

# RECONVERSIÓN DE INFRAESTRUCTURA INDUSTRIAL MINERA

Centro de investigación y campus de la universidad  
católica del norte, hacia un parque tecnológico y sustentable,  
Codelco Chuquicamata

**FRANCISCO SEBASTIÁN VARGAS CRUZ**

Tesis para proyecto de título pregrado Arquitectura

Profesores guía investigación:

Anita María Puig  
Vicente Navarrete

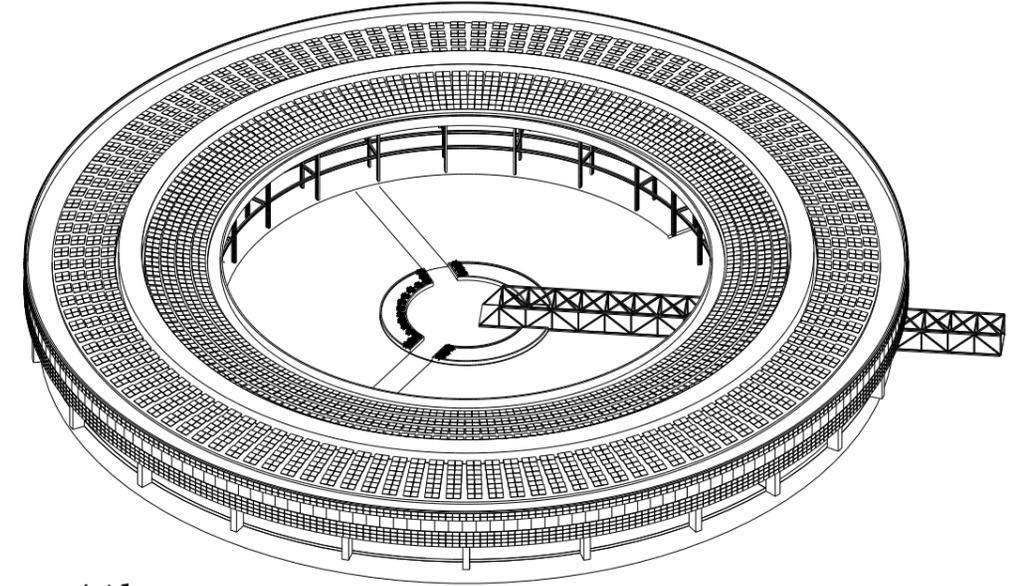
Profesores Taller integrado de título:

Felipe Fritz  
Isaias Szigeti

Profesor guía de Título:

Sergio Villarroel





### Resumen/ Abstract

En la actualidad cada vez es más común escuchar de la contaminación ambiental, como uno de los factores principales del cambio climático en el mundo, dentro de este fenómeno se pueden encontrar variadas formas de contaminación, ya sea hídrica, acústica, lumínica, de suelo y del aire, entre otras. Gran parte de esta contaminación se debe a la producción industrializada del siglo XX.

Es a través de esta consecuencia que dejó el siglo pasado que surge la necesidad del ser humano por hacerse cargo de esta problemática como lo son por ejemplo, las industrias mineras abandonadas en Chile, que durante su funcionamiento no solo han generado un gran aporte económico y laboral, sino que también han afectado a poblaciones de seres humanos, fauna, flora y paisajes.

Una vez que se cumple el ciclo de vida de una minera, sus faenas son abandonadas en medio del paisaje para encontrar nuevas zonas de interés y de esta forma volver a extraer minerales, mover grandes cantidades de relaves, intervenir causas hídricas, desplazar animales nativos del sector y cambiar por completo la ecología de ese lugar, todo esto para que cuando la extracción ya no sea rentable vuelvan a ser abandonadas sus faenas.

El estado debiese hacerse cargo de fiscalizar el abandono de estas industrias, con el fin de darle un mejor uso en retribución a los afectados, es aquí donde la arquitectura puede aportar con el tecnicismo y estrategias para aprovechar mejor las características del paisaje e incluir esta parte de la historia como un elemento que se pudo reconvertir en algo positivo que contemple las problemáticas actuales y que mejore la calidad de vida de las personas que deciden vivir en estos lugares motivadas por el trabajo.

El proyecto buscará plantear una reconversión basada en una nueva industria que Chile puede ver con buenos ojos.

El hidrógeno verde se obtiene de la electrólisis del agua, en donde se tiene altas expectativas que apuntan a las condiciones de nuestro país, y el rumbo que están tomando las tecnologías para combatir el cambio climático.

Palabras Clave: **Industria minera, reconversión, espesadores de relave, hidrógeno verde y retribución.**

# Tabla de Contenidos

Resumen /abstract

## Capítulo I: Introducción

### 1.1 Investigación

- 1.1.1 Objeto de Investigación
- 1.1.2 Pregunta de Investigación
- 1.1.3 Hipótesis de Investigación
- 1.1.4 Objetivo general

### 1.2 Relevancia de Codelco Chuquicamata en la actualidad

### 1.3 Problemáticas del territorio

## Capítulo II: LUGAR | Codelco Chuquicamata, Región de Antofagasta

### 2.1 Proceso histórico de Chuquicamata

### 2.2 Características del territorio

### 2.3 Características de Chuquicamata

### 2.4 ¿Cómo afecta Codelco Chuquicamata a su entorno?

## Capítulo III: TEMA | Reconversión de infraestructura industrial minera

### 3.1 ¿Que es un espesador de relave?

### 3.2 Normativa para el cierre de faenas mineras(oportunidad de reconversión)

### 3.3 Características de los espesadores de relave Codelco Chuquicamata

- 3.3.1 Identificación de espesadores de relave
- 3.3.2 Dimensiones de espesadores de relave

### 3.4 Referentes de reconversión para infraestructura industrial

- 3.4.1 Landschaftspark duisburg nord/ ALEMANIA

## Capítulo IV: CASO PROGRAMÁTICO | Centro de investigación y campus universitario de hidrógeno verde

### 4.1 ¿Qué es el hidrógeno verde?

### 4.3 Oportunidad de producción hidrógeno verde en Chile

- 4.3.1 Oportunidad de producción hidrógeno verde en el desierto de Atacama

### 4.3 Estrategia nacional hidrógeno verde

- 4.3 ¿Cómo podría beneficiar el cambio productivo de Chuquicamata?, pasando de industria minera extractora de minerales a una industria energética sustentable

### 4.4 Vinculación del hidrógeno verde con la universidad católica del norte

## Capítulo V: PROYECTO DE TÍTULO | Centro de investigación

### 5.1 Síntesis de proyecto

- 5.1.1 Sostenibilidad y gestión del proyecto
- 5.1.2 Características a incorporar

### 5.2 Masterplan(Manifestación hacia donde apunta)

- 5.2.1 Estrategias de masterplan
- 5.2.2 Programa de masterplan

### 5.3 Centro de investigación del hidrógeno verde

- 5.3.1 Estrategias de centro de investigación
- 5.3.2 Programa de Centro de investigación
- 5.3.3 Plantas arquitectónicas de centro de investigación
- 5.3.4 Cortes arquitectónicos de centro de investigación
- 5.3.5 Elevaciones de centro de investigación
- 5.3.6 Escantillón centro de investigación

## Capítulo VI: Conclusión

### 6.1 Conclusión general

- 6.1.1 Conclusión nivel macro (Territorio)
- 6.1.2 Conclusión a nivel intermedio (Local)
- 6.1.3 Conclusión a nivel micro (reconversión de espesador)

# CAPÍTULO I / Introducción

---

Una vez terminado el ciclo de vida útil de una minera,  
¿que sucede con toda esa infraestructura e intervenciones  
en el paisaje?

## Introducción

En este capítulo se explica el proceso de investigación, donde se señalan objeto de estudio, pregunta de investigación, hipótesis de investigación, el objetivo general y además la relevancia que tiene Codelco como principal involucrado.

Se dan a conocer las problemáticas que afectan al territorio, contexto y zona de interés, visualizados como macrovisión, visión intermedia y microvisión

La idea es ir definiendo los parámetros de esta memoria y señalar cual es la problemática que se busca dar solución a partir de la arquitectura.

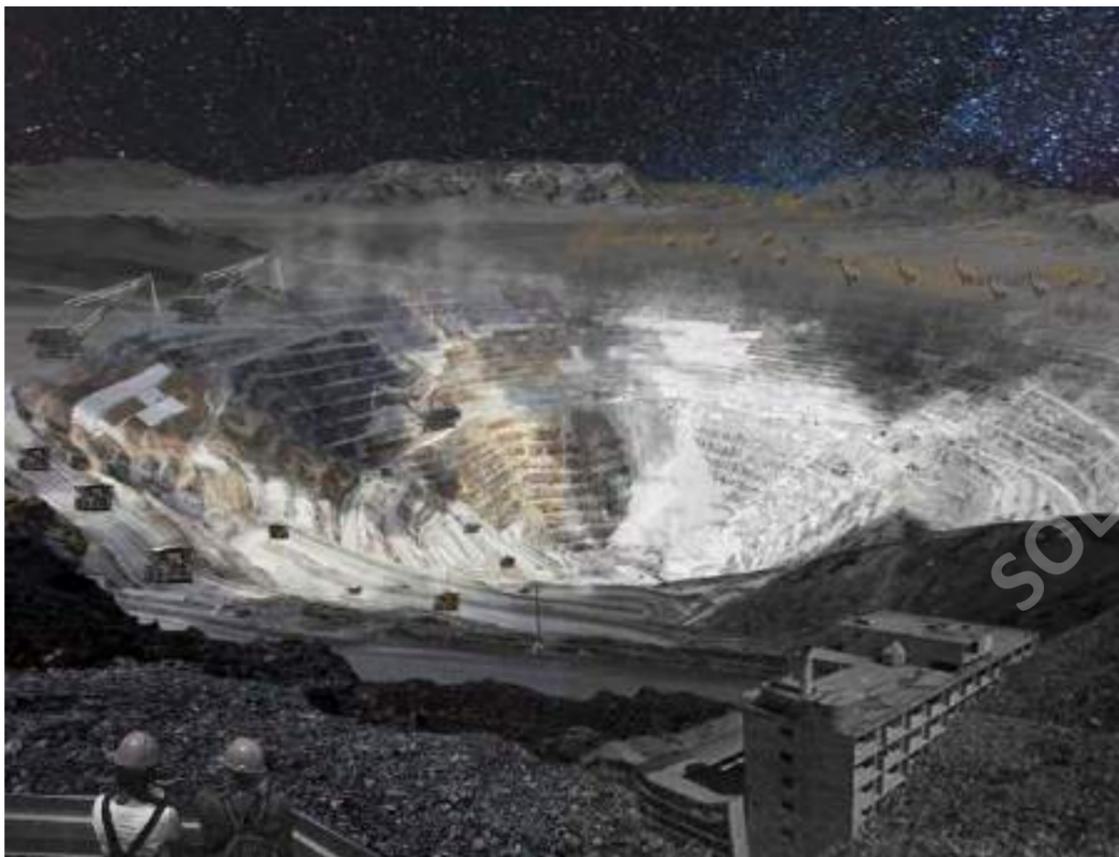


Figura 01. Collage incertidumbre post vida útil de infraestructura industrial minera  
Fuente: elaboración propia.

“ Como arquitecto, diseñas para el presente, con cierto conocimiento del pasado, para un futuro que es esencialmente desconocido”. **Norman Foster.**-[01]

+

## CAPÍTULO I: Introducción

### 1.1. Investigación

#### 1.1.1. Objeto de investigación

Reconversión de infraestructura industrial minera en vías al desuso.

#### 1.1.2. Pregunta de investigación

¿Cómo se puede reconvertir una infraestructura industrial minera en desuso para generar recursos de forma sustentable y circular, a partir de la arquitectura.

#### 1.1.3. Hipótesis de investigación

Debido al aumento de el calentamiento global, contaminación e industrias que quedan en abandono tanto en zonas urbanas como rurales, comienzan a abrirse nuevas opciones que pueden visualizarse desde las soluciones arquitectónicas.

Es por esto que surge una hipótesis en donde la reconversión de este espacio explotado y degradado por la industria minera, podría dar una nueva mirada desde la industria tecnológica y sostenible de el hidrógeno verde, permitiendo aportar con energía limpia (proveniente de energías renovables), generar ingresos para el mejoramiento de las zonas afectadas por la industria minera (retribución por daños), generar una nueva actividad económica a partir de un lugar en abandono o en vías al desuso, con el fin de no seguir interviniendo el territorio desde cero.

#### 1.1.4. Objetivo general

Estudio de un espacio explotado por la industria minera que se encuentra en vías al desuso o en estado de abandono, buscando una reconversión a partir de la arquitectura, analizando así su contexto físico, social, histórico y cultural.

## CAPÍTULO I

### 1.2. Relevancia de Codelco Chuquicamata en la actualidad

#### Relevancia de la industria minera para el país

En la actualidad la actividad minera es la industria que deja mayor ganancia económica al país, según consejo minero al 2020: “el 15% del PIB, 60 % de las exportaciones y el 20% de los ingresos fiscales provienen de esta industria” [02].

. Además de generar altos ingresos también permite un mayor número en empleos.

Por otra parte la industria también debe asumir desafíos relevantes para el convivir del territorio, como lo son el cuidado del agua (Escasez hídrica), cuidados con la contaminación y su regulación en materia de medioambiente, mayor apoyo a las comunidades que se ven involucradas en procesos de la industria.

Para comenzar a entender lo que sucede en la zona es necesario comprender algunos aspectos y conceptos, los cuales se irán explicando por medio de preguntas específicas que :

#### ¿Qué es Codelco?

Codelco son las siglas de Corporación nacional del cobre.

Es una empresa estatal, siendo totalmente propiedad del estado de Chile (todos los chilenos).

El 11 de Julio de 1971, se promulgó la reforma constitucional que nacionalizó el cobre en Chile, transfiriendo de esta forma las pertenencias de las mineras de gran importancia y esto requirió la fundación de una empresa capaz de explotar y administrar

#### ¿Cuándo se fundó Codelco?

El 01 de Abril de 1976, bajo el decreto 1.350 se determinó la creación de Codelco, empresa del estado de carácter minera, industrial y comercial.



Figura 02. Logo de Codelco división Chuquicamata.

## CAPÍTULO I

### 1.3. Problemáticas del territorio

#### Problemática histórica/industrial

En general las faenas minera producen un gran número de factores externos que afectan a poblaciones cercanas ya sean humanas, faunas o flora. Es por esto y en busca de retribuir el daño que se ofrece mayores empleos a localidades cercanas, mejoramientos de infraestructura como mejoramiento de carreteras, implementación de canchas deportivas, plazas, entre otras.

Sin embargo en Chuquicamata se realizaron todas estas acciones cuando tenían su población activa en el campamento, perdiendo de esta forma el hospital más tecnológico de latinoamérica en su momento, y otras infraestructuras. Luego de desplazar las poblaciones de Chuquicamata a Calama, no se han realizado acciones para mejorar la calidad de vida de calameños y chuquicamatinos.

Hasta el día de hoy se mantiene la historia de Chuquicamata, lugar que se abre al público para su aniversario y se permite a sus ex habitantes recorrer las calles en donde alguna vez jugaron, sin embargo para ser una zona típica y momento histórico, no se mantienen los cuidados correspondientes para prevalecer en el tiempo.



Figura 03. Calama cubierta por contaminación proveniente de mineras cercanas



Figura 04. Contaminación generada por Chuquicamata



Figura 05. Hospital Roy H. Glover sepultado en toneladas de tierra.



Figura 06. Campamento Chuquicamata sepultado en toneladas de tierra.

#### Problemática ambiental/hídrico

Con la implementación de la mina subterránea se reduce en gran cantidad las emisiones de material particulado

#### Problemática Social/educacional

Calama tiene jardines, escuelas y colegios municipales o particulares, en el caso de liceos se comienzan a abrir puertas a futuro con liceos técnicos, posteriormente para continuar estudios existen algunos institutos y universidades que no implementan una gama muy amplia de carreras, lo que genera una migración de jóvenes todos los años ya sea a Antofagasta, que es la opción más cercana, sino, comienzan a surgir otras opciones como Santiago, Valparaíso, Iquique entre otras.

Se da una paradoja en relación a la minería, astronomía, geología, entre otras, donde las carreras profesionales relacionadas a estas áreas se deben estudiar fuera de la zona.

#### Problemática Cultural

Existen varias culturas en los alrededores de Chuquicamata, son muy conocidos los bailes religiosos, quienes por lo general no tienen espacios de ensayo correspondientes para una actividad sociocultural con gran número de personas.

Por otra parte la artesanía de pueblos hacia el interior de la región, tienen pocas oportunidades en la vitrina de sus productos nativos y que muchas veces pasan el conocimiento de generación en generación.



Figura 07. Riberas del Río Loa, con vida (vegetación) al borde del agua.



Figura 08. Zona sin vida producto del bajo caudal de agua, Río Loa.



Figura 09. Protesta por falta de infraestructura educacional y oportunidades.



Figura 10. Zona de recreación de baja calidad, Parque El Loa.

# CAPÍTULO II / Lugar | Codelco división Chuquicamata, región de Antofagasta

---

¿Cuál es la historia de este lugar?

Un lugar que nace a partir de la industria minera, logró generar una población que en algún momento tuvo que abandonar ese campamento que tanto los identificó y que actualmente se mantiene como un monumento histórico.

Lugar | Codelco división Chuquicamata, Región de Antofagasta.

En el capítulo II se muestra el proceso histórico de Chuquicamata, características del territorio más general como lo es la región de Antofagasta, sus distancias y el funcionamiento local, características de Chuquicamata y se analizará como afecta Chuquicamata a su entorno.

Por otra parte se comienzan a trazar y definir los puntos y zonas de interés a considerar en el proyecto, explicando funcionamientos de las zonificaciones actuales y futuras.



Figura 11. Acceso principal a Chuquicamata

Fuente:

“Chuquicamata tierra de sol y cobre”

## CAPÍTULO II:

### 2.1. Proceso histórico de Chuquicamata

Hace cientos de años este territorio con grandes riquezas era aprovechado por indígenas, quienes desarrollaron un comercio y cultura característicos de la zona, volviéndose un lugar de paso para los españoles que venían desde Perú para avanzar su conquista hacia el sur.

La zona de Chuquicamata siguió siendo explotada artesanalmente por indígenas y mestizos.

Este territorio pertenecía a Bolivia, hasta que en 1879 se da inicio a la guerra del pacífico finalizando en 1883 y con una gran ganancia territorial para Chile, puesto que esta zona permitiría enriquecer posteriormente al país.

En el año 1915 el Presidente Ramón Barros Luco, entrega el permiso para dar inicio a la extracción de minerales a la Chile exploration company, industria perteneciente a los hermanos Guggenheim, conocidos por sus inversiones en el norte de Chile.

En el año 1969, durante el periodo del Presidente Eduardo Frei Montalva, Chile compra el 51% de la Chile exploration company, proceso conocido como la chilenización del cobre.

El 11 de Julio de 1971 y con buenas cifras en la exportación y ventas de cobre, Salvador Allende nacionaliza el mineral rojo y pasa a ser 100 % estatal, esto quiere decir que las mineras de mayor relevancia en ese entonces pasaron a ser propiedad del estado (todos los chilenos), incluyendo lo que hoy se conoce como Codelco división Chuquicamata.

El 01 de Abril de 1976 en plena dictadura, se crea la corporación nacional del cobre de Chile (CODELCO), con el fin de poder administrar las distintas minas en conjunto con el ministerio de minería.

El campamento de Chuquicamata cada vez crecía más, llegando a tener cerca de 30.000 habitantes y bajo un modelo norteamericano que fué implementando cada vez mayor infraestructura, llegando a tener escuelas, plazas, estadio, teatro y además el hospital más moderno de latinoamérica (hospital Roy H. Glover).

En 2001 se cierra el hospital Roy H. Glover y comienza un periodo de traslados, en donde los pobladores comienzan a emigrar de Chuquicamata obligados por la contaminación, altos niveles de arsénico, y las gestiones pensadas a futuro para las tortas de relave en Chuquicamata. De esta forma llegando al año 2007 se cierra el campamento en su totalidad.

Como consecuencia de el cierre del campamento, Codelco Chuquicamata comenzó a botar sus desechos sobre la infraestructura existente, sepultando el famoso hospital Roy H. Glover, casas de trabajadores y sus

familias, cubriendo gran parte de la memoria y recuerdos de los Chuquicamatinos. Actualmente se informó el cierre de la mina a rajo abierto durante el año 2021, pasando a un proceso de extracción subterránea, mejorando las ganancias, tiempos y lo más importante para pobladores cercanos, solucionando gran parte de la contaminación generada por la suspensión de material particulado en el aire (Pm10).



Figura 12. Collage línea de tiempo del proceso histórico de Chuquicamata, Fuente:Elaboración propia.

## 2.2. Características del territorio

La región de Antofagasta es conocida por la industria minera, se le señala cómo un lugar donde se puede ir a ganar dinero por los trabajos que da la industria, sin embargo esto trae problemas que se repiten en gran parte de las localidades, se genera mucho dinero que finalmente se invierte en otras regiones de Chile mientras la zona de sacrificio en donde su gente vive con contaminación, pocos espacios de calidad y la infraestructura deja mucho que desear.

No se da el caso de retribución, por lo que la región debe empezar a mirar nuevos horizontes para crecer y mejorar la habitabilidad del ser humano en esta zona.

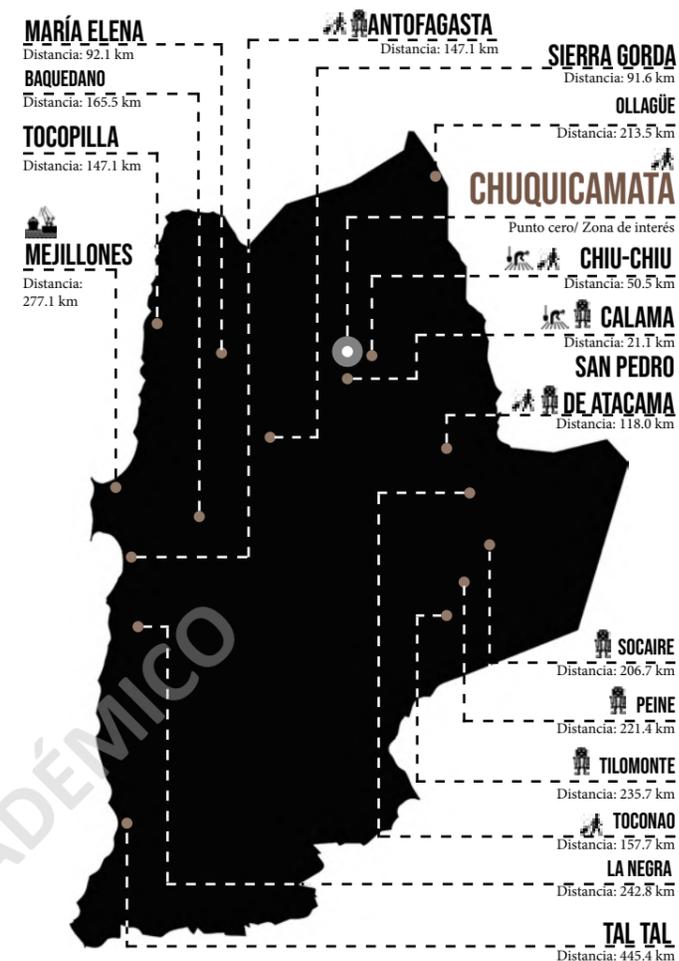


Figura 13. Esquema territorial distancias  
Fuente:Elaboración propia.

## II REGIÓN ANTOFAGASTA

La región contiene gran parte de las mineras en Chile, y repercute en gran parte de sus localidades de forma negativa, teniendo localidades con mala calidad de vida, poca inversión y contaminación proveniente de la industria.

## MÁS DE 120 FAENAS MINERAS

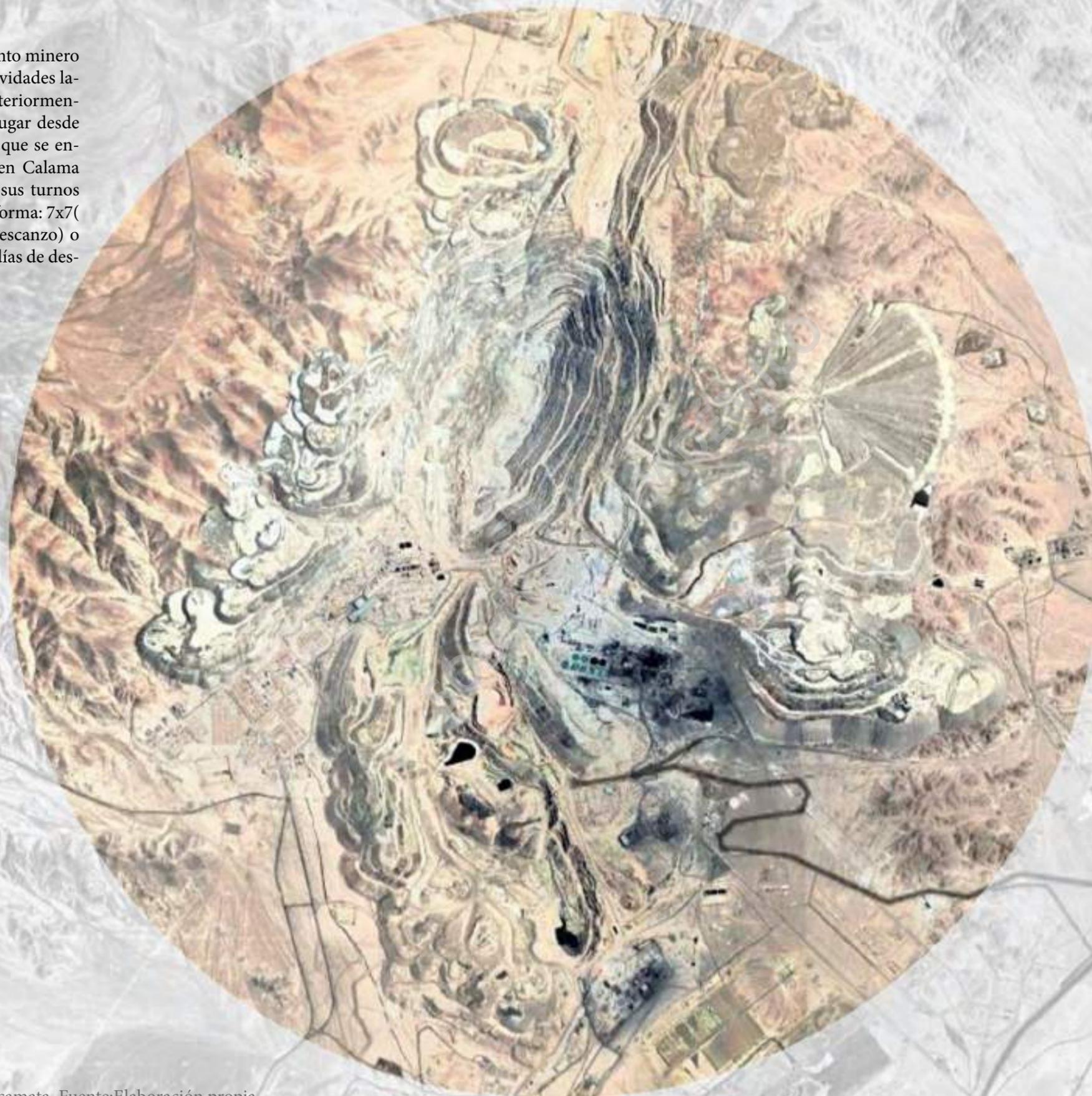
de gran y mediana escala emplazadas en el territorio, de las cuales ninguna se hace cargo del daño causado una vez que termina su ciclo extractivo y productivo.-  
Según SONAMI.



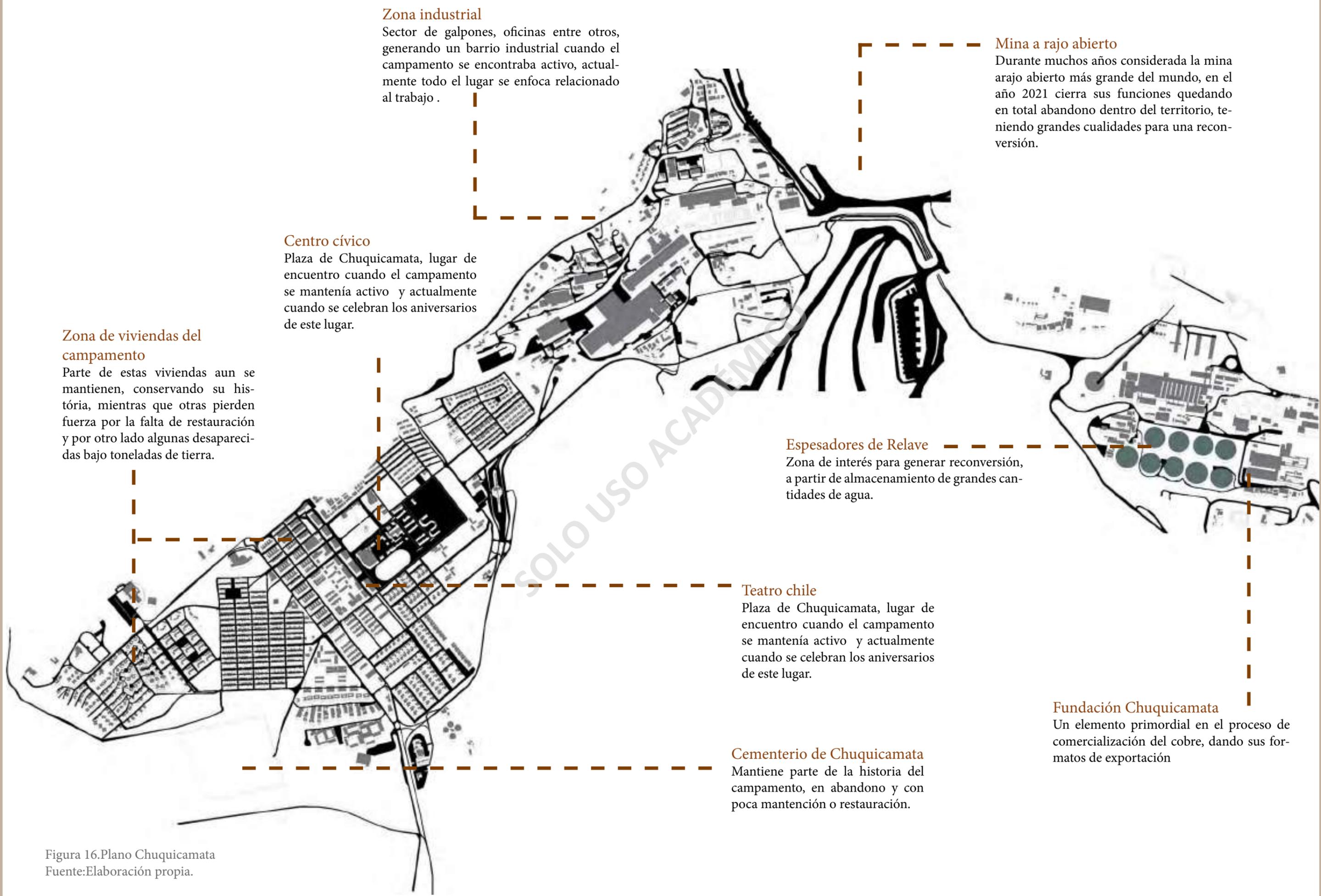
Figura 14. Esquema territorial faenas mineras  
Fuente:Elaboración propia.

### 2.3. Características de Chuquicamata

Chuquicamata es un campamento minero que actualmente solo tiene actividades laborales, cómo se mencionó anteriormente, no viven personas en este lugar desde el año 2007 y los trabajadores que se encuentran generalmente viven en Calama o en otras regiones y durante sus turnos que se conocen de la siguiente forma: 7x7( 7 días de trabajo x 7 días de descanso) o 14x14 (14 días de trabajo x 14 días de descanso).



Figur15. Imagen satelital Chuquicamata, Fuente:Elaboración propia.



### Zona industrial

Sector de galpones, oficinas entre otros, generando un barrio industrial cuando el campamento se encontraba activo, actualmente todo el lugar se enfoca relacionado al trabajo .

### Mina a rajo abierto

Durante muchos años considerada la mina arajo abierto más grande del mundo, en el año 2021 cierra sus funciones quedando en total abandono dentro del territorio, teniendo grandes cualidades para una reconversión.

### Centro cívico

Plaza de Chuquicamata, lugar de encuentro cuando el campamento se mantenía activo y actualmente cuando se celebran los aniversarios de este lugar.

### Zona de viviendas del campamento

Parte de estas viviendas aun se mantienen, conservando su historia, mientras que otras pierden fuerza por la falta de restauración y por otro lado algunas desaparecidas bajo toneladas de tierra.

### Espesadores de Relave

Zona de interés para generar reconversión, a partir de almacenamiento de grandes cantidades de agua.

### Teatro chile

Plaza de Chuquicamata, lugar de encuentro cuando el campamento se mantenía activo y actualmente cuando se celebran los aniversarios de este lugar.

### Cementerio de Chuquicamata

Mantiene parte de la historia del campamento, en abandono y con poca mantención o restauración.

### Fundación Chuquicamata

Un elemento primordial en el proceso de comercialización del cobre, dando sus formatos de exportación

Figura 16.Plano Chuquicamata  
Fuente:Elaboración propia.



Figura 17. Superficie tortas de relave  
Fuente:Elaboración propia.

### Superficies con tortas de relave

Existen 3 grandes zonas de acopio de material residual, también conocidas como tortas de relave, una de ellas cubre parte de lo que era el campamento de Chuquicamata, mientras el resto de zonas de interés como la mina a rajo abierto y la fundición se encuentran las áreas que dejan libre las superficies de material.



Figura 18. Ex zona urbana+ zona industrial  
Fuente:Elaboración propia.

### Ex zona urbana + zona industrial

La ex zona urbana mantiene el centro cívico, algunas viviendas en desuso y otros edificios que serían parte de la zona típica. Parte de el campamento y el ex hospital se encuentran sepultadas por una de las tortas de relave.

Por otra parte la zona industrial se mantiene vigente pero con sectores en funcionamiento y otros abandonados, los cuales generan cada vez más basura industrial



Figura 19. Accesos a Chuquicamata  
Fuente:Elaboración propia.

### Accesibilidad

La infraestructura a intervenir se encuentra en la zona industrial de Chuquicamata.

Esta ciudad minera tiene su acceso principal en la zona sur-poniente, teniendo llegadas desde Calama y Tocopilla.

Por el sector sur-oriente tiene acceso desde la carretera que une Calama con Chiuchiu.

## 2.4.¿Cómo afecta Codelco Chuquicamata a su entorno

### Afectación al ecosistema

Para la investigación se considerará el ecosistema cómo la convivencia entre distintos agentes y las relaciones que van teniendo de forma positiva o negativa:

- Industria minera(CODELCO)+ otras.
- Ex población de Chuquicamata
- Población de Calama
- Población de Chiuchiu y otras cercanas, ubicadas al borde del río Loa
- Población indígena
- Paisaje
- Flora
- Fauna

El principal causante de ciertos problemas de afectación a los demás agente viene siendo la industria minera. La ex población de Chuquicamata debió ser trasladada a Calama en el año 2007, según Daniela Ibañez: “Las principales razones que entrega la empresa para justificar el cierre son de dos tipos: la primera se relaciona con el crecimiento del mineral y con la carencia de un espacio físico donde disponer sus residuos y evitar con ello costos elevados del transporte; y la segunda, las malas condiciones de salud que se les estaba proporcionando a las familias que allí vivían.”[03]

De esta forma la población ubicada en el campamento de Chuquicamata fue trasladada hacia Calama, aumentando la población en ese entonces y generando una variación en la población dentro de la ciudad. Sin embargo la contaminación que se consideraba como una de las razones para trasladar a los chuquicamatinos hacia Calama, llega de igual forma a la ciudad por lo que se hace mucho más probable la primera razón de este traslado, afectando así alrededor de 12.800 personas.

La ciudad de Calama cada vez se ve más afectada por la contaminación proveniente de Chuquicamata (suspensión de polvo y humo), generando gran cantidad de enfermedades respiratorias y cáncer. En Calama no se ve una retribución por los daños generados, si bien la minera aporta con un capital económico al país por medio de la tributación, la comunidad siente que Codelco no se está haciendo cargo de la calidad de vida, como señala Paola Astorga: “ Si bien la comunidad no es parte interna y constituyente de Codelco, como si son los trabajadores, esta también se puede articular como sujeto político, pues reclama un trato igualitario e inclusivo por parte de la empresa. A lo que se suma, todos los reclamos y problemas expuestos en los antecedentes, en cuanto a la contaminación, escasez de agua, sensación de postergación, etc.”[04]

# CAPÍTULO III / Tema | Reconversión de infraestructura industrial minera

¿Qué es la reconversión? ¿Qué es un espesador de relave?

Tema | Reconversión de infraestructura industrial minera.

El capítulo III trata sobre cómo sería posible reconvertir una infraestructura industrial, además de explicar qué es un espesador, su funcionamiento, dimensiones y características que hacen viable una posible reconversión con una visión del presente y futuro para este territorio.

Se entregan ejemplos de reconversión con el fin de ir encontrando parámetros que aporten al entendimiento de este proyecto.



Figura 20. Zona espesadores de relave Chuquicamata  
Fuente:

“Un Oasis en medio del desierto más árido del mundo”

## CAPÍTULO III

### 3.1. Qué es un espesador de relave?

El espesador de relave es una infraestructura industrial generalmente utilizado en la minería, sin embargo existen espesadores utilizados para otros usos como en plantas de tratamiento de aguas servidas.

Esta infraestructura antiguamente se realizaba insitu, con una base de hormigón armado y posteriormente se instalaba el resto de la estructura, en la actualidad se suelen ver espesadores prefabricados, de esta manera se pueden instalar de forma rápida y vender entre empresas cuando este ya no es utilizado.

Los espesadores pueden ser clasificados como estructurales u operacionales, en el caso de tener la primera clasificación mencionada, se encuentran los espesadores de puente y los de tracción periférica. (ver figura xx)

Existen espesadores de diversos tamaños que son calculados por ingenieros según el uso y la eficiencia que se necesite.

En el caso de Chuquicamata existen 9 espesadores que actualmente se encuentran en funcionamiento pero que cada vez se vuelve más insostenible generar mantenciones a estos por su alto costo en comparación con espesadores prefabricados.



Figura 21. Espesador de Relave insitu enterrado. Fuente:



Figura 22. Espesador de Relave prefabricado. Fuente:



Figura 23. Espesador de Relave prefabricado en altura. Fuente:

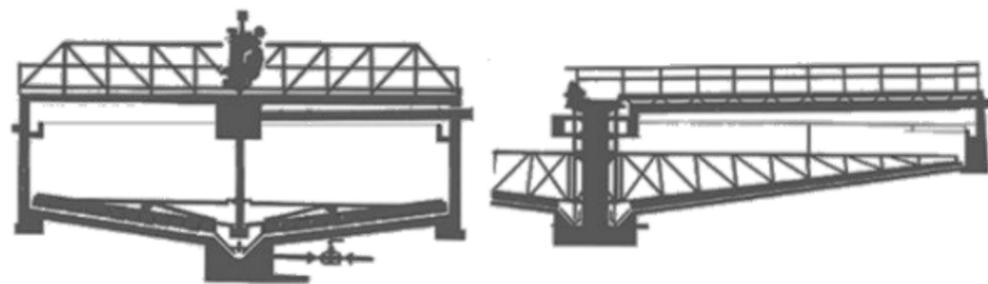


Figura 24. Tipos de espesador de relave  
Fuente:

## CAPÍTULO III

### 3.2. Normativa para el cierre de faenas mineras (oportunidad de reconversión)

La mina a rajo abierto de Chuquicamata tiene cerca de 107 años desde que comenzó a ser explotada de manera industrial, anteriormente el sector ya era conocido como una zona minera indígena, quienes se vieron afectados por la llegada de inversionistas extranjeros, principalmente norteamericanos. Por otra parte durante el periodo presidencial de Allende, se escribe una nueva ley en la constitución: “la ley n°17.450, de 16 de Julio de 1971, el Estado debió asumir la administración de las empresas de la gran minería del cobre”[05].

Posteriormente ya en plena dictadura durante el año 1976 se crea Codelco, a partir del decreto de ley n° 1.349: “Créase, con la denominación de corporación nacional del cobre de Chile, que podrá usar como denominación abreviada la expresión CODELCO o CODELCO-CHILE, una empresa del Estado, minera, industrial y comercial.”[06].

En este caso, pensando en que la mina a rajo abierto ya finalizó su vida útil, pasando a la mina subterránea que en algún momento también caducará con sus funciones, el estado deberá hacerse cargo bajo la entidad de CODELCO para gestionar y realizar el cierre de faenas e instalaciones mineras, estipulado en la ley n°20.551: “El objeto del plan de cierre de faenas mineras es la integración y ejecución del conjunto de medidas y acciones destinadas a mitigar los efectos que se derivan del desarrollo de la industria extractiva minera, en los lugares en que ésta se realice, de forma de asegurar la estabilidad física y química de los mismos, en conformidad a la normativa ambiental aplicable.”[07].

De esta forma se comienza a justificar una restauración o reconversión de la infraestructura en abandono o en vías al desuso, dotando de nuevas experiencia en habitabilidad en el desierto, donde la vida en este lugar tan inhóspito se traduce en el trabajo.

De esta forma se evita que la industria siga abandonando infraestructura y contaminando el paisaje del desierto de Atacama. Una reconversión permitiría pensar en una retribución hacia las comunidades afectadas por esta industria durante toda su vida útil.

CODELCO al ser una empresa estatal (pertenece a todos los chilenos y chilenas), se espera pueda dar el ejemplo para que faenas privadas puedan reconvertir sus espacios dotando de mejoras en la calidad de vida y del paisaje.

## CAPÍTULO III

### 3.3. Características de los espesadores de relave Codelco Chuquicamata

#### 3.3.1 Identificación de espesadores de relave

Son 9 los espesadores que se encuentran en la zona de interés, se encuentran amarrados por una circulación vehicular que recorre de forma perimetral. Por otra parte existen otros volúmenes al interior del terreno que tienen una morfología de tipo galpón.

Los 9 espesadores tienen distintas medidas, fabricantes y usos, los cuales van variando según el estado de esta infraestructura o las estrategias productivas que se vayan teniendo. Algunos pueden ir separando los minerales de rocas pesadas, mientras que otros se encargan de almacenar y mantener grandes proporciones de agua, elemento vital para las funciones de la minería.

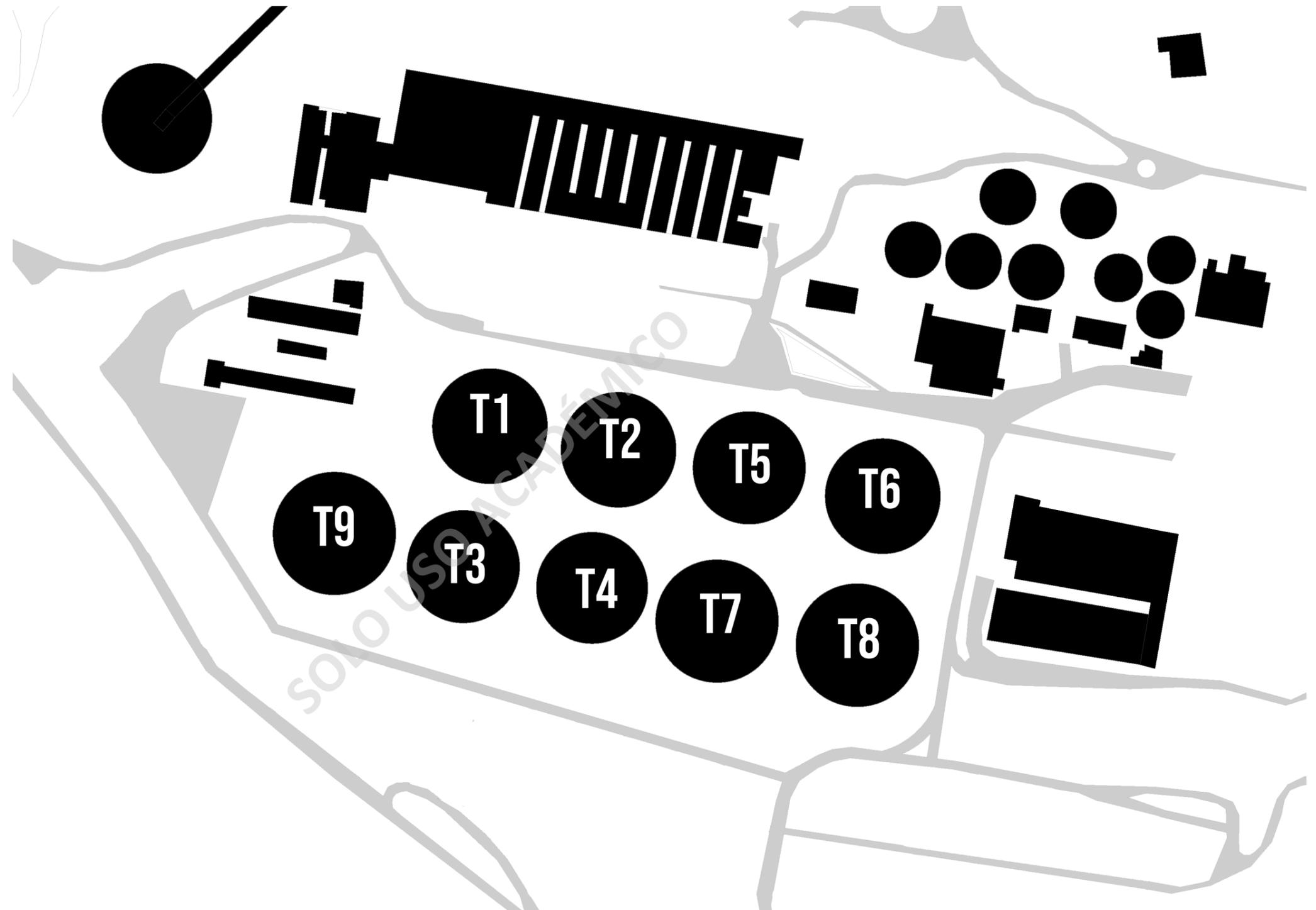


Figura 25. Identificación de Espesadores Codelco Chuquicamata  
Fuente:

### CAPÍTULO III

### 3.3. Características de los espesadores de relave Codelco Chuquicamata

#### 3.3.2 Dimensiones de los espesadores de relave

Las marcas encargadas de fabricar y construir los espesadores fueron Dorr-Oliver y Eimco-Weinco, ambas empresas actualmente muestran una mayor tendencia hacia los espesadores prefabricados, al disminuir los especialistas en este tipo de infraestructura, se encarece la mano de obra en reparaciones, mantenciones y piezas, sobre todo por las sobredimensiones que tienen en comparación a otros espesadores.

Dentro de los 9 espesadores se puede encontrar de los dos tipos de espesadores estructurales que en el diagrama se pueden ver como de tracción central o perimetral.

El área seleccionada de forma contextual a los espesadores está cercano a las 10 Há, permitiendo la posibilidad de generar un parque tecnológico, basado en la reconversión de los 9 elementos.

Diámetro: 91.4m  
Profundidad lateral: 2.5 m  
Profundidad central: 7.3 m  
Volumen:  
Tipo de tracción: Periférica  
Año de instalación: 1952  
Marca: Dorr-Oliver

Diámetro: 91.4m  
Profundidad lateral: 2.5 m  
Profundidad central: 7.3 m  
Volumen:  
Tipo de tracción: Periférica  
Año de instalación: 1952  
Marca: Dorr-Oliver

Diámetro: 91.4m  
Profundidad lateral: 3.1 m  
Profundidad central: 5.6 m  
Volumen:  
Tipo de tracción: Central  
Año de instalación: 1967  
Marca: Eimco-Weinco

Diámetro: 91.4m  
Profundidad lateral: 3.1 m  
Profundidad central: 5.6 m  
Volumen:  
Tipo de tracción: Central  
Año de instalación: 1967  
Marca: Eimco-Weinco

#### ESPEADOR T9

Diámetro: 99.1m  
Profundidad lateral: 2.7 m  
Profundidad central: 7.8 m  
Volumen:  
Tipo de tracción: Periférica  
Año de instalación: 1981  
Marca: Eimco-Weinco

#### ESPEADOR T3

Diámetro: 91.4m  
Profundidad lateral: 2.5 m  
Profundidad central: 7.3 m  
Volumen:  
Tipo de tracción: Periférica  
Año de instalación: 1952  
Marca: Dorr-Oliver

#### ESPEADOR T4

Diámetro: 91.4m  
Profundidad lateral: 2.5 m  
Profundidad central: 7.3 m  
Volumen:  
Tipo de tracción: Periférica  
Año de instalación: 1960  
Marca: Dorr-Oliver

#### ESPEADOR T7

Diámetro: 99.1m  
Profundidad lateral: 2.7 m  
Profundidad central: 7.8 m  
Volumen:  
Tipo de tracción: Central  
Año de instalación: 2002  
Marca: Eimco-Weinco

#### ESPEADOR T8

Diámetro: 99.1m  
Profundidad lateral: 2.7 m  
Profundidad central: 7.8 m  
Volumen:  
Tipo de tracción: Central  
Año de instalación: 2002  
Marca: Eimco-Weinco

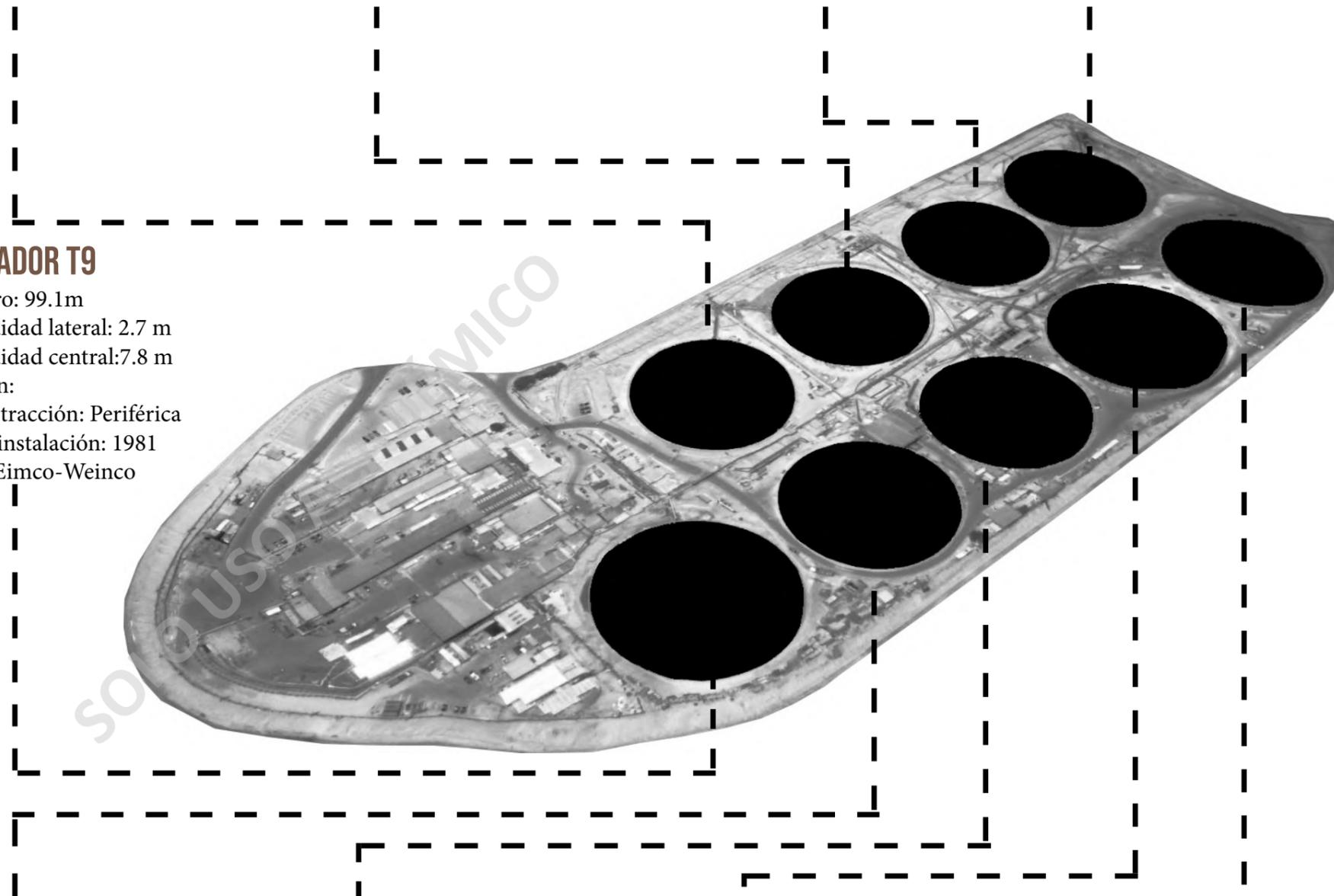


Figura 26. Dimensiones de espesadores Codelco Chuquicamata  
Fuente:

## CAPÍTULO III

### 3.4. Referente de reconversión para infraestructura industrial

#### 3.4.1 Landschaftspark duisburg nord/ ALEMANIA

Ubicación: Duisburg, Alemania

Usos proyectados: Usos recreacionales, turísticos y culturales.

Costo del plan: US \$21.500.000 solo en paisajismo.

Superficie: 230 há

Arquitectos: Latz y partners

Diseño: año 1991 año de inicio de la rehabilitación y construcción (1989-2002).

Este proyecto reconvirtió una industria en abandono en un parque donde se trabaja el paisajismo y la reutilización de la infraestructura en desuso. Pasó a ser parte del patrimonio industrial de la zona y además en un lugar donde se logró revertir el dao industrial y su posterior abandono a un creativo parque que brinda mayor calidad de vida a sus poblaciones.



Figura 27. Landschaftspark

Fuente:



Figura 28. Landschaftspark

Fuente:



Figura 29. Landschaftspark

Fuente:



Figura 30. Landschaftspark

Fuente:

# CAPÍTULO IV /

## Caso programático | Centro de investigación y campus universitario de hidrógeno verde

¿Qué uso darle a la reconversión de infraestructura industrial minera?

Caso programático | Centro de investigación y campus universitario de hidrógeno verde

No es ningún secreto los problemas que está causando el cambio climático, y los países están comenzando a buscar vías para utilizar de mejor manera los recursos renovables, energías limpias, entre otros. Aquí se abre una nueva oportunidad para Chile de indagar en la industria del hidrógeno verde, teniendo fuerte vientos en el sur y una captación solar inmejorable en el norte.



Figura 31. Energías renovables.  
Fuente: energía.gob.cl

“Hidrógeno verde, el nuevo **cobre** de Chile ”

## CAPÍTULO IV

### 4.1. ¿Qué es el hidrógeno verde?

Según FCH ( Fundación Chile) : “ El hidrógeno verde se produce a partir de agua y energías renovables. La obtención por electrólisis a partir de fuentes renovables consiste en la descomposición de las moléculas de agua (H<sub>2</sub>O) en Oxígeno (O) e hidrógeno (H<sub>2</sub>).” [08].

La principal importancia de la utilización de hidrógeno como fuente de energía es la reducción de emisiones de carbono, elemento contaminante que se puede encontrar en derivados de combustibles fósiles.

¿En qué se puede utilizar el hidrógeno verde?

Existen diversos sectores que se verían beneficiados por el uso del hidrógeno verde, en Chile uno de los cambios más notorios es la industria minera, al cambiar el uso de vehículos, maquinas y otros de combustibles a hidrógeno se genera una baja gigantesca en las emisiones, lo que acompaña la búsqueda de Codelco y otras empresas mineras por bajar sus niveles de contaminación.

El hidrógeno verde está destinado a ser el nuevo cobre de Chile, buscando generar una industria líder a nivel mundial aprovechando las cualidades del país. desde el año 2020 se está empezando a mover esta industria con una estrategia nacional propuesta por el ministerio de energía, teniendo gran apoyo de la CORFO en la implementación de apoyos económicos para proyectos relacionados.

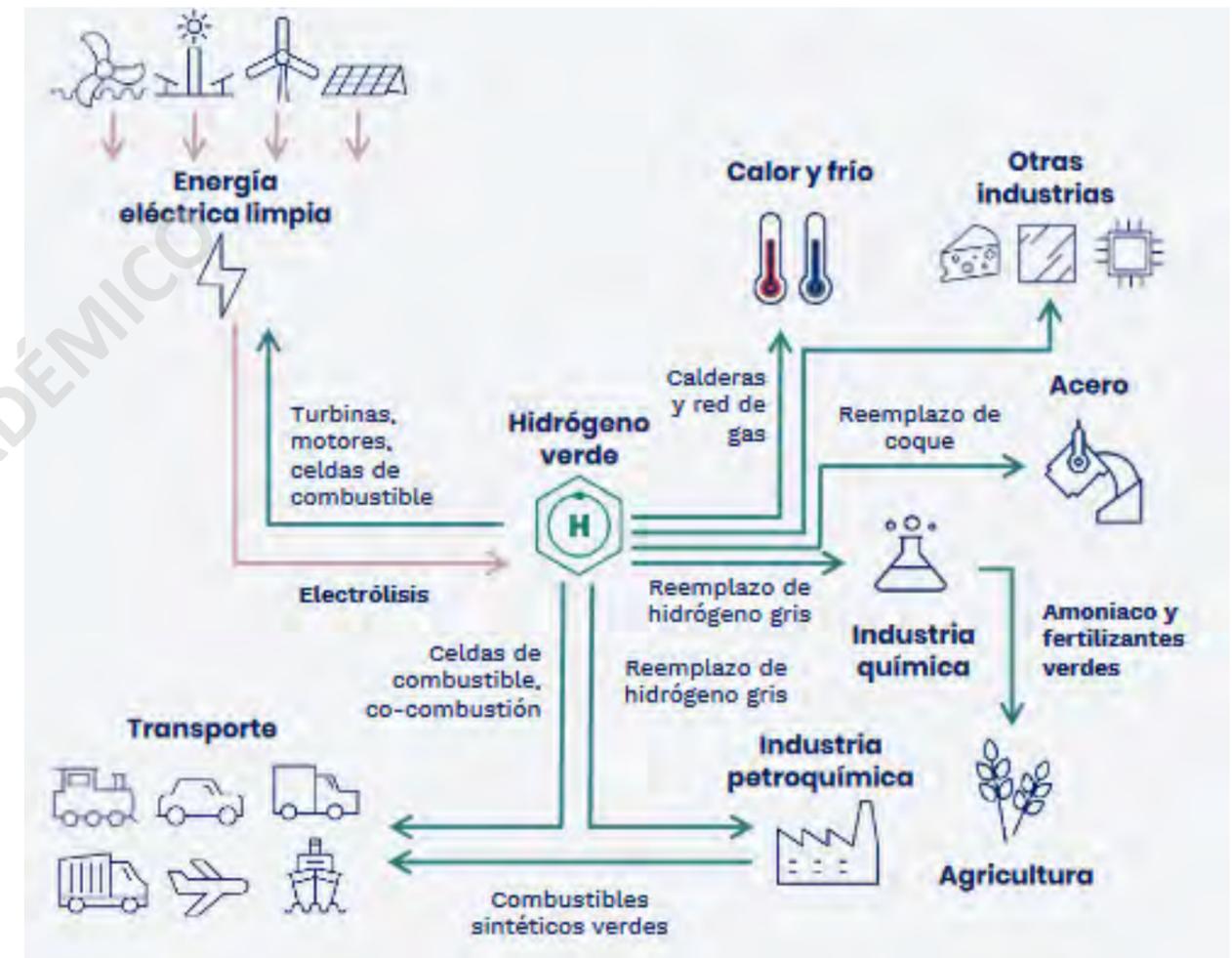


Figura 32. Energías renovables.  
Fuente: energía.gob.cl

## CAPÍTULO IV

### 4.2. Estrategia nacional hidrógeno verde

El ministerio de energía planteó una hoja de ruta para comenzar a incentivar el mercado local, esta estrategia se subdivide en 3 etapas:

Etapas I: Activar la industria doméstica y desarrollar la exportación (2020-2025), enfocándose en 6 aplicaciones:

- Uso de refinerías
- Amoníaco doméstico
- Camiones mineros (CAEX)
- Camiones pesados de ruta
- Buses de larga autonomía
- Inyección en redes de gas (hasta 20%)

Etapas II: Escalar para conquistar mercados globales (2025-2030)

Apalancar la experiencia local para entrar con fuerza en mercados internacionales

Etapas III: Escalar para conquistar mercados globales (2030+)

Explotar las sinergias y economías de escala para avanzar como proveedor global de energéticos limpios.

Si bien se plantea un plan ambicioso, se vuelve necesario lugares que implementen el aprendizaje de estos sistemas y utilizarlos, bajo esa mirada se abre una oportunidad de crear un recinto que permita la investigación de el hidrógeno verde con todos sus componentes en el norte de Chile : Agua+ Energía Solar

## CAPÍTULO IV

### 4.3. Vinculación del hidrógeno verde con la universidad católica del norte

ASDIT ( Asociación para el desarrollo del instituto de tecnologías limpias ), genera una alianza para generar un impacto en la producción de hidrógeno verde , aprovechando las condiciones únicas de la región de Antofagasta , según Victor Pérez, director ejecutivo de ASDIT: “la apuesta por el hidrógeno verde es una oportunidad única para generar nuevas cadenas productivas y empleos de calidad”. [09].

Se busca crear un hiper clúster minero y energético, desarrollarse como región y aportar en las energía limpias de la minería

Es aquí donde se comienza a involucrar la UCN (Universidad católica del norte), recibiendo aportes de CORFO le permitiría crear un lugar donde se pueda investigar y enseñar el correcto uso del hidrógeno verde y sus distintas ramas, como lo son la utilización de energía renovables, principalmente energía solar captada por paneles fotovoltaicos, transformación de energía solar a energía eléctrica, electrólisis (separación de moléculas de  $H_2$  y  $O$ ).

# CAPÍTULO V / Proyecto de título

## CAPÍTULO V

### 5.1. Síntesis de proyecto

#### 5.1.1 Sostenibilidad y gestión

En busca de generar una reconversión de infraestructura industrial minera, surge también la necesidad de generar un cambio que perdure en el tiempo y que permita una durabilidad del proyecto por si solo.

Es aquí donde aparece el hidrogeno verde como una opcion de reconvertir la industria contaminante en una industria limpia, que aporte en la retribución hacia los habitantes afectados y que además pueda crecer

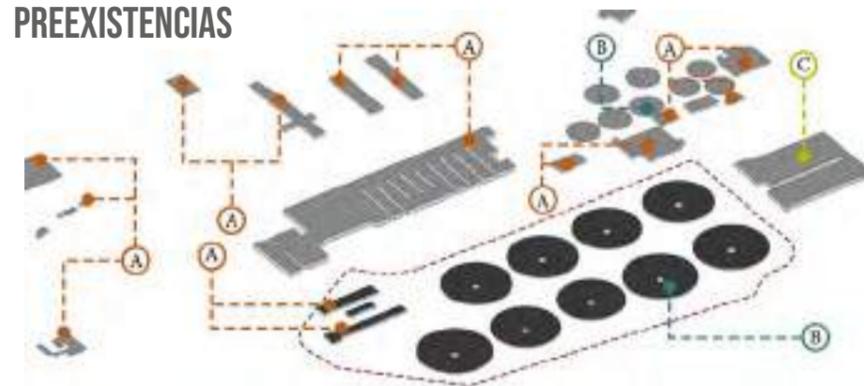
Aparece la idea de silicon valley como una zona tecnológica que creció a partir del silicio, se busca generar un impacto similar y contingente basado en el hidrogeno verde, este proyecto busca crear zonas donde las personas puedan aprender sobre el hidrogeno verde, investigar, y ejecutar ideas a partir de este elemento.

Es a través de los proyectos de CORFO y el aporte de CODELCO, que se busca gestionar la realización de este proyecto, con la misma ambición de la estrategia nacional, pero enfocada en que desde la arquitectura se pueda proponer nuevas soluciones.

## CAPÍTULO V

### 5.2. Masterplan

#### PREEXISTENCIAS



A

Construcciones preexistentes de tipo galpón industrial hojalatería.

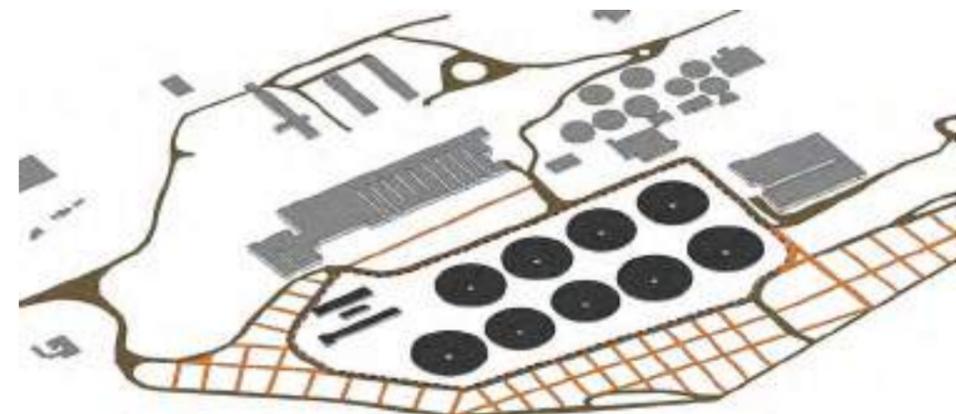
B

Espesadores de relave, construcciones preexistentes de hormigón, -construidas insitu.

C

Galpón preexistente almacenado de concentrado para enviar a fundición.

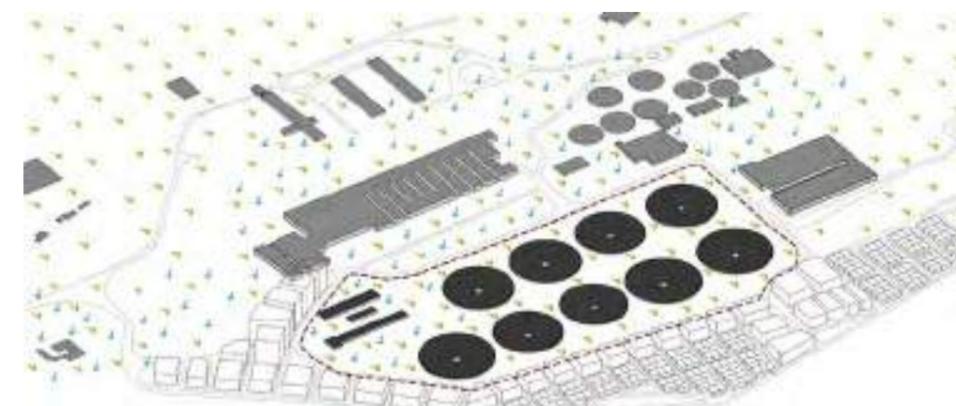
#### VÍAS PREEXISTENTES Y PROPUESTAS



Vías estructurantes preexistentes

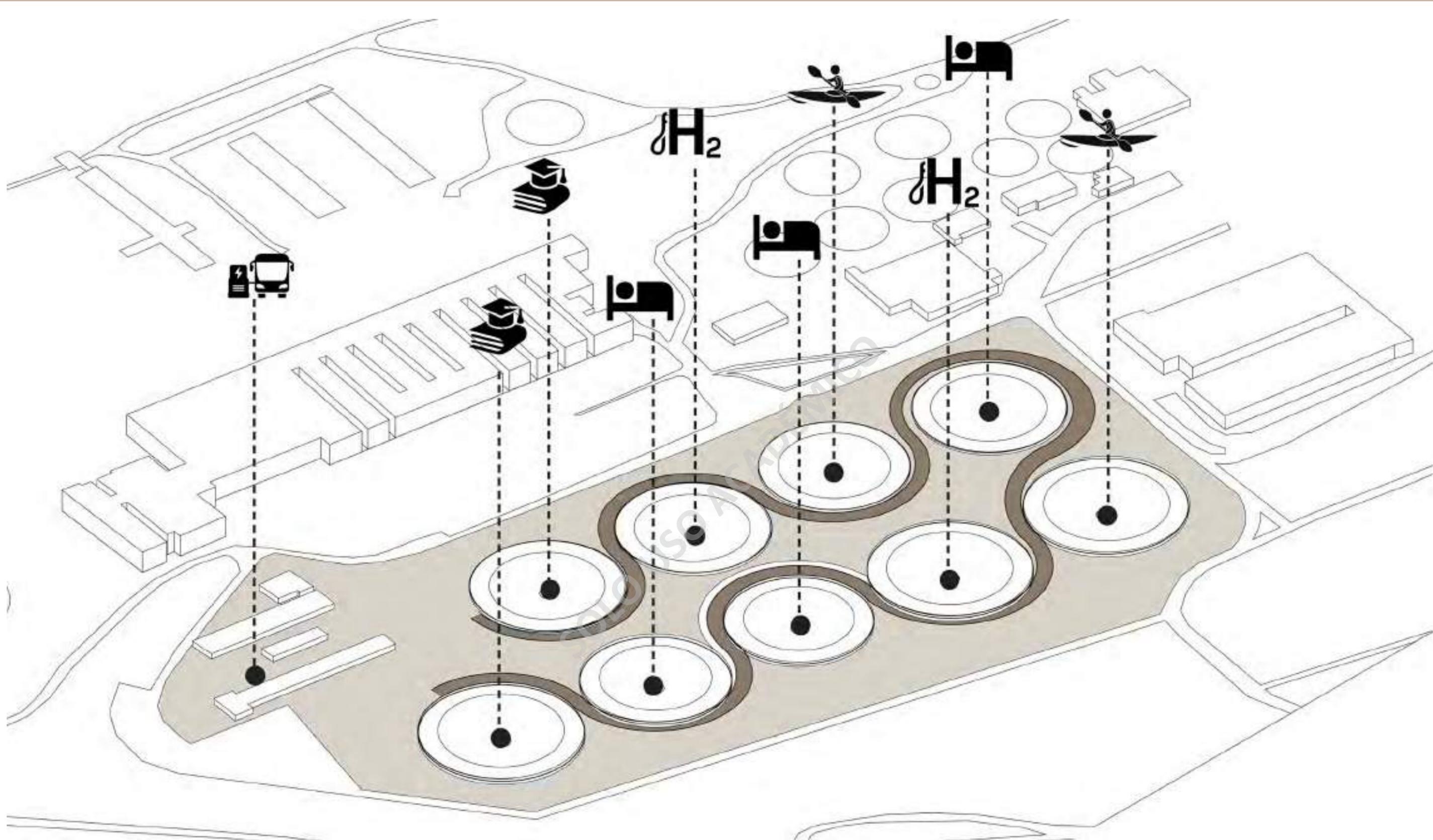
Vías Secundarias y de conexión propuestas

#### DIRECCIÓN DEL VIENTO



Dirección del viento 06:00 AM

Dirección del viento 18:00 PM



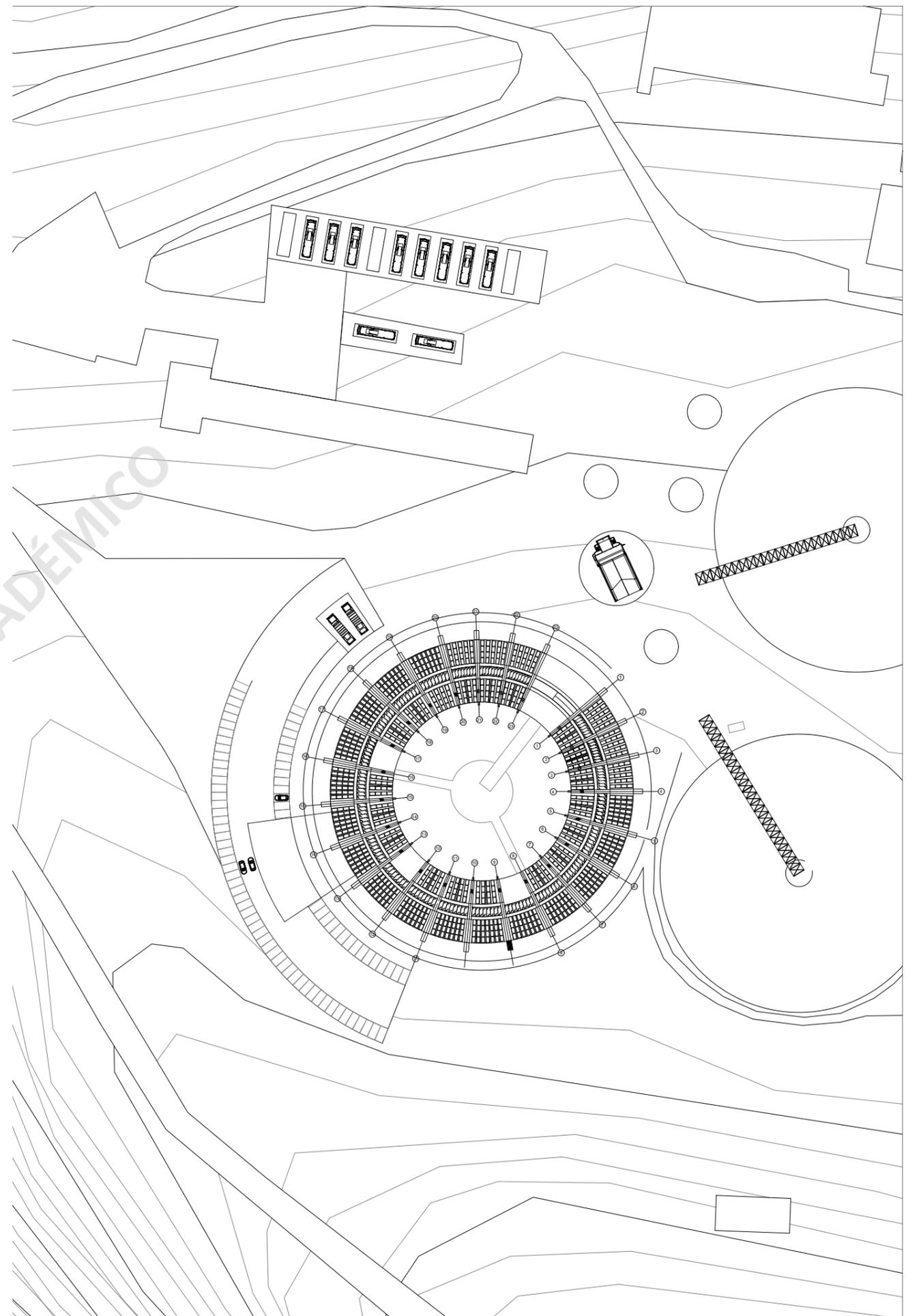
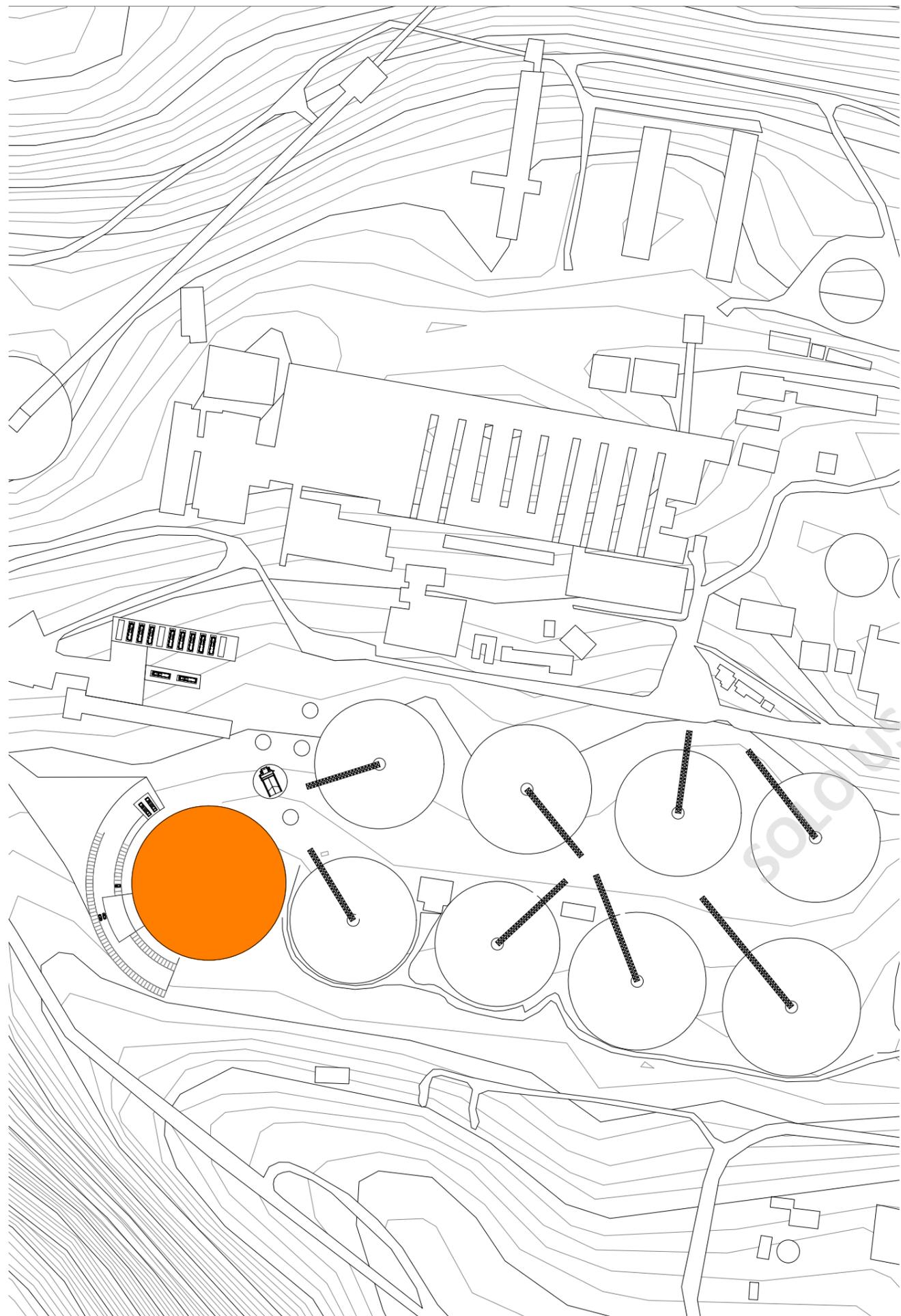
 Terminal de buses eléctricos

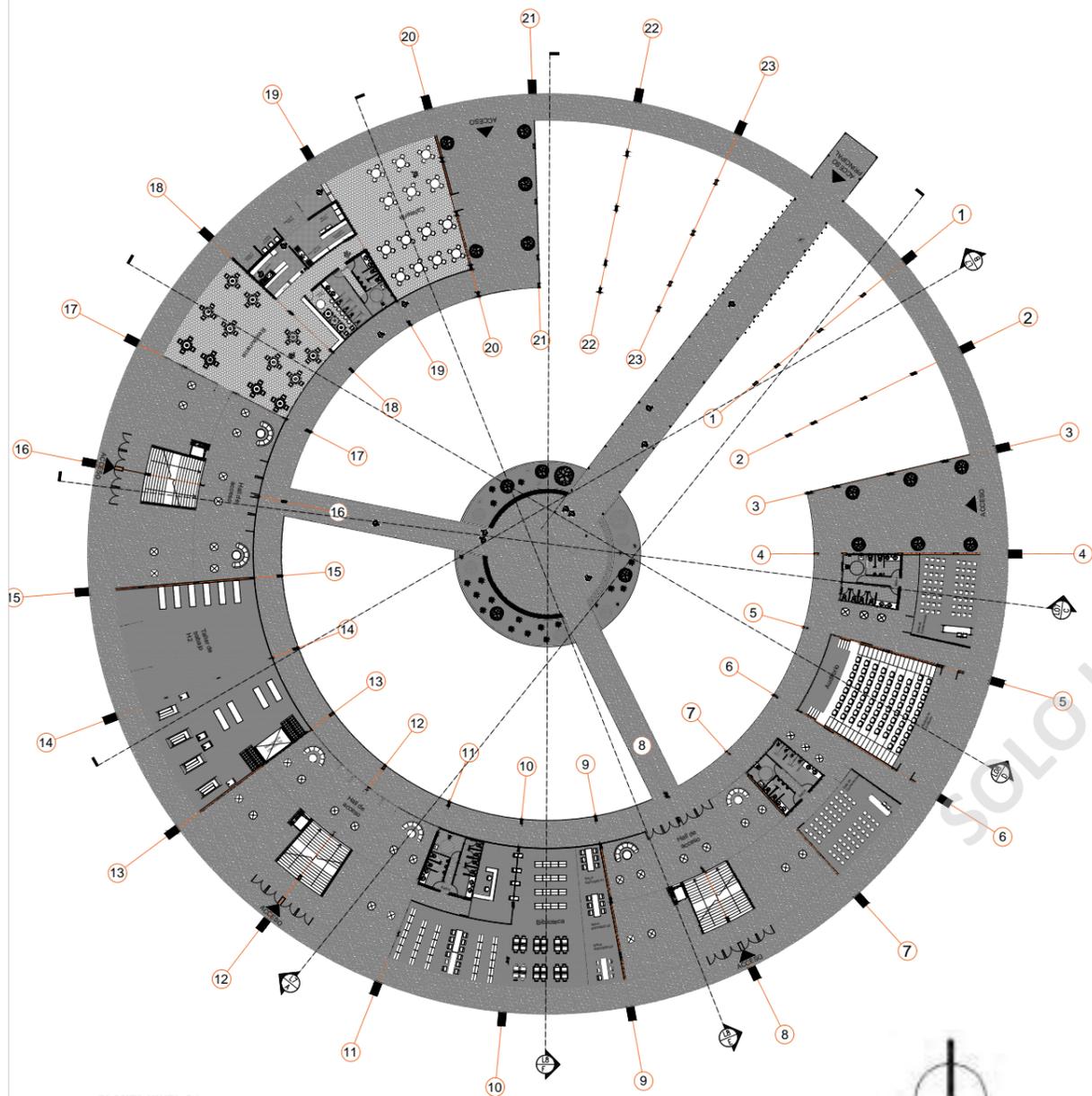
 Recintos universitarios y de investigación

 Industria limpia a partir de hidrógeno verde

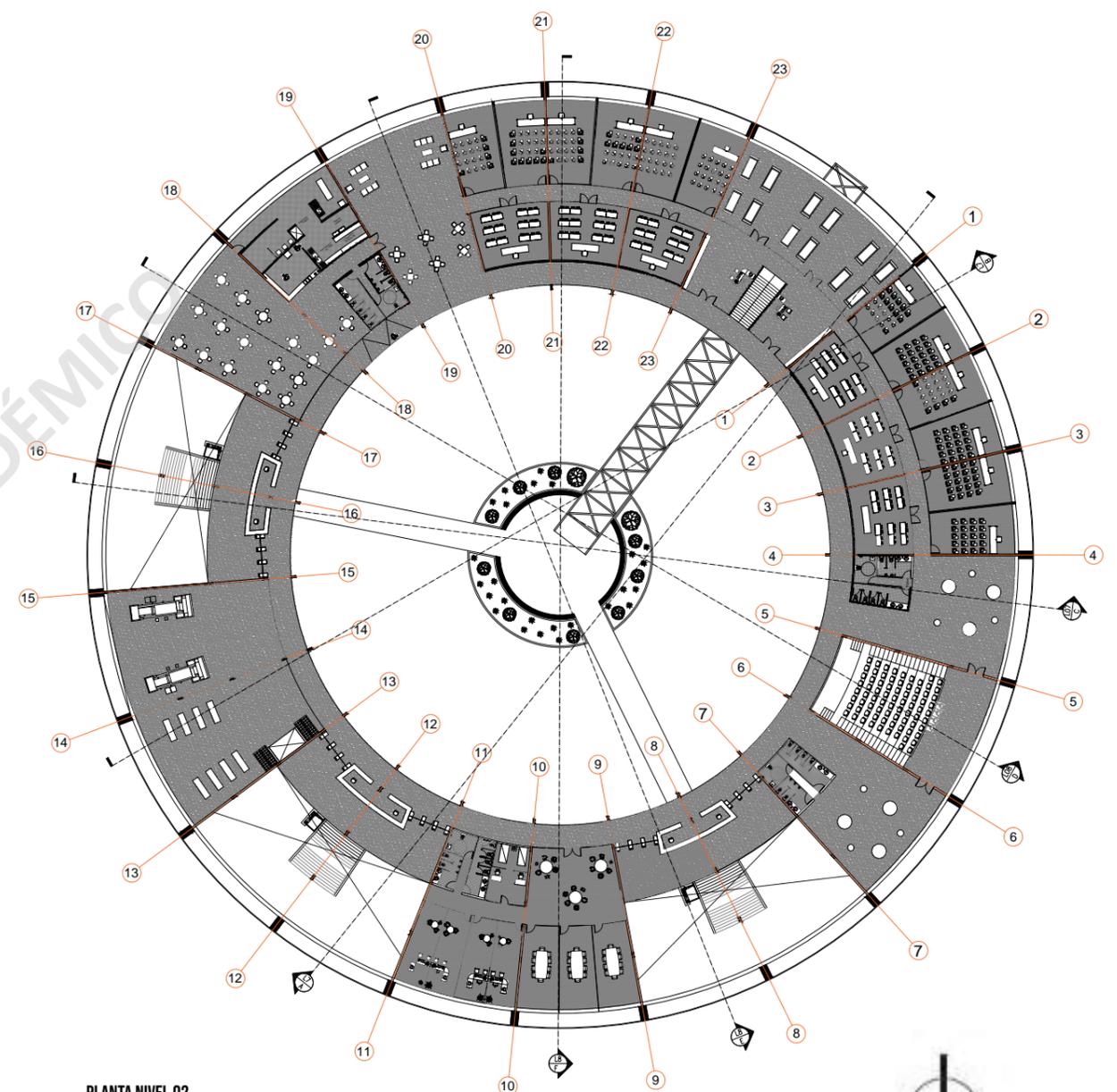
 Recintos de hospedajes (Hoteles, residenciales, etc)

 Zonas recreacionales enfocadas en mejoramiento de calidad de vida y turismo

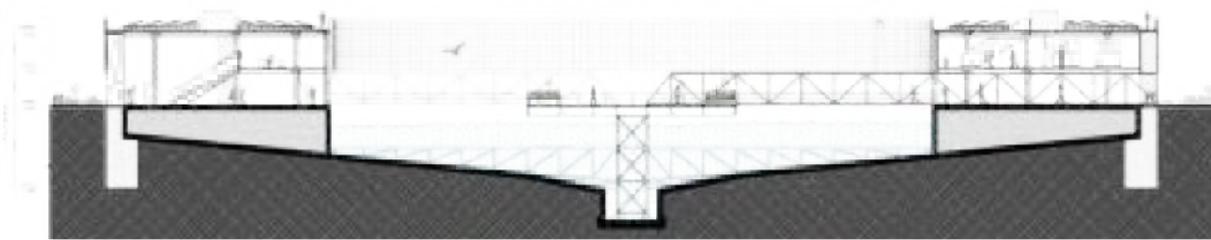




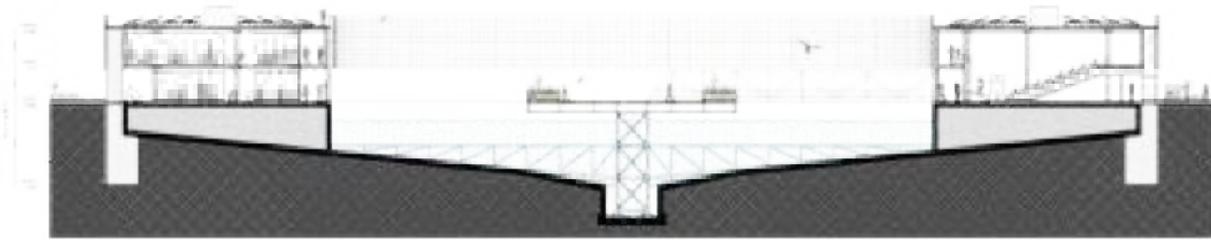
PLANTA NIVEL 01



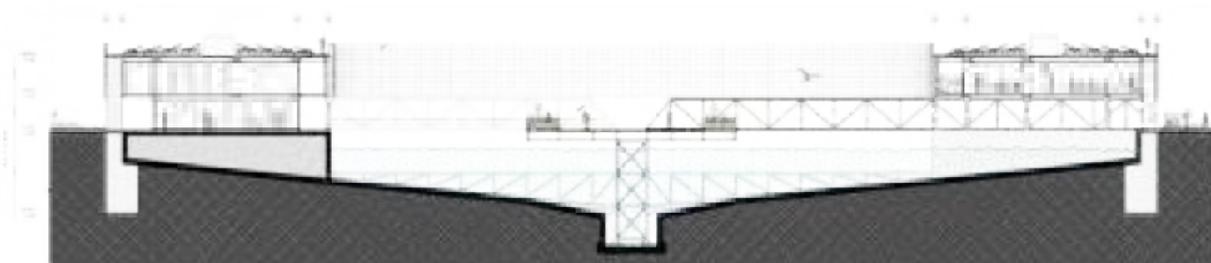
PLANTA NIVEL 02



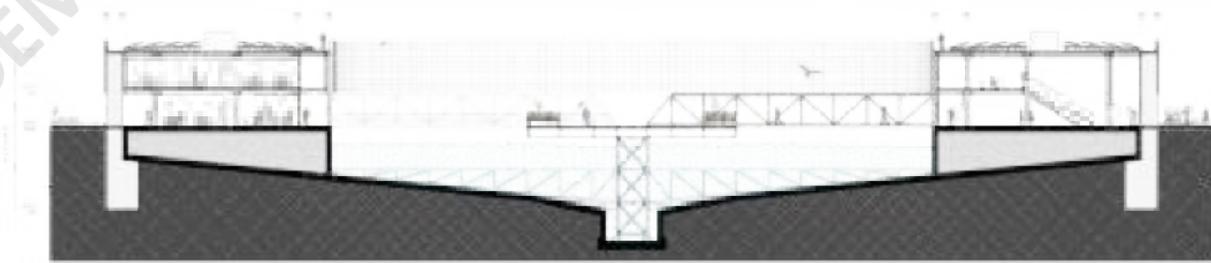
CORTE A-A'



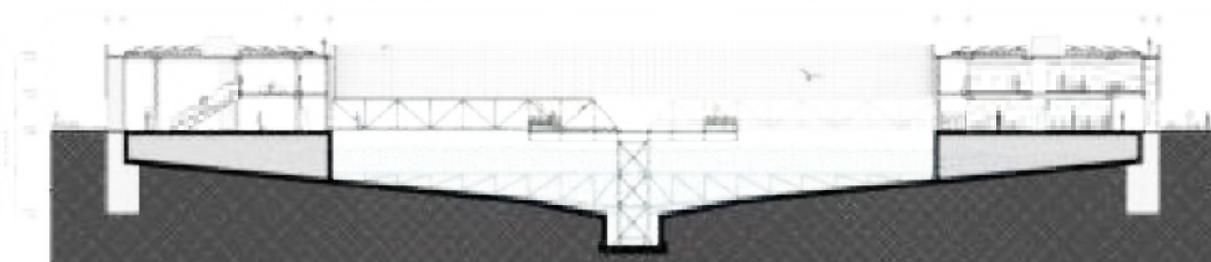
CORTE D-D'



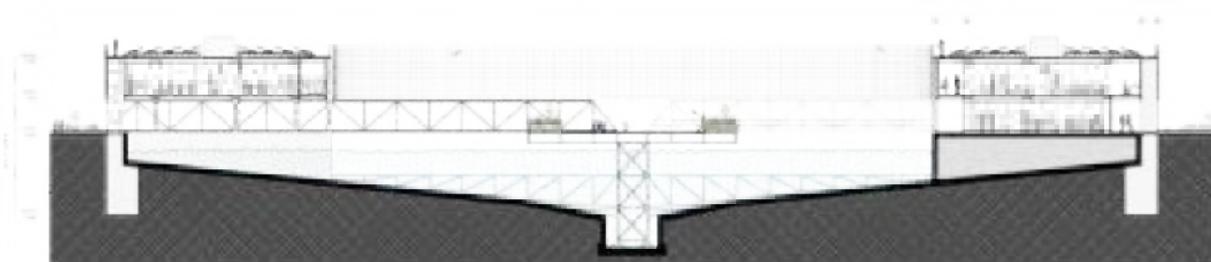
CORTE B-B'



CORTE E-E'

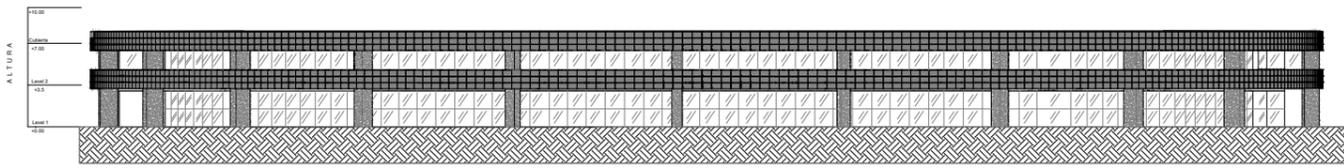


CORTE C-C'

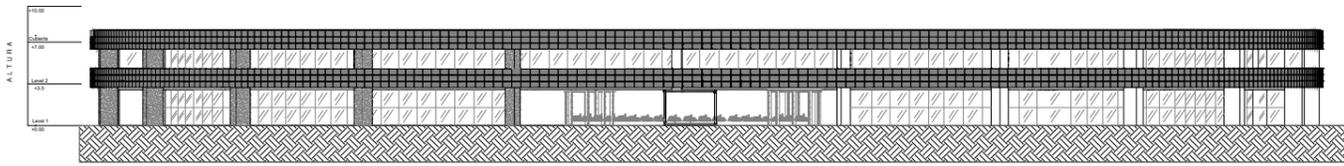


CORTE F-F'

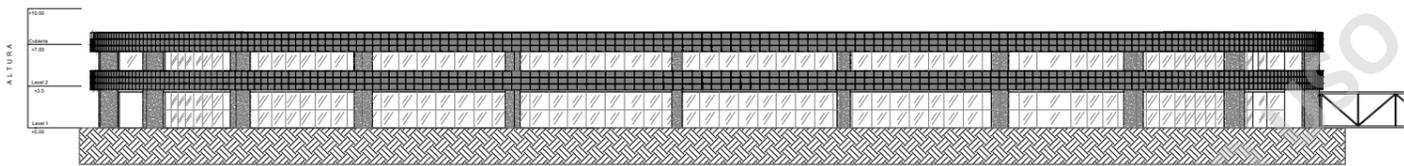
SOLO USO ACADÉMICO



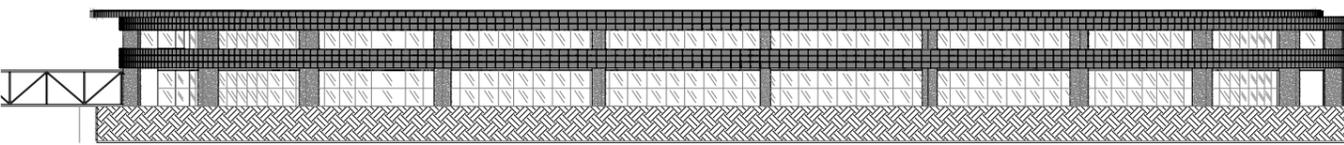
ELEVACIÓN TRASERA



ELEVACIÓN FRONTAL



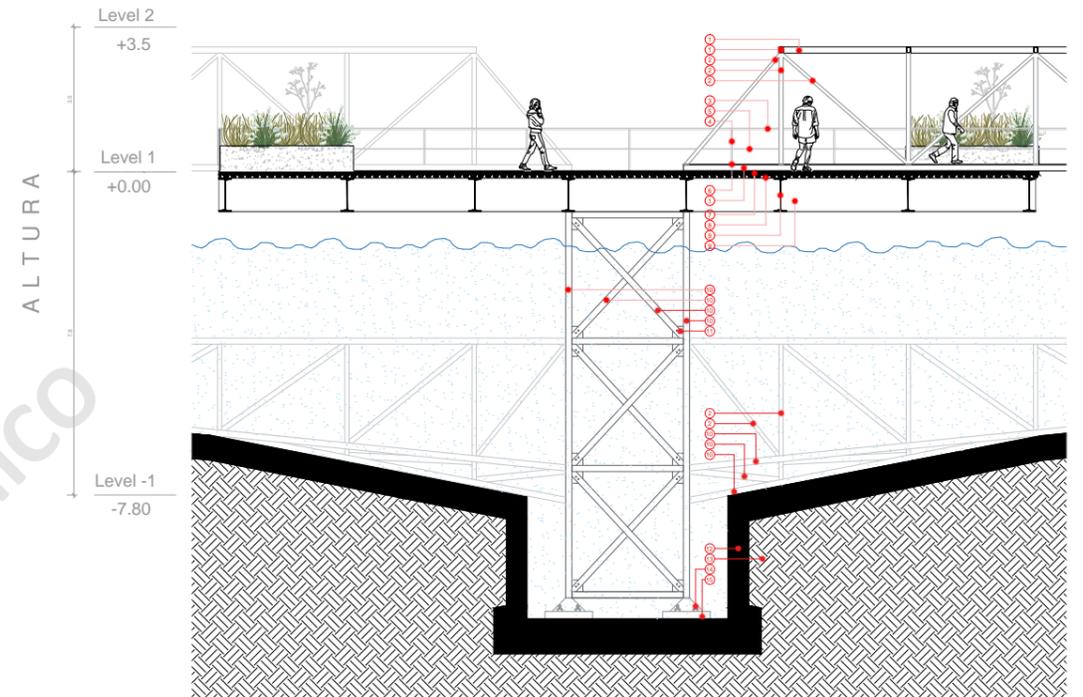
ELEVACIÓN LATERAL



ELEVACIÓN LATERAL

1 DETALLE DE ESCANTILLON

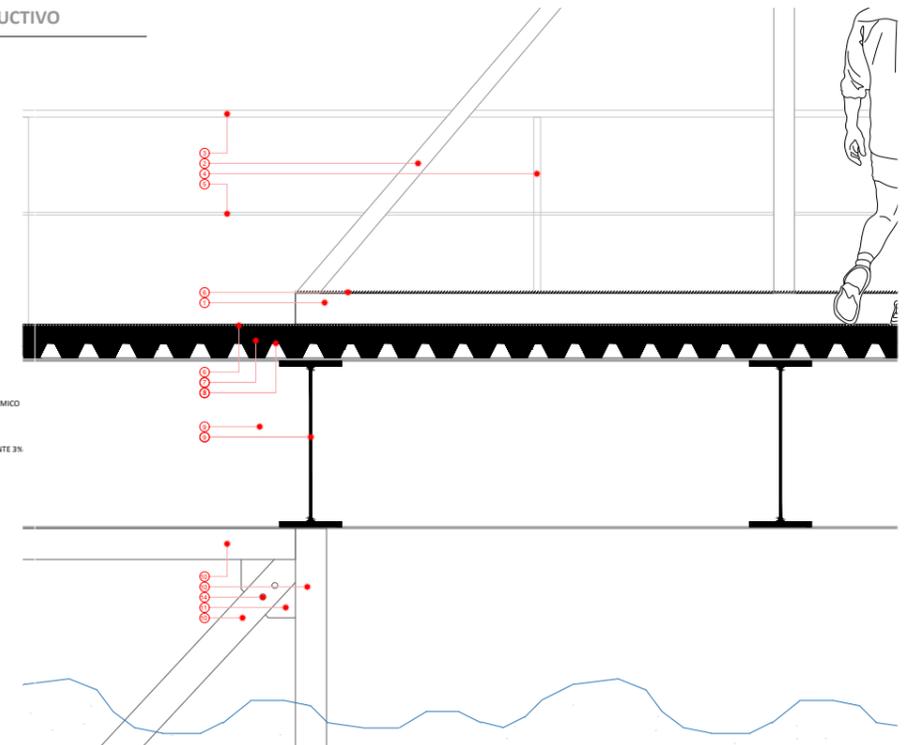
ESCALA 1: 50



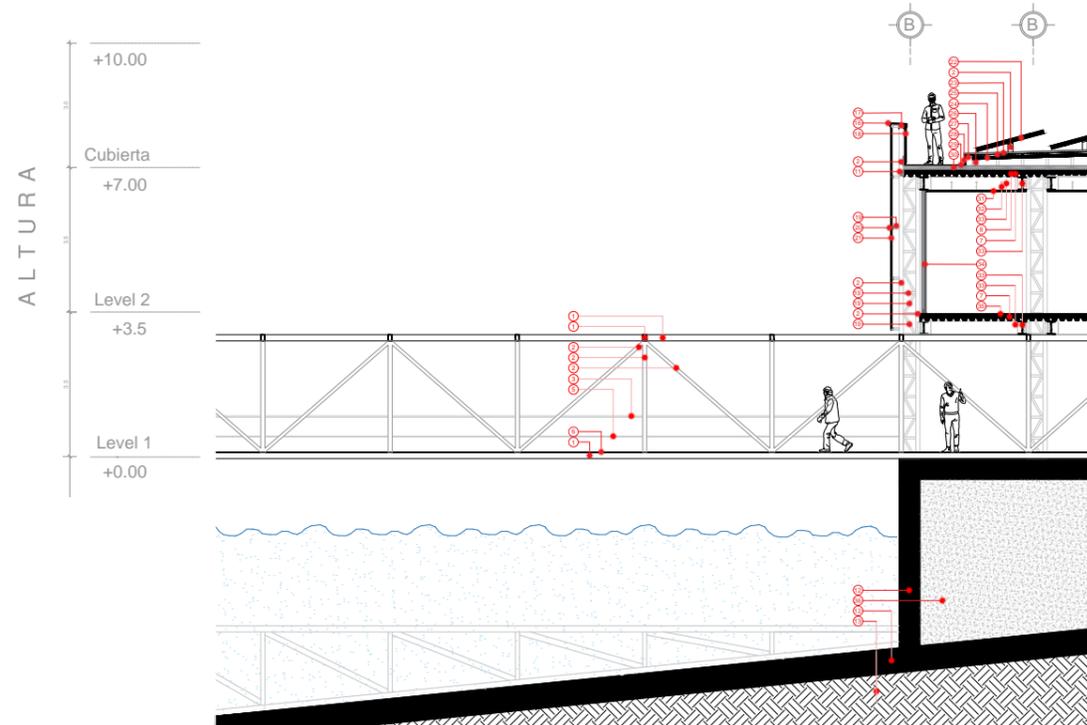
2 DETALLE CONSTRUCTIVO

ESCALA 1: 10

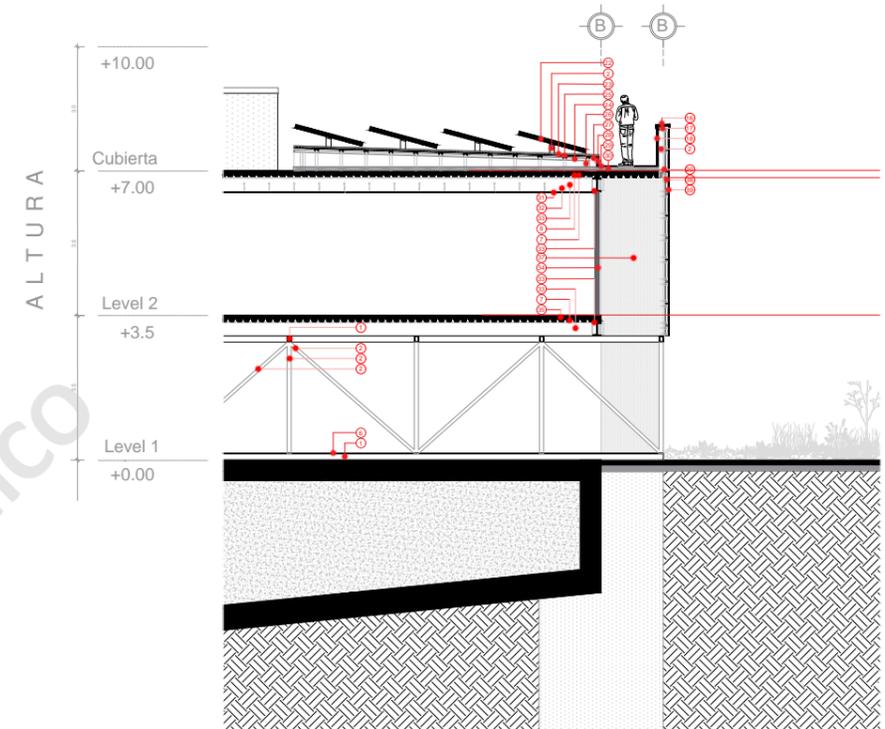
1. PERFIL METÁLICO RECTANGULAR 10 X 15 CM
2. PERFIL METÁLICO CUADRADO 10 X 10 CM
3. BARANDA DE ACERO E = 2 CM, H = 100 CM
4. PERFIL DE ACERO E = 2 CM
5. PLETINA DE ACERO E = 1 CM
6. RADIER DE HORMIGÓN E = 2 CM
7. LOSA COLABORANTE DE HORMIGÓN E = 20 CM
8. PLACA COLABORANTE INSTADECK 95 X 8 X 60 CM
9. VIGA DE ACERO IPN 80 X 30 CM
10. PERFIL METÁLICO CUADRADO 15 X 15 CM
11. PLACA DE ANCLAJE
12. MURO DE CONTENCIÓN HORMIGÓN ARMADO 50 CM
13. TERRENO NATURAL COMPACTADO
14. PERNOS DE ANCLAJE
15. FUNDACIÓN HORMIGÓN ARMADO
16. CHAPA DE ACERO GALVANIZADA E = 0.5 CM
17. CANAL METÁLICA SUPERIOR TIPO METALCON
18. HOIALATERÍA CORTA GOTERAS
19. PERFIL METÁLICO CUADRADO 5 X 5 CM
20. ESQUADRA DE FIJACIÓN MURAL CON RUPTURA DE PUENTE TÉRMICO
21. VIDRIO DE DOBLE HOJA TRANSLÚCIDO
22. PANEL SOLAR
23. CUBIERTO PANEL A2, CINTAC, ZINCALUM / E = 0.5 CM, PENDIENTE 3%
24. PERFIL METÁLICO / PENDIENTE 3%
25. PERFIL METÁLICO PORTANTE SOPORTANTE 4 X 2 X 1 CM
26. PERFIL COSTANERA 4,5 X 4,5 CM
27. PERFIL ÁNGULO 50 X 50 MM, E = 1 MM
28. PERFIL ÁNGULO 50 X 50 MM, E = 3 MM
29. CANALETA HOIALATA GALVANIZADA, PENDIENTE 1%
30. AISLACIÓN LANA MINERAL 8 CM
31. PLACA YESO CARTÓN TIPO ST 12.5 CM
32. SISTEMA DE SUSPENSIÓN MEDIANTE VARILLA ROSCADA
33. VIGA DE ACERO IPN 20 X 30 CM
34. MARCO VENTANA PVC CON DHI Y PERFIL DE REFORZAMIENTO DE ALUMINIO
35. PAVIMENTO PORCELÁNICO, PENDIENTE 2%
36. TERRENO COMPACTADO CON RELLENO DE PIEDRAS
37. MACHÓN HORMIGÓN ARMADO 150 X 40 CM
38. PERFIL VERTICAL DE FIJACIÓN MURAL CON REMACHES DE ALUMINIO
39. PLACA DE COBRE



3 DETALLE DE ESCANTILLON  
ESCALA 1: 50

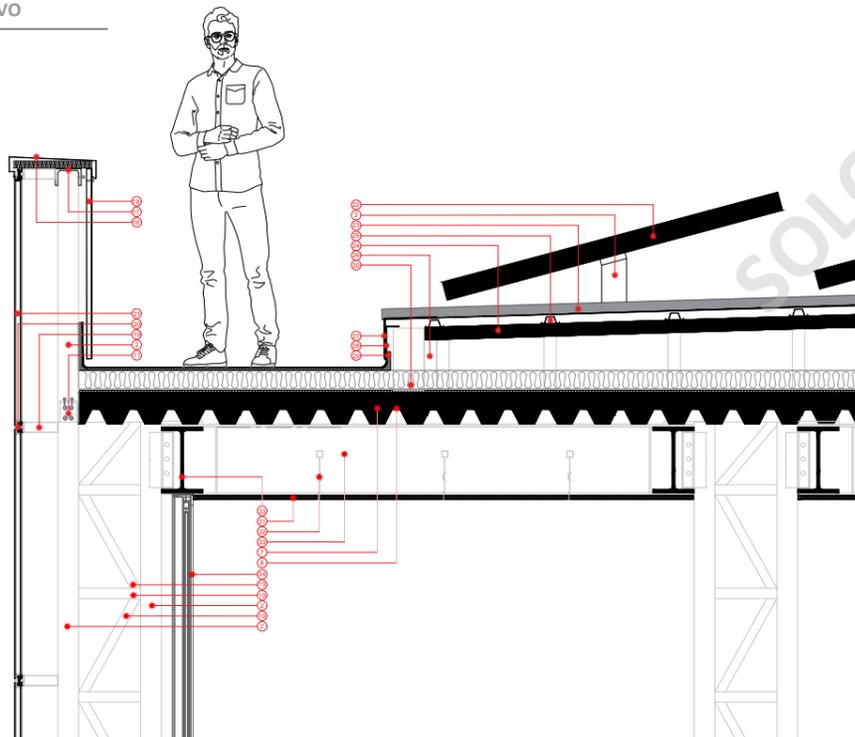


5 DETALLE DE ESCANTILLON  
ESCALA 1: 50



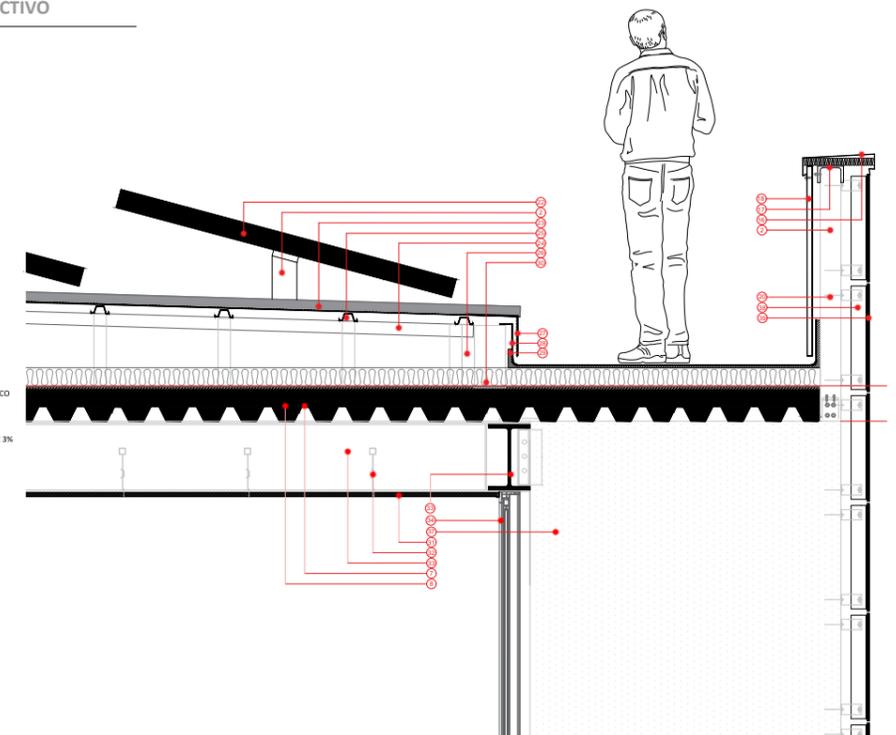
4 DETALLE CONSTRUCTIVO  
ESCALA 1: 10

1. PERFIL METÁLICO RECTANGULAR 10 X 15 CM
2. PERFIL METÁLICO CUADRADO 10 X 10 CM
3. BARANDA DE ACERO E = 2 CM, H = 100 CM
4. PERFIL DE ACERO E = 2 CM
5. PLETINA DE ACERO E = 1 CM
6. RADIER DE HORMIGÓN E = 2 CM
7. LOSA COLABORANTE DE HORMIGÓN E = 20 CM
8. PLACA COLABORANTE INSTADECK 95 X 8 X 60 CM
9. VIGA DE ACERO IPN 80 X 30 CM
10. PERFIL METÁLICO CUADRADO 15 X 15 CM
11. PLACA DE ANCLAJE
12. MURO DE CONTENCIÓN HORMIGÓN ARMADO 50 CM
13. TERRENO NATURAL COMPACTADO
14. PERNOS DE ANCLAJE
15. FUNDACIÓN HORMIGÓN ARMADO
16. CHAPA DE ACERO GALVANIZADA E = 0.5 CM
17. CANAL METÁLICA SUPERIOR TIPO METALCON
18. HOJALATERÍA CORTA GOTERAS
19. PERFIL METÁLICO CUADRADO 5 X 5 CM
20. ESCUADRA DE FIJACIÓN MURAL CON RUPTURA DE PUENTE TÉRMICO
21. VIDRIO DE DOBLE HOJIA TRANSLÚCIDO
22. PANEL SOLAR
23. CUBIERTO PANEL A2, CINTAC, ZINCALUM / E = 0.5 CM, PENDIENTE 3%
24. PERFIL METÁLICO / PENDIENTE 3%
25. PERFIL METÁLICO PORTANTE SOPORTANTE 4 X 2 X 1 CM
26. PERFIL COSTANERA 4.5 X 4.5 CM
27. PERFIL ÁNGULO 50 X 50 MM, E = 1 MM
28. PERFIL ÁNGULO 50 X 50 MM, E = 3 MM
29. CANALETA HOJALATA GALVANIZADA, PENDIENTE 1%
30. AISLACIÓN LANA MINERAL 8 CM
31. PLACA YESO CARTÓN TIPO ST 12.5 CM
32. SISTEMA DE SUSPENSIÓN MEDIANTE VARILLA ROSCADA
33. VIGA DE ACERO IPN 20 X 30 CM
34. MARCO VENTANA PVC CON DIVY Y PERFIL DE REFORZAMIENTO DE ALUMINIO
35. PAVIMENTO PORCELÁNICO, PENDIENTE 2%
36. TERRENO COMPACTADO CON RELLENO DE PIEDRAS
37. MACHÓN HORMIGÓN ARMADO 150 X 40 CM
38. PERFIL VERTICAL DE FIJACIÓN MURAL CON REMACHES DE ALUMINIO
39. PLACA DE COBRE



6 DETALLE CONSTRUCTIVO  
ESCALA 1: 10

1. PERFIL METÁLICO RECTANGULAR 10 X 15 CM
2. PERFIL METÁLICO CUADRADO 10 X 10 CM
3. BARANDA DE ACERO E = 2 CM, H = 100 CM
4. PERFIL DE ACERO E = 2 CM
5. PLETINA DE ACERO E = 1 CM
6. RADIER DE HORMIGÓN E = 2 CM
7. LOSA COLABORANTE DE HORMIGÓN E = 20 CM
8. PLACA COLABORANTE INSTADECK 95 X 8 X 60 CM
9. VIGA DE ACERO IPN 80 X 30 CM
10. PERFIL METÁLICO CUADRADO 15 X 15 CM
11. PLACA DE ANCLAJE
12. MURO DE CONTENCIÓN HORMIGÓN ARMADO 50 CM
13. TERRENO NATURAL COMPACTADO
14. PERNOS DE ANCLAJE
15. FUNDACIÓN HORMIGÓN ARMADO
16. CHAPA DE ACERO GALVANIZADA E = 0.5 CM
17. CANAL METÁLICA SUPERIOR TIPO METALCON
18. HOJALATERÍA CORTA GOTERAS
19. PERFIL METÁLICO CUADRADO 5 X 5 CM
20. ESCUADRA DE FIJACIÓN MURAL CON RUPTURA DE PUENTE TÉRMICO
21. VIDRIO DE DOBLE HOJIA TRANSLÚCIDO
22. PANEL SOLAR
23. CUBIERTO PANEL A2, CINTAC, ZINCALUM / E = 0.5 CM, PENDIENTE 3%
24. PERFIL METÁLICO / PENDIENTE 3%
25. PERFIL METÁLICO PORTANTE SOPORTANTE 4 X 2 X 1 CM
26. PERFIL COSTANERA 4.5 X 4.5 CM
27. PERFIL ÁNGULO 50 X 50 MM, E = 1 MM
28. PERFIL ÁNGULO 50 X 50 MM, E = 3 MM
29. CANALETA HOJALATA GALVANIZADA, PENDIENTE 1%
30. AISLACIÓN LANA MINERAL 8 CM
31. PLACA YESO CARTÓN TIPO ST 12.5 CM
32. SISTEMA DE SUSPENSIÓN MEDIANTE VARILLA ROSCADA
33. VIGA DE ACERO IPN 20 X 30 CM
34. MARCO VENTANA PVC CON DIVY Y PERFIL DE REFORZAMIENTO DE ALUMINIO
35. PAVIMENTO PORCELÁNICO, PENDIENTE 2%
36. TERRENO COMPACTADO CON RELLENO DE PIEDRAS
37. MACHÓN HORMIGÓN ARMADO 150 X 40 CM
38. PERFIL VERTICAL DE FIJACIÓN MURAL CON REMACHES DE ALUMINIO
39. PLACA DE COBRE



# CAPÍTULO VI / Conclusión

## Conclusión

La arquitectura es capaz de sumar a otras disciplinas, a través de la reconversión de infraestructura industrial minera en vías al desuso o en abandono, tomando en consideración el contexto histórico, las condiciones climáticas, características del terreno y su contexto se puede llegar a completar incluso un plan mucho mayor.

En la actualidad por las condiciones que se dan, todo lleva a la rehabilitación, reconversión, reutilización, etc. y la arquitectura no puede quedar atrás, generando ideas creativas se puede dar solución a un problema real y contingente.

A nivel macro, la región se vería beneficiada con un proyecto de este tipo, que aumente las oportunidades de estudio, de aprender, infraestructura, turismo, más actividades que pueden girar entorno a Chuquicamata por su lugar estratégico.

A nivel intermedio, Chuquicamata debe volver a ser lo que fue en su momento, pero bajo otra mirada, la contaminación debe quedar atrás y se debe avanzar en tecnología que aporte no solo a las mineras, sino que a las poblaciones que se han visto afectadas durante años y necesitan ser retribuidas.

A nivel micro este proyecto es solo el comienzo de nuevas ideas entorno al hidrógeno verde, es necesario para los arquitectos descubrir nuevas áreas que aporten al cómo habitar los espacios del presente.

## Bibliografía

01. Uribe B.(14 de mayo 2015), Frases: Norman Foster y el tiempo, plataforma arquitectura, <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/766874/frases-norman-foster-y-el-tiempo>
02. Consejo minero (Octubre 2013), Minería 2020: Competitividad y Desarrollo, Consejo minero, <https://consejominero.cl/wp-content/uploads/2019/04/Miner%C3%ADa-2020-Consejo-Minero.pdf>
03. Ibañez D. (2008) "Cierre del Campamento de Chuquicamata y el Traslado de su Población a la Ciudad de Calama. Una Nueva Forma de Vida para los Mineros." (Tesis) UNIVERSIDAD ACADEMIA DE HUMANISMO CRISTIANO ESCUELA ANTROPOLOGIA. Santiago, Chile (p.)
04. Astorga P. (2011) "Representación Social de Codelco Chuquicamata y la Definición de un Discurso Hegemónico en Torno a su Actuar". (Tesis) Universidad de Chile, Santiago, Chile. ( p.80)
05. Biblioteca del Congreso nacional de Chile  
BCN(1976), "Decreto de Ley 1350 | CREA LA CORPORACION NACIONAL DEL COBRE DE CHILE." Santiago, Chile (N°1)
06. Biblioteca del Congreso nacional de Chile  
BCN(1976), "Decreto de Ley 1350 | CREA LA CORPORACION NACIONAL DEL COBRE DE CHILE." Santiago, Chile (Art. N°1).
07. Biblioteca del Congreso nacional de Chile  
BCN(2011), "Decreto de Ley 20.551 | REGULA EL CIERRE DE FAENAS E INSTALACIONES MINERAS." Santiago, Chile
08. Fundación Chile, (2020), Una oportunidad estratégica para Chile: Hidrógeno verde fch, <https://fch.cl/iniciativa/hidrogeno-verde/>
09. noticias UCN (31 julio 2020), noticias UCN .cl, avanza alianza para la creación de hiper clúster industrial-minero de energía limpia, <https://www.noticias.ucn.cl/destacado/avanza-alianza-para-la-creacion-de-hiper-cluster-industrial-minero-de-energia-limpia/>

## Figuras

- 01.** Collage incertidumbre post vida útil de infraestructura industrial minera  
fuente: Elaboración propia.
- 02.** Logo de Codelco división Chuquicamata  
fuente: guíaminera.cl, <https://www.guiaminera.cl/codelco-division-chuquicamata/>
- 03.** Calama cubierta por contaminación proveniente de mineras cercanas.  
fuente: elamerica.cl, <https://elamerica.cl/2022/05/03/senadora-paulina-nunez-informa-que-ministra-medio-ambiente-a-exponer-medidas-contempladas-en-plan-de-descontaminacion-de-calama/>
- 04.** Contaminación generada por Chuquicamata  
fuente: diarioantofagasta.cl, <https://www.diarioantofagasta.cl/regional/calama/144537/calama-declara-emergencia-ambiental-por-contaminacion/>
- 05.** Hospital Roy H. Glover sepultado en toneladas de tierra.  
fuente: hospitaldechuquicamata.wordpress.com, <https://hospitaldechuquicamata.wordpress.com/imagenes-de-despedida-hop/>
- 06.** Campamento Chuquicamata sepultado en toneladas de tierra  
fuente: dreamstime, <https://es.dreamstime.com/pueblo-fantasma-chacabuco-de-la-era-minera-saltpeter-cerca-chuquicamata-mina-cobre-cielo-abierto-m%C3%A1s-grande-del-mundo-calama-image159370592>
- 07.** Ribera de río Loa con vía (vegetación) al borde del agua  
fuente: latercera.com, <https://www.latercera.com/laboratoriodecontenidos/noticia/comunidad-indigena-yalquincha-busca-convertir-su-territorio-en-zona-de-interes-turistico/6VNNW15IJGHXGFORZZYLXJTQE/>
- 08.** Zona sin vida producto del bajo caudal de agua.  
fuente: yoaprendomas, <https://www.yoaprendomas.cl/estudiantes/Educacion-General/Artes-Visuales-3-basico/AR03-OA-01/32013:Rio-Loa>
- 09.** Protesta por falta de infraestructura educacional y oportunidades
- 10.** Zona de recreación de baja calidad  
fuente: Calamaenlínea.cl
- 11.** Acceso principal a Chuquicamata  
fuente: region2.cl, <http://www.region2.cl/casco-historico-de-chuquicamata-se-ra-preservado/>
- 12.** Collage línea de tiempo del proceso histórico de Chuquicamata  
fuente: Elaboración propia
- 13.** Esquema territorial distancias  
fuente: Elaboración propia
- 14.** Esquema territorial faenas mineras  
fuente: Elaboración propia
- 15.** Imagen satelital Chuquicamata intervenida  
fuente: Elaboración propia
- 16.** Plano Chuquicamata  
fuente: Elaboración propia
- 17.** Superficie tortas de relaves  
fuente: Elaboración propia
- 18.** Ex zona urbana + zona industrial  
fuente: Elaboración propia
- 19.** Accesos a Chuquicamata  
fuente: Elaboración propia
- 20.** Zona espesadores de relave Chuquicamata  
fuente: revistatecnicosmineros.cl, <https://www.revistatecnicosmineros.com/2019/11/codelco-adjudica-proyecto-de-desalinizacion-para-usar-agua-de-mar-en-sus-operaciones-en-calama/>
- 21.** Espesador de relave enterrado  
fuente: Empíricaconsultore, <https://empiricaconsultores.cl/topico-5-soporte-y-mejoramiento-operacional-espesadores-conventionales-a-high-cap/>
- 22.** Espesador de relave prefabricado  
fuente: Infocorrosin.com, <https://www.infocorrosion.com/index.php/noticia/notas-patrocinadas/item/1107-sistemas-de-recubrimientos-en-la-proteccion-de-espesadores-en-plantas-concentradoras-de-minerales-de-cobre>
- 23.** Espesador de relave prefabricado en altura  
fuente: mclahan.com, <https://www.mclahan.com/es/noticias>
- 24.** Tipos de espesador de relaves  
fuente: ESTUDIO Y EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ESPESADORES DE RELAVE DE LA DIVISIÓN ANDINA MEDIANTE HERRAMIENTAS DE SIMULACIÓN COMPUTACIONAL, NICOLÁS JAVIER FUENZALIDA HIDALGO, <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/147104/Estudio-y-evaluacion-del-sistema-de-espesadores-de-relave-de-la-Division-Andina-mediante-herramientas.pdf?sequence=1>
- 25.** Identificación de espesadores Codelco Chuquicamata  
fuente: Elaboración propia
- 26.** Dimensiones de espesadores Codelco Chuquicamata  
fuente: Elaboración propia
- 27.** Landschaftpark  
fuente: <https://jardinessinfronteras.com/2019/03/20/un-complejo-industrial-convertido-en-parque/>
- 28.** Landschaftpark  
fuente: <https://jardinessinfronteras.com/2019/03/20/un-complejo-industrial-convertido-en-parque/>
- 29.** Landschaftpark  
fuente: <https://jardinessinfronteras.com/2019/03/20/un-complejo-industrial-convertido-en-parque/>
- 30.** Landschaftpark  
fuente: <https://jardinessinfronteras.com/2019/03/20/un-complejo-industrial-convertido-en-parque/>
- 31.** Energías renovables.  
fuente: Energía.gob.cl, <https://energia.gob.cl/noticias/nacional/gobierno-abre-convocatoria-para-desarrollar-proyectos-de-hidrogeno-verde-en-chile>
- 32.** Energías renovables.  
fuente: Energía.gob.cl, [https://energia.gob.cl/sites/default/files/estrategia\\_nacional\\_de\\_hidrogeno\\_verde\\_-\\_chile.pdf](https://energia.gob.cl/sites/default/files/estrategia_nacional_de_hidrogeno_verde_-_chile.pdf)

SOLO USO ACADÉMICO