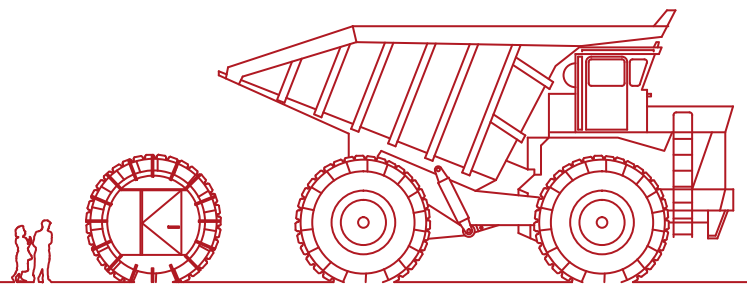


Memoria Proyecto de Título  
Escuela de Arquitectura  
Universidad Mayor  
**JULIO 2022**

# Cápsulas habitables en Neumáticos

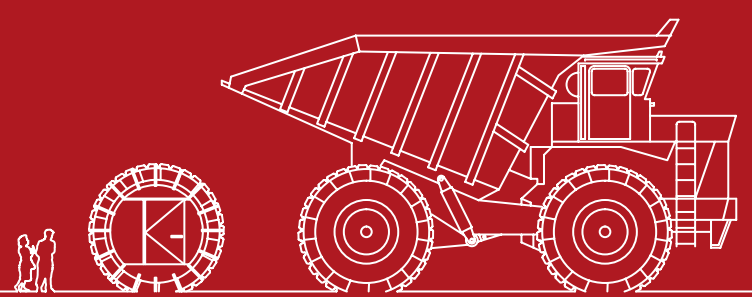


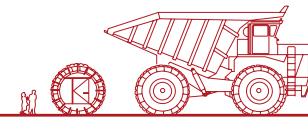
"de pieza aislada a agrupación complementaria  
para el habitar minero en la zona norte de Chile"

**Alumna:** Francisca Andrea Cisneros Zucco  
**Profesor Investigación:** María de los Angeles Ferrada  
**Profesor Taller Integrado de Título:** Francisca Pulido  
**Profesor de Proyecto de título:** Eduardo Cancino



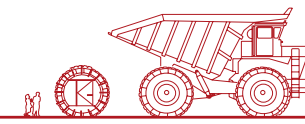
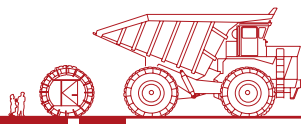
SOLO USO ACADÉMICO





SOLO USO ACADÉMICO

Agradezco a todos los que han formado parte de esta investigación;  
Mis profesores con su sabiduría y disposición, a mis amigos por su paciencia y apoyo incondicional, a mi madre, hermana y primo por brindarme la motivación latente.  
Esta investigación va dedicada a mi padre, que en paz descansa.



# Índice

## ■ I PARTE PRELIMINAR

Resumen

### PRESENTACIÓN

1. Introducción al tema
2. Problemática
3. Hipótesis y Preguntas Clave
4. Objetivos
  - 4.1 Objetivo General
  - 4.2 Objetivos Específicos
5. Metodologías
  - 5.1 Metodología de Investigación
  - 5.2 Metodología de Proyecto

## ■ II PARTE PRINCIPAL

### Capítulo 1: “Tema: La Minería en Chile, Su Auge y estancamiento en campamentos mineros”

- 1.1 La minería en Chile y su desarrollo progresivo actualmente.
- 1.2 Producción de cobre y comparativa nivel país e internacional.
- 1.3 Principales minas de cobre en Chile.
  - 1.3.1 Conceptos fundamentales de la minería.
  - 1.3.2 Etapas de un proyecto minero y sus comparativas.
- 1.4 Campamentos mineros.
  - 1.4.1 Normativa vigente en los campamentos mineros
  - 1.4.2 Campamentos mineros de cobre existentes
  - 1.4.3 Evolución programática de campamentos mineros
  - 1.4.4 Definición de sistema de turnos
  - 1.4.5 Desde La seguridad, la salud y el bienestar minero

### ■ Capítulo 2: “Problema: La repercusión del habitar minero”

- 2.1 Arquitectura prefabricada industrial
  - 2.1.1 Construcción modular en faenas mineras
  - 2.1.2 Metodología del sistema modular
- 2.2 Contenedores modulares
  - 2.2.1 Transporte y Reglamentación
- 2.3 Refugios habitacionales temporales
  - 2.3.1 Tiny Cabins / Tiny Houses
  - 2.3.2 Referencias internacionales
- 2.4 Identidad del Habitar minero

### Capítulo 3: “Consecuencias que ha traído el trabajar y habitar minero”

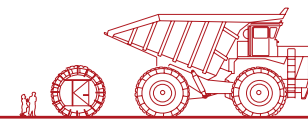
- 2.1 Contaminación ambiental en la zona norte de Chile
  - 2.1.1 Tipologías de residuos industriales en la minería
  - 2.1.2 Gestión y reciclaje de residuos en la minería
- 2.2 Implementación de la Ley N° 20.920 (R.E.P)
  - 2.2.1 Reglamentación existente
  - 2.2.2 Productos Prioritarios
- 2.3 Neumáticos mineros
  - 2.3.1 Neumáticos fuera de uso (N.F.U)
  - 2.3.2 Categorización y Valorización
- 2.4 Diagnostico de sustentabilidad de neumáticos fuera de uso
- 2.5 Hacia una economía circular

### Capítulo 4: “Proyecto: De pieza aislada a agrupación complementaria”

- 4.1 Definición de proyecto
- 4.2 Estrategia de proyecto low-cost
- 4.3 Neumático habitable como pieza aislada
  - 4.3.1 Composición estratégica de construcción
  - 4.3.2 Materialidad
- 4.4 Propuesta programática de piezas modulares
  - 4.4.1 Estudio de estrategias como cápsula
- 4.5 Planimetrías

## III PARTE DE REFERENCIAS

1. Bibliografía
  - 1.1 Libros
  - 1.2 Libros Electrónicos
  - 1.3 Memorias de Título
  - 1.4 Páginas Web
  - 1.5 Vídeos
  - 1.6 Índice de Figuras



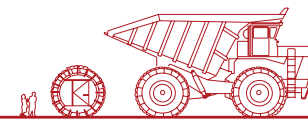
Hasta la fecha todos los asentamientos mineros en Chile se caracterizan por estar ubicados en zonas de difícil acceso o zonas remotas, con alturas y climas extremos, lo que lleva a tomar importantes decisiones en cuanto a la infraestructura de faena que se le debe entregar a dichos trabajadores cumpliendo así con una buena habitabilidad, confort y rendimiento.

Generalmente estos asentamientos se desenvuelven como una identidad social particular; no solamente por la explotación del mineral en sí, sino que también concentran una población asociada y estable que comparte una misma cultura en torno a su trabajo. Sin embargo se ha visto que después de cumplir su vida útil dentro de dichos proyectos mineros de duración finita se han implementado diversas soluciones a lo largo de los años, ya sea: Generar estos asentamientos mineros como un patrimonio de la humanidad (Sewell, 2006), El abandono y cierre posterior de dichos asentamientos (Chuquicamata, 2001), Reconvertir o expropiar el asentamiento (María Elena, 1979) y hasta la fecha se ha implementado una nueva modalidad de segunda vivienda planteados como campamentos mineros móviles.

Es este último punto en donde se centrará esta tesis: Investigar y reflexionar el habitar minero desde su perspectiva de campamento modular colocando en valor las diferentes aristas de lo que conlleva vivir en las condiciones extremas además de constatar nuevas soluciones de innovación para el problema sustentable que están sosteniendo los proyectos mineros en estos momentos.

“...estamos igual que hace 20 años. Hoy este mercado está representado por varios actores, pero lamentablemente ha habido cero innovación en los últimos años. Lo que observamos, como oficina de arquitectura especializada en soluciones modulares, es que hace dos décadas prácticamente no se ha cuestionado la manera de construir los módulos. Hoy se ocupa la misma tecnología, por ejemplo, que se utiliza en Canadá, para construir” (Eugenio Correa, Gerente General y Socio de Correa Tres Arquitectos Ltda, Revista Emb Construcción “Construcción modular en minería: Nuevos usos y tecnologías”).

# RESUMEN



## 1. Introducción al tema

La minería es una de las actividades económicas más importantes a nivel global, centrada esencialmente en la explotación, procesamiento y comercialización de minerales metálicos, minerales no metálicos o rocas y minerales industriales. En Chile, la minería participa de forma relevante en la economía nacional así como su identidad minera la cual se demuestra en los asentamientos mineros caracterizados por estar en zonas de difícil acceso o remotas, bajo alturas extremas y variados climas lo que lleva a tomar importantes decisiones con respecto a la infraestructura, tiempos acotados de instalación y traslado pertinente.

Siendo estos tres puntos cruciales para entregar al trabajador una buena habitabilidad y confort. Estas viviendas de emergencia colectiva a la que se suelen dar el nombre de campamento minero genera el primer gran enfoque con respecto a cómo es realmente el habitar para esta población que no reside en la misma zona geográfica a la que se expone al trabajar haciendo énfasis a la gran demanda que existe hoy en día en la zona norte del país.

Por una parte, queda estipulado tras una gran paralización de alternativas en que más puede ofrecerse a los diferentes individuos para su óptima comodidad y progreso gradual habitando en dichas zonas emergentes sabiendo que actualmente existen diseños modulares capaces de controlar las necesidades fisiológicas pero carentes de identidad.

Por otra parte, en torno a la misma explosión creciente de mineras activas y progresos positivos comerciales hay una consecuencia no menor que está siendo motivo de altas discusiones hoy en día en el consejo nacional de minería de acuerdo a la alta gama de residuos que están dañando el ecosistema y medio ambiente en la zona norte del país.

Estos dos grandes puntos en una instancia parecen no tener conexión aparente pero si tomamos en consideración la proporción directa entre más mineras, más población no residente con problemas de habitabilidad e identidad y más residuos no peligrosos como peligrosos producidos se llega a un consenso de cómo contribuir de manera positiva en estos grandes puntos donde Habitabilidad y Gestión de residuos pueden ir perfectamente unidos para una mirada a futuro en cuanto a las mineras.



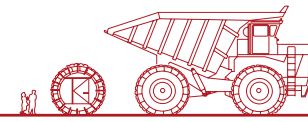
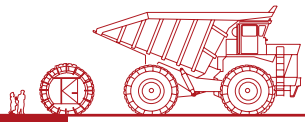
**Figura 0** Seminario Minería y un nuevo camino minero hacia una economía circular.

## 2. Problemática

Se tiene en conocimiento que comúnmente la vida de un campamento es efímera, tarde o temprano el cierre de las minas constituye un evento inevitable, ya sea por crisis de ciertos materiales específicos hasta el agotamiento natural de la mina. Así nos encontramos ante un panorama en el cual muchas ex comunidades, mejor llamados asentamientos mineros han experimentado el fin de una forma de vida. La particularidad de los asentamientos mineros actuales es que cumplen la función de brindar alojamiento para los colaboradores y trabajadores que desempeñan su trabajo y se desenvuelven cercano a ciertos yacimientos importantes, tomando como mayor atributo el generar un establecimiento estable y práctico donde puedan desarrollar sus actividades cotidianas y, a su vez, generar un ahorro de costos por traslado y evitar accidentes adversos o al menos minimizarlos. Indagando en cómo operan, los sistemas de turnos brindan al trabajador la posibilidad de alternar un determinado número de días de trabajo con otros de descanso.

Entre los más utilizados por la gran minería, se encuentran: 7x7, 4x3, 5x2 y 10x4(1) contando con este rubro se intenta mantener un orden de continuidad de operaciones a un menor tiempo de traslado para operarios por lo cual son ciclos extendidos y continuos; Uno de los turnos más comunes es siete días de trabajo continuo y siete días de descanso, se planificó con el propósito de tener una jornada completa dentro de la faena pero que de igual modo permite conjugar con su participación familiar e instancias sociales en su residencia pero la lógica de este vaivén de viajes solo demuestra un desgaste físico y emocional de dicho trabajador al estar expuesto a tantos días de trabajo continuo y lejos de su círculo social familiar.

Esto toma un papel fundamental en cómo se plantea las condiciones de infraestructura ¿Cómo otorgarle a un trabajador una calidad adecuada de habitabilidad y bienestar? Requiere particularidades de diseño que conlleva a desarrollar su vida profesional en un ambiente extremo. Actualmente solamente se indica entregar servicios básicos al usuario pero se deja de lado su condición psicológica e identidad personal, entregar un funcionamiento a la par para evitar posible aislamiento, nostalgia y ansiedad va de la mano con un buen funcionamiento de espacios públicos para su desarrollo tales como comedores, cocina, espacios de uso recreativo, entre otros. La finalidad de entregar una respuesta a las demandas con estándares de nueva calidad de vida para los usuarios partiendo por el lugar donde todos suelen llegar antes de trabajar: **su habitación.**



Anteriormente mencionado, hasta la fecha se ha innovado enormemente en satisfacer y entregar cada vez modulaciones más específicas para las necesidades básicas del personal y pesar de no existir un anexo a la ley vigente dentro de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción según lo expresado por Eugenio Correa, Arquitecto de “Correa Tres Arquitectos”, detalla que han ahorrado más de un 50% en costo de tiempos de construcción e instalación con una entrega de habitabilidad cada vez más específica para el usuario pero hoy en día y hace más de 20 años la situación modular sigue estancada por lo cual no existe ni innovación de construcción, ni sustentabilidad con el medio ambiente lo que se lleva como un nuevo desafío para todo el auge minero.

Una problemática que engloba una carencia de identidad habitacional junto a un descuido ambiental significativo con respecto a la sustentabilidad minera a lo largo de los años. Una problemática que, a pesar del ciclo finito de un proyecto minero, ha dejado una huella visible tanto física como psicológicamente para las personas y residentes aledaños a dichas faenas mineras. Se ha buscado significativamente con los años intentar reducir costos de inversión y traslado con dichos campamentos modulares sin tomar en consideración el verdadero problema en cada cierre de faena, La huella del ser humano, **sus residuos**.

(1)Urenda A., C. (2019, 12 octubre). Impactos en el trabajo en minería derivados de una eventual rebaja de la jornada laboral semanal máxima. Consejo Minero. <https://consejominero.cl/wp-content/uploads/2019/10/Reduccion-de-Jornada-Laboral-en-Mineria-CNP.pdf>

### 3. Hipótesis y Preguntas Clave

La propuesta arquitectónica conlleva entregar un elemento genérico como bien inmueble que responda validar la movilidad, disposición, adaptación y sustentabilidad en función a su respectiva ubicación; sea en Chile y sus proyectos mineros así como en cualquier parte del mundo en zonas remotas, tomando en consideración la articulación de éstas y cómo habitan programáticamente en sus respectivos lugares. De acuerdo a todo lo anteriormente mencionado surgen las siguientes

#### ■ preguntas:

¿Cómo entregar espacios adaptables considerando las nuevas necesidades que cada trabajador necesita desde lo más privado como lo es la habitación y como está estrictamente ligado a sus demás espacios más públicos?

¿Cómo contribuir positivamente al medio ambiente que ha dañado dichos proyectos mineros con avances de innovación en cuanto a las modulaciones de campamento?

## 4. Objetivos

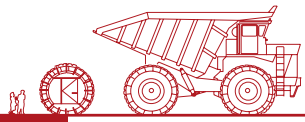
### ■ Objetivo General

Se propone reflexionar y entregar una modulación eficiente que pueda responder a las demandas actuales que existen además de entregar el confort y bienestar para el trabajador minero desde su habitación y como se desenvuelve en este, a su vez de poner en valor el problema medio ambiental que cada día crece exponencialmente con respecto a las mismas mineras entregando así un producto final con una organización pertinente desde lo más privado a lo más público dentro del ámbito habitacional que pueda entregar una mejor calidad de vida para cada individuo en lo personal con respecto a su habitáculo.

### ■ Objetivos Específicos

- 1.- Identificar las relaciones programáticas necesarias que articula vivir en espacios reducidos y sencillos vinculando así a la progresiva sostenibilidad sin perder lujos y comodidades que una primera vivienda puede entregar.
- 2.- Comparar los actuales campamentos mineros como habitáculo con el movimiento arquitectónico de habitáculos reducidos. Separar sus diferencias y anexar sus similitudes para entregar un anteproyecto contenido en dicho análisis.
- 3.- Poner en valor el residuo actual de la minería más latente y complejo que es el neumático y darle una nueva vida útil más allá de un reciclaje o posible eliminación.
- 4.- Integrar un diseño óptimo arquitectónico estudiando todas sus componentes necesarias para su funcionalidad equilibrando el punto principal de esta investigación: El habitar sustentable.





## 5. Metodologías

**En cuanto a metodologías presentes en esta investigación se optó por definir tres aspectos importantes: La minería, la habitabilidad minera y los residuos mineros.**

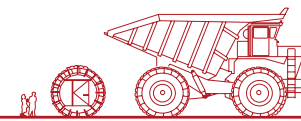
### ■ Metodología de Investigación

- 1.a Caracterización a través de un levantamiento bibliográfico que dé a conocer las condiciones de la Minería de cobre en Chile. Demostrando así su organización de trabajo, fases mineras, turnos de trabajo y normativa asociada para entender los asentamientos mineros desde una mirada más general hacia lo específico.
- 2.a Tomando en Consideración importante la investigación de los conceptos y evoluciones programáticas que han sufrido los asentamientos mineros con respecto a los años para finiquitar un programa duro en una mirada arquitectónica de habitabilidad.
- 3.a Un Análisis en cuanto a los campamentos mineros modulares existentes para definir y comparar la seguridad, la salud y el bienestar minero en zonas remotas y como esto es considerado una segunda vivienda para la mayoría de los usuarios.
- 4.a Estudiar la arquitectura prefabricada industrial modular aplicada a los campamentos mineros con la reciente evolución modular de vivir en espacios óptimos pero confortables, exponiendo así el verdadero habitar minero reducido a la identidad que los envuelve.
- 5.a Revisión bibliográfica del problema que está sufriendo la minería hoy en día con la Ley de Responsabilidad Extendida del Productor en cuanto a sus residuos.
- 6.a Estudio y puesta en valor de los residuos actuales en la minería destacando los neumáticos como el residuo principal que va en aumento y aqueja a las mineras progresivamente con su comercialización.
- 7.a Caracterización de todos los neumáticos que producen las mineras y analizar cada uno con su respectiva producción e industrialización.

### ■ Metodología de Proyecto

De acuerdo a las observaciones de distintos profesores guía en las distintas fases del ante-proyecto y proyecto se tomaron puntos importantes a considerar en las cápsulas habitables con Neumáticos:

- Buscar la manera óptima de habitar un Neumático minero haciéndolo formar parte de la estructura principal del nuevo habitáculo.
- Encontrar y formular la jerarquía de residuos existentes para la posible preparación para la reutilización del neumático que ha finalizado su vida útil pero dándole un nuevo proceso.
- Corregir y Definir a través de una nueva proposición de habitabilidad minera el considerar nuevos parámetros programáticos que entregue satisfacción al usuario sintiendo que cada habitáculo es parte de su identidad más allá de modalidades iguales para todos bajo la pregunta: ¿qué es lo que hace tu hogar ser tu hogar?
- Definición estructural sostenible y sustentable de bajo costo material que pueda ser desmontable y montable en el mismo lugar de trabajo así como ser trasladado a diferentes partes en caso que se requiera. Finalmente cabe destacar que este proyecto data de una investigación exhaustiva con el propósito de generar un cambio positivo en la huella medioambiental que está dejando las mineras en Chile actualmente a su vez dándole una nueva posibilidad de innovación entendiéndose un nuevo habitar modular en óptimos espacios más allá de una cama y un velador entregando el mismo contentamiento de acuerdo a vivir en zonas remotas con climas extremos como refugio temporal.

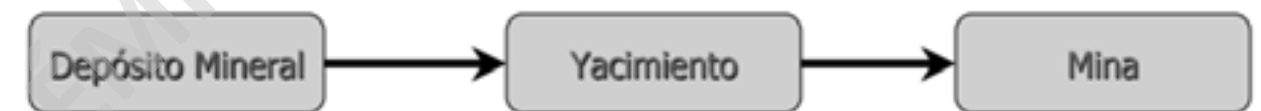


## 1.1 La minería en Chile y su desarrollo progresivo actualmente.

### Capítulo 1: “Tema: La Minería en Chile, Su Auge y estancamiento en campamentos mineros”

La minería es uno de los pilares más sólidos que sustenta el desarrollo económico y social de Chile pero se tiene en conocimiento que un proyecto minero se caracteriza por ser un negocio de duración limitada y finita. Cuando se habla de una mina la mayoría del tiempo se tiene en consideración la extracción de dicho mineral con la puesta en valor del paisaje que el corte de cortezas terrestres va generando el yacimiento, pero viendo el proyecto en más profundidad es posible percibir que una obra en la minería es desde el hallazgo y conversión de un depósito mineral en un yacimiento hasta finalmente abrirse como una mina y comenzar la puesta en marcha con la producción y explotación.

La producción de minerales metálicos es efectuada por países ubicados en los cinco continentes. Los minerales de mayor relevancia, tanto por su volumen de producción e importancia en las actividades productivas a nivel mundial, como por el impacto económico que ellos producen, son: hierro, cobre, manganeso, zinc, cromo; y oro, plata, y platino (USGS, 2021).



La Sociedad Nacional de la Minería (SONAMI, Octubre 2021) señala que “...La historia política, económica, social y cultural de Chile está profundamente unida a la minería. La actividad ligada al salitre, al carbón, al cobre y recientemente al litio, han tenido su espacio en el escenario de la historia nacional, determinando migraciones, desarrollos legales, de ciudades e infraestructura, revoluciones, guerras, periodos de bonanza y de escasez, literatura y movimientos políticos, entre otros impactos. La minería es, sin duda, parte de nuestra **identidad nacional** y probablemente nuestro emblema más visible a nivel global. Hoy, después de 30 años de crecimiento e inversión sostenida, tanto pública como privada, contamos en Chile con un parque productivo potente, que es un patrimonio nacional, **especialmente en cobre, que es el 90% de nuestra producción minera.**” (Fundamentos y desafíos para el desarrollo minero, p.7)



**Figura 1.** Principales países productores de minerales metálicos seleccionados, con el primer, segundo y tercer lugar en la producción mundial, año 2020. (Figurando Chile como primero en producción de cobre respecto a sus otros minerales y su comparativa)

Rescatando lo anteriormente señalado por SONAMI, está claro que el desempeño de la economía chilena ha sido exitoso y se ha visto como un modelo a seguir por otros países de América Latina. El país ha mostrado un rápido crecimiento en un entorno social y políticamente estable y una rápida integración a los mercados mundiales. Este crecimiento estuvo acompañado de un explosivo desarrollo de la actividad minera que ha llevado al país a ocupar un lugar privilegiado dentro del mercado mundial de minerales dotando a Chile de una exhaustiva inversión extranjera y abundante dotación de yacimientos mineros. De acuerdo al gran desafío que posee Chile con respecto a su producción masiva se han instaurado institucionalidades vinculadas a la minería tales como:

**Ministerio de Minería** - Organismo centralizado, el Ministerio y la Subsecretaría de Minería. Su misión es diseñar, ejecutar y evaluar políticas públicas de minería, orientadas a elevar y difundir la contribución del sector minero al desarrollo nacional, con el propósito de aprovechar los recursos mineros disponibles en condiciones socialmente óptimas e inclusivas. Además, tiene que difundir y promover la contribución que tiene para Chile ser un país minero.

**Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN)** - Organismo público descentralizado con personalidad jurídica y patrimonio propio a cargo del Ministerio de Minería. Sus funciones incluyen la supervisión en relación a la propiedad minera, exploración y geología; además, asesora al Ministerio de Minería y contribuye con los programas de gobierno en el desarrollo de políticas mineras y geológicas, promueve la inversión en exploración de recursos minerales, hídricos y energéticos. Controla la seguridad en la minería y promueve la generación de expertos en el tema. Elabora conocimiento sobre los recursos naturales y los riesgos geológicos en el territorio chileno. Impulsa, regulariza y hace seguimiento de los proyectos de explotación y cierre de instalaciones/faenas en minería.

**Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO)** - organismo funcionalmente descentralizado, con personalidad jurídica y patrimonio propio; es una institución independiente especializada en la actividad minera del cobre donde elabora y ayuda a la implementación de políticas, fiscaliza el cumplimiento de legislaciones en el sector privado y público, fiscaliza y evalúa las gestiones, estudia y asesora en materia ambiental.

### Empresas Mineras del Estado

**Codelco** - Empresa autónoma propiedad del estado Chileno, su negocio es la exploración, desarrollo y explotación de recursos mineros de cobre y sub-minerales donde entrega cobre refinado para su posterior comercialización.

**Empresa Nacional de Minería (ENAMI)** - Su función es fomentar la explotación, concentración, fundición, refinación, industrialización y posterior comercialización de la minería en medianas y pequeñas empresas (Pyme)

### ¿Cuándo se considera una región liderada por su economía minera?

La minería es una de las principales actividades económicas de Chile. Una región se considera “minera” si el 20% ó más de su producto interno bruto provienen de la minería. De acuerdo a lo mencionado, aun cuando la extracción minera se realiza en casi todo lo largo del país, sólo cuatro de la trece regiones de Chile se consideran “regiones mineras” y se ubican al norte del país: Tarapacá, con una participación minera del 23% en el producto interno bruto; Antofagasta, con el 64%; Atacama con el 49%; y Coquimbo con el 24%. (2)

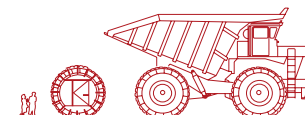
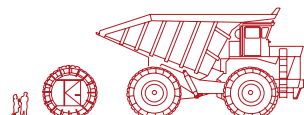
(2)Lardé, Chaparro y Parra (2008, Marzo). El aporte del sector minero al desarrollo humano en Chile: el caso de la región de Antofagasta. División de Recursos Naturales e Infraestructura (Repositorio.Cepal.org)

## 1.2 Producción de cobre y comparativa nivel país e internacional.

El cobre es una de las materias primas con mayor uso industrial en el mundo, debido a que es un excelente conductor del calor y la electricidad, y resistente a los microbios y a la corrosión, además de otras características como por ejemplo la disponibilidad y capacidad de reutilización. Además, es considerado un indicador de la economía mundial, debido a la evolución del precio que es seguido por los inversionistas en materias primas.



Figura 2. Minerales requeridos en energías renovables no convencionales



| PAÍS           | PRODUCCIÓN |        | PARTICIPACIÓN EN LA PRODUCCIÓN MUNDIAL (%) |
|----------------|------------|--------|--|
|                | 2018       | 2020   |  |
| TOTAL MUNDIAL  | 20.422     | 20.532 | -  |
| CHILE          | 5.872      | 5.822  | 28,4                                       |
| PERU           | 2.440      | 2.400  | 11,7                                       |
| CHINA          | 1.590      | 1.600  | 7,8  |
| ESTADOS UNIDOS | 1.220      | 1.300  | 6,3  |
| R.D. CONGO     | 1.230      | 1300   | 6,3  |
| AUSTRALIA      | 920        | 960    | 4,7  |
| ZAMBIA         | 854        | 790    | 3,9  |
| MÉXICO         | 751        | 770    | 3,8  |
| RUSIA          | 751        | 750    | 3,7  |
| KAZAJISTAN     | 603        | 700    | 3,4  |
| INDONESIA      | 651        | 340    | 1,7  |
| OTROS PAISES   | 3540       | 3800   | 18,5                                       |

Figura 3. Comparativa de producción mundial de cobre en miles de toneladas métricas de cobre (2018 - 2020)

Desde 1990 que existe una masiva explotación de cobre a nivel país y las privilegiadas ventajas comparativas que posee Chile para el desarrollo de la minería del cobre han atraído inversionistas de todo el mundo, y han sido ellos quienes, junto a Codelco y otras empresas asociadas, han contribuido de manera decisiva a este explosivo crecimiento.

Pero cada gran masificación de exploración y exportación trae consecuencias; Haciendo énfasis a lo anteriormente mencionado se recalca que la responsabilidad recae en por una parte un aumento progresivo en cuanto a producción y comercialización pero por otra parte más allá de un yacimiento explotado existen personas y un paisaje sin retorno. Personas situadas en condiciones extremas puesto que dichos yacimientos o minas no se encuentran cercanos a puntos civilizados o ciudades lo que conlleva a preguntarse

¿Dónde se encuentran dichas minas de cobre en Chile?

### 1.3 Principales minas de cobre en Chile.

Chile produce actualmente siete minerales metálicos según los registros de SERNAGEOMIN, ocupando el primer lugar mundial en la producción de cobre, el segundo en molibdeno y el quinto en plata. Así, el año 2020 fue el mayor productor de cobre en el mundo con 5.822.632 toneladas métricas, respecto de una producción mundial de 20.532.230 toneladas métricas lo que equivale al 28,4% de esa producción.

Principales Minas de Cobre en Chile  
Fuente: Cochilco | www.Cochilco.cl



Figura 4. Principales minas de Cobre en Chile

Se tiene en conocimiento que la zona norte se caracteriza por su clima seco y desértico donde las lluvias son muy escasas y nulas en algunos lugares más apegados a la cordillera, esto afecta directamente a las mineras y sus yacimientos puesto que con pocas lluvias no limita vehículos por lo cual no limita procesos industriales pero eso significa mayor contaminación. A esto se le agrega que no existen tantos fenómenos climáticos lo cual hace que exista un mayor rendimiento de trabajo en tiempo parcial. Debido a que la zona norte es considerada como suelo viejo o suelo rocoso y desértico es porque hay más influencia de minerales y por lo tanto un mayor manejo de maquinaria y vehículos de carga y descarga y finalmente mencionar que la mayoría posee un clima desértico templado, es decir máximas de 34°C y mínimas de 18°C donde hay un suelo concentrado en rocas y poco orgánico por lo cual como una pequeña conclusión para un buen desarrollo de habitar se necesita de un material que capte el calor y lo mantenga por las noches.

Tras un análisis de las principales localizaciones de los proyectos mineros (Figura 5) se demostró que La región de Antofagasta demuestra un sobre elevado número de proyectos activos hasta el día de hoy con respecto a las demás regiones y eso hace cuestionarse lo siguiente:

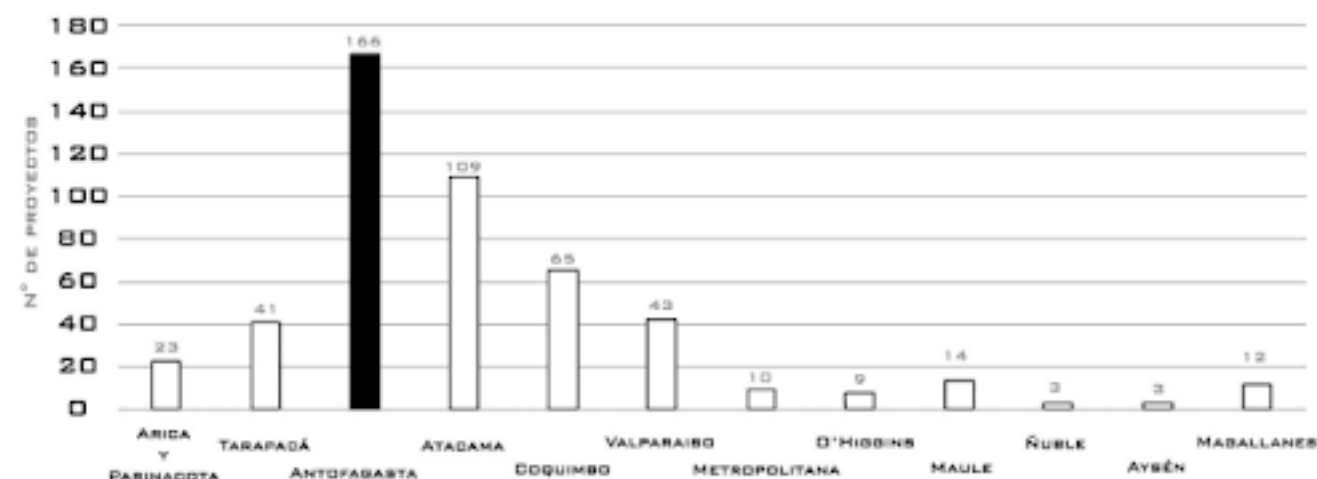


Figura 5. Comparativa de números de proyectos activos por Región en Chile

### ¿Cuál es realmente la población flotante que existe en Antofagasta?

La población flotante es un término el cual se emplea para describir un grupo humano que habita en alguna población específica durante cierto tiempo por diversos motivos, pero que usualmente no se consideran parte del recuento oficial del censo de dicho lugar (En otras palabras, son los que aportan para un índice per cápita de ingresos más alto pero no suelen residir ni ser censados en aquella comuna)

Mediante un análisis para concluir el porcentaje de población flotante en Antofagasta (mayoritariamente aquellos que trabajan en mineras) se tomó información del Censo 2017(3) junto a información entregada por el consejo nacional de Minería para determinar que:

**Población Total: 607.534**

**% masculino: 51,8%**

**% femenino: 48,2%**

**% inmigraciones total: 38%**

**% inmigraciones de Chile a Chile: 89% de 38%**

Lo que hace un 33% del total (200.486) de población que no reside actualmente en la segunda región de Chile y mediante una escala más cercana (Figura 6) se puede visualizar aquellos proyectos mineros actuales activos y con información rescatada del consejo nacional de minería en Operaciones dentro del país / N° de Personas por operación (2020) se pudo hacer una estimación de:

- (II)Minera los pelambres: 6436 Trabajadores
- (II)Minera Centinela: 6921 Trabajadores
- (II)Minera Antucoya: 1919 Trabajadores
- (II)Minera El Abra: 1644 Trabajadores
- (II)Minera Lomas Bayas: 2481 Trabajadores
- (II)Minera Altonorte: 806 Trabajadores
- (II)Minera Sierra Gorda: 3745 Trabajadores
- (II)Minera Franke: 855 Trabajadores
- (II)Minera El Abra: Sin Información
- (II)Minera Radomiro Tomic: Sin Información
- (II)Minera Chuquicamata: Sin Información
- (II)Minera Ministro Hales: Sin Información
- (II)Minera Gabriela Mistral: Sin Información

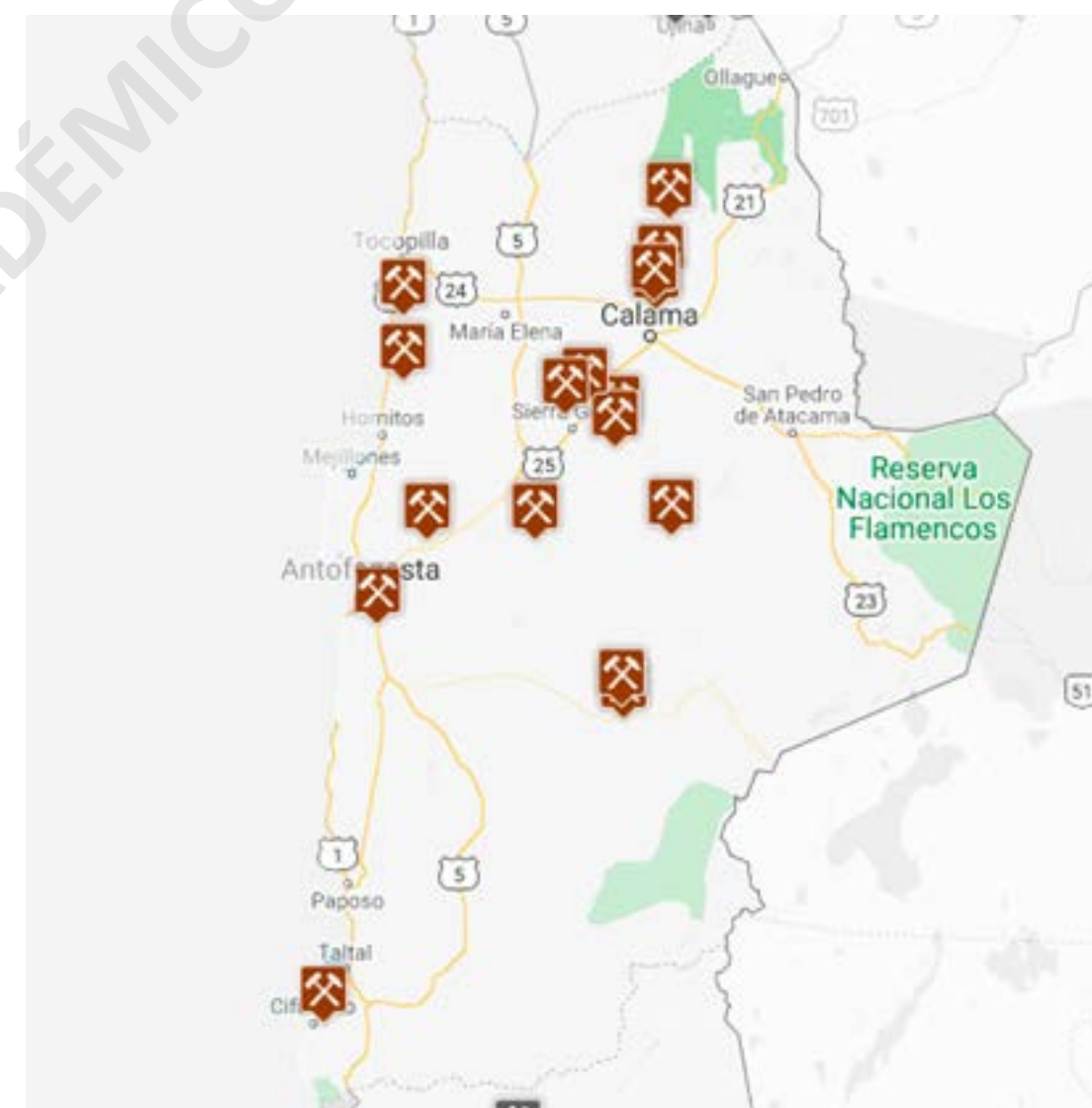


Figura 6. Antofagasta y sus principales minas activas

Aproximadamente entre 800 a 7000 trabajadores figuran por proyecto minero (con un porcentaje de 3100 trabajadores por sector) lo que se destaca dentro de los parámetros de que cada trabajador que no reside en la misma zona de su lugar de trabajo se exponga a posibles accidentes laborales y desgaste físicos y psicológicos más una segregación socio-espacial hace la necesidad de contrarrestar las situaciones imposibles de frenar (trabajar en una mina) con situaciones positivas para el desarrollo humano (El habitar de cada individuo).

(3) Resultados Censo 2017 por instituto nacional de estadísticas (INE)

### 1.3.1 Conceptos fundamentales de la minería.

En cuanto a conceptos fundamentales que se pueden encontrar en la minería se hace especial mención a nueve grandes enfoques de los cuales los tres primeros son los que definen un proyecto minero en sí.

#### Es un negocio de duración finita

Un proyecto minero tiene una fecha limitada y etapas en las cuales se elabora dicho negocio puesto que una mina tiene recursos reducidos y con eso marca un inicio y un fin marcado.

#### Negocio Geográficamente Estático

Una mina está geográficamente estática y espacialmente segregada donde la extracción de recursos debe ser física formándose así una comunidad de trabajadores.

#### Utilización sistema de turnos

Al no residir en el mismo lugar segregado que ofrece trabajo se ha implementado el sistema de turnos y la utilización de esta modalidad se asocian beneficios para las compañías mineras, en términos económicos y de productividad.

#### Prolongado periodo pre inversiones y de construcción

Mencionado anteriormente como el prerrequisito de encontrar un depósito mineral, comenzar a formar un yacimiento para así ser formada una mina está apegado a las inversiones, las cuales deben ser positivas y las construcciones de maquinaria, faena y residencias.

#### Primacía de faenas alejadas de centros urbanos (en distancia y/o tiempo de viaje)

Las minas generalmente están segregadas socio-espacialmente además de situarse en zonas críticas y peligrosas lo que genera especial preocupación al momento de traslado de maquinaria, camiones especializados y personal autorizado con sus respectivos entre-tiempos entre trabajo y descanso.

#### Intensivo y de alto riesgo

Los trabajos y la zona de trabajo son demandantes y a pesar de ser emplazamientos generalmente planos se olvida el principal factor de que casa faena minera se encuentra por encima de los 3000 msnm (metros sobre nivel del mar)

#### Requiere personal altamente calificado

Como en todo trabajo se necesita personal calificado para no solamente trabajar en esas extremas condiciones si no que generalmente las asociaciones mineras están constantemente verificando la salud de cada uno, siendo uno de los mayores factores por los cuales se pierde el trabajo.

#### Productividad decreciente en el tiempo

Una mina es finita y su material y recursos se agotan con el tiempo. Este es el principal punto del cual existen antiguas ciudades mineras en abandono actualmente, sin trabajo ni comercialización de recursos solo lleva a reinventarse.

### Oferta y Demanda ALTA

Apenas se encuentra un depósito mineral comienza la alta oferta y demanda por la comercialización de dicho yacimiento. Es un proceso que comienza y termina demandante y por lo cual Chile se sitúa en uno de los primeros puestos de acuerdo a la extracción de cobre.

### 1.3.2 Etapas de un proyecto minero y sus comparativas.

Como se mencionó anteriormente en el punto 1.1 de esta investigación; Un proyecto minero posee primeramente tres etapas fundamentales (desarrollo – extracción - producción) las cuales se dividen en sub-etapas independientes las cuales poseen diferentes características que demandan capital, tiempo, exactitud, rigurosidad y esfuerzo de un gran equipo humano, responsable de que todo resulte de la mejor forma en cada una de estas como se muestran en la siguiente tabla:

| Etapa             | Prospección                   | Exploración                                | Evaluación de proyecto      | Desarrollo y construcción              | Producción explotación                                   | Cierre de faenas         |
|-------------------|-------------------------------|--|-----------------------------|--|--|--------------------------|
|                   | Descubrimiento a exploración  | Exploración a factibilidad                 | Evaluación a puesta en obra | Construcción a producción              | Producción a cierre de faena                             | Desmontar y restauración |
| Duración promedio | 15 años<br>Estudio de terreno | 6 años<br>Intervalos de 36 meses por lugar | 3,5 años                    | 0,5 a 3 años<br>Dependiendo yacimiento | 20 a 100 años<br>Dependiendo de yacimiento y su economía |                          |

Tabla 1. Desglose de Etapas de un proyecto minero

#### Prospección

Correspondiente a la primera etapa del proyecto, el objetivo principal de la prospección es lograr un conocimiento general del área de interés la cual va de la mano con geólogos especialistas localizando así anomalías geológicas en la corteza terrestre y en donde posiblemente pueda existir un depósito mineral. En esta fase generalmente desconoce el tamaño y valor del depósito mineral encontrado y su técnica va especializada en geología regional, mapas de ubicación, publicaciones, minas antiguas o presentes, Geoquímica y Geofísica, Fotografías aéreas e imágenes satelitales.



Figura 7. Campamento efímero de la etapa de Prospección

La infraestructura presentada en esta etapa solamente consta de un campamento efímero y móvil, el grupo que se encarga de la Prospección no abunda más allá de 30 personas y los campamentos nómada presentados van rotando puesto que se busca un depósito mineral, es decir, Habitaciones y servicios son transportables y motorizados.

### Exploración

La exploración minera correspondiente al paso siguiente de Prospección, sigue siendo una etapa temprana en la minería, con el objetivo de lograr un conocimiento detallado del depósito mineral descubierto en la etapa de prospección limitado así a un área más restringida.

El propósito de esta etapa es delimitar las dimensiones exactas y la riqueza del depósito mineral, es decir, el valor de este. En Chile esta etapa se demuestra con pozos, túneles por medio de sondaje (grúa de sondaje). Esto así para poseer muestras del mineral en el depósito y comenzar a trazar el yacimiento a explotar.



**Figura 8.** Campamento de exploración construido a base de carpas y tenso estructura

En esta etapa se desarrolla una infraestructura para cada una de sus sub-etapas con sus respectivas características, El campamento va adaptándose a más personas y adquiriendo un mayor volumen para integrar nueva maquinaria interior que sea pertinente para el sondaje. Todavía tiene un carácter de campamento de fácil movimiento pero comienza a tener una formalidad y organización de pertenencia dependiendo el periodo. Por lo que de prospección a exploración pasaría de 30 personas hasta 500 personas en trabajo en terreno. En sus servicios inmediatos se le añade laboratorios, talleres mecánicos, bodegas, Cocinas, Comedor, Lavandería, centros de depósito y de recreación.

### Evaluación de proyecto

Ya en la etapa de Evaluación de proyecto, es cuando los datos entregados por la exploración dan positivo económicamente y comienza la comercialización del producto, eso hace que se realice un estudio técnico económico o estudio de factibilidad de proyecto, esto significa, Es la etapa que está encargada de determinar el tamaño de la reserva, las inversiones y costos de operación, operativos necesarios para trazar rutas y plantas.

Esta etapa puede desarrollarse en paralelo con la anterior solamente si el depósito da positivo rápidamente por lo cual por factibilidad económica las instalaciones y construcciones no varían mucho con la exploración, fundamentalmente porque este trabajo se lo llevan las oficinas centrales de la obra que traspasan información con los que ya están habitando el yacimiento.

### Desarrollo y construcción

La etapa de desarrollo y construcción, previo a lo que se realiza en la mina para poder llegar al mineral, consiste en asegurar la labor sostenida de la materia prima a la planta y que pueda ser operable para su producción. Esta etapa se divide en dos sub etapas; La primera es el desarrollo, refiriéndose a los trabajos dentro del yacimiento que son necesarios para alcanzar el material, en el caso de minas a cielo abierto este proceso se llama “pre-skipping” que consiste en extraer la roca sin valor comercial que está sobre las reservas minerales.

Paralelo a esta sub-etapa, se encuentra la construcción; destinada a establecer las instalaciones pertinentes para la extracción, procesamiento, transporte, abastecimiento energético y acceso vial (caminos, vías férreas, puertos, aeropuertos) al yacimiento.

Ambas tareas deben realizarse paralelamente para dar por finalizada la etapa lo antes posible. Debido a que muchas veces la inversión es muy elevada la producción comienza simultáneamente mientras se termina la construcción, esto debido a que como se mencionó anteriormente las etapas principales de una obra minera pueden traslaparse exponiendo así otros depósitos de mineral cercano e iniciando más exploraciones simultáneamente.



**Figura 9.** Pascua Lama – Barriales, Campamento de Construcción

En la figura 9 se puede presenciar un proyecto de construcción de campamento modular en base a 2 etapas diferenciadas por edificios habitacionales de 2 y 4 pisos conectados mediante escaleras metálicas exteriores. Su construcción posee 8000 mts<sup>2</sup> y un total de 1000 camas. Ubicado a más de 4.000 msnm, y considerando un sin número de adversidades como clima, espacio y logística, el proyecto Campamento Pascua Lama.

El punto más elevado de personas trabajando por etapa se encuentra en Producción y construcción puesto que son dos etapas simultáneas trabajando a contra-tiempo. La infraestructura al ser de rápido empleo tiende a ser de baja calidad y el estándar de vida en este periodo es acotado puesto que es la etapa que menos dura (0 a 3 años respectivamente). Se presenta con habitaciones compartidas, entre 2 a 3 personas por habitación e inclusive más y su conexión con los servicios básicos es directa. Solo se busca una instancia para dormir y seguir trabajando al siguiente día. De acuerdo a un porcentaje de habitabilidad de comparación dormitorio a otros servicios sería 95% a 5% respectivamente en donde la superficie de habitación no pasa de los 30 m<sup>2</sup>

## Producción y explotación

La etapa de producción y explotación es aquella en donde se empieza a extraer y procesar la materia prima como producto en la planta de procesamiento de una manera sostenida y constante. Los principales procesos que componen esta etapa son la extracción, extraer el material de la mina, el procesamiento, la reducción de tamaño por métodos físicos para liberar partículas metálicas de dicha roca y aumentar la concentración de metales por método físico-químico, la fundición y refinación, esta es la separación de los metales contenidos y los concentrados (la purificación de los metales producto de la fundición para su transformación industrial).

En esta etapa se extrae la roca desde la mina para ser enviada y procesada como mineral o botadero (estéril) mediante procesos tales como la perforación y tronadura, además de transporte a sus respectivos destinos de fundación.



**Figura 10.** Campamento de operarios Mina Pelambres, Salamanca

Los usuarios que habitan la infraestructura de esta etapa se dividen generalmente en dos: Los operarios y los contratistas. La principal diferencia de estos dos es el tipo de contrato que tienen y por esto el campamento en los cuales habitan ambos es diferente. El campamento de los operarios es plena responsabilidad de la compañía minera y por esto, tienden a preocuparse más de ellos que su contraparte. A pesar de esto, ambos campamentos tienen equilibradas características en el tiempo (siendo la etapa que tiene una larga duración) llegando cada vez a estándares más similares.

La variedad de programas y servicios que hoy presentan son plenamente para la comodidad y habitabilidad de la faena. Tal como la etapa anterior, se primeriza la vivienda y habitación antes que a los servicios más públicos pero aquí ya comienzan a denotarse oficinas, enfermerías, servicios de lavandería, espacios públicos y de recreación, comercio (muchos campamentos mineros tienden a llamarse hotel por esto)

La manera de empleo y su conexión son meramente por los corredores o pasillos (circulación directa horizontal o vertical dependiendo el proyecto) en donde se tiende a estudiar que las habitaciones envuelven a los espacios públicos.

## Cierre de faenas

Correspondiente a la última etapa del proyecto minero, el cierre de faenas constituye la preparación y ejecución de actividades para restaurar las áreas afectadas por la explotación. Una etapa que comprende entre 6 a 12 meses dependiendo del tamaño del yacimiento. Al ser un cierre de faenas planeado desde un comienzo (en la etapa de evaluación de proyecto) busca resguardar la vida y seguridad de las personas teniendo un impulso positivo sobre los impactos medioambientales que generó la industria. En Chile, a excepción de la mina El Indio, no existen precedentes de cierre de yacimientos mineros puesto que siempre queda un paisaje post-industrial con ciertas construcciones como botaderos o tranques, pero se implementaron pasos para mitigar impactos posteriores partiendo por el desmantelamiento de las instalaciones, La recuperación de las geo-formas, la compactación del terreno, reforestación en algunos casos, monitoreo y tratamientos de efluentes de la mina.

En este caso la infraestructura se desmonta y retira, ocasionalmente los módulos son vendidos a otras compañías mineras con el fin de reutilizarlos en faenas posteriores.



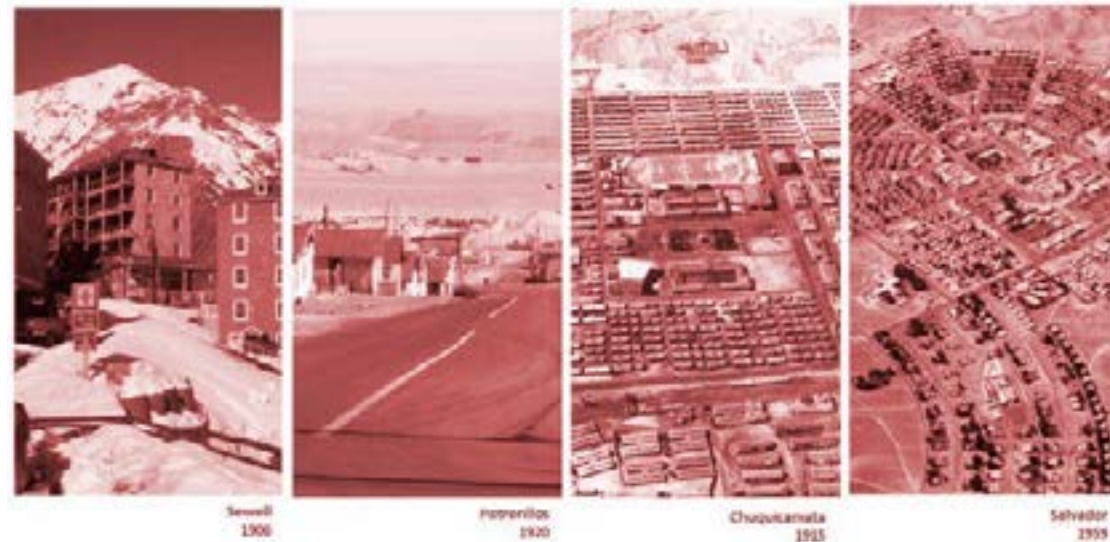
**Figura 11.** Minera El Indio en un antes y después de desmantelar instalaciones debido a su planeación previa

Se puede concluir, a través de lo analizado anteriormente, que mediante el cambio progresivo de la etapa minera existe un cambio progresivo de igual manera en cuanto a los campamentos mineros. Desde estructuras transportables propias y flexibles y tenso-estructuras hasta containers y modulaciones pertinentes se va englobando más allá de un trabajo con un yacimiento positivamente comercial, se va formando una identidad no menor de un habitar en cuanto a su trabajo.

Es ilógico crear una comparativa entre trabajadores que residen en una zona geográfica y una población flotante que en el caso de la minería, al ser ubicados en zonas remotas y de difícil acceso se han ido optando por maneras más eficientes de la construcción modular para aminorar costos, tiempos de construcción sin perder la salud física y psicológica que demandan estos rubros.



## 1.4 Campamentos mineros.



**Figura 12.** Antiguos pueblos mineros deshabitados por la vida útil de su mina finalizada

Lo primero que hay que cuestionarse al momento de pensar en un proyecto minero es ¿Dónde residen los que trabajan en dichas zonas? ¿Siempre fueron modulaciones transportables y flexibles?

Actualmente Los campamentos mineros son asentamientos ubicados en zonas con escasa población rural y social, destinados a albergar personas en tránsito para una actividad de carácter provisional; Individuos conformados por profesionales, funcionarios y trabajadores mineros, que no solo se encuentran aislados geográficamente, sino que viven en ámbitos climáticos extremos y socialmente segregados conviviendo en espacios que muchas veces solo cumplen con los aspectos funcionales de las empresas mineras pero que no necesariamente toman en cuenta consideraciones ambientales, socio-culturales, fisiológicas y psicológicas en su diseño y construcción.

### 1.4.1 Normativa vigente en los campamentos mineros

Respecto a las normativas vigentes rescatables que pueden afectar directa o indirectamente el orden, planeamiento o funcionamiento de campamentos mineros se pueden mencionar los siguientes enunciados:

#### Decreto 594

“La necesidad de actualizar las disposiciones vigentes destinadas a velar porque en los lugares de trabajo existan condiciones sanitarias y ambientales que resguarden la salud y el bienestar de las personas que allí se desempeñan, incorporando los adelantos técnicos y científicos ocurridos.”

**Artículo 9:** “En aquellas faenas en que por su naturaleza los trabajadores, estén obligados a pernoctar en campamentos de la empresa, el empleador deberá proveer dormitorios separados para hombres y mujeres, dotados de una fuente de energía eléctrica, con pisos, paredes y techos que aislen de condiciones climáticas externas.

En las horas en que los trabajadores ocupen los dormitorios, la temperatura interior, en cualquier instante, no deberá ser menor de 10 °C ni mayor de 30 °C. Además, dichos dormitorios deberán tener la amplitud necesaria que evite el hacinamiento, para cuyos efectos se diseñarán considerando, por cada trabajador, un volumen de 10 m<sup>3</sup>, sin perjuicio de cumplir los criterios de ventilación establecidos en el artículo 32 del presente reglamento.

Los dormitorios deberán estar dotados de una cama o camarote para cada trabajador confeccionado de material resistente, complementado con colchón y almohada en buenas condiciones. El empleador deberá adoptar las medidas necesarias para que los dormitorios se mantengan limpios.

Los campamentos deberán contar con cuartos de baño, los que deberán disponer de excusado, lavatorio y ducha con agua fría y caliente. Con todo, los dormitorios y baños deberán cumplir con las condiciones de habitabilidad dispuestas en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones. No podrán emplazarse campamentos en lugares próximos a cauces de agua o sus afluentes, o en áreas con factibilidad de derrumbes o aluviones” (Ministerio de Salud, Biblioteca del Consejo nacional, 29 de abril de 2000)

#### Decreto 28 MINSAL

“La necesidad de establecer medidas de prevención y protección de la salud para los trabajadores que laboran expuestos a hipobaría intermitente crónica por gran altitud con vivienda a baja altitud y trabajos sobre los 3.000 msnm.”

De acuerdo a este decreto, y en cuanto a factores de salud, se hace cargo de la Hipobaría Intermitente Crónica (HIC), que en pocas palabras es una condición laboral a la que están expuestos los trabajadores que se desempeñan en Gran Altura Geográfica (entre los 3.000 y los 5.500 msnm).

En estos lugares, las personas sufren de cambios fisiológicos, anatómicos y bioquímicos reversibles, provocados por la disminución de la presión barométrica en espacios muy por sobre el nivel del mar.

#### Capítulo 4 (Normativa de Seguridad Minera)

**Artículo 393** Se prohíbe el emplazamiento de campamentos en proximidades de cauces de agua o sus afluentes, o en áreas con potencialidad de derrumbes y/o aluviones.

**Artículo 394** El diseño y construcción de un campamento minero deberá cumplir estándares máximos de seguridad y confort, según las condiciones ambientales del lugar en que se emplaza y de acuerdo a las condiciones sanitarias básicas, dispuestas por la reglamentación.

### 1.4.2 Campamentos mineros de cobre existentes

Los campamentos mineros no siempre han sido reconocidos como campamentos en sí puesto que han sufrido grandes cambios desde su primer gran auge de expansión de acuerdo a formar una identidad y ciudad minera, son sucesoras y herederas de un capitalismo emergente donde asumen un rol fundamental y productivo de aquellos territorios que en una primera instancia se les denominaba como Company Towns.

Se define las Company Towns como un modelo urbanístico organizado monocultural que no posee rupturas socioeconómicas, posee una máxima eficiencia productiva en cuanto a la manufactura en paralelo con su fábrica. Partiendo por simples asentamientos con servicios básicos hasta contener toda una población unida por aquella identidad minera y sus familias generando así las llamadas ciudades de cobre.

#### Algunos ejemplos de Company town(4) :

**Sewell** (Braden Copper Company, 1906), campamento de montaña pionero en Chile, evolucionó por prueba y error desde un campamento inicial muy precario hasta un gran asentamiento industrial de montaña, complejo en edificaciones, cuyo eje es una escalera central. Estuvo poblado por cerca de 15.000 habitantes y fue desmantelado parcialmente a partir de la llamada Operación Valle (Operación que se repite en otros ejemplos aquí mencionados puesto que era el desplazamiento de población hacia ciudades aledañas)

**Chuquicamata** (Chile Exploration Company, 1915) fue desarrollado a partir de un campamento obrero de gran claridad formal, lo que permitió la agregación de conjuntos complejos de unidades de viviendas y equipamientos dotados de cierta autonomía respecto del total y muy próximos de las faenas industriales. En su momento de mayor auge estuvo habitado por cerca de 25.000 personas.

**Potrerillos** (Andes Copper Mining Corporation, 1919) experimentó una interesante evolución desde ese proyecto a un campamento más ajustado con las realidades topográficas y ambientales de la precordillera desértica de la III Región. En 1997 fue desalojado como consecuencia de la contaminación derivada de la planta de fundición, que continúa en actividad.

**El Salvador** (Andes Mining Copper Company, 1959), trazado geométrico de anillos concéntricos y un programa especificado en detalle. Con el tiempo fue modificándose con la vitalidad de una ciudad convencional, debido al incremento de población y la necesaria dotación de nuevos servicios. **Minera Escondida** (1990) planteó el concepto de villa minera con conjunto de edificios agrupados en forma de manzana alineados a lo largo de un eje de equipamientos, diseñado para albergar a trabajadores sin sus familias en régimen de turnos, situado a una cierta distancia visual y funcional de las instalaciones industriales.

**Doña Inés de Collahuasi** (1999) avanzó un paso más, al diseñar su campamento en el Salar de Coposa como una unidad integral y compacta.

A partir del Campamento minero u hotel minero como se reconoce al Pabellón del Inca se comenzó una nueva mirada con respecto a la programática existente de estas ex ciudades mineras, con espacios interiores acondicionados, servicios integrales y uso eficiente de las instalaciones pero sobre todas las cosas; Se desligó el rol familiar y se acentuó más un enfoque hacia el habitar más encapsulado, un habitar trasladable y desmontable con el tiempo, donde aquel trabajador posee una arquitectura más apegada a lo que es su habitación y privacidad vs el convivir con otros trabajadores en un ámbito más público.

(4) Garcés, E. (2003) Las ciudades del cobre. Del campamento de montaña al hotel minero como variaciones de la Company town

### 1.4.3 Evolución programática de campamentos mineros

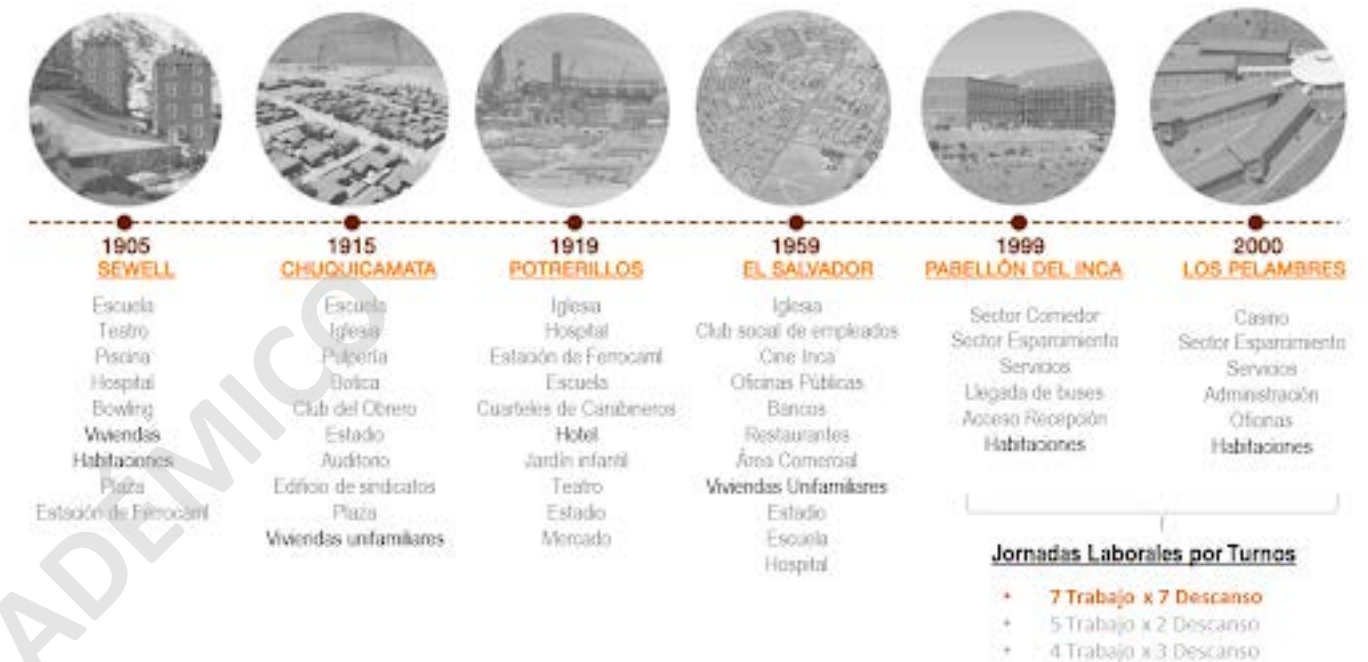
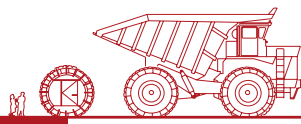


Figura 131. Evolución programática de campamentos mineros señalando el lugar privado sobre lo público.

Haciendo mención a lo mencionado en el punto anterior cabe resaltar de manera evolutiva como han ido variando programáticamente Las Company Town o ciudades de cobre a como son los campamentos a fines del siglo XX, se produce un cambio de “Traer la Ciudad a tu lugar de trabajo” a polarizar la ciudad y el trabajo en dos focos que jamás se tocarán

Con un elevado desarrollo y organización a nivel ciudad como por ejemplo Sewell, Chuquicamata y Potrerillos con su una distribución más apegada a un sistema barrial que cubría necesidades más allá de la zona de trabajo tal como lo que proponía Le Corbusier con su Villa Radieuse (1924) con un paradigma de ciudad funcional con viviendas unifamiliares y reticuladas a pasar por la ciudad Jardín de Ebenezer Howard (1902) que iba desplazando la idea de residir en la misma zona del trabajo y tener apegarse a ciudades integrales a simplemente pasar a ser lo contrario a una ciudad dormitorio.

Desde 1999 en adelante con el proyecto encargado por Doña Inés de Collahuasi comienza un cambio radical más apegado a destruir esa identidad de ciudad y alinearse más a la idea de Un hotel cercano a su zona de trabajo, una idea que añade un nuevo pensamiento al habitar minero. Espacios confortables, flexibles y transportables pero un sub-pensamiento que llega con el nuevo paradigma de campamento minero moderno circula en cómo plasmar las jornadas laborales por sistemas de turnos.



### 1.4.4 Definición de sistema de turnos

Según lo postulado por la Asesoría Técnica parlamentaria en su postulado de 2022 Se entiende por Jornada laboral de trabajo al “tiempo durante el cual el trabajador debe prestar efectivamente sus servicios en conformidad al contrato (jornada activa) pero asimismo es considerado jornada de trabajo el tiempo en el cual el dependiente está a disposición del empleador sin realizar labores, por causas que no le son imputables (jornada pasiva)

El Código del Trabajo reconoce varios tipos de jornada. La jornada ordinaria de trabajo, de conformidad al artículo 22 y 28, es de 45 horas semanales, las que deben ser distribuidas en la semana en no menos de cinco ni más de seis días. Se señala también que la jornada ordinaria no podrá exceder de 10 horas por día.

Por lo cual se reconocen dos tipos de jornadas de trabajo:

- a) jornada ordinaria de trabajo de 45 horas semanales, que deben ser distribuidas en la semana en no menos de cinco ni más de seis al día, y
- b) sistemas especiales de distribución de jornada: jornada bisemanal y sistemas excepcionales.

Actualmente Las faenas o trabajos no están formulados para estar dentro de la vida urbana y ha sido una ardua discusión sobre los impactos económicos, familiares y sociales de los trabajadores así como eficiencia dentro de la mina por lo cual para evitar posibles accidentes se optó por tipos de turnos que van dependiendo específicamente del tipo de operación que se llevará a cabo, con esto va ligado sus distancias y plazos de ejecución de actividades para su continuidad, el número de trabajadores disponible por cada etapa de operación, roles a desarrollar en faena, entre otros.

**• 7 días de trabajo y 7 días de descanso (7x7)**

- En base a 42 horas semanales / 12 horas diarias / Continuidad operacional
- No hay margen para horas extraordinarias
- Colación forma parte de la jornada
- De acuerdo a CNP (2017), la jornada 7x7 (más la 4x4, equivalente en duración) aplica al 85% del trabajo en minería. Principales tipos de jornadas de trabajo en minería

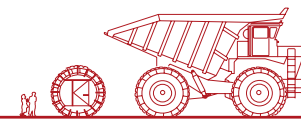
**• 4 días de trabajo y 3 días de descanso (4x3)**

- En base a 43 horas semanales / 10,75 horas diarias / Continuidad operacional
- Escaso margen para horas extraordinarias
- Colación dentro de la jornada

**• 5 días de trabajo y 2 días de descanso (5x2) [ MENOR GRADO ]**

- En base a 42,5 horas semanales / 8,5 horas diarias
- Se puede recurrir a horas extraordinarias
- Colación fuera de la jornada

Figura 14. Jornadas laborales excepcionales más utilizadas



### 1.4.5 Desde La seguridad, la salud y el bienestar minero

La seguridad y salud en las operaciones mineras van estrechamente conectadas puesto que es un tema que implica grandes esfuerzos estratégicos, materiales y de costos, con el objetivo de resguardar la integridad física y psicológica de los trabajadores. Los riesgos están en diversos ámbitos: transitar en terreno accidentado, exposición a condiciones extremas, derrumbes o la manipulación de sustancias tóxicas, transporte o manipulación no profesional de maquinaria a esto se le agrega el peso social y psicológico que muchos trabajadores se exponen por prolongados tiempos y que hacen efecto después de años como por ejemplo la radiación de ciertas minas o minerales, salud mental, Dermatológicas, Enfermedades fatales y por último Respiratorias.

Como antes mencionado las enfermedades como Hipobaría Intermitente Crónica (HIC) se presenta por la exposición prolongada a más de entre los 2500 a 3000 msnm lo que en la figura 15 se evidencia más de un 80% de que un trabajador con jornada excepcional pueda presentar HIC.

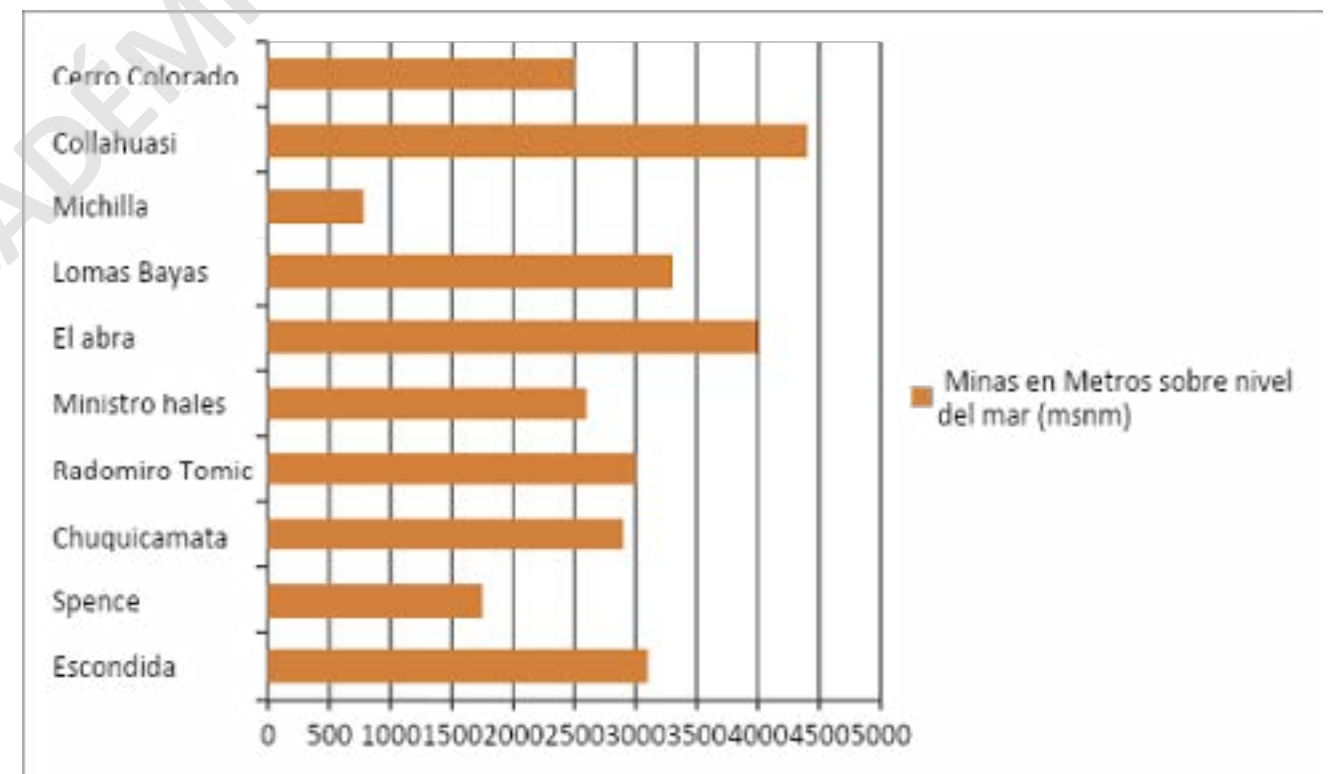
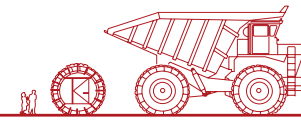


Figura 15. Comparativa de ubicación en metros sobre nivel del mar de minas en la segunda región de Antofagasta.

Se puede concluir que físicamente están expuestos a eventos imposibles de evitar o evadir pero por otra parte existe aún el bienestar humano el cual se puede intervenir con una nueva modalidad a través de su habitar, su manera de exposición a todo lo físicamente incontrolable, no se busca una solución inmediata más se puede buscar maneras nuevas que entregue ese confort y buena habitabilidad al trabajador para un bienestar psicológico.



## 2.1 Arquitectura prefabricada industrial

Dentro de las definiciones que envuelven a la Arquitectura Industrial se ha encontrado un punto específico que no ha variado desde su pasado hasta los nuevos desarrollos que ha conllevado hasta la fecha. Se entiende por Arquitectura Industrial a una instalación destinada a la obtención, transformación, transporte, funcionalidad y ahorro de materiales que tiene por finalidad cumplir con los objetivos económicos de la empresa o los clientes que requieren esta construcción.

“Hay una planificación minuciosa del espacio, determinada por las características del sistema productivo, (como la cadena de montaje por ejemplo). Es decir su planificación responde a exigencias funcionales no estilísticas, es significativo que éstas últimas estén reservadas, cuando aparecen, a la parte externa de la fábrica. Se trata de un gran esfuerzo de racionalización de la fábrica que va a transformar los principios de construcción, así los espacios vienen determinados por esas necesidades ‘objetivas’” (Casado Galván, I. 2009 “La arquitectura de la industrialización, en Contribuciones a las Ciencias Sociales)  
Siguiendo por la misma línea de la arquitectura industrial los proyectos suelen ser de gran importancia; partiendo por la simpleza y rapidez al ser construidos, Es decir, Una fácil yuxtaposición de elementos que dejan de lado la ornamentación y lo estético de la obra para adherirse finalmente a su primera necesidad, la funcionalidad de su uso.

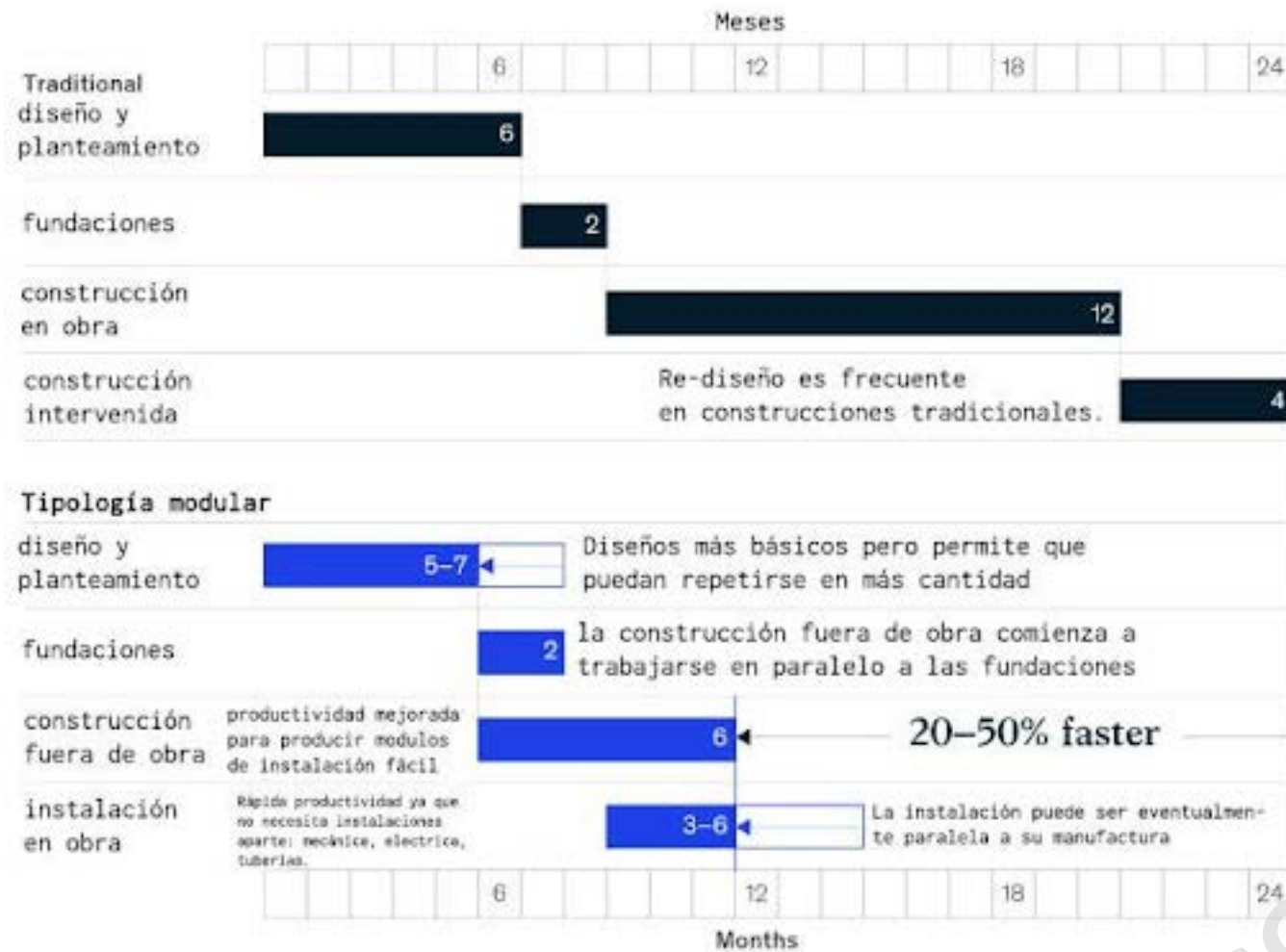
Una obra que con el tiempo va transmutando de acuerdo a las nuevas necesidades y tecnologías que van surgiendo con el tiempo, por lo que se puede entender que esta no es una edificación planeada a perdurar en el tiempo si no que es más una arquitectura que se adapta constantemente a las necesidades de su usuario.

“La industria se caracteriza por ser un proceso en constante evolución, en el que los edificios se reforman, se amplían, se modifican y los trabajadores se renuevan. Una industria es un ejemplo vivo de cambio tecnológico, espacial, económico y social” (Sobrino Simal, Julián).

“La arquitectura Industrial en España: 1830-1990”, 1996)  
Aterrizando a las obras desarrolladas para la industria de la minería, particularmente las minas de cobre en Chile, estas poseen un enfoque especial no solamente por sus características de proyecto sino por la exigencia de estándares de calidad superiores a otras áreas. Cada plazo de proyecto está enfocado y ajustado a un tiempo y espacio específico y cualquier alteración en esta área significa que afecta directamente a la producción de esta y por ende, al país y su economía directa.

Se entiende así que la velocidad con la que se mueven y requieren campamentos mineros son distintas de acuerdo a cada situación específica de su emplazamiento, recurriendo a su prefabricación y las exigencias como parámetros de seguridad, servicios básicos controlados y de sanitización apuntando a que la construcción prefabricada, en especial la de tipología modular, poseen características predominantes y competitivas dentro del mercado y la misma industria minera.

# II PARTE PRINCIPAL



**Figura 16.** Tiempo estimado que se ahorra un proyecto in situ vs uno modular (12 semanas)

Como requisito principal de la instalación es el tiempo y tal como indica la figura, al momento de plantear un campamento minero se debe tomar la solución más rápida posible, lo que muchas veces deja en carencia servicios privados tales como habitaciones, al tratar con un mismo módulo adaptable pero como se busca un proyecto lo antes posible lo que requiere un gasto más alto por su demanda, Si una empresa logra terminar su campamento semanas antes, significa que puede iniciar su producción con anterioridad y empezar a generar ingresos de inmediato.

Por lo cual el costo del campamento va estrictamente asociado al tiempo que este demora en construirse, es decir, con la construcción prefabricada modular se estaría ahorrando más de un 50% tanto en costo como en tiempo.

## 2.1.1 Metodología del sistema modular

El sistema constructivo modular es el paso más avanzado de la prefabricación industrial, teniendo en cuenta que los componentes prefabricados han estado presentes en la mayoría de las construcciones actuales dependiendo del grado de prefabricación necesario según obra.

Clasificados como materiales (entre ellos pilares, piezas de anclaje), elementos, paneles y finalmente piezas modulares está inversamente proporcional al tiempo y cantidad de mano de obra en el lugar.



**Figura 17.** De izquierda a derecha se ve el orden de clasificación por prefabricación: Materiales, Elemento, Paneles, Módulo. (Fuente: Elaboración propia a base de imágenes de empresas de prefabricación)

Mientras más avanzado sea el grado de prefabricación menor será la cantidad de mano de obra al instalarlo, por ende, el tiempo también se reduciría considerablemente. Dentro de la construcción modular se encuentran tres principales características las cuales son:

- Ser más ecológica: Es un proceso controlado de producción y genera menos residuos, creando menos disturbios y posee una construcción más ajustada. Esta última genera una mayor flexibilidad y reutilización posterior ya que pueden ser desmontados y recolocados e inclusive renovados para nuevos usos.
- Más rápida: Al ser construcciones modulares se producen simultáneamente en el mismo lugar de fabricación permitiendo que estos se completen en la mitad de tiempo que las construcciones tradicionales, al ser entregadas en un tiempo reducido crea un retorno de inversión más rápido.
- Más inteligente: Es una construcción segura y eficiente, construida con materiales dentro de las normativas y flexible según necesidades de usuario, reduce considerablemente los accidentes laborales (faena en la minería) y son adaptables según emplazamientos y climas

### 2.1.2 Construcción modular en faenas mineras

Mediante lo apreciado anteriormente en la figura 16 con respecto a la tipología modular haciendo especial énfasis en la rapidez, producción básica pero eficiente de dichas tipologías más su traslado e instalación en obra se puede observar que en el proceso de diseño y planteamiento de dichas modulaciones posee una identidad significativa con respecto a su instalación en faena a través de su estrategia programática. La principal estrategia que poseen los campamentos mineros es mediante la división entre lo privado; ya sean habitaciones con sus respectivos baños, con lo más público; entrada y salida de buses, recepción, comedores y cocinas, oficinas, áreas de recreación, gimnasios, piscinas, entre otros programas.

Lo que lleva a cuestionarse en cómo realmente funciona su conexión entre ellos, el cual se puso en valor la consideración de un paralelo según tamaños de proyectos versus su distribución en estrategia.

Para los proyectos de menor escala como se puede visualizar en la figura 17 se comprenden las habitaciones, es decir lo achurado en color naranja, con más peso sobre todos sus programas más públicos. En este caso el programa de habitaciones generalmente van situadas a un extremo del proyecto de acuerdo a cuanto crezca la producción y cuántos trabajadores puedan llegar en un futuro.

El problema existente en este tipo de distribución yace en la constante adición de habitaciones donde los recién llegados están cada vez más lejos espacialmente de todo lo que conlleva sus programas públicos.



Figura 18. Privado (Naranja) vs Público (Gris) – Proyectos de Pequeña escala

Por mientras que en los proyectos de mediana escala se puede observar un tipo de distribución más parcial y equitativa, una distribución transversal donde se va alternando los programas privados entre programas públicos dependiendo el grado de utilidad que posean entre los trabajadores.

Se puede observar que como es una distribución equitativa se tiene un total exclusivo de trabajadores para la faena evidenciando como posible problema a futuro una restricción de dar forma a nuevas posibilidades de albergue a nuevos trabajadores si el proyecto tiende a crecer en cifras ocurriendo lo que pasa actualmente con la distribución de los proyectos de menor escala.



Figura 19. Privado (Naranja) vs Público (Gris) – Proyectos de Mediana escala

Los proyectos que parten siendo de gran escala tienen una distribución más centrada y global en donde se tiende a rodear el espacio público con el espacio privado. Considerando que hasta un total de 7000 trabajadores los cuales se dividen en dos tramos para que las distancias a lo público sean lo mismo para todos. El programa público termina considerándose un núcleo y eso inhibe que pueda expandirse más si es requerido.

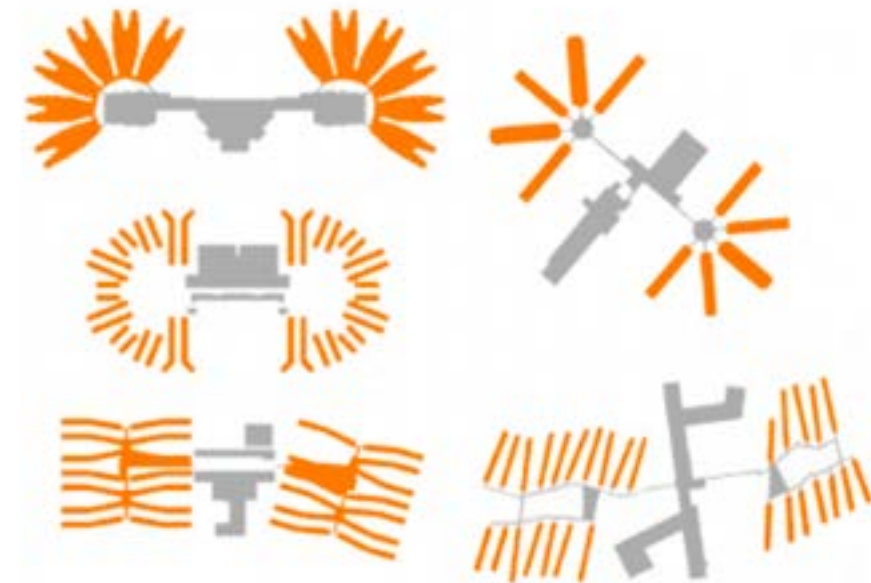


Figura 20. Privado (Naranja) vs Público (Gris) – Proyectos de Gran escala

Se puede inferir por lo mencionado en proyectos de menor, mediana y gran escala que mediante esta separación de programa público y privado siempre existe una problemática existente. Aislamiento y lejanía espacial, inhibición de ser espacios flexibles o contención de un núcleo que prohíbe posibles expansiones.

Puesto que la mayoría de las veces los campamentos mineros se comparan al funcionamiento de un hotel pero se olvida el valor de que un hotel tiene una capacidad máxima y se construye de acuerdo a su capacidad mientras que un asentamiento minero es de ámbito flexible, rápido y temporal.

## 2.2 Contenedores modulares

### 2.2.1 Transporte y Reglamentación

En consideración que los contenedores modulares son piezas o un inmueble fabricado esto significa muchas veces que el lugar de origen de su fabricación no es precisamente el lugar donde se van a instalar dichos elementos, Santiago de Chile siendo el foco de las fábricas tales como Correa3 Arquitectos o Tecnofast ubicado a las afueras de Lampa y su destino final generalmente al norte del país.

Dentro de los parámetros para ser transportados dichas modulaciones como muestra la figura y emplazadas una vez en terreno, siempre son acompañadas de una maquinaria (llamadas grúas móviles) apta para trasladar dichas piezas desde el camión depositando en el terreno listas para ser utilizadas y ancladas.

Cabe destacar que dentro de las piezas prefabricadas no incluye pasillos ni escaleras, las cuales generalmente son construidas in-situ con los respectivos planos del campamento.

| Medidas (mts) | Sin permiso | Con Permiso Sin Escolta |       | Con Permiso Zona Urbana |       | Con Permiso Todo el trayecto |       |
|---------------|-------------|-------------------------|-------|-------------------------|-------|------------------------------|-------|
|               | Hasta       | Desde                   | Hasta | Desde                   | Hasta | Desde                        | Hasta |
| Ancho         | 2,60        | 2,61                    | 3,59  | 3,60                    | 3,79  | 3,80                         |       |
| Alto          | 4,20        | 4,21                    | 4,85  |                         |       | 4,86                         |       |
| Largo         | 18,00       | 18,01                   | 29,00 |                         |       | 30,00                        |       |

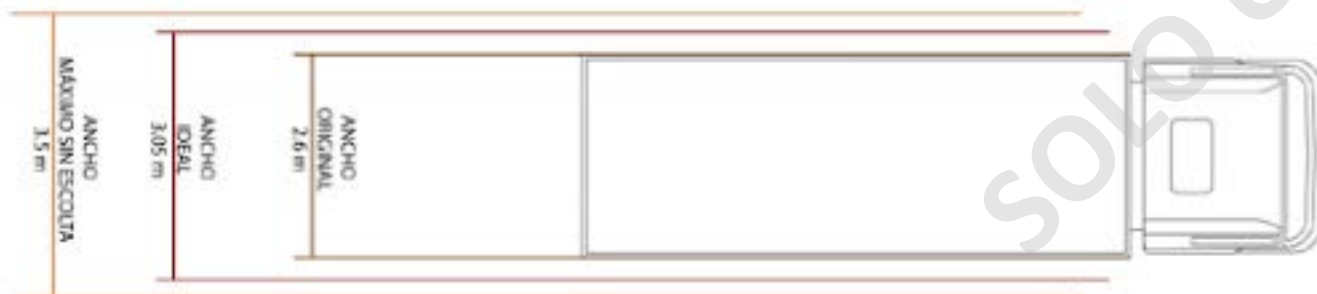


Figura 21. Limitaciones de permisos aptos para camiones

- Los contenedores que usualmente se ocupan en traslado y faenas mineras constan con un permiso sin escolta en dimensiones 12 metros de largo x 2,74 metros de ancho x una variante que no exceda los 3 metros de alto. En donde por lo general van dos habitáculos de vivienda o un módulo de oficinas.



Figura 22. Medidas de módulo al ser trasladado

### Planta tipo dormitorios



Figura 23. Distribución de tipología de vivienda Campamento Pérez - Caldera (2019)

Referente a la figura 22 como tipología de módulo prefabricado para Operarios de la faena, se toma en consideración dos camas por habitación más un baño sin ducha. La medida del contenedor es de 12 metros de largo el cual se dividen las habitaciones de 5,37 metros de largo dejando un pasillo de 1,26 mts entre habitaciones. El área total del habitáculo consta de 15,3 metros cuadrados.

## 2.3 Refugios habitacionales temporales

De acuerdo a lo mencionado explícitamente y citado por Eugenio Correa y la empresa Correa3 Arquitectos Ltda. En su informe sobre Alojamientos mineros de acuerdo a la calidad de vida durante el turno de trabajo