ocurre la reapertura del CIMM, continuando con su área de investigación con su equipamiento más importante, el Laboratorio de Ecotoxicología (120 m²), para estudiar el efecto de compuestos químicos tóxicos sobre los seres vivos, especialmente en cuanto a poblaciones, comunidades y ecosistemas, actualmente funcionando bajo un contrato de comodato en las dependencias de la Universidad Adolfo Ibañez.

Actualmente el Instituto de Ingenieros de Minas de Chile (IIMCh) se encuentra a cargo de las funciones administrativas del CIMM, enfocándose en el re-lanzamiento de la institución y en busca de una nueva sede para el completo funcionamiento de este.

En conversaciones con el gerente del Insituto, Enrique Miranda, se conoció una serie de potenciales lugares donde albergar las nuevas instalaciones, sin embargo, estas opciones correpondían a arriendos en edificios en altura que deben ser reaciondicionados para los laboratorios, que no lo convencía en su totalidad. El gerente, por otro lado, desde un punto de vista más personal, defendía la idea de un lugar más industrial, donde las intalaciones no sean limitadas y se desarrollen en un entorno científico tecnológico.

Bajo esta perspectiva, el emplazamiento del nuevo edificio en las dependencias La Africana, se presenta como una propuesta pertinente, tomando en cuenta la oportunidad que ofrece el terreno para la investigación y experimentación, y en consecuencia la ventaja del programa sobre la recuperación de los suelos.

2.3 DESECHOS MINEROS: RELAVES Y EFECTOS CONTAMINANTES

La presencia de relaves es una de las principales causas de contaminación de los suelos en torno a terrenos mineros encontrándonos con al menos 696 depósitos a lo largo del país (SERNAGEOMIN, 2016), 24 de ellos ubicados en la Región Metropolitana, uno de ellos en las dependencias de La Africana.

La producción de concentrado de cobre extrae grandes cantidades de material del yacimiento que se explota. Sólo una pequeña fracción corresponde al elemento de interés económico que se desea recuperar (algo menos de 1%). El resto del material procesado (muy pobre en cobre) se denomina **relave**, y se debe depositar de forma segura y ambientalmente.

Existen distintos tipos depósitos de relave (SERNAGEOMIN, 2016), que varían según su densidad y según la forma de contención:

- **Tranque de Relave**, cuyo muro está construido con el compactado de arenas del mismo relave.
- **Embalse de Relave**, cuyo muro está construido a partir de tierra y rocas aledañas, y se encuentra impermeabilizado en el coronamiento y en su talud interno.
- **Relave Espesado**, relave sujeto a “espesamiento”, procedimiento que favorece la sedimentación de los sólidos y decantación de los líquidos (similar el proceso de potabilización del agua) para eliminar la mayor cantidad de agua contenida en la pulpa.
- **Relave Filtrado**, similar al espesado y cuya humedad es menor a 20%
- **Relaves en Pasta**, de humedad entre 10 y 25%, que contiene abundantes partículas finas y bajo contenido de agua, de modo que la mezcla tenga una consistencia espesa

Según advierte el SERNAGEOMIN (2016), el relave, en principio, no es residuo tóxico, la toxicidad aparece en estados posteriores, cuando ciertos compuestos reaccionan con agua y solubilizan tóxicos que se pueden transportar a partir de la erosión por lluvia o viento. Los peligros asociados se relacionan con la estabilidad de los muros de contención frente a la ocurrencia de un evento sísmico que permita el escape de masas de relave; contaminación por metales pesados hacia aguas superficiales y subterráneas; drenaje ácido; sedimentos contaminados; y emisión de material particulado fino (BCN, 2012).

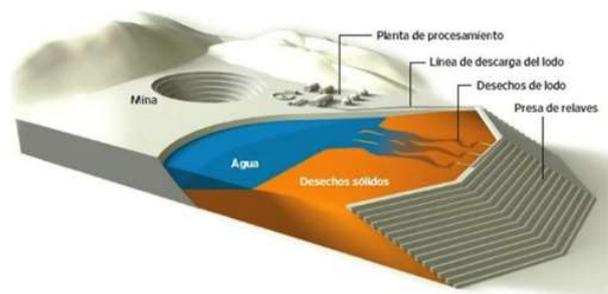


Fig.24. Partes de un relave.
Fuente: clickpicx.pw.



Fig.25. Tipos de presas de relave.
Fuente: clickpicx.pw.

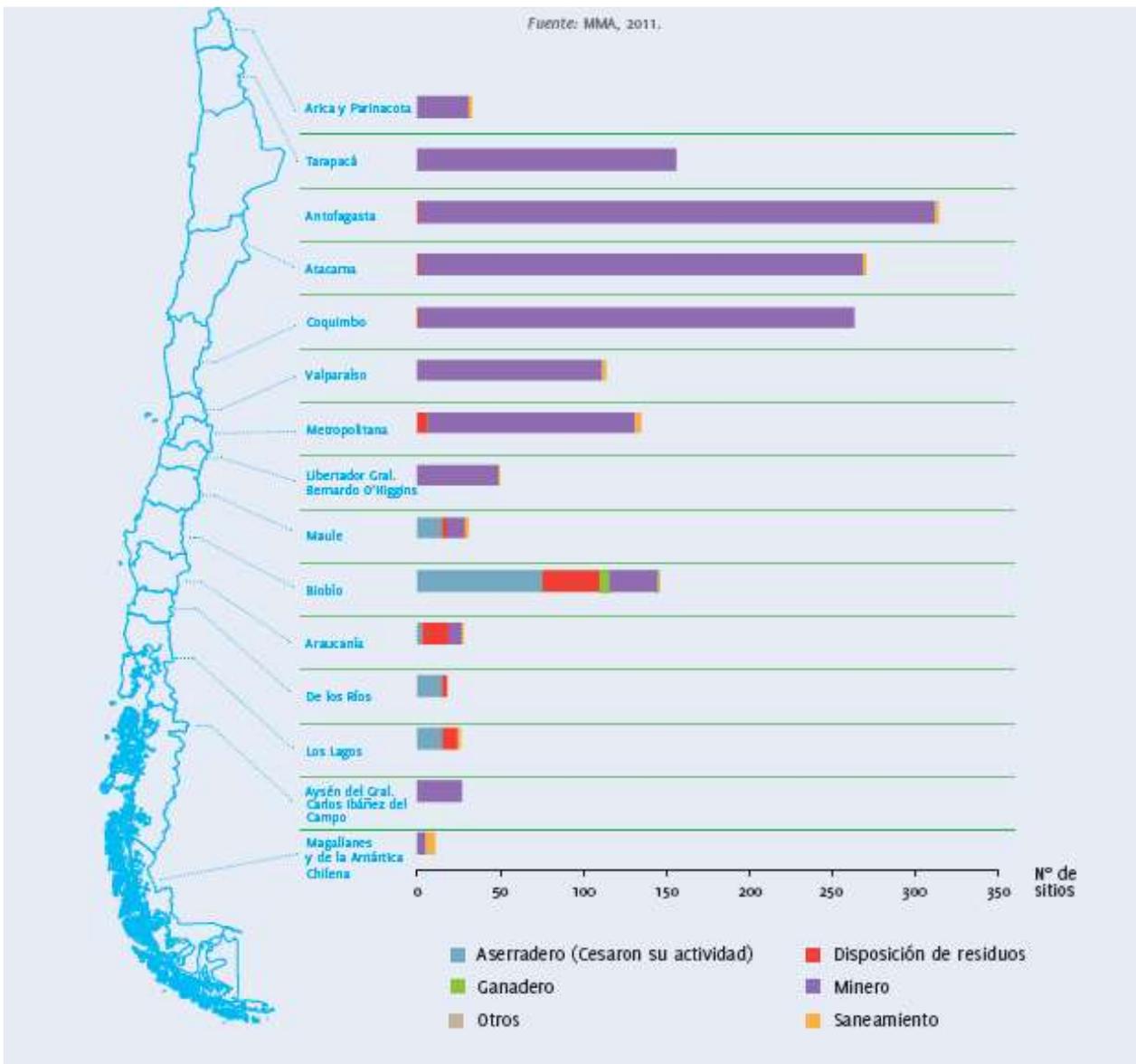


Fig.26. Distribución geográfica y sectorial de los sitios potencialmente contaminados
Fuente: Malhue, 2015.

2.4 FITORREMEDIACIÓN COMO ESTRATEGIA DE RECUPERACIÓN DE SUELOS AFECTADOS POR LA ACTIVIDAD MINERA

El Laboratorio de Suelos y Fitorremediación del CIMM durante su funcionamiento se posesionó como líder en el conocimiento y en la aplicación de tecnologías de fitorremediación en Chile.

“La **fitorremediación** es una vertiente de la biorremediación que surge recientemente como alternativa ante la problemática ambiental, y se basa en el uso de plantas que acumulan elevadas concentraciones de metales en sus tejidos para contener, remover o neutralizar contaminantes, mediante mecanismos de captura de metales propios de estas plantas y/o por los microorganismos que se desarrollan en la rizosfera” (Marrero, Amores y Coto, 2012).

En definitiva, busca la descontaminación de los suelos, la depuración de las aguas residuales o la limpieza del aire interior, usando plantas vasculares, algas u hongos (Correa, 2015).

Tipo	Proceso involucrado
Fitoextracción	Las plantas se usan para concentrar metales en las partes que se cosechan (hojas y raíces)
Rizofiltración	Las raíces de las plantas se usan para absorber, precipitar y concentrar metales pesados a partir de efluentes líquidos contaminados y degradados compuestos orgánicos
Fitoestabilización	Las plantas tolerantes a metales se usan para reducir la movilidad de los mismos y evitar el pasaje a capas subterráneas o al aire
Fitoestimulación	Se usan los exudados radicales para promover el desarrollo de microorganismos degradativos (bacterias y hongos)
Fitovolatilización	Las plantas captan y modifican metales pesados o compuestos orgánicos y los liberan a la atmósfera con la transpiración.
Fitodegradación	Las plantas acuáticas y terrestres captan, almacenan y degradan compuestos orgánicos para dar subproductos menos tóxicos o no tóxicos.

Fig.27. Tipo de fitorremediación según lugar donde ocurre el proceso.

Fuente: Malhue, 2015.

2.3.2 REMEDIACIÓN DE RELAVES

Existen distintos tipos de fitorremediación según el proceso que involucran (fig.27). Por la gran cantidad de contaminantes contenidos en los relaves, la mejor opción para su remediación es la fitoestabilización, cuyo objetivo es, la **estabilización química**, inmovilizando o reduciendo la biodisponibilidad de los metales presentes, a partir de la absorción y acumulación de ellos en las raíces de las plantas tolerantes a metales (metalófitas); la **estabilización física**, previniendo erosión y dispersión por agua y lluvia hacia las zonas aledañas; y la **estabilización biológica**, regenerando física y nutricionalmente el suelo para el adecuado establecimiento y desarrollo de las plantas introducidas, en el corto y largo plazo.

La elección de las plantas metalófitas debe sustentable, es decir, consecuente con la geografía, el clima y los componentes (y contaminantes) de la zona a tratar. Para un correcto desarrollo de un programa de fitoestabilización, se deben utilizar tanto **especies nativas y endémicas**, de las cuales ya existen estudios sobre su efectividad, como **especies exóticas asilvestradas**, cuya colonización ha sido espontánea sobre relaves abandonados, priorizando especies metalófitas del área circundante al relave con el fin de recrear un paisaje similar al aledaño, mediante especies que ya están adaptadas a las condiciones locales.

Cabe decir que, al igual que los ecosistemas naturales, la fitoestabilización no es algo estático, es un proceso con etapas y tiempo de ocurrencia, es decir, como una sucesión ecológica (Ginocchio, 2011).

2.3.3 APLICACIONES EN TERRENOS POST ACTIVIDAD MINERA

Embalse Cauquenes, Rancagua.

Los depósitos de relaves mineros de CODELCO, ubicado en la Región del Libertador Bernardo O' Higgins, a 12 km de Rancagua, dan muestra de una experiencia de fitoestabilización de casi 40 años, desarrollado en 3 etapas (1979, 2005, 2010). Hasta el día de hoy sigue siendo un caso de estudio sobre la aplicación y resultados de esta tecnología, en los cuales quedan evidencia la mejora de la textura del suelo, aumento de materia orgánica y pH, así como, la disminución de metales pesados y reducción de la dispersión del material particulado.

Mina Lo Aguirre, Pudahuel.

En 1980, la Sociedad Minera Pudahuel, dio comienzo al proyecto minero "Lo Aguirre" ubicado en Pudahuel a un costado de la Ruta 68, posteriormente a la paralización de la Mina La Africana, también de su propiedad. Durante 20 años, se realizó la explotación del yacimiento a cielo abierto, para la elaboración de cátodos de cobre.

El plan de cierre de faena se desarrolló en 3 etapas (2000-2005-2008) hasta finalizar en el 2011, cuyas principales acciones incluían: la estabilización de los botaderos de lixiviación (150 há), la recuperación de terrenos y la reforestación. Finalizado el cierre y gracias al buen resultado, se evalúa la posibilidad de reconversión de los terrenos para el desarrollo de un parque turístico.

Mina de oro Golden Cross, Nueva Zelanda.

Ubicada en la Península de Coromandel, esta mina produjo, entre 1991 y 1998, cerca de 20.5 toneladas de oro y 52 toneladas de plata. Tan solo 3 años después del cese de la actividad, se produjo la restauración del paisaje, para ello se utilizaron varias técnicas de biorremediación. La minería moderna en este país está altamente regulada, siendo la restauración un requerimiento para otorgar las licencias mineras. Así toda actividad se desarrolla bajo el lema "tomamos prestada la tierra, la explotamos y la devolvemos".



Fig.28. Vegetación alta por fitoestabilización realizada en 1979. Embalse Cauquenes.
Fuente: Malhue, 2015.



Fig.29. Vegetación por fitoestabilización realizada en 2010. Embalse Cauquenes.
Fuente: Malhue, 2015.



Fig.30. Estabilización de taludes y recubrimiento con arcillas. Segunda etapa, Lo Aguirre.
Fuente: SMP, 2010.



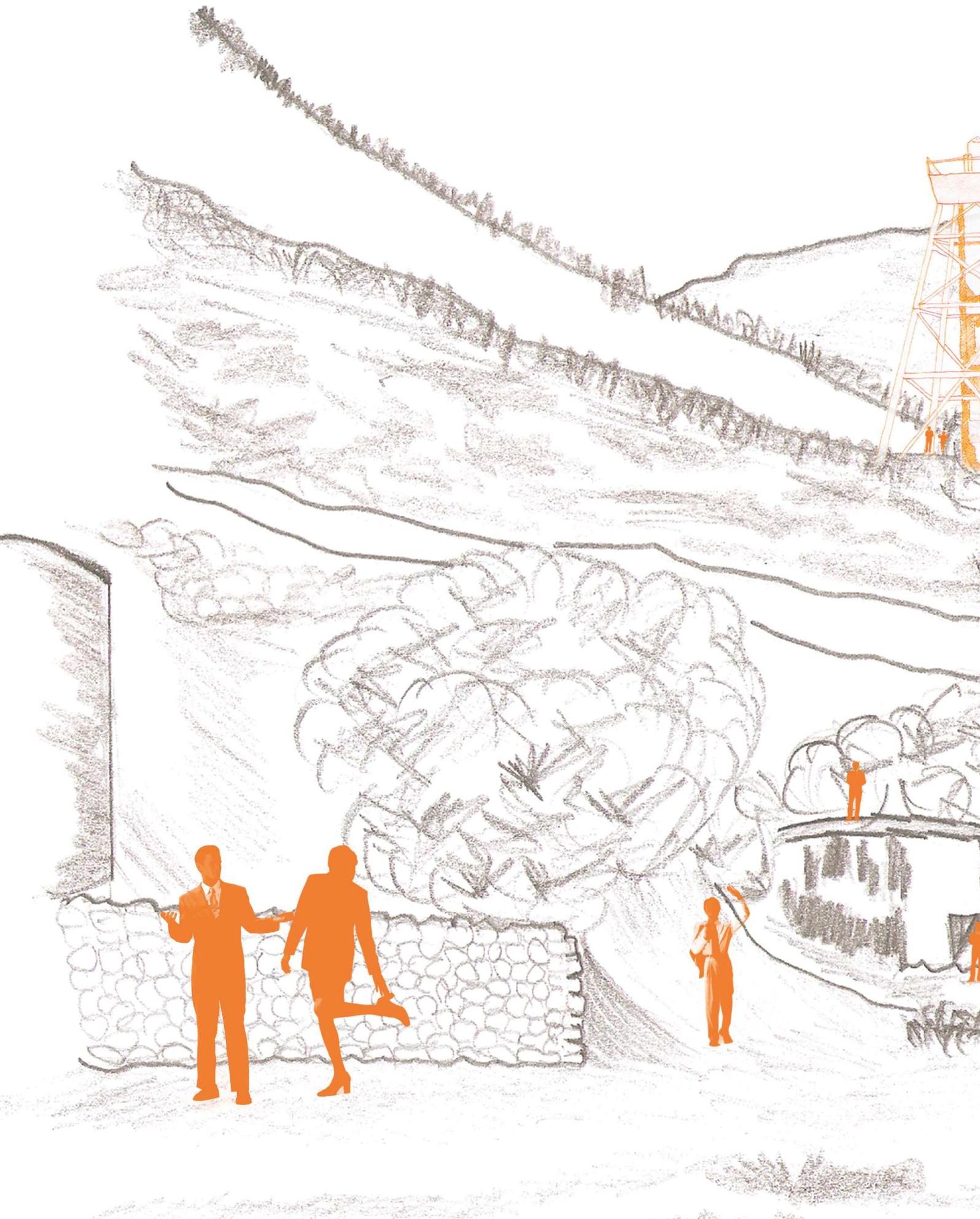
Fig.31. Vegetación en taludes. Tercera etapa, Lo Aguirre.
Fuente: SMP, 2010.



Fig.32. Vista Aérea Mina Golden Cross en 1995.
Fuente: Mark Samson, en teara.govt.nz



Fig.33. Vista Aérea Mina Golden Cross en 2001.
Fuente: Mark Samson, en teara.govt.nz





CAPÍTULO 03
EL LUGAR:
LA AFRICANA, PUDAHUEL

3.1 PUDAHUEL: ANTECEDENTES COMUNALES

Pudahuel es una comuna ubicada en el sector norponiente de Santiago, con una superficie de 197 km² y 230.293 habitantes. En el área urbana habita el 98,2% de la población comunal y ocupa cerca de 8,6 km² (solo el 4,5% de la superficie total), zona que se encuentra en constante crecimiento.

Cuenta con 43,8 há de áreas verdes que implican un 1,9 m² por habitante (ATISBA, 2011), lo que da cuenta de la deficiencia de áreas verdes respecto a la recomendación OMS de 9m² por habitante.

“Pudahuel se ha convertido en la puerta de entrada del Gran Santiago, por la presencia del aeropuerto Arturo Merino Benítez y la Ruta 68 a Valparaíso” (Ilustre Municipalidad de Pudahuel, 2016).

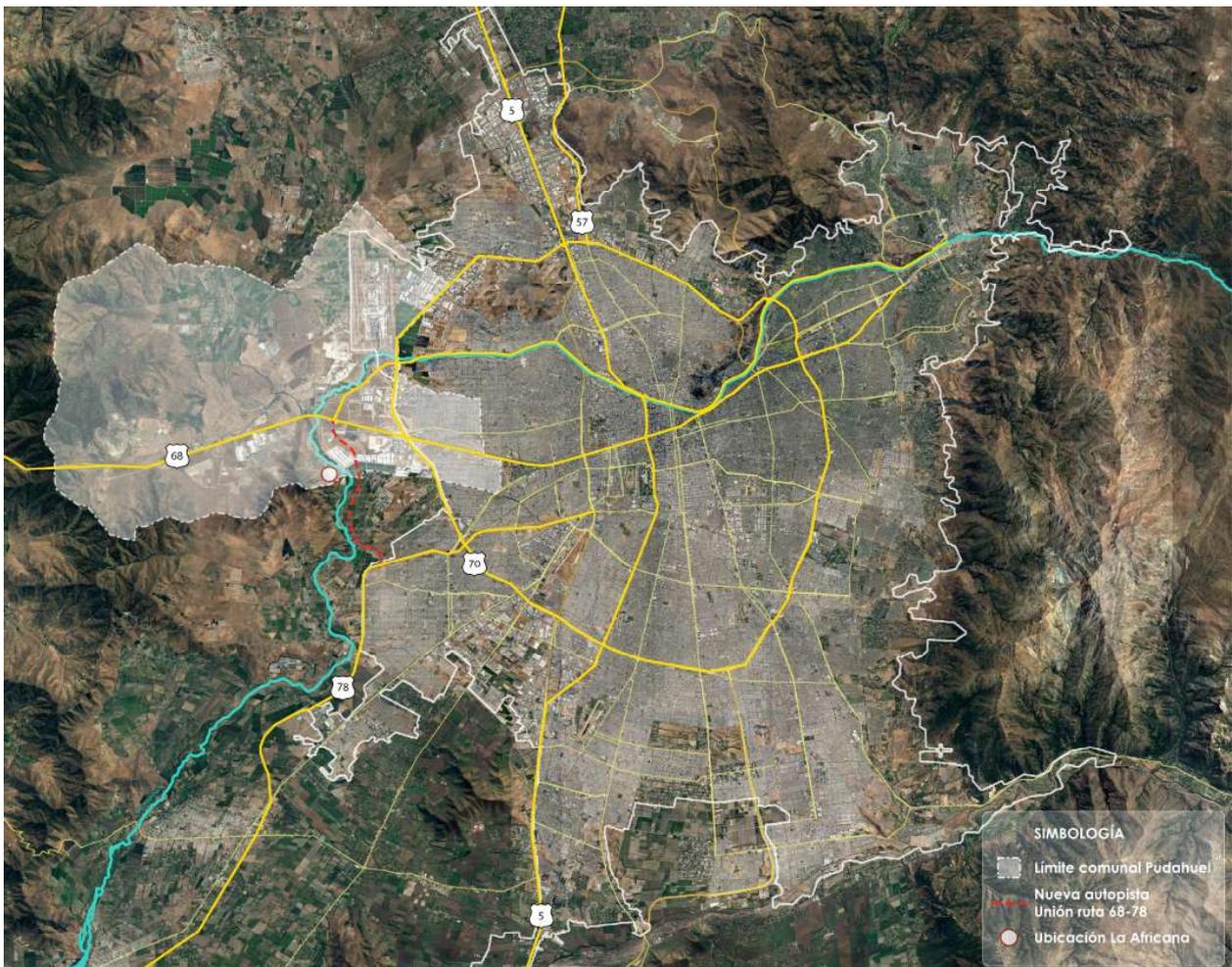


Fig.34. Ubicación y vialidad de Pudahuel en el Gran Santiago
Fuente: Elaboración propia en base a imagen satelital.

3.1.1 CONTEXTO TERRITORIAL

Destaca en su geografía, la presencia de hitos naturales que conforman el paisaje de la comuna: el Parque Laguna Carén, el Estero Colina y el Río Mapocho, de los que deriva el nombre “pudáuel”, deformación de epu-dauyll”=“lagunas”, aludiendo a la antigua formación de pozones por la confluencia y rebalse de los elementos fluviales (Asta-buruaga, 1899) ; y los cerros Amapola y Lo Aguirre, uno de los 3 cerros isla más grandes de Santiago (Cerros Isla, 2017), ambos considerados en *Plan Regulador Metropolitano* dentro de un sistema de parques y áreas de conservación de la ciudad (fig.35), sin embargo, no forman parte de las áreas verdes consolidadas de esta (fig.36).

La buena conectividad vial (Ruta 68, Costanera Norte, Américo Vespucio y próximamente la unión entre la ruta 68 y 78), ha contribuido a la expansión urbana de la ciudad sobre las áreas rurales, previamente destinados a actividades productivas extractivas de origen agrícola (alimentados por el cause del río mapocho) y minero (por la presencia de minerales en los sectores montañosos).

Consecuencia de ello, es la presencia de paños residenciales fuera del límite urbano demarcado, en una primera instancia, por el anillo de Américo Vespucio, y en segunda por el Río Mapocho. Estos corresponden a los condominios residenciales Ciudad de los Valles y Lomas de Lo Aguirre, ubicados en las laderas del Cerro Lo Aguirre, este último emplazado sobre el antiguo campamento minero de La Africana.

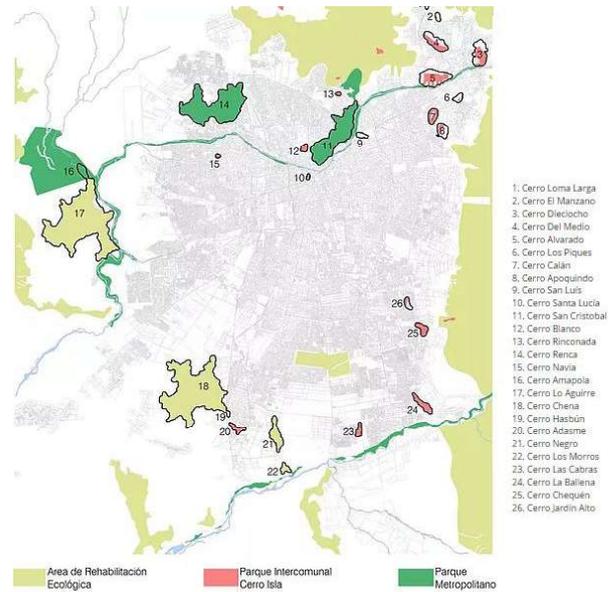


Fig.35. Áreas de interés del PRMS
Fuente: santiagocerrosisla.cl

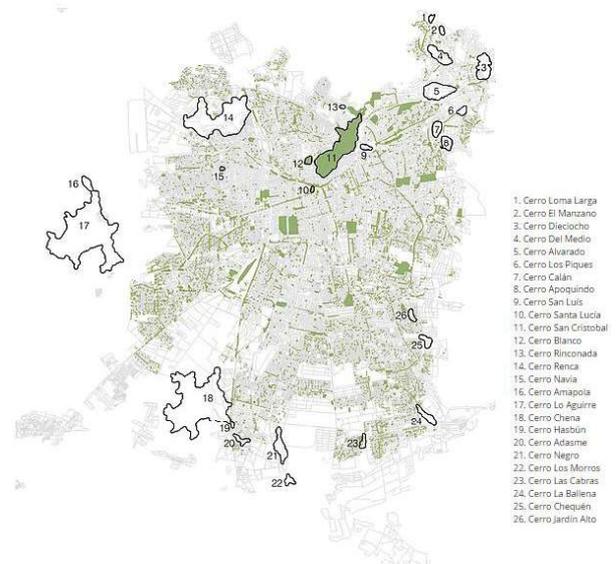


Fig.36. Áreas Verdes consolidadas de Santiago.
Fuente: santiagocerrosisla.cl



Fig.37. Ubicación y vialidad de Pudahuel en el Gran Santiago
 Fuente: Elaboración propia en base a imagen satelital.

3.1.2 PLAN REGULADOR COMUNAL

La comuna de Pudahuel se encuentra actualmente normada bajo el PRMS y el PRC de 1971. Los principales problemas, presentados por la antigüedad del documento son: la libertad de altura de las edificaciones y grandes paños de terreno; deficiencia de áreas verdes urbanas; trama urbana que divide la comuna en dos partes (norte y sur), concentrando el equipamiento y servicios principales en el sector norte y terrenos industriales al sur, además de los problemas de accesibilidad norte sur y oriente poniente que presenta.

Por ello en 2014 se comenzó con el estudio para la *Actualización del Plan Regulador*, que ahora se encuentra en la etapa de aprobación. El proyecto pretende resolver los problemas anteriormente expuestos, planteando una nueva zonificación, modificando los usos de suelo y las alturas, creando nuevas vías principales y consolidando un sistema de áreas verdes.

Las modificaciones afectan de manera importante el entorno del terreno donde se ubican las ruinas, donde destaca el desarrollo del **Parque Río Mapocho** (sumándose al Mapocho 42k); el nuevo **uso de suelo mixto** del sector industrial de la ribera norte del río, con zonas de desarrollo residencial en altura; y por último el trazado de nuevas calles principales en el mismo sector, que junto a la construcción de la unión de la ruta 68 y 78, mejoran significativamente la accesibilidad para los terrenos en la ribera sur del río.

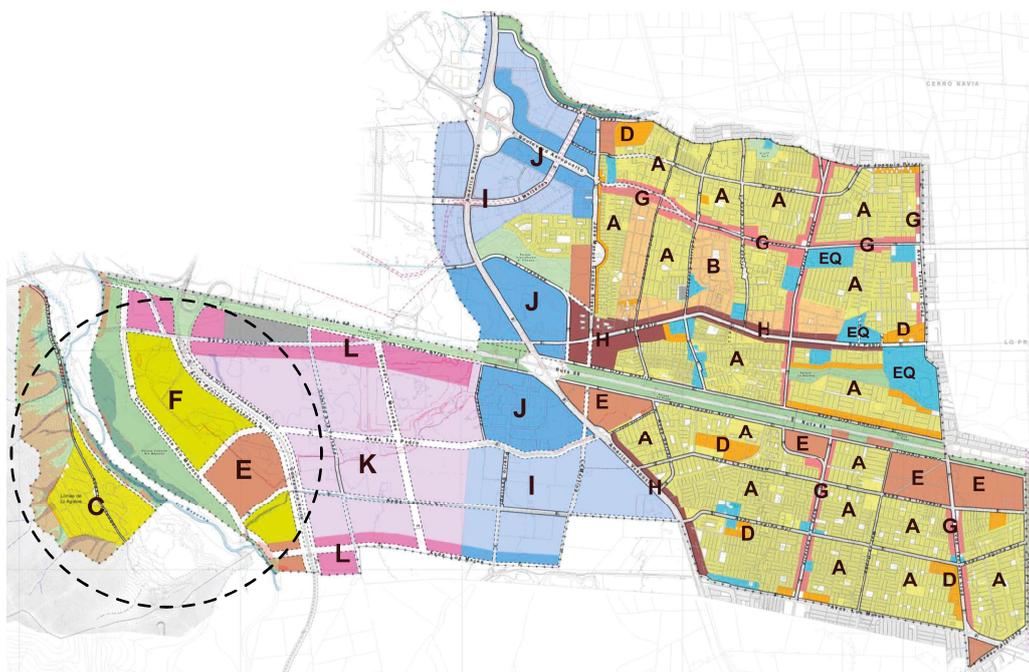
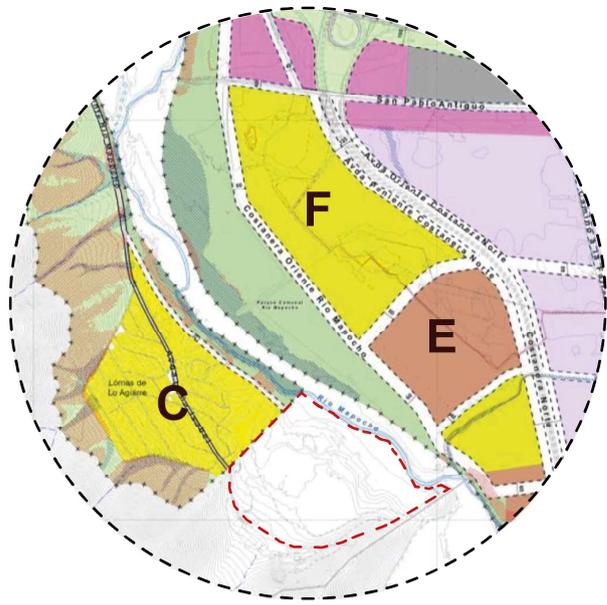


Fig.38. Zonificación del proyecto Plan Regulador de Pudahuel
Fuente: Ilustre Municipalidad de Pudahuel, 2018.

3.2 ESPACIO MINERO LA AFRICANA

3.2.1 CONTEXTO HISTÓRICO

En 1896 ya se mostraba interés por el yacimiento de La Africana por parte de particulares chilenos motivados por los beneficios económicos de la explotación minera. Pero no fue hasta 1914 que se realizaron los primeros trabajos de exploración y evaluación a manos de la Braden Copper Company, quienes en ese entonces explotaban El Teniente (Zúñiga, 2007).

En 1917 los títulos de la propiedad pasan a Anaconda Mining Company, a través de su subsidiaria Santiago Mining Company, la cual comenzó labores subterráneas de reconocimiento en cinco niveles de la veta a 60 metros de profundidad. Durante estos primeros años solo se realizaron explotaciones

menores en la propiedad, permaneciendo inactiva hasta 1953, momento en que se decidió explotar la mina y construir una planta de flotación para la producción del concentrado de cobre (Saric, 1978).

La faena comenzó en 1957, tiempo en que se debió instalar el campamento para los obreros y sus familias. El campamento estaba organizado por sectores, diferenciando los estratos sociales. “Estaba el obrero, ubicado en el primer paradero, el de empleados en el segundo y en el tercero vivían los jefes y superiores” (Pérez, 2015), correspondiente al paradero más cercano a la mina. Además de viviendas, tenía todo tipo de equipamiento para desarrollar su vida dentro del mismo entorno, sin necesidad de salir. Allí vivieron al menos 107 familias (Pérez, 2015) de diferentes estratos sociales,

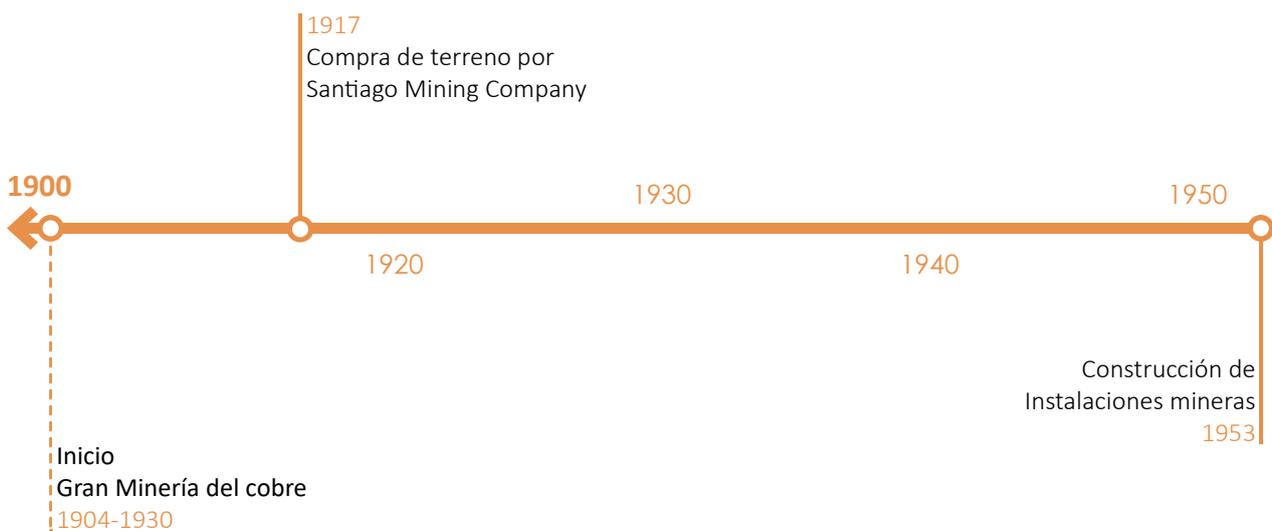


Fig.39. Línea de tiempo de La Africana.
Fuente: Elaboración propia.



Fig.40. Antiguo acceso de La Africana (1958).
Fuente: Video. Archivo Patrimonial Usach.



Fig.41. Instalaciones de la faena minera (1958).
Fuente: Video. Archivo Patrimonial Usach.

quienes compartieron el mismo hospital, la misma iglesia y la misma escuela.

Por su tamaño, no era gran negocio para Anaconda, en comparación a sus grandes faenas de Chuquicamata y Salvador, más bien funcionaba como la “faena modelo”, donde se les mostraba a los políticos e inversionistas el funcionamiento de sus grandes faenas del norte sin necesidad de viajar e interrumpir la producción (Danús, 2007). Por ello, fue vendida al grupo popularmente conocido como “los pirañas”, Vial y Cruzat. Posteriormente en 1969, la Sociedad Minera Pudahuel (SMP) adquirió las minas de La Africana y Lo Aguirre. “A esa fecha se estimaba que las reservas de la mina La Africana durarían uno o dos años al ritmo de extracción que se llevaba” (Saric, 1978).

Entre 1971 y 1973, durante la Unidad Popular la faena fue administrada por la Empresa Nacional de Minería (ENAMI). Luego de ello SMP reanudó las actividades y proyectaron una ampliación de la instalación y en paralelo, comenzar con el proyecto de lo Aguirre.

Finalmente, “la disminución de las leyes de cobre e irregularidad de la veta, llevaron en 1978 a la paralización de las operaciones porque esas condiciones no permitían una explotación económica del yacimiento” (Saric, 1978), así se produjo el desmantelamiento definitivo de la planta y el campamento.

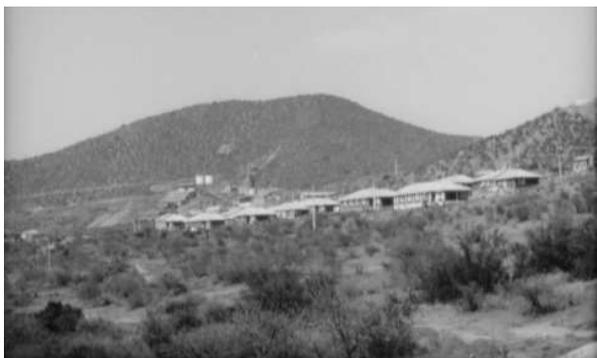
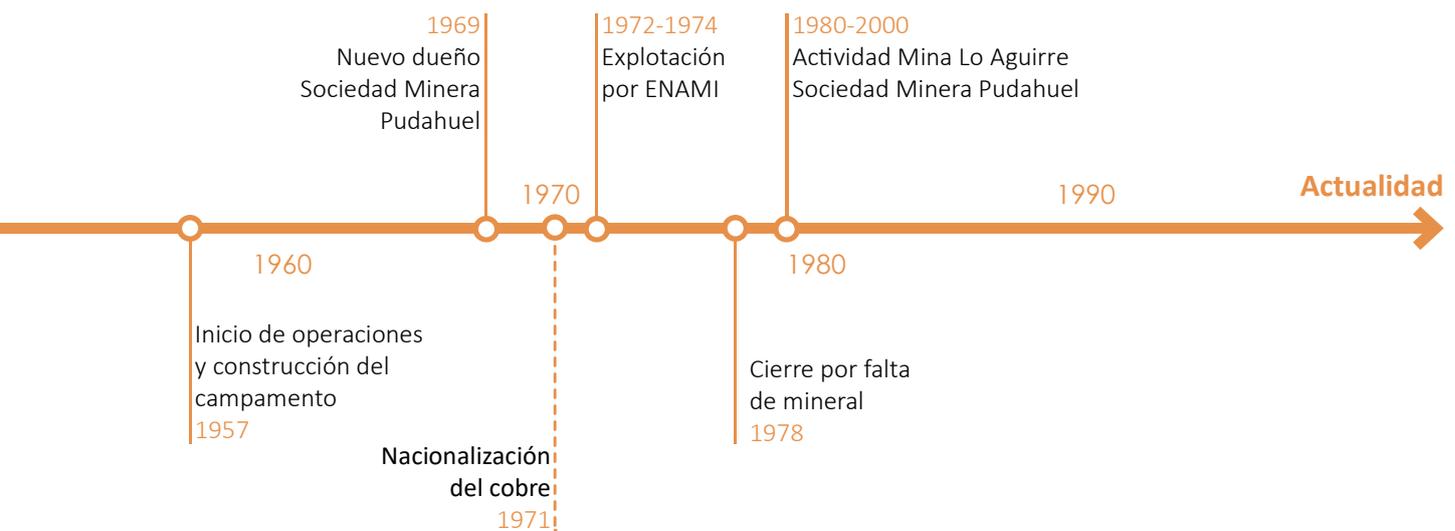


Fig.42 Campamento Minero La Africana (1958).
Fuente: Video. Archivo Patrimonial Usach.



Fig.43. Instalaciones desmanteladas (2018).
Fuente: Archivo personal.

3.2.2 CONTEXTO TERRITORIAL

La ex mina La Africana se ubica en la ribera sur del río Mapocho, a un lado del Condominio Lomas de Lo Aguirre, sector residencial con más de 350 viviendas y con proyecciones de crecimiento, lo que pone en peligro la conservación de las ruinas, que no se encuentran protegidas bajo ningún plan ni organismo.

El primer grupo de vestigios de La Africana lo conforma el Campamento Minero, donde algunos edificios, como la escuela, la pulpería, el casino y la iglesia, fueron reacondicionados para viviendas y equipamiento propio del condominio, conservando la estructura original, principalmente los muros. La vía principal, ahora llamada “Doña Isabel”, sigue funcionando como eje del condominio, que nace como acceso y remata en La Africana, desarrollándose en torno a él los principales servicios de comercio, recreación y transporte público.

El segundo grupo, se encuentra en el terreno alejado de 81,4 há (SMP, 2010) conformado por las instalaciones propias de la actividad extractiva y productiva (**Planta de Chancado y Concentrado**), un depósito de relave de 24,3 há y otros edificios de servicios y equipamientos anexos a la planta.



Fig.44. Antiguo Casino de obreros y Club social (1958).
Fuente: Video. Archivo Patrimonial Usach.



Fig.45. Casino reconvertido en Centro de eventos.
Fuente: www.portalinmobiliario.com

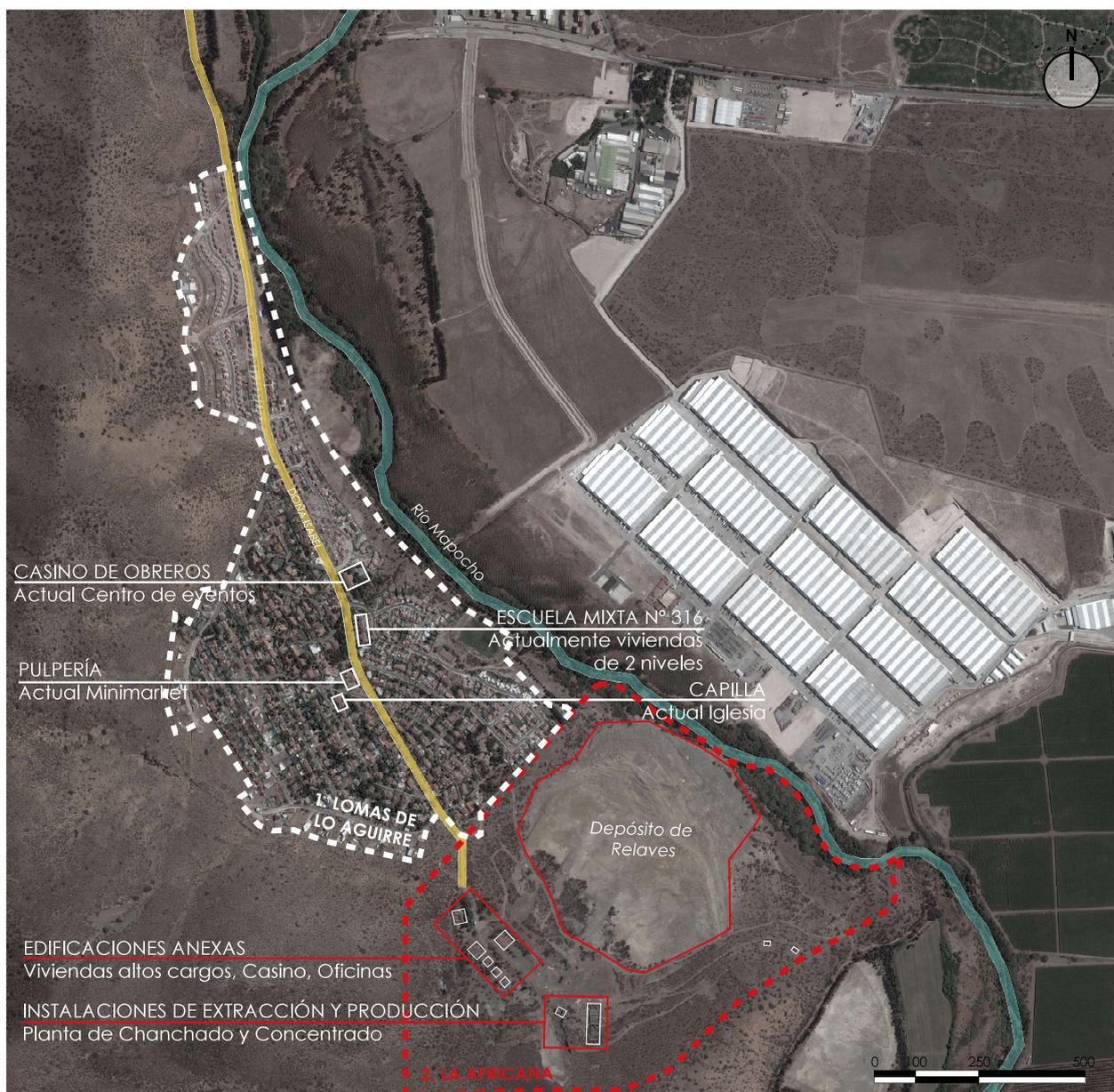


Fig.46. Contexto inmediato.
Fuente: Elaboración propia.



Fig.47. Antigua Escuela (1958).
Fuente: Video. Archivo Patrimonial Usach.



Fig.48. Escuela reconvertida en viviendas.
Fuente: Google Earth.

ELEMENTOS RELEVANTES DEL TERRENO

• Elementos Naturales

Vegetación

El terreno se encuentra rodeado por un entorno natural: la **vegetación de borde río** del Mapocho en el límite norte, por **superficie agrícola** al oriente, y al norponiente por el Área de interés y preservación ecológica del Cerro Lo Aguirre.

También existe una **vegetación espontánea** sobre el relave, correspondiente a plantas metalófitas que aprovechan la humedad en los desechos mineros.

Río Mapocho

Este recurso natural, da lugar a un paisaje particular en su cauce y riberas, además de ser fuente de riego de los terrenos agrícolas de la zona.

• Elementos Antrópicos

Recorridos

Dentro del terreno se pueden identificar distintas huellas, las cuales dan distintos niveles de acercamiento a las ruinas: un **recorrido perimetral** (servidumbre de paso) que da cuenta de la presencia de la ruina en el paisaje, un **recorrido intermedio** (explanada de observación) desde la cual se reconoce el conjunto de edificios, y un **recorrido ascendente**, que implica una exploración interna de la ruina.

Zonas de Riesgo

Incluye **áreas de hundimiento de terreno** por el asentamiento del cerro sobre las galerías y piques de extracción que puede continuar asentándose por movimientos sísmicos; y el **depósito de relaves**, por ser un potencial contaminante.

Edificaciones

Se pueden reconocer dos grupos: las **edificaciones anexas**, de programa complementario al proceso productivo (administración, casa de huéspedes, casino, laboratorio, etc.), construidas en material ligero (madera, zinc) que se encuentran bastante deterioradas; y por otro lado las edificaciones de producción del concentrado de cobre, la **Planta de Chancado** y la **Planta de Concentrado**, ambas estructuras de material sólido, lo que ha permitido que se conserven de buena forma, dando testimonio de la función productiva que cumplieron. Estas últimas resaltan como los elementos más significativos y representativos de este Patrimonio Minero.



Fig.49. Esquema de componentes.
Fuente: Elaboración propia.

3.3 LAS RUINAS. IMAGEN POST INDUSTRIAL

3.3.1 CARACTERÍSTICAS ARQUITECTÓNICAS

Las edificaciones se insertan de manera horizontal en el terreno, abalcanando sus recintos uno sobre otro para adaptarse a la pendiente del terreno.

El aterrazamiento de los espacios da cuenta de dos cosas importantes: la respuesta constructiva a la geografía del terreno y la línea de trabajo del proceso productivo, el cual comenzaba con la extracción subterránea, pasaba por la planta de chancado y terminaba en la planta de concentrado.

Por otro lado, los vanos de puertas y ventanas y los vestigios de escaleras dan cuenta de cierta habitabilidad de los espacios, es decir, de la presencia humana en el proceso.



Fig.50. Levantamiento fotográfico. Fachada poniente de la Planta de Concentrado. Fuente: Elaboración propia.

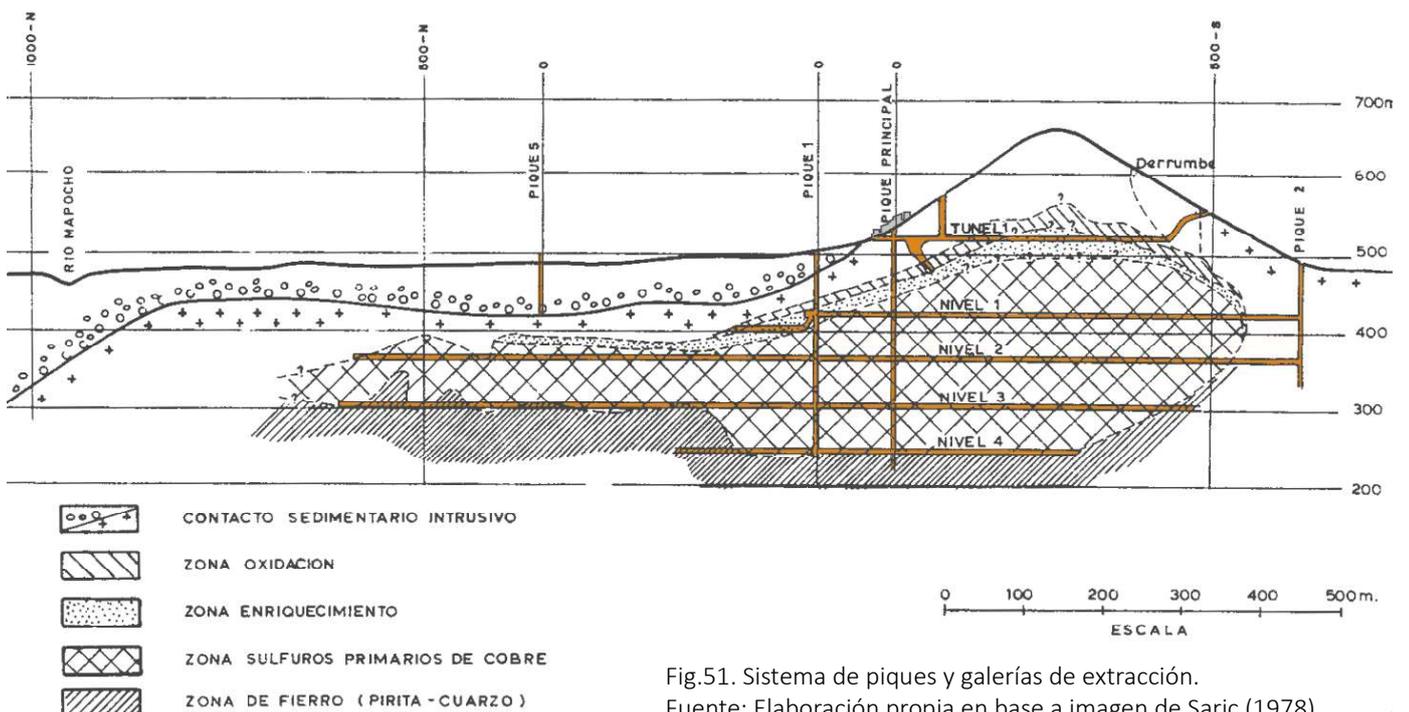


Fig.51. Sistema de piques y galerías de extracción. Fuente: Elaboración propia en base a imagen de Saric (1978).



Fig.52. Depósito de concentrado.
Fuente: Archivo personal



Fig.53. Depósitos de cal.
Fuente: Jorge Delgado.



Fig.54. Pilar H.A. con ménsula de apoyo.
Fuente: Archivo personal



Fig.55. Planta de Concentrado.
Fuente: Archivo personal.





Fig.56. Estanques.
Fuente: Archivo personal.

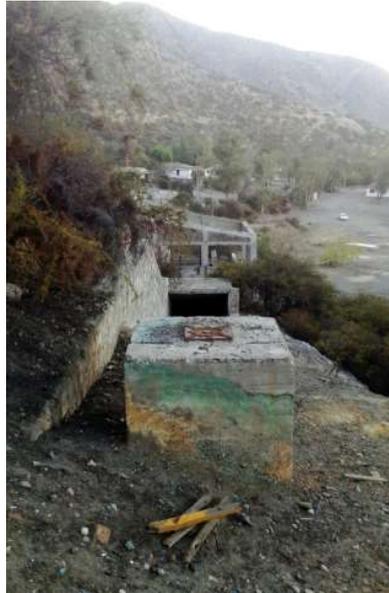


Fig.57. Cimientos y túnel de correas transportadoras.
Fuente: Archivo personal.

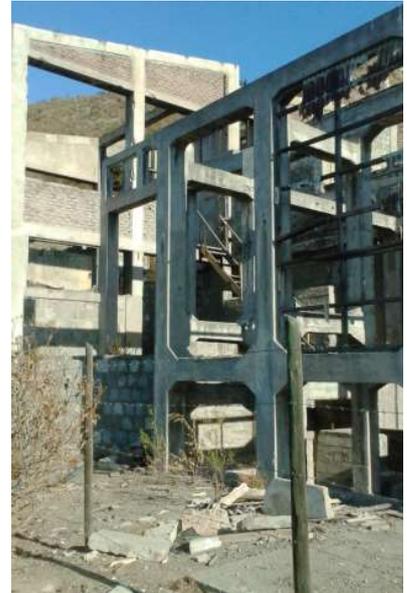


Fig.58. Marcos rígidos H.A.
Fuente: Archivo personal.



Fig.59. Planta de Chancado.
Fuente: Archivo personal.



Fig.60. Vista al relave y ruinas desde el acceso.
Fuente: Archivo personal.

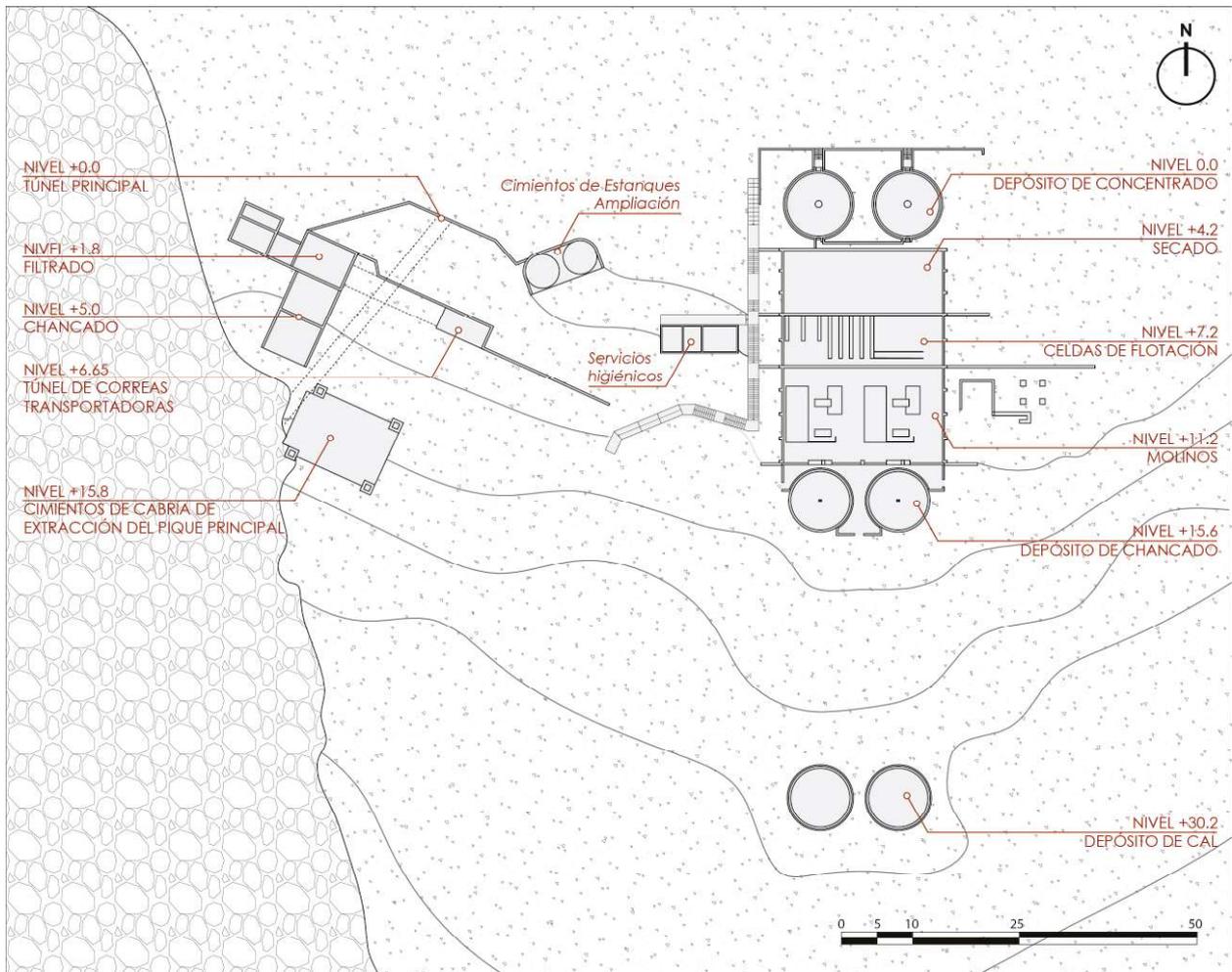
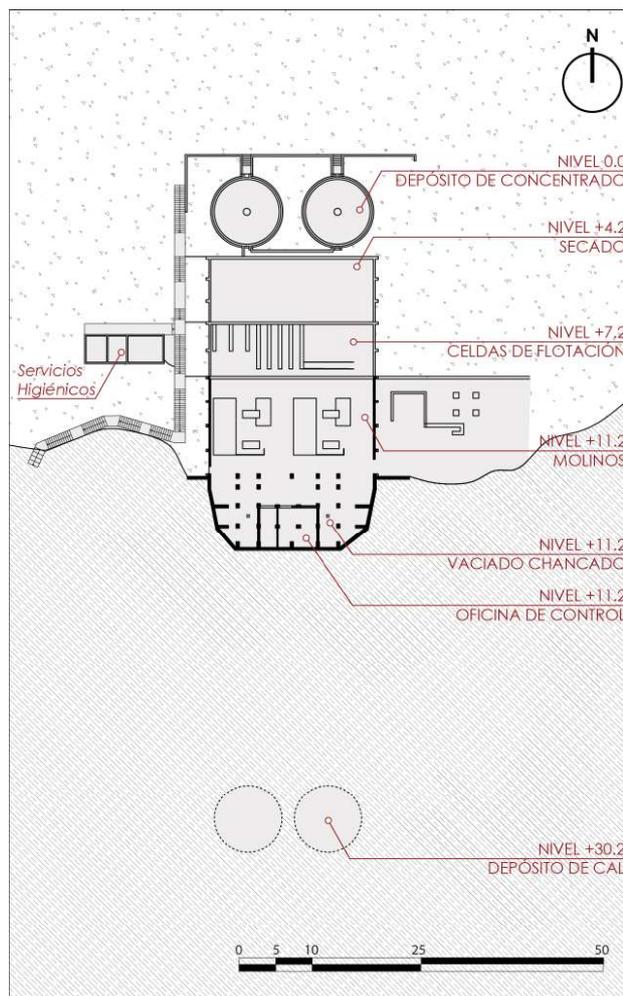


Fig.61. Plantas de las ruinas existentes.
Fuente: Elaboración propia.



A pesar del desmantelamiento de estructuras y maquinarias, es posible encontrar los cimientos y anclajes donde estas se disponían, logrando crear una imagen general de las instalaciones y del proceso de producción.

En general, la espacialidad de los recintos es amplia y sin obstáculos en cada unidad, gracias al sistema constructivo utilizado, que genera además una continuidad visual entre la serie de espacios abalconados. De manera excepcional, el espacio bajo el depósito de chancado se encuentra compartimentado a partir de una estructura interior en base a pilar y viga, para recibir la carga superior de los silos de hormigón.

Los silos son elementos icónicos dentro de la arquitectura industrial, y también lo son dentro de estas ruinas que, a pesar de no tener tanta esbeltez, destacan por su forma circular en contraste con la ortogonalidad de la estructura basal, destacando también la simetría de la edificación.

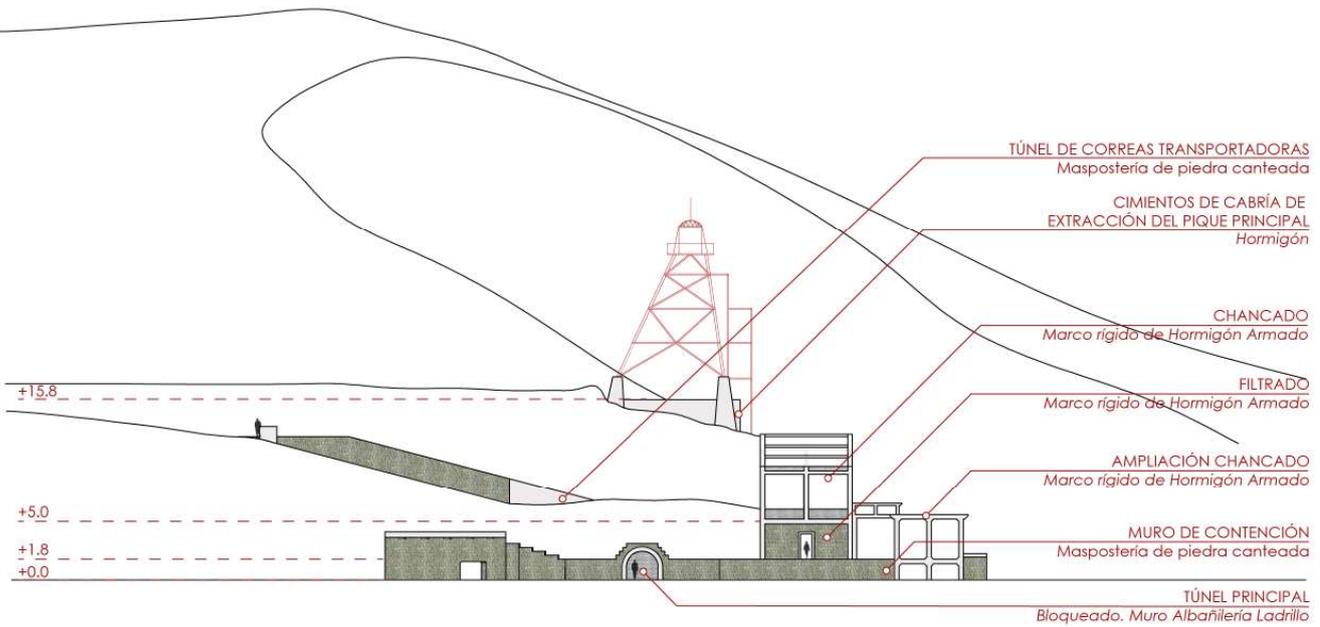


Fig.62. Elevación Norte. Planta de Chancado.
Fuente: Elaboración propia.

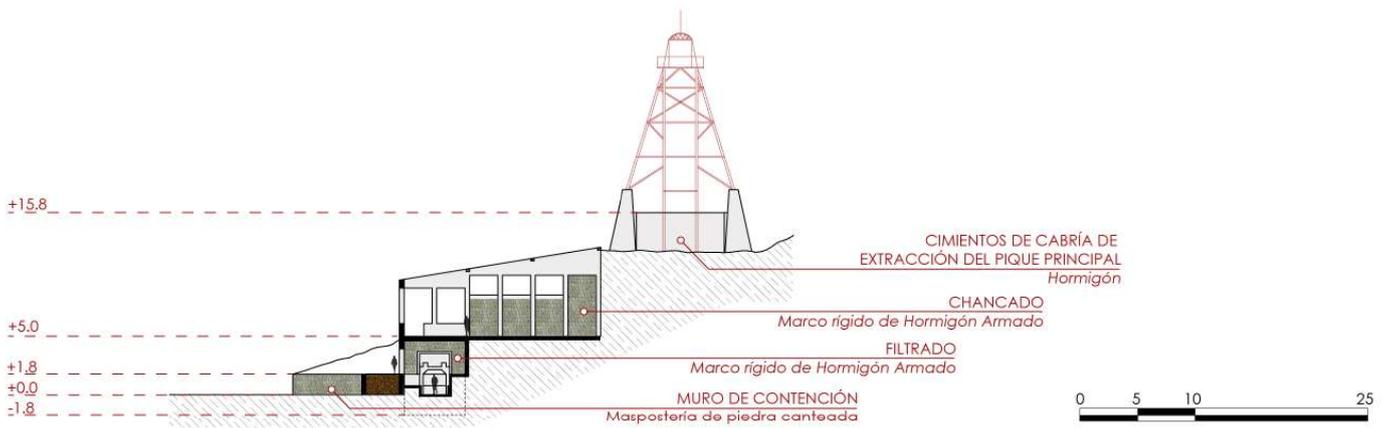


Fig.63. Corte. Planta de Chancado.
Fuente: Elaboración propia.



Fig.64. Elevación poniente de la Planta de Concentrado.
Fuente: Elaboración propia.

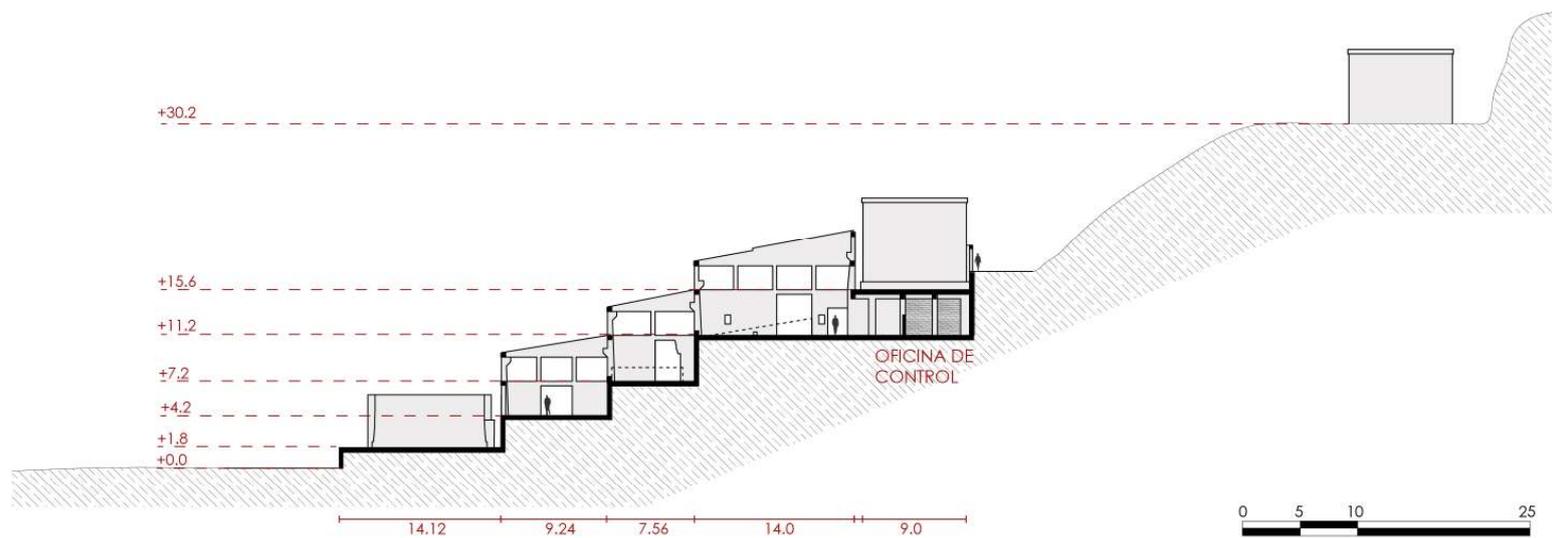


Fig.65. Corte longitudinal de la Planta de Concentrado.
Fuente: Elaboración propia.

3.4.2 SISTEMAS ESTRUCTURALES Y CONSTRUCTIVOS

Se reconoce el uso de **marcos rígidos de hormigón armado** y **muros de contención de mampostería de piedra**. En algunos puntos es posible ver la estructura interna a la vista, identificando el uso de barras lisas y estriadas y una sección mínima en los estribos. Los silos, también estructurados en base a hormigón, son los elementos de mejor conservación.

3.4.3 ESTADO DE CONSERVACIÓN

A modo general, las estructuras se aprecian en buen estado, estable y sin grandes lesiones. Si vamos más al detalle, podemos encontrar distintos tipos de lesiones, provocadas principalmente por: el **desmantelamiento** de las estructuras ligeras y maquinarias; **falta de mantenimiento** de las estructuras y materiales, y por causas extrínsecas, **mecánicas, físicas y químicas** (fig.66), pero que no han puesto en peligro la estabilidad de la estructura.

DEPÓSITOS

CILINDROS DE HORMIGÓN

LOSAS

HORMIGÓN ARMADO

PILARES

HORMIGÓN ARMADO

MUROS DE CONTENCIÓN

MAMPOSTERÍA DE PIEDRA CANTEADA

MARCOS RÍGIDOS

HORMIGÓN ARMADO

MUROS DE CONTENCIÓN

HORMIGÓN ARMADO

DEPÓSITOS

CILINDROS DE HORMIGÓN

ZÓCALO DE CILINDROS

MAMPOSTERÍA DE PIEDRA CANTEADA

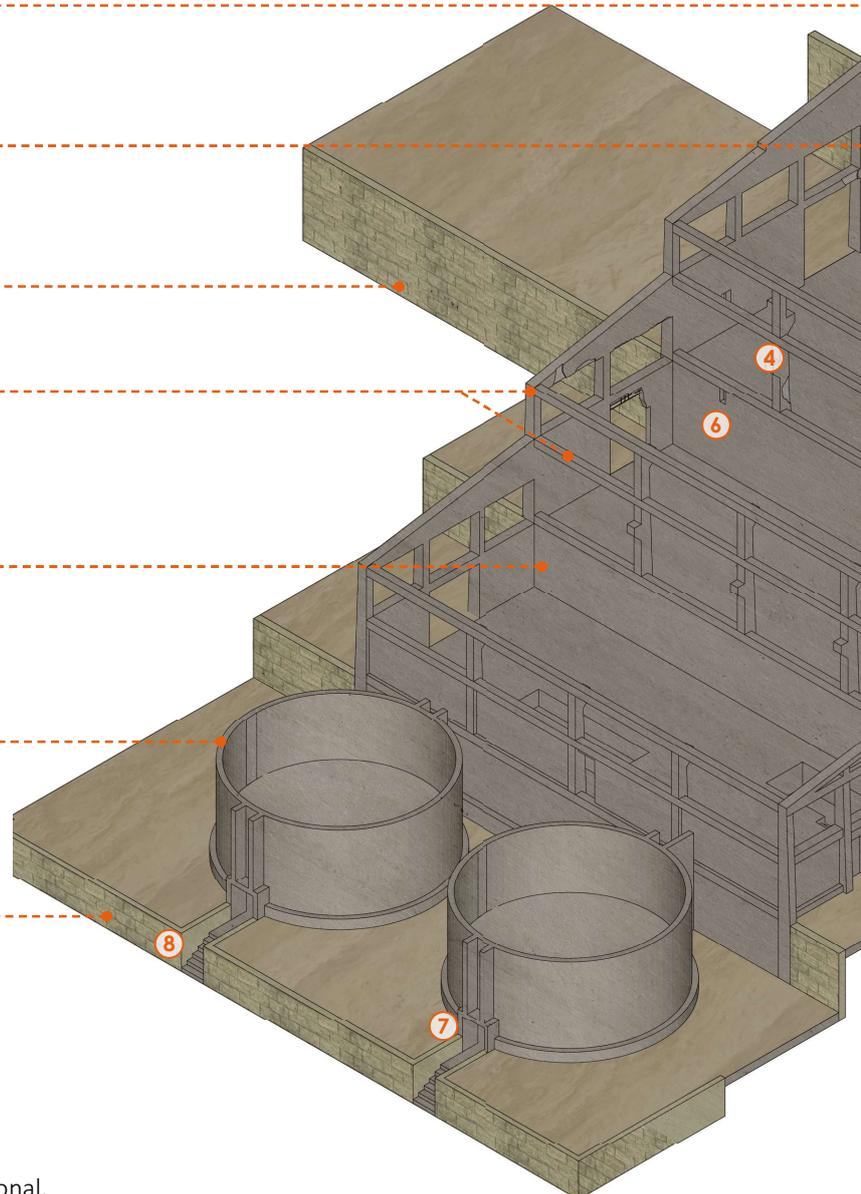
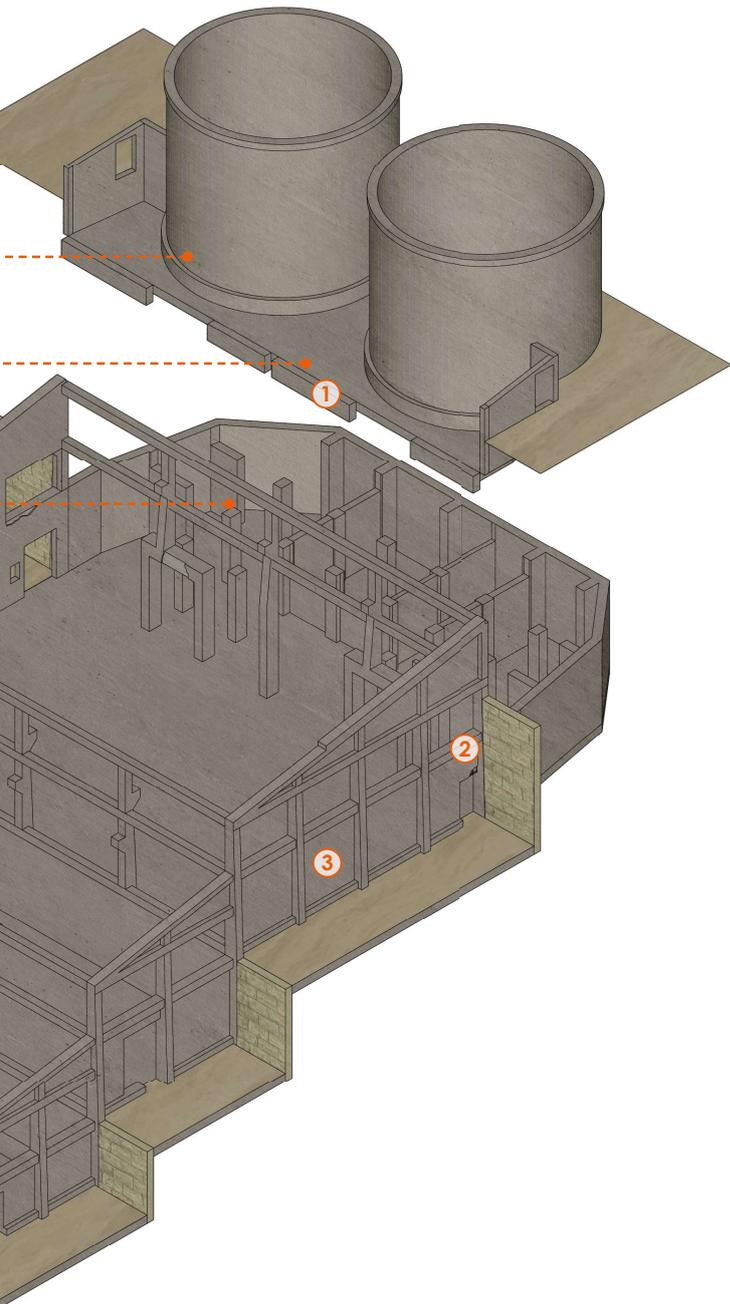


Fig.66. Levantamiento Crítico. Planta de Concentrado.
Fuente: Elaboración propia. Imágenes de Archivo personal.

Grietas y desprendimientos en el revoque son los daños más comunes, encontrándose en casi toda la estructura de hormigón. En cuanto a la piedra, los mayores daños son **desprendimientos** de algunas piezas superiores y de la escalera de acceso a los silos inferiores. También se encuentran piezas metálicas de soporte de estructuras dismanteladas, las cuales presentan cierto grado de **oxidación**.

Las ruinas del chancado se encuentran cercanas a la zona de exclusión, zona de peligro de derrumbe del terreno, por lo que las intervenciones llevadas a cabo en ella se enfocarán en la conservación, mientras que la rehabilitación se enfocará en la planta de concentrado.



LESIONES



(2) DESPLOME



(1) CARBONATACIÓN



(4) DESPRENDIMIENTO DE REVOQUE



(3) RAYADOS



(6) MANCHAS



(5) ANIDACIONES



(8) DESPLOME



(7) EFLORESCENCIA

3.4.4 ATRIBUTOS PATRIMONIALES

Habiendo expuesto toda la información anterior es que podemos poner en consideración el valor como patrimonio minero de las ruinas de la Africana por cumplir con los distintos atributos

- Histórico

La importancia de La Africana no se dio por ser un gran yacimiento minero, si no por su función de “planta modelo” de la Anaconda Mining Company, empresa reconocida en su época como “el rey mundial del cobre” (BCN, 1972). Su pequeña escala y emplazamiento cercano a la ciudad de Santiago, permitía mostrar de manera clara y precisa, los procesos, las tecnologías y las instalaciones utilizadas en las plantas de mayor escala. Siendo hoy en día una fiel demostración de un proceso productivo de gran impacto en el desarrollo económico del país.

- Territorial

Su posición en el territorio posee grandes ventajas: la conectividad y accesibilidad; la vista privilegiada desde el Cerro Lo Aguirre y su implantación en el paisaje; y su ubicación cercana a zonas de interés y preservación ecológica, sumando más oportunidades para la reutilización del terreno.

- Arquitectónico

La Arquitectura representativa de las plantas de producción yace en la singularidad de sus construcciones, los aterrazamientos que representan las etapas de producción, los silos de hormigón que se alzan como hitos en el paisaje y como portada icónica (fig.67) de la planta de producción, y la particularidad del sistema constructivo utilizado para ubicar las oficinas de manera subterránea y debajo de los silos, creando espacialidades que, tal vez por la pequeña escala, parecen únicas.

- Tecnológico

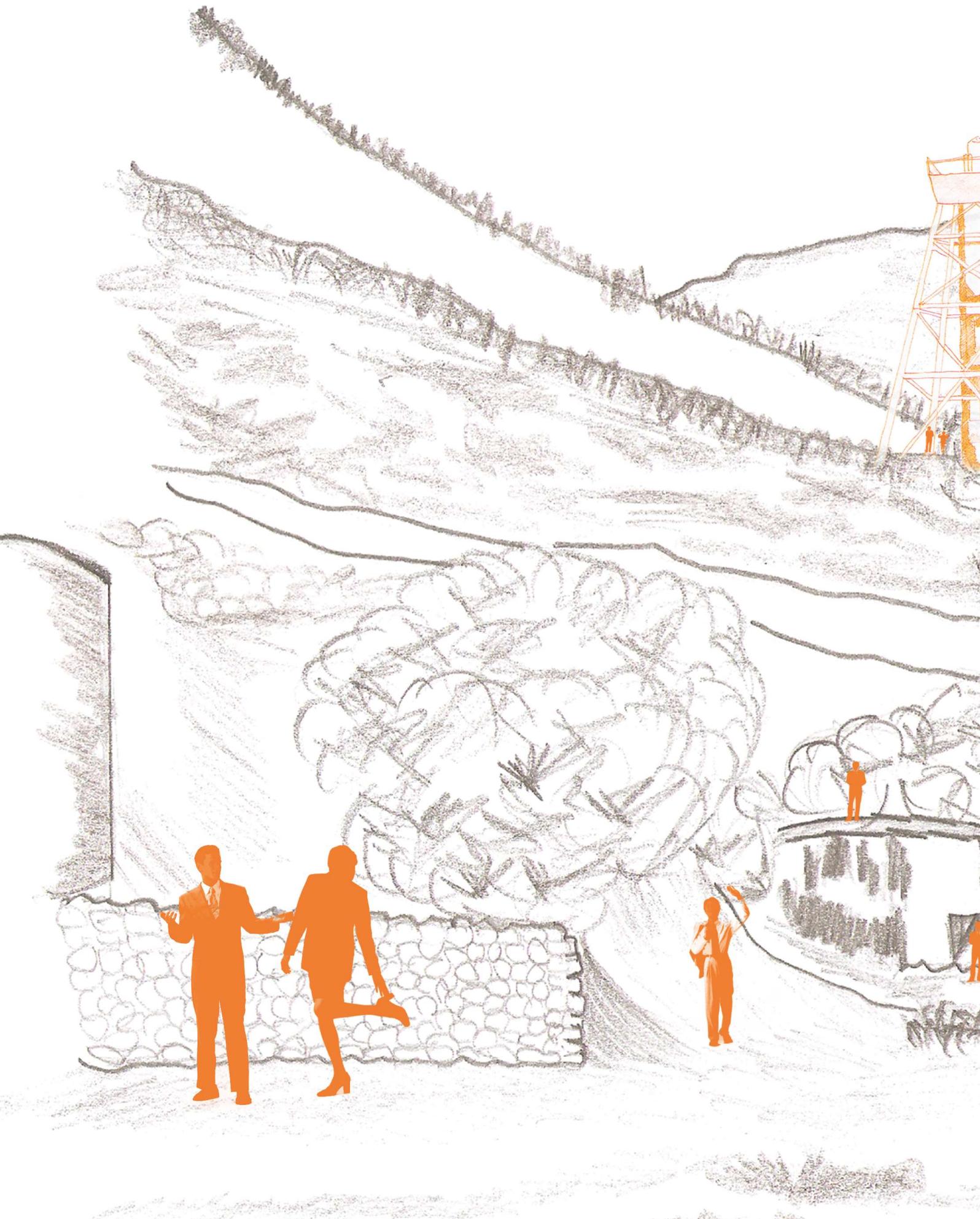
Si bien, no están presentes las maquinarias utilizadas, la edificación de por sí da cuenta de un sistema de producción y una tecnología implementada para el aprovechamiento del cobre de menor ley.

- Socio cultural

Por último, este atributo, como se dijo anteriormente, es el más relevante dentro del patrimonio minero. Su importancia está relacionada a la estrecha relación entre la minería y el minero, entre el campamento y el habitante. A pesar del paso del tiempo, el vínculo de los africanos con el lugar permanece intacto, ya que existe un componente emocional, el sentido de pertenencia por lo que durante 20 años fue su casa, su trabajo, sus amigos, su vida, “genera en la persona un compromiso con la construcción de significados que a la larga formarán parte de la memoria personal y del grupo al que se siente pertenecer” (Brea, 2014), memoria que inevitablemente se asocia al espacio construido, otorgándole un valor, que se puede reconocer en sus rostros al hablar de su querida “La Africana”.



Fig.67. Planta de Concentrado.
Fuente: Archivo Personal.



CAPÍTULO 04
EL PROYECTO



4.1 IDEA DE PROYECTO

“La rehabilitación como proceso de recuperación y conservación del patrimonio arquitectónico desde una visión dinámica de sus valores, (...) permite adaptar la obra existente a nuevos requerimientos de uso y con ello extender la vida útil del inmueble, incorporándolo a un nuevo ciclo de funcionalidad dentro del desarrollo social y cultural de una comunidad” (Torres, 2014).

Se propone un programa que vuelva a dar vida a las ruinas de la ex mina La Africana, edificio que fue el corazón de un territorio que hoy luce muerto, degradado y abandonado a manos del hombre.

El proyecto busca ser el aliento que revitalice este territorio, dotándolo de actividades que regeneren su tejido tanto físico como social.

Estas ruinas son el vestigio de vidas pasadas, en este lugar persisten las huellas de una comunidad de mineros e hijos de mineros, que crecieron en un suelo nutrido con materias primas y que hoy ven las ruinas como testimonio de lo que consideran su patrimonio, su historia.

Las ruinas industriales son parte del proyecto de arquitectura que albergará a las personas que serán parte fundamental del proceso de regeneración del relave, transformando un territorio tóxico en un Parque Experimental botánico.

El programa de investigación para la rehabilitación del territorio se desarrolla en manos del **Centro de Investigaciones Mineras y Metalúrgicas**, institución que actualmente se encuentra sin sede propia luego de su casi desaparición.

La inserción de éste en el terreno trae consigo consecuencias positivas, tanto para el desarrollo de su función investigativa como para la regeneración del suelo y su posterior integración al entorno urbano como un espacio funcional y atractivo para la ciudad, formando parte de la red de áreas verdes comunales.

Con una situación urbana más accesible, las ruinas arquitectónicas se hacen presente dentro del paisaje comunal, reconociendo y potenciando su puesta en valor.

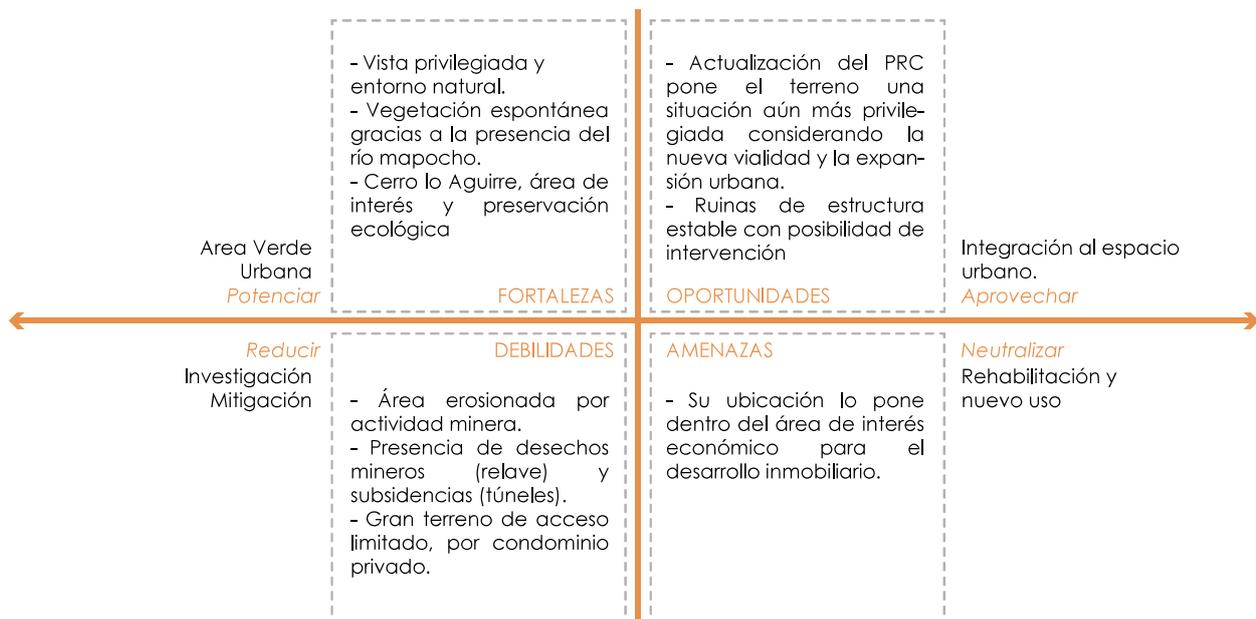


Fig.68. FODA del terreno.
Fuente: Elaboración propia.

4.2 OBJETIVOS Y ESTRATEGIAS

Contener el relave.



Consolidación del borde mediante la creación de un borde habitable en la ribera sur del río Mapocho, que actúe como una franja programática pública que incluya: Paseo peatonal y ciclovía, zonas de juegos, de ejercicios y de permanencia.

Recuperar los suelos deteriorados por la actividad industrial.



Rehabilitación del relave a partir del programa investigativo de fitorremediación del CIMM.

- Desde los bordes: mediante zonas de **amortiguación vegetal** (con vegetación de colonización espontánea del entorno), que limiten el acceso al público.
- Desde el centro: mediante **plataformas de trabajo experimental expandibles** para fitorremediación (con especies nativas y exóticas), en los puntos más centrales del relave, permitiendo su expansión controlada en el tiempo.

Vincular el terreno con el contexto.



Generar **conexiones**, a partir de **pasarelas peatonales**, dentro del circuito del parque, entre ambas riberas del río, consolidando los dos lados como un solo Parque Río Mapocho, y una **conexión vehicular** desde las nuevas avenidas principales, generando un nuevo acceso al parque.

Rescatar las ruinas mineras, para su puesta en valor.



Rehabilitación del edificio principal, con un programa de difusión minera en su interior, manteniendo y resaltando las características principales que lo identifican como patrimonio, y conservando las demás ruinas para su observación y contemplación como piezas de “museo de sitio” formando parte del paisaje y del recorrido del “Parque Experimental El Tranque”

4.3 PROPUESTA URBANA: PARQUE EXPERIMENTAL EL TRANQUE

“La revegetación se traduce en la recuperación y creación de hábitat naturales, junto con la habilitación de áreas verdes, de esparcimiento, deporte y cultura” (Moreno, 2013).

4.3.1 ESTRATEGIA URBANA

Tomando en consideración el potencial urbano del terreno, en cuanto a su ubicación y la expansión urbana propuesta en la actualización del PRC, se plantea una **reconversión urbana** de este, apuntando a nuevos usos y programas de carácter público, con un cambio de uso de suelo a áreas verdes y equipamiento público.

La propuesta considera la inclusión del hito natural Cerro Lo Aguirre en el territorio comunal, generando un acercamiento de la ciudadanía y un aprovechamiento de este como un elemento de acceso público, no solo privado de uso residencial, a partir de un programa de **Parque Público**.



Fig. 69. Imagen referente Parque Río Mapocho.
Fuente: MINVU en www.instagram.com/santiagoadicto



Fig. 70. Imagen objetivo de la situación borde río-relave.
Fuente: Elaboración propia en base a imagen MINVU.

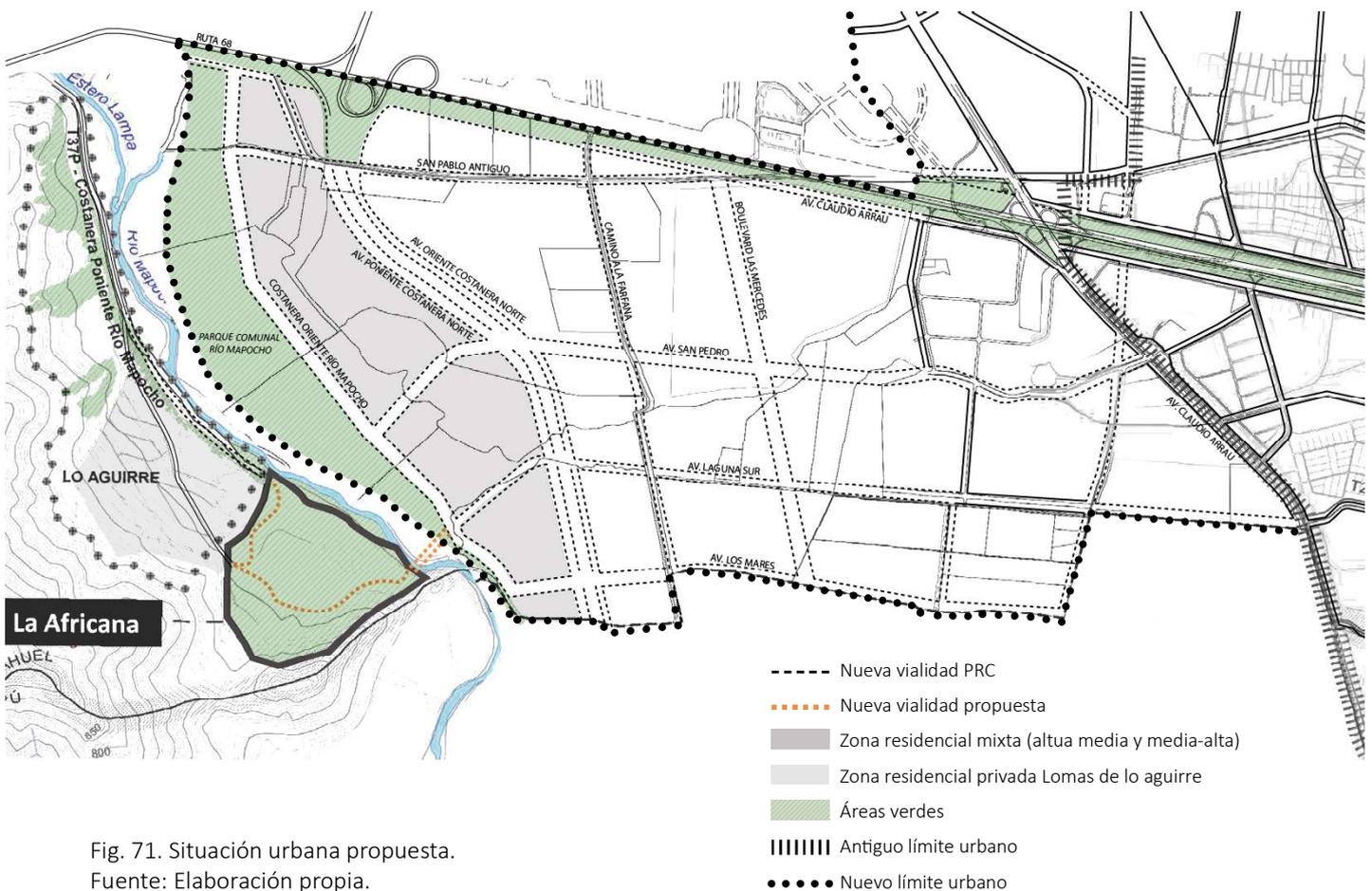
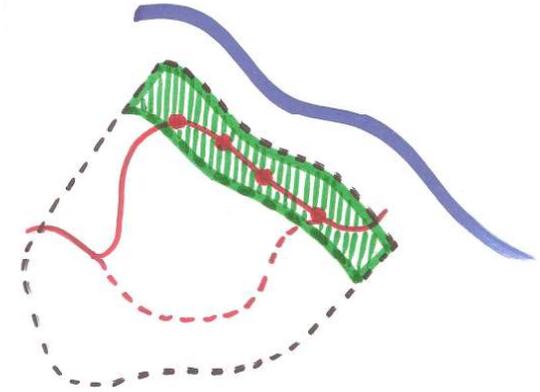


Fig. 71. Situación urbana propuesta.
Fuente: Elaboración propia.

4.3.2 LINEAMIENTOS GENERALES DEL PARQUE

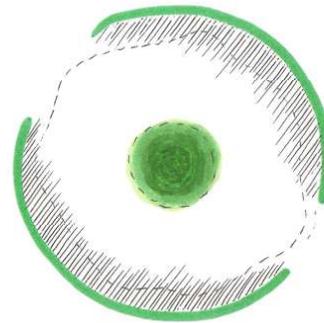
1. Consolidación del borde:

- Generar un nuevo talud impermeabilizado para la contención del relave.
- Generar una nueva servidumbre de paso, para los terrenos agrícolas adenaños, que sea de circulación más agradable (y directa) y que sirva como recorrido del parque, para peatones y ciclistas.
- Generar un borde habitable, como articulador entre el terreno y el río, integrando programa de parque: zonas recreativas, de ejercicios y de permanencia y contemplación, acortando las distancias de la circulación.



2. Rehabilitación del relave

- Desde los bordes: Revegetación del borde del relave Biombo verde o buffer (vegetación alta) para evitar la erosión eólica e hídrica.
- Desde el centro: plataformas de trabajo experimental para el tratamiento de relave.



3. Conexiones entre el terreno y el entorno urbano

- Pasarelas peatonales conectando las riberas del río, integrando la ribera sur al circuito de parques del Río Mapocho y sumando áreas verdes a la comuna.
- Generar un nuevo acceso público al terreno, conectándolo con la vialidad propuesta, aumentando al accesibilidad a nivel comunal.

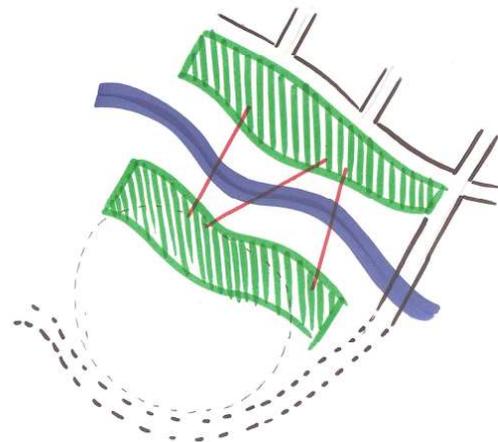
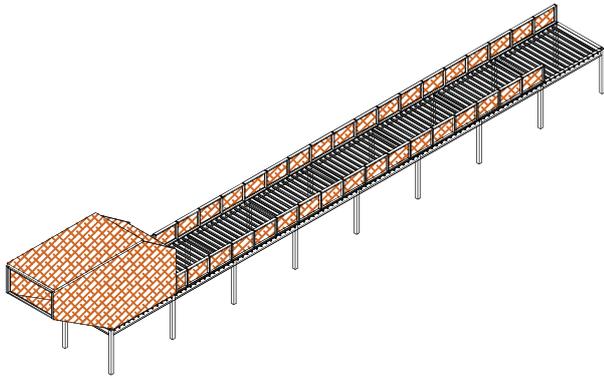
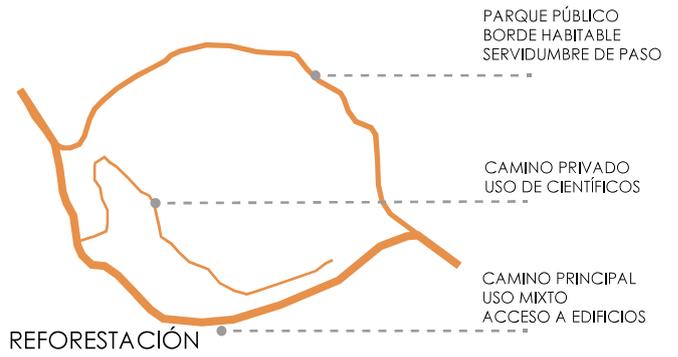


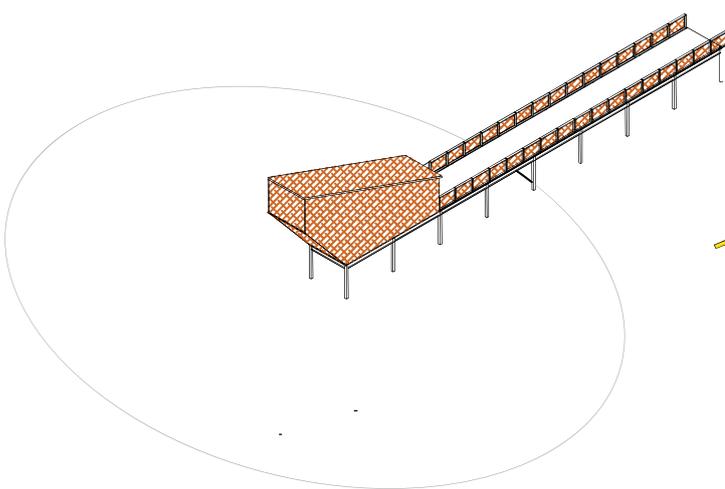
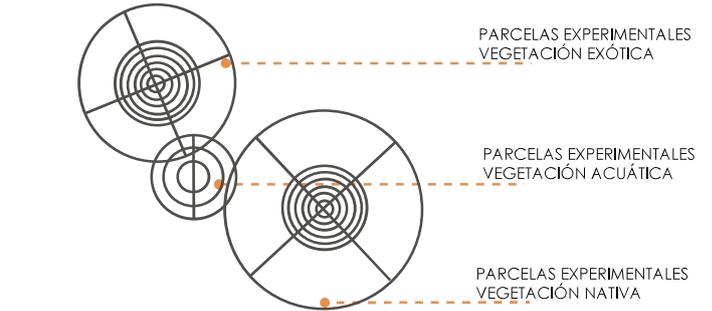
Fig. 72. Estrategias propuesta.
Fuente: Elaboración propia.

4.3.3 COMPONENTES DEL PARQUE

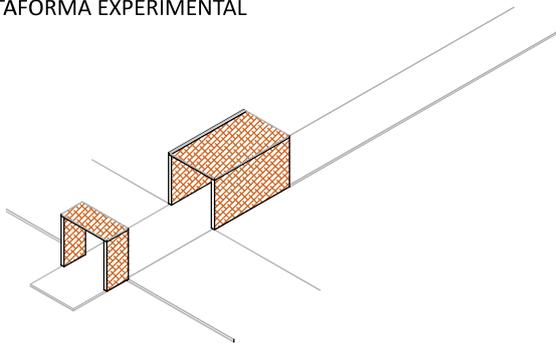
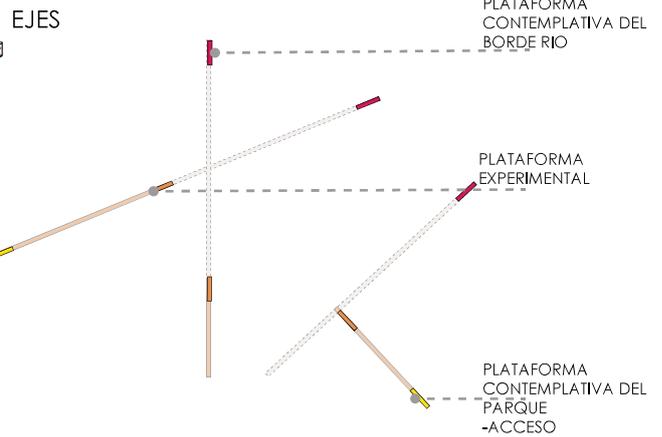
CIRCULACIONES



PLATAFORMA CONTEPLATIVA



PLATAFORMA EXPERIMENTAL



PLATAFORMA CONTEPLATIVA

VEGETACIÓN

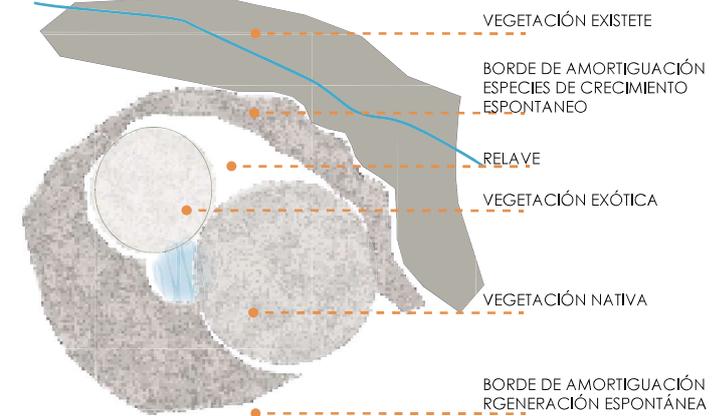
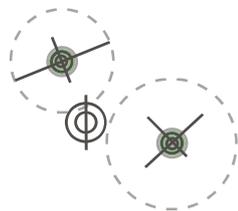
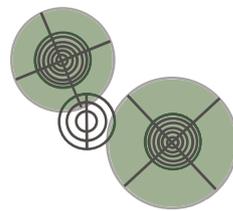


Fig. 73. Componentes del parque.
Fuente: Elaboración propia.

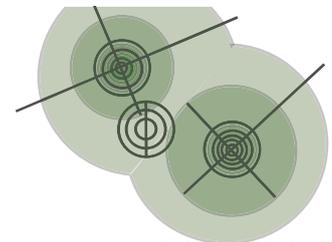
EVOLUCIÓN TEMPORAL



FASE I a 10 años



FASE II a 20 años



FASE III a 30 años

PROGRAMA

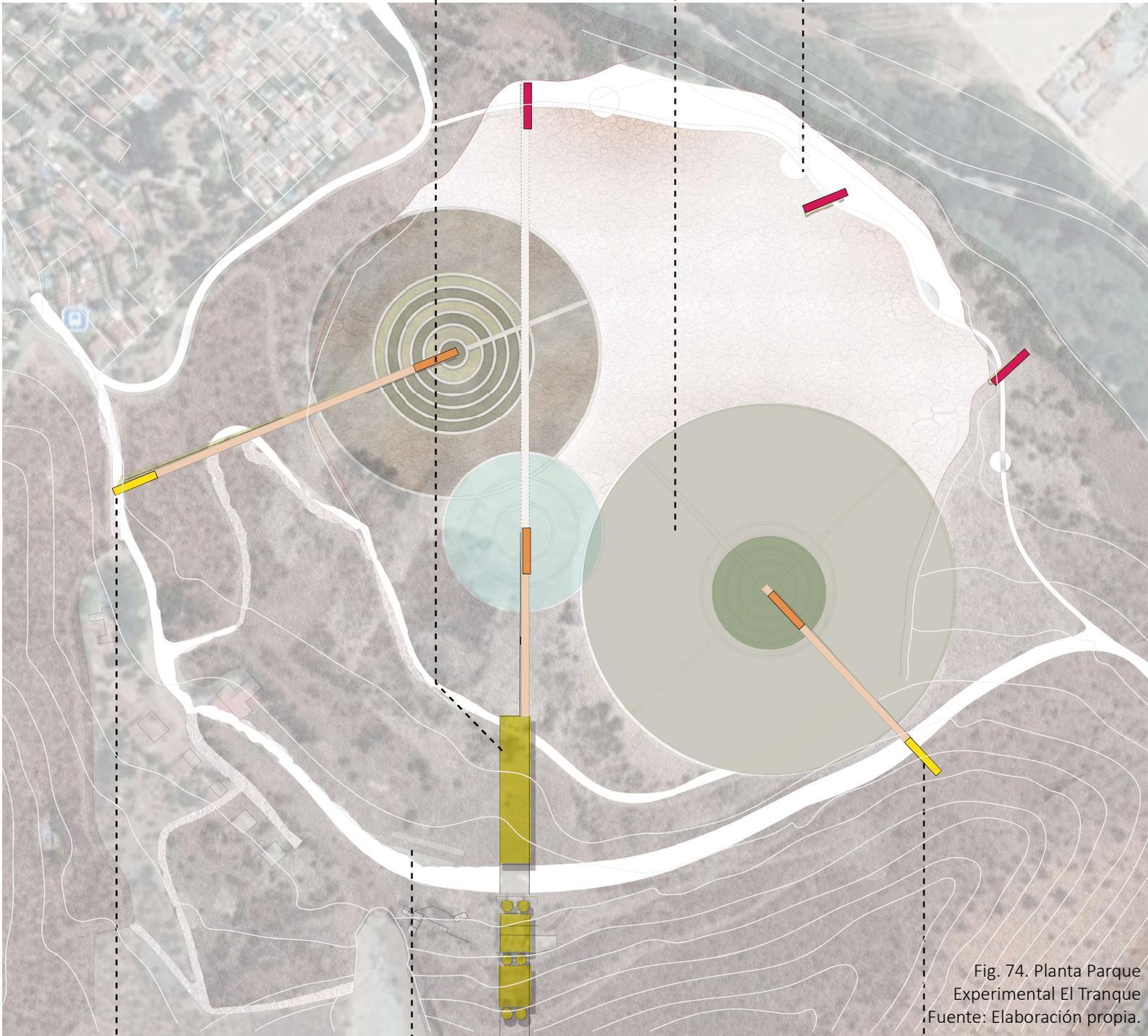


Fig. 74. Planta Parque Experimental El Tranque
Fuente: Elaboración propia.

4.4 PROPUESTA ARQUITECTÓNICA: CIMM. INVESTIGACIÓN Y DIFUSIÓN

4.4.1 PROGRAMA Y USUARIO

ÁREA	PROGRAMA	SUP X UN (m2)	CANTIDAD	SUP. TOTAL
INVESTIGACIÓN (9 investigadores + practicantes)	LABORATORIOS	180	3	540
	SALAS APOYO	20	3	60
	OFICINAS JEFES	12	3	36
	BODEGAS	20	3	60
	SSHH	20	2	40
ADMINISTRACIÓN (15 personas)	HALL RECEPCIÓN / EXPO	150	1	150
	GERENCIA	12	2	24
	OFICINAS ADMINISTRATIVOS	5	12	60
	SALAS DE REUNIÓN	30	3	90
	ESTAR / CAFETERÍA	150	1	150
	BIBLIOTECA / ARCHIVO	300	1	300
	SALA DE CONFERENCIAS	300	1	300
	SSHH	20	4	80
DIFUSIÓN (Seminarios, convenciones, visitantes parque)	HALL	150	1	150
	SALAS EXPOSICIÓN / MULTIUSO	400	3	400
	SALAS MIRADOR	50	4	200
	AUDITORIO (500p)	400	1	400
	TERRAZAS MULTIUSO	200	3	600
	CAFETERÍA	200	1	200
	SSHH	20	2	40
TOTAL				3880
30%				5000

Fig. 75. Desglose programático.
Fuente: Elaboración propia.

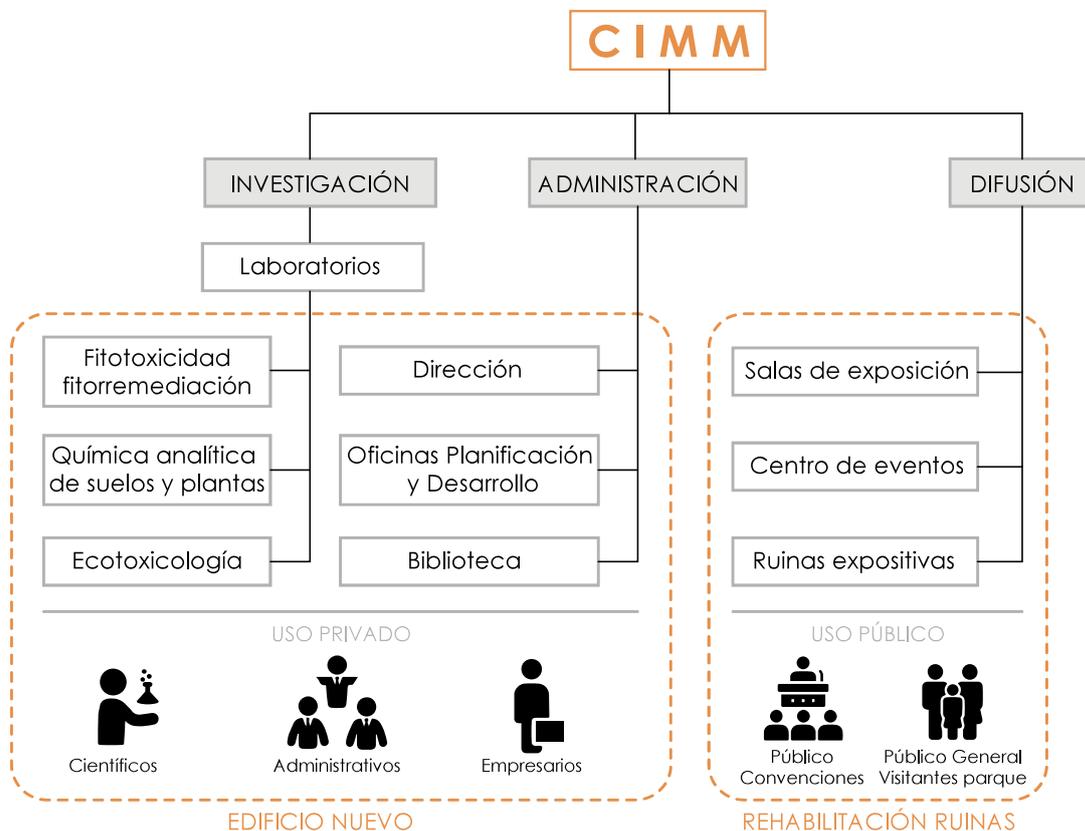


Fig. 76. Ejes del CIMM.
Fuente: Elaboración propia.

4.4.2 CRITERIOS DE INTERVENCIÓN

Preexistencias

Se reconoce el valor patrimonial de las edificaciones existentes, así como su relevancia como elementos del paisaje. Se mantiene su volumetría característica y su espacialidad interior.

Liberación

Se eliminan los elementos adicionales (baños), que no aportan un valor industrial, sin afectar a composición total de las ruinas. Se libera además la escalera lateral, que se presenta en un estado bastante deteriorado.

Consolidación

Por su situación de proximidad a la zona de peligro de derrumbe, se mantienen las ruinas de extracción y chancado como elementos expositivos o museo de sitio, estabilizando la edificación original para evitar pérdidas futuras, sin considerar habitabilidad.

Rehabilitación

El volumen principal y de mayor identidad por su configuración espacial e integridad, considera una rehabilitación sin alterar la estructura original, otorgándole un nuevo uso y convirtiéndolo en un espacio habitable y que a la vez sirva para que el público se haga parte del proceso minero.

El principal criterio de intervención es el contraste entre lo antiguo y lo propuesto, de manera que se pueda identificar claramente la ruina original.

Adición

Se agregan nuevos cuerpos siguiendo el eje de la ruina: un volumen superior que llene el vacío entre los silos, donde se dispondrá el auditorio; y un volumen inferior para albergar el programa científico del CIMM.

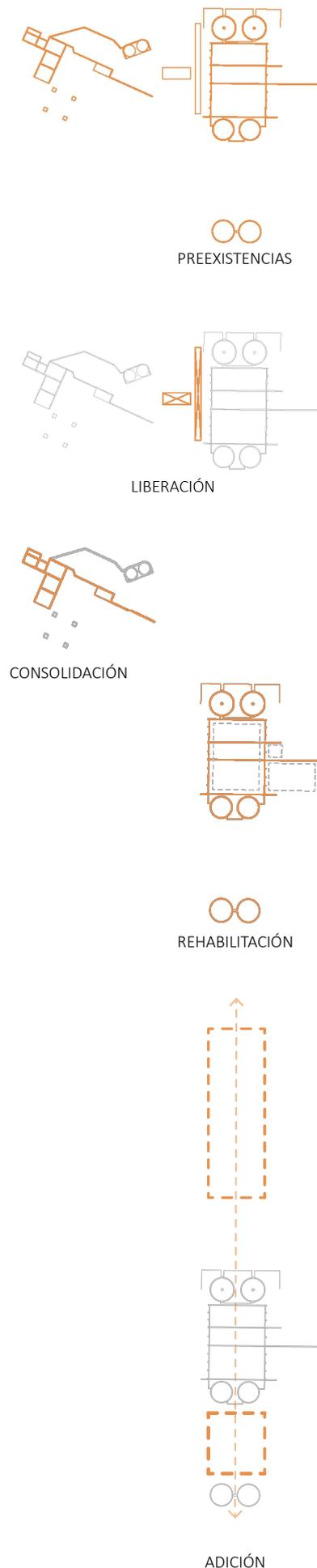
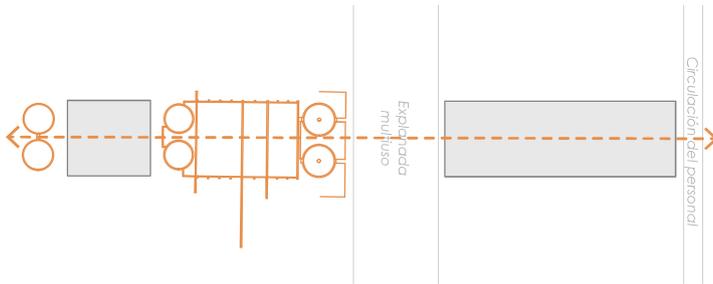


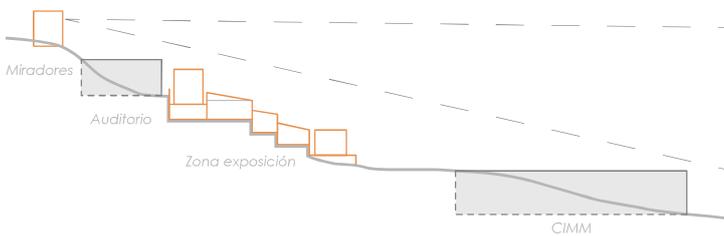
Fig. 77. Esquema de intervenciones.
Fuente: Elaboración propia.

4.4.3 ESTRATEGIAS DE DISEÑO

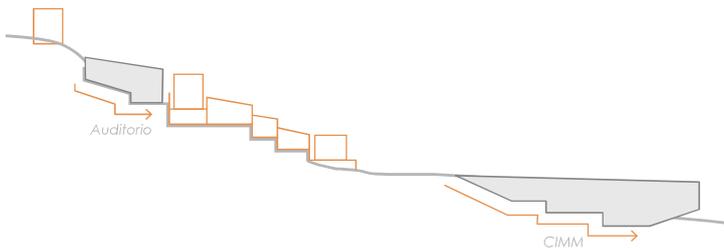
Dar **continuidad del eje** de producción, reconociendo la naturaleza del proceso, agregando los nuevos volúmenes programáticos a lo largo de él.



Soterrar los volúmenes del CIMM, evitando bloquear las vistas desde y hacia las ruinas.



Aterrizar los niveles, siguiendo la pendiente y dando continuidad a la espacialidad del modelo constructivo.



Generar una **continuidad espacial** entre niveles, con espacios que varíen de mayor a menor iluminación, conceptualizando la inmersión en la mina subterránea. Así, las salas de exposición forman parte de un recorrido ascendente donde el visitante se interioriza en la vida en la mina.



El programa CIMM se divide en niveles, dejando el programa científico cercano al relve, las oficinas y programa más público en el nivel superior y una cubierta habitable para el público general.

4.4.4 PLANIMETRÍA DEL PROYECTO

1. Silos miradores
2. Exposición subterránea
3. Exposición audiovisual
4. Exposición abierta
5. Exposición abierta y hall
6. Silos portada
7. Explanada de Acceso (público)

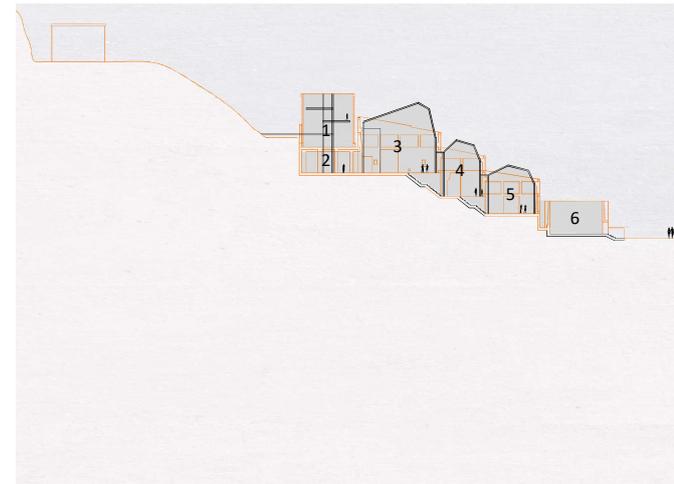


Fig. 79. Corte longitudinal
Fuente: Elaboración propia.

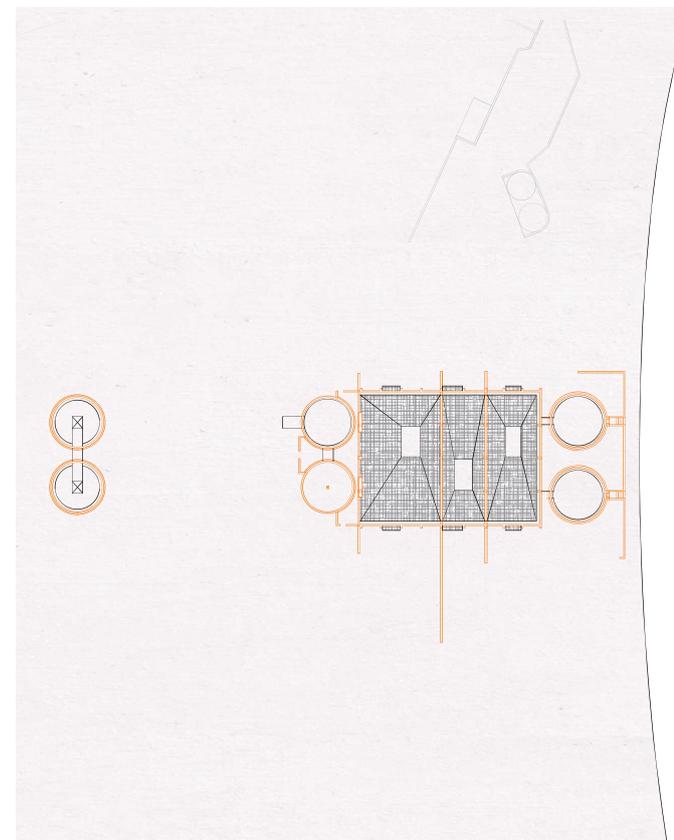
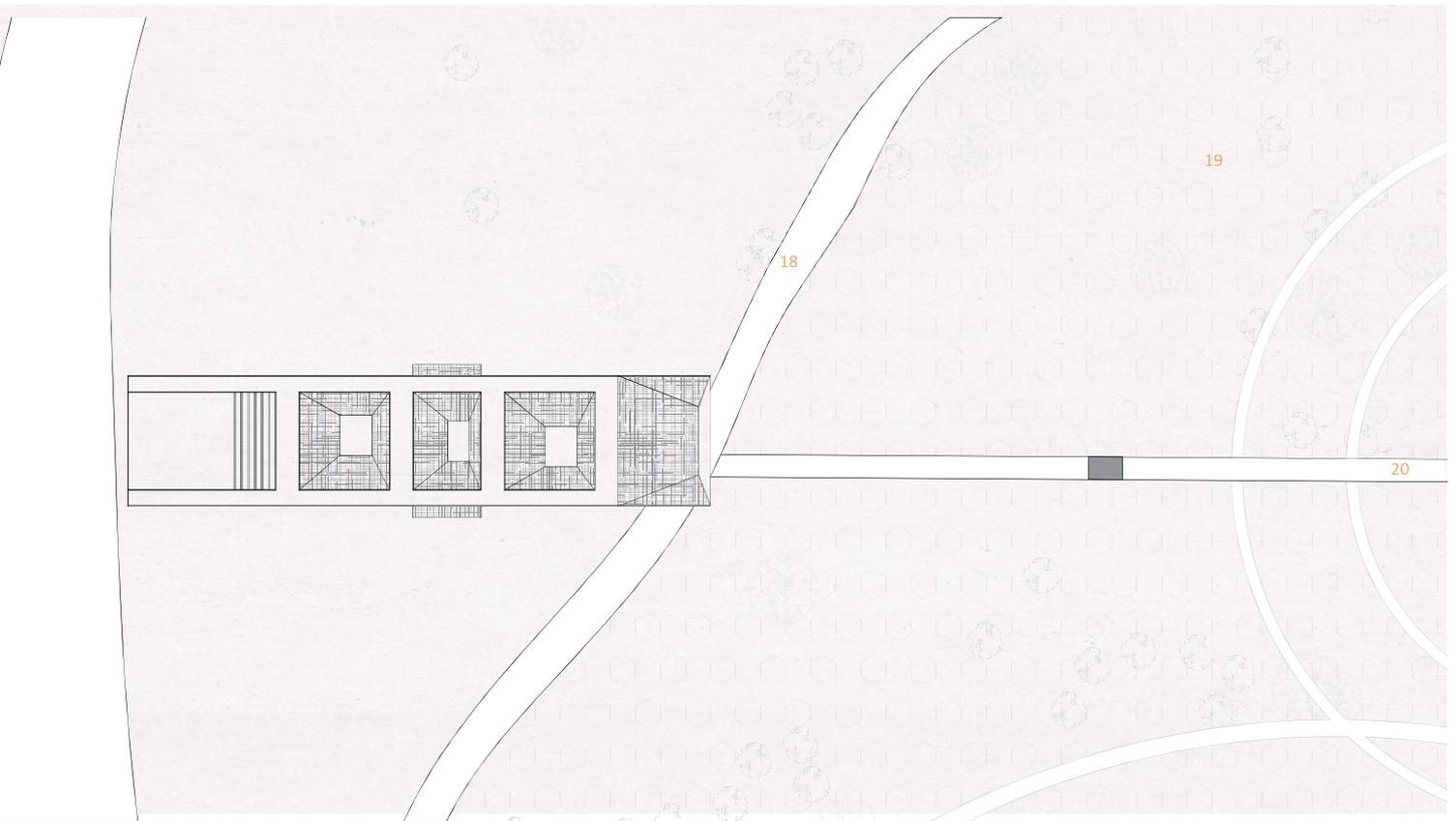


Fig. 80. Planta de techumbre.
Fuente: Elaboración propia.

Fig. 78. Estrategias de diseño.
Fuente: Elaboración propia.

- 8. Patio de luz
- 9. Biblioteca
- 10. Casino/Cafetería
- 11. Núcleo circulaciones verticales y SSHH
- 12. Hall
- 13. Oficinas
- 14. Salas de reunión
- 15. Laboratorios
- 16. Salas de apoyo
- 17. Auditorio
- 18. Circuito experimental
- 19. Relave
- 20. Plataformas de experimentación de fitorremediación



0 5 10 25 50



4.4.5 PROPUESTA ESTRUCTURAL Y CONSTRUCTIVA

Cómo se planteó anteriormente, se pretende generar un **contraste** claro entre la estructura nueva y el vestigio original. Por ello se construye una estructura interior en base a acero, que sea independiente de los marcos rígidos y los muros de hormigón, dejando a la vista el material y sus cicatrices producidas por la actividad minera y el posterior abandono, dando muestra de la vida de la edificación.

Con el fin de conservar y resaltar la amplitud espacial de los espacios interiores, se propone un sistema estructural basado en los **marcos rígidos** de la estructura original, pero con un material más ligero como es la **estructura metálica**, que además tiene el beneficio de la reversibilidad.

En cuanto a materialidad de las terminaciones, se propone el uso de acero corten, que presenta una apariencia industrial y a la vez moderna, que contrastará con el grisáceo del hormigón, y que, por su imagen cobriza, hace un vínculo con el mineral que era extraído en el lugar.

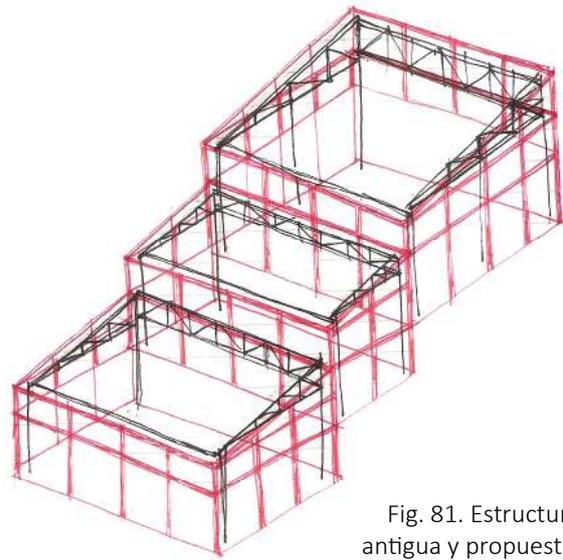


Fig. 81. Estructura antigua y propuesta.
Fuente: Elaboración propia.

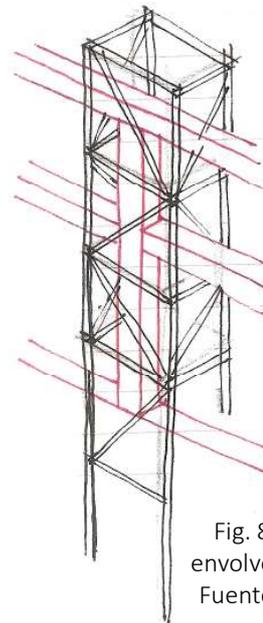
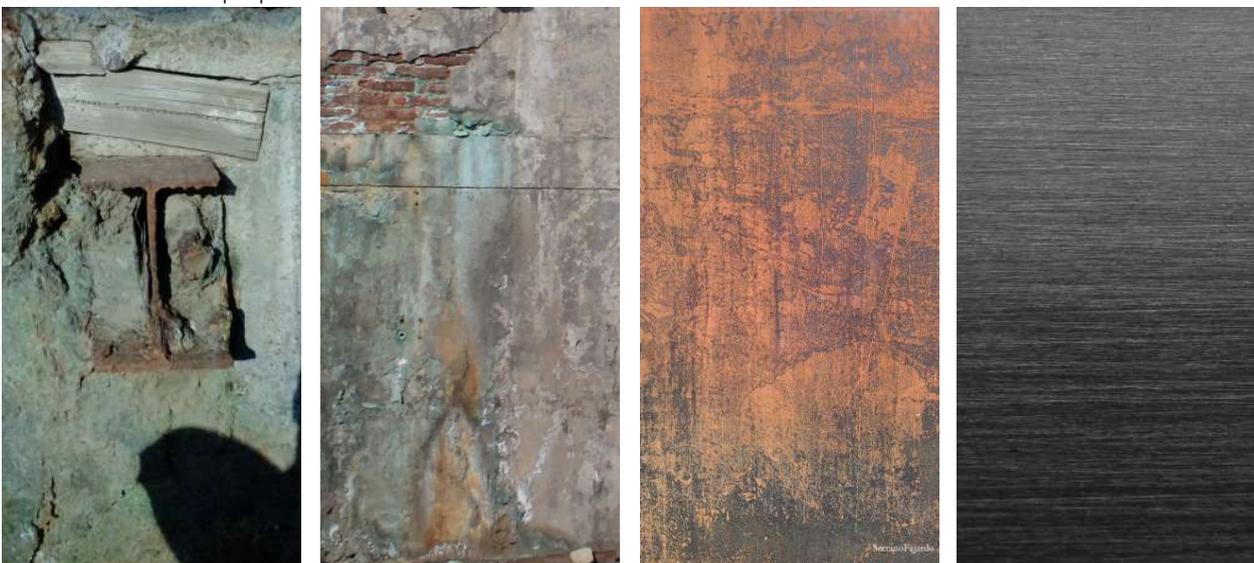


Fig. 82. Croquis estructura envolvente del pilar original.
Fuente: Elaboración propia.

Fig. 83. Materialidades y cicatrices de La Africana vs materialidades propuestas.
Fuente: Elaboración propia.



4.4.6 SUSTENTABILIDAD

El proyecto desde su génesis se genera entorno a la **sustentabilidad**, partiendo por el **reciclaje y rehabilitación de los desechos mineros**, tanto de las ruinas como del depósito de relave.

Por otro lado, dentro de las estrategias de diseño del nuevo edificio, se plantea el **soterramiento** de las instalaciones de laboratorios, que además de dejarlas a un nivel más cercano al área de fitorremediación y darle mayor privacidad al programa de investigación, también responde a una medida sustentable considerando la climatización necesaria en estos espacios. Así el edificio semienterrado se traduce en menos fachadas expuestas a la radiación, manteniendo la temperatura por **inercia térmica**, disminuyendo el uso de dispositivos de climatización artificial.

También se proponen sistemas de **reutilización y de gestión eficiente del uso del agua**, mediante la recolección de las aguas lluvias y reutilización de aguas grises dentro del proceso de fitorremediación.

Por último, el sistema de techos- lucarnas, que aumentan la altura de los espacios comunes se propone como un sistema de **iluminación y ventilación natural**.

4.4.7 GESTIÓN

El principal gestor del Centro de Investigación vendría siendo la propia **Dirección del CIMM**, desde el cuál se obtendría el financiamiento inicial para la construcción de la nueva sede y rehabilitación de las ruinas como centro de exposición y eventos, en base a los dineros disponibles de la venta de sus antiguas propiedades.

A pesar de la situación privada del CIMM, este se ubicará dentro de un área pública destinada a parque, cuya potencial ubicación en el cerro isla Lo Aguirre lo convierte en parte de la red parques urbanos, donde se hace necesaria la gestión del MINVU a través del **Parque Metropolitano de Santiago**.

Por último, se pueden hacer partícipe agrupaciones privadas que estén interesadas en la puesta en valor de las ruinas o **empresas mineras** que aporten mediante el **mecanismo de compensación** regulado por el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) por el impacto de la actividad en el territorio. En este grupo debiera intervenir la empresa **Nueva Pudahuel S.A.** (ex SMP), empresa minera de mayor relevancia en la comuna y actuales dueños del terreno.

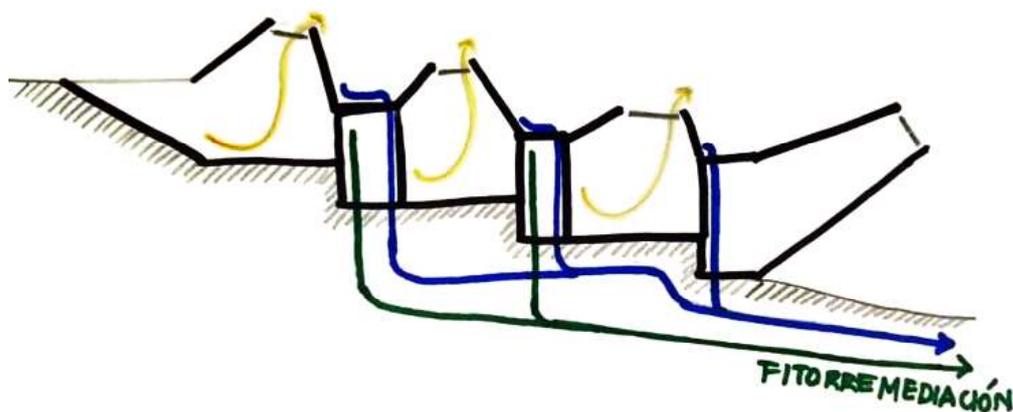


Fig. 84. Estrategias de sustentabilidad.
Fuente: Elaboración propia.

4.4.8 IMÁGENES DEL PROCESO

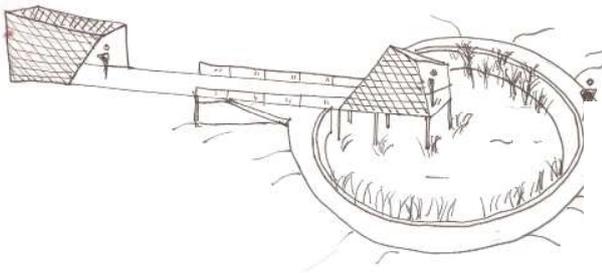
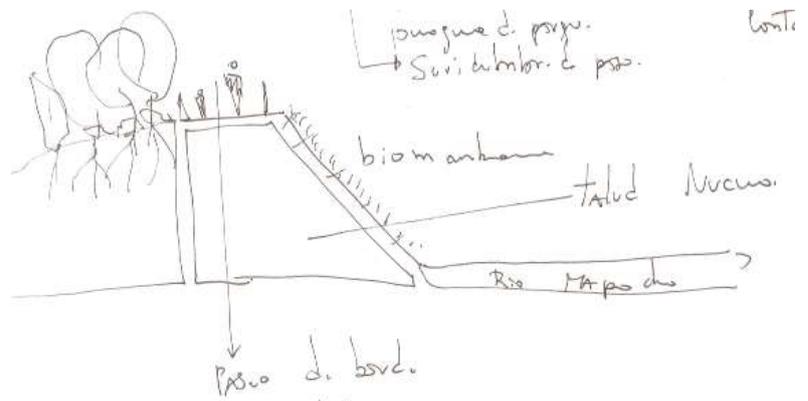
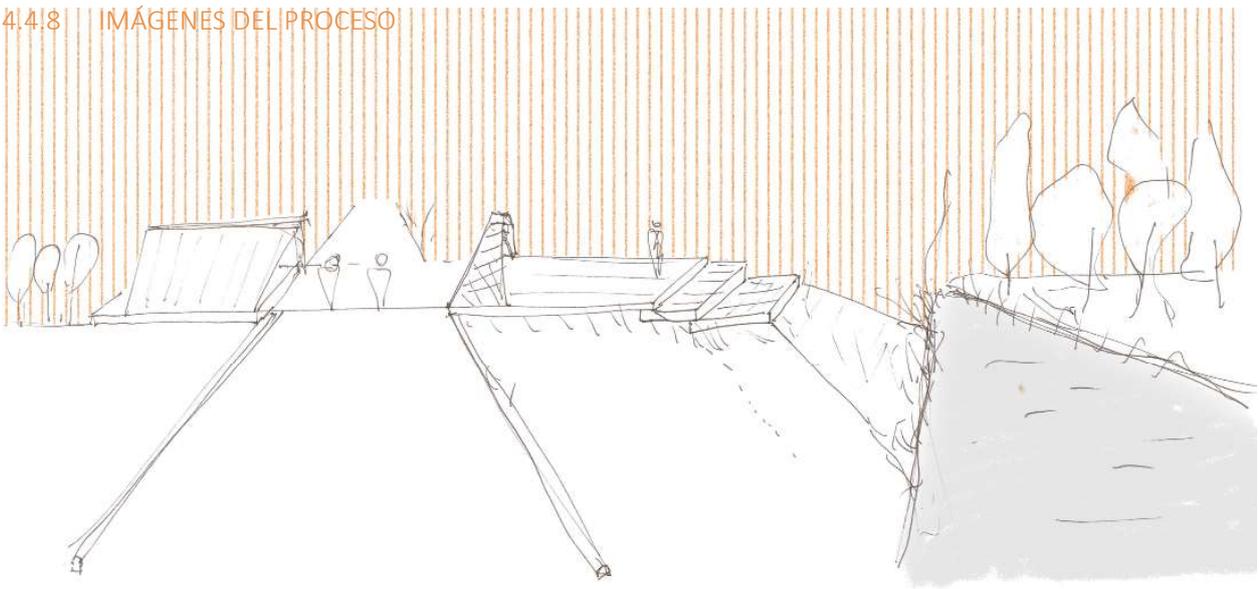
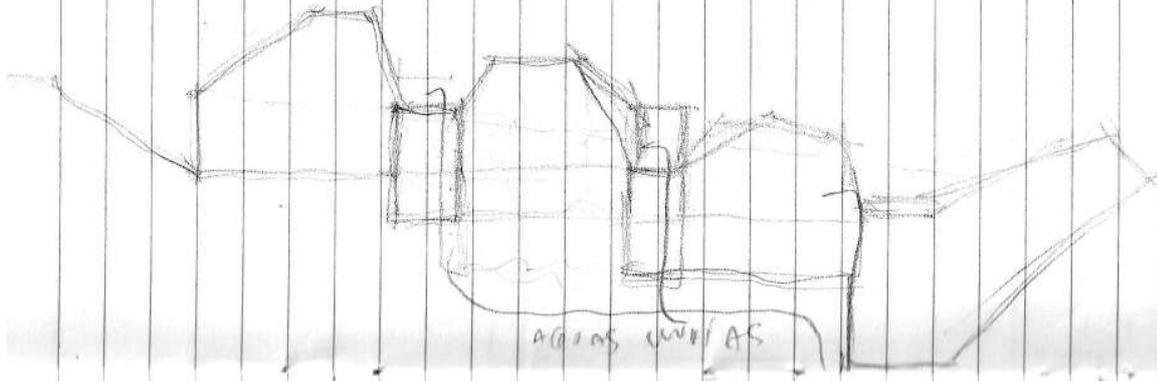


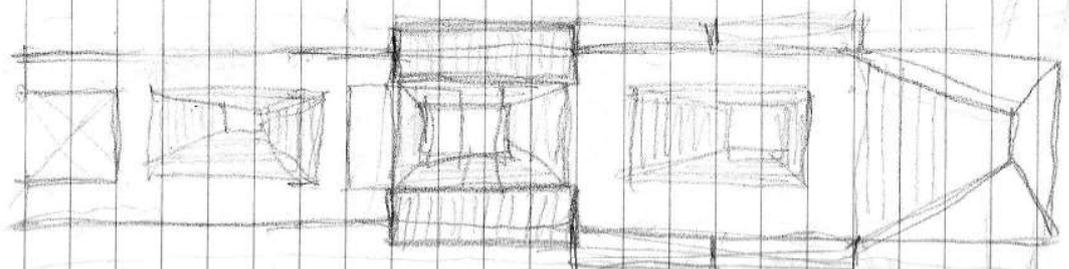
Fig. 85. Esquemas y croquis del proceso de diseño.
Fuente: Elaboración propia.

Biblioteca. Hall. Oficinas. Área de Leno.

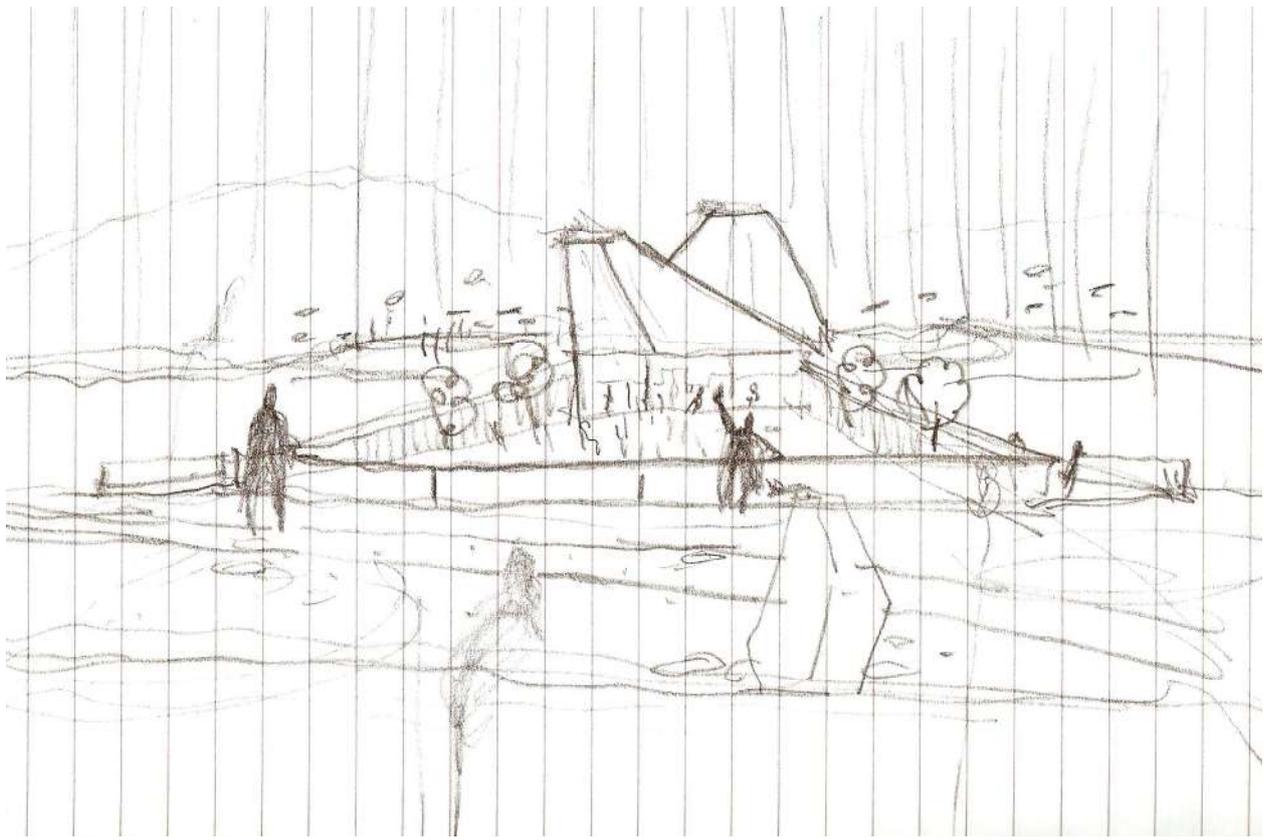


Área de Leno

Leno.



Parte interior



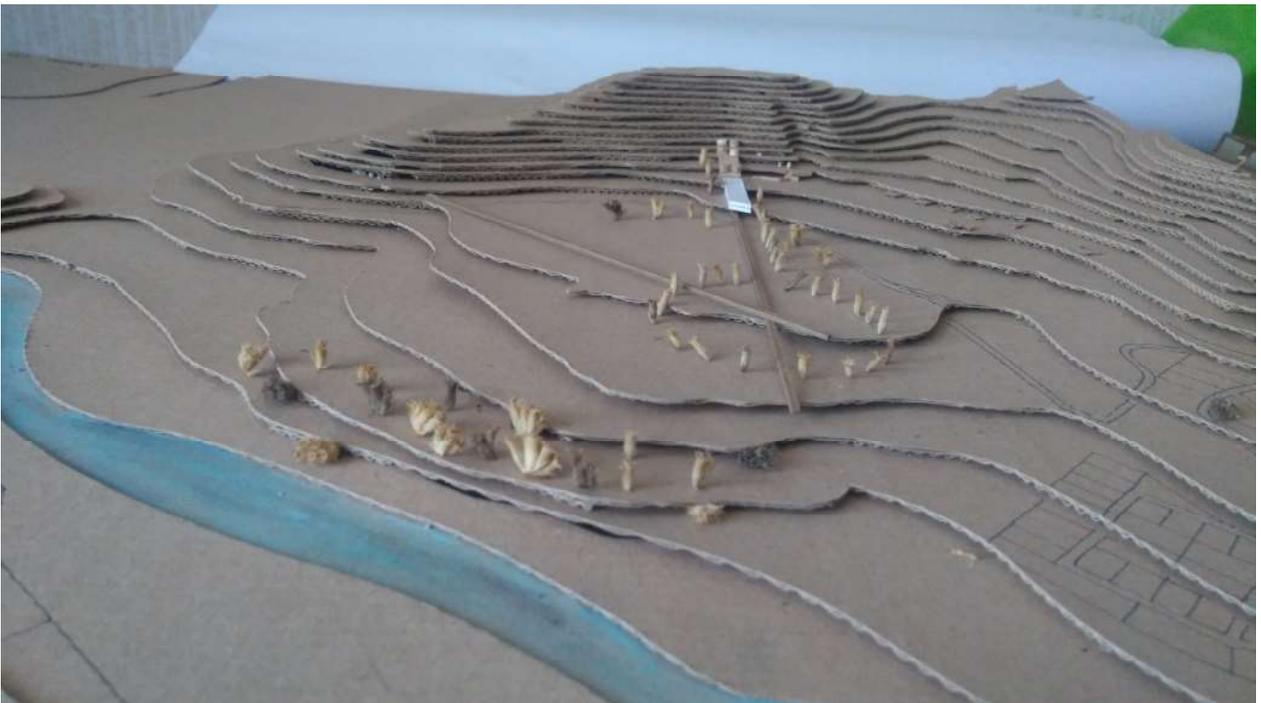
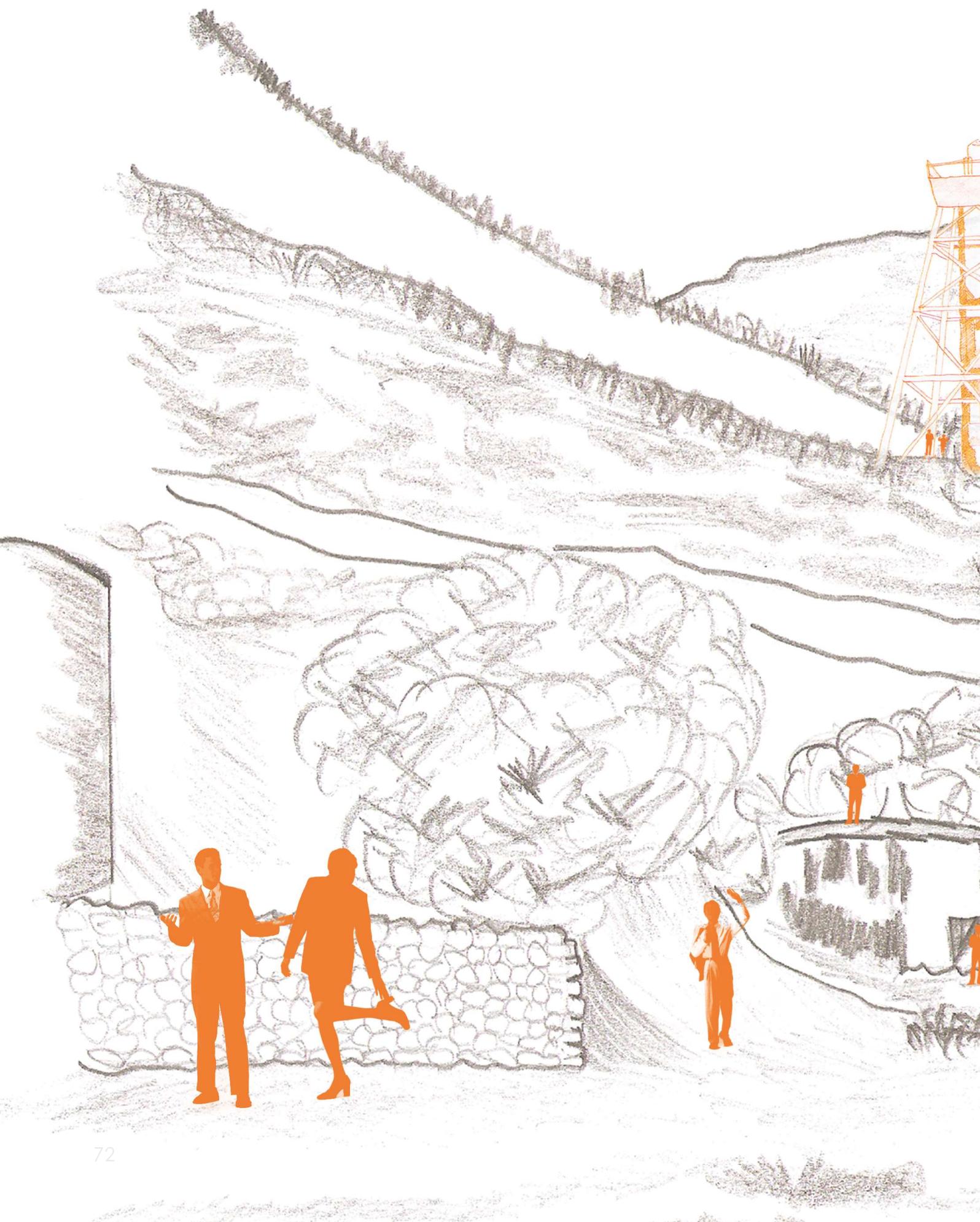




Fig. 86. Modelos de estudio
del proceso de diseño
Fuente: Elaboración propia.





CAPÍTULO 05
REFLEXIONES FINALES

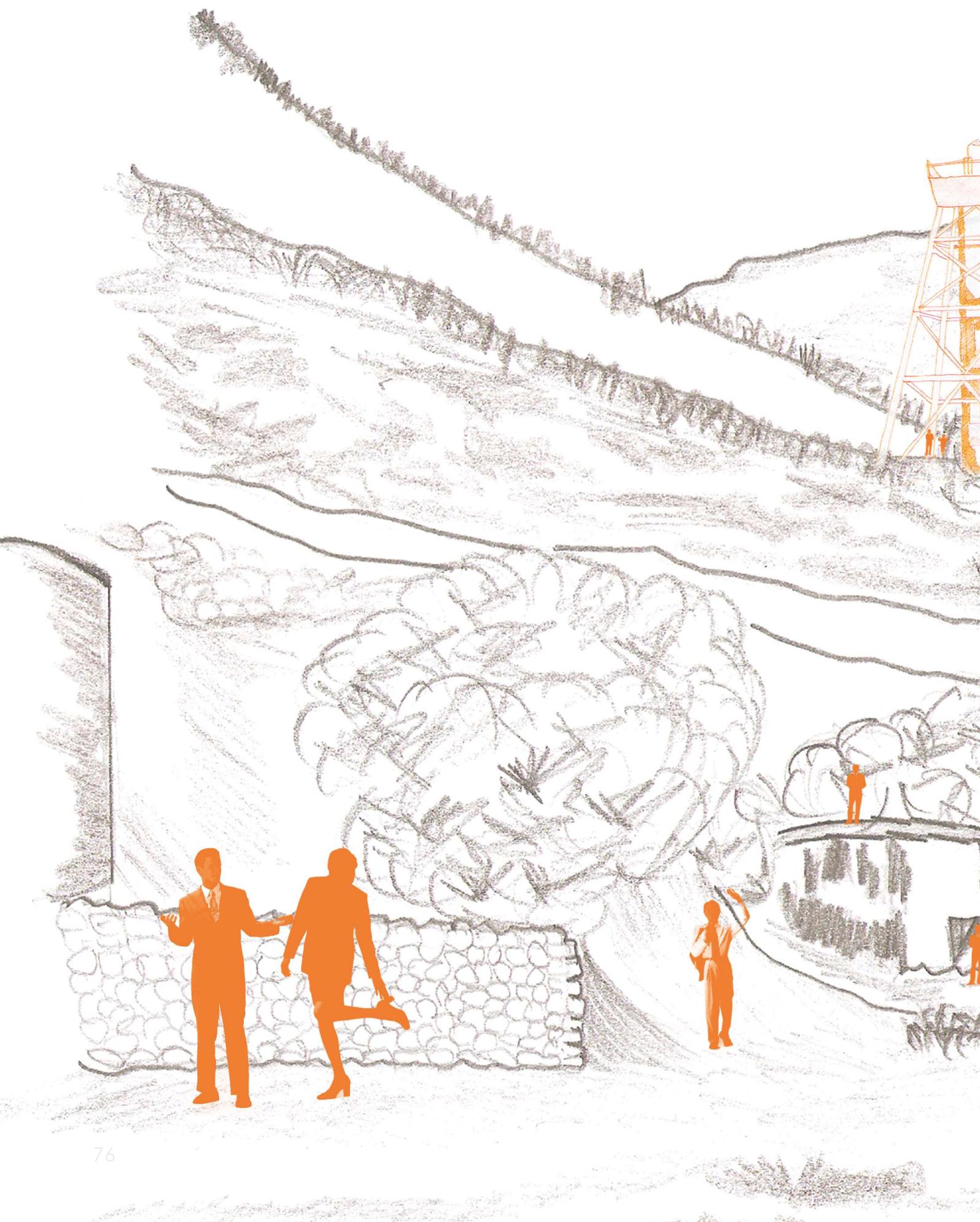
La presencia de ruinas industriales en abandono no deja de ser un tema relevante a nivel nacional, ya que existen gran cantidad de ellas a lo largo del país, que en algún momento cumplieron un rol importante en la sociedad chilena y que reconocemos como parte de nuestra identidad nacional.

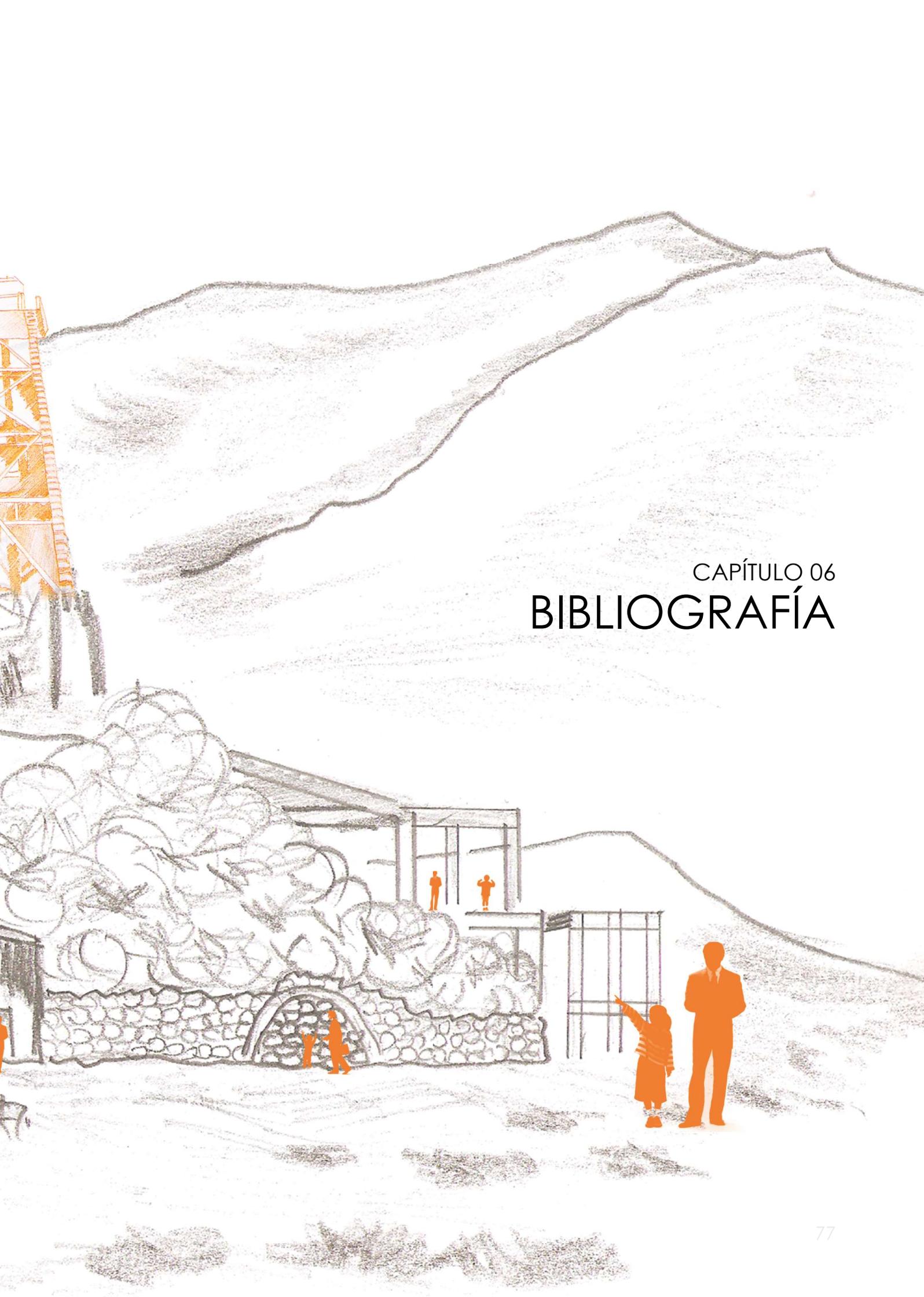
El hecho de no presentar una protección normativa para su conservación hace aún más evidente la problemática de abandono que sufren los sitios mineros, generando, en consecuencia, otras problemáticas en el entorno territorial, social y ambiental, presentando una situación con mayores desafíos al momento de proyectar.

En primera instancia la escala fue sin duda un desafío, con un terreno de gran superficie y la necesidad de proyectar a una escala que no había desarrollado antes en la carrera y que a ratos sentía escaparse de las manos, para llegar una escala más manejable sin que el proyecto pareciera anecdótico.

En este sentido, el proyecto de título no deja de ser una instancia de aprendizaje más dentro de la carrera, en cuanto a lo teórico y lo técnico, donde reuniendo todas las competencias adquiridas a lo largo de los años, se pretende dar respuesta a una problemática real desde el punto de vista de la arquitectura. Es en estas instancias cuando nos damos cuenta que muchas veces la solución requiere de interdisciplinariedad, a distintas escalas y con distintos actores, que en estos casos debe suplirse con una conceptualización teórica.

Por otro lado, la cercanía con el caso de estudio fue de gran ayuda al momento de hacer el levantamiento de lo existente, logrando comprender la ruina casi en su totalidad, con ayuda de los antiguos pobladores, que ven en ella el testimonio de su pasado, un sentimiento que hace aún más motivante la experiencia de proyectar.





CAPÍTULO 06
BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA CITADA

Asta-buruaga y Cienfuegos, Francisco (1899). Diccionario Geográfico de la República de Chile. Santiago de Chile.

Atisba (2011). La Brecha Verde: Distribución espacial de las áreas verdes en el Gran Santiago. Obtenido en: <http://www.atisba.cl>

Biblioteca del Congreso Nacional (1972). El parlamento y el hecho mundial de la gran minería del cobre chileno. Santiago: Andrés Bello.

Biblioteca del Congreso Nacional (2012). Pasivos Ambientales Mineros en Chile. Informe BCN. Área RRNN, Ciencia y Tecnología.

Brea, L. (2014). Factores determinantes del sentido de pertenencia de los estudiantes de Arquitectura de la Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra, Campus Santo Tomás de Aquino. Murcia: Universidad de Murcia.

Correa, Jesús (2015). Restauración ambiental, técnicas de descontaminación: La Fitorremediación. Obtenido en: <https://geoinnova.org/blog-territorio/curso-restauracion-fitorremediacion/>

Cerros Isla, Fundación (2017). Cerros Isla de Santiago. Construyendo un nuevo imaginario de ciudad a partir de su geografía. Santiago: Ediciones ARQ. Obtenido en: <http://www.santiagocerrosisla.cl/biblioteca>

Danús, Hernán (2007). Crónicas mineras de medio siglo, 1950-2000. Santiago: RIL editores.

Ginocchio Rosanna, Baker, Alan y León-Lobos, Pedro (2011). Fitoestabilización de Depósitos de Relaves en Chile. Guía N° 3: Flora y Vegetación Asociadas a Relaves Mineros Abandonados

ICOMOS-TICCIH (2003). Carta de Nizhny Tagil sobre el patrimonio industrial. Asamblea Nacional del TICCIH. Moscú: TICCIH.

ICOMOS-TICCIH (2011) Principios conjunto de ICOMOS- TICCIH para la conservación de sitios, estructuras, áreas y paisajes del patrimonio industrial. Los principios de Dublín. Paris.

Instituto Geológico y Minero de España (s.f). Patrimonio geológico: Patrimonio minero. Obtenido en: <http://www.igme.es/patrimonio/patrimonioMin.htm>

Ilustre Municipalidad de Pudahuel (2016). PLADECO 2016-2019.

Ilustre Municipalidad de Pudahuel (2018) Proceso de aprobación Plan Regulador Comunal. Departamento de Asesoría Urbana. Presentación digital. Obtenido en: www.mpudahuel.cl/sitio/index.php/municipalidad/estudio-plan-regulador/estudio-plan-regulador

IPHE (2016). Plan Nacional de Patrimonio Industrial, Actualización del documento original 2001. España.

Malhue Donoso, Romina (2015). Análisis de efectividad de las fitoestabilizaciones del Embalse de Relave Cauquenes, CODELCO. Tesis magister gestión ambiental Universidad Andrés Bello.

Marrero Coto, Jeannette; Amores Sánchez, Isis & Coto Pérez, Orquídea (2012). Fitorremediación, una tecnología que involucra a plantas y microorganismos en el saneamiento ambiental. ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar, vol. 46 (3). pp. 52-61.

Millán, A. (2006). La minería metálica en Chile en el siglo XX. Santiago: Universitaria.

Moreno, Osvaldo (2013). Paisaje, riesgo y resiliencia. La arquitectura del paisaje en la modelación sustentable del territorio.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Pérez, S. (2015). Crónicas: Mina La Africana, El tesoro de la nostalgia. Obtenido en: <http://www.domadores.cl/tag/mina-la-africana/>
- Pinto, Patricio (2007). Notas en torno al concepto de Patrimonio. Revista CA, n° 130, pp. 26-28.
- Saric, N. (1978). Geología y mineralización del yacimiento La Africana, SMP Ltda. Revista Geológica de Chile, 31-40.
- SERNAGEOMIN (2016). Anuario de la Minería de Chile. Servicio Nacional de Geología y Minería, Santiago. Obtenido en: www.sernageomin.cl
- SERNAGEOMIN (2016). Preguntas frecuentes sobre relaves. Obtenido en, <http://www.sernageomin.cl/preguntas-frecuentes-sobre-relaves/>
- Sociedad Minera Pudahuel (2010). Regularización de cierres de faenas mineras. Presentación digital. Obtenido en: <http://www.sonami.cl/site/wp-content/uploads/2016/03/05.-Regulacion-de-Cierres-de-Faenas-Mineras.pdf>.
- Terán, J. (2004). Consideraciones que deben tenerse en cuenta para la restauración arquitectónica. Conserva: Revista del centro nacional de Conservación y Restauración, 101-122.
- Torres Gilles, Claudia (2014). La rehabilitación arquitectónica planificada. Revista ARQ n88. Santiago. (pág 30-35)
- Waissbluth, V. (2014). Reportaje: Patrimonio industrial. Las fábricas de la memoria. PAT. Revista DIBAM, patrimonio cultural y natural, 22-29.
- Zuñiga, V. (2007). Pudahuel. En el camino de la memoria. De Las Barrancas a Pudahuel, 450 años de historia. Santiago: Ilustre Municipalidad de Pudahuel.
- ABC (2016). Cultura- Arte: Tate Modern, la nueva catedral del Arte Moderno. Obtenido en: http://www.abc.es/cultura/arte/abci-tate-modern-nueva-catedral-arte-moderno-201606142039_noticia.html
- Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (2011). Ley 20.551. Regula el cierre de faenas e instalaciones mineras. Obtenido en: <http://www.sernageomin.cl/cierre-de-faenas-mineras/>
- Barcelona, P. I. (2009). Las tres chimeneas FECSA. Obtenido en: <http://patrimonioindustrialdebarcelona.blogspot.cl/2009/01/las-tres-chimeneas-fecsa.html>
- Cubillos, Gustavo (2006). Desde el CIMM al CIMM T&S. Ciencia y tecnología.
- ICOMOS (1965). Carta Internacional sobre la Conservación y la Restauración de Monumentos y Sitios. Venecia: II Congreso Internacional de Arquitectos y Técnicos de Monumentos Históricos (1964).
- INE (2017). CENSO nacional de población y vivienda 2017.
- Plataforma Arquitectura (2012). Proyecto Factoría Italia / Tidy Arquitectos + Gabriel Cáceres + Daniel Lazo. Obtenido en: <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-216836/proyecto-factoria-italia-tidy-arquitectos-gabriel-caceres-daniel-lazo>
- SERNAGEOMIN (2007). Catastro de faenas mineras abandonadas o paralizadas y análisis preliminar de riesgos. Obtenido en: <http://www.sernageomin.cl/investigacion-de-faenas-abandonadas/>
- SERNAGEOMIN (2012). Atlas de Faenas Mineras, Regiones de Valparaíso, Libertador General Bernardo O’iggins y Metropolitana de Santiago. SERNAGEOMIN.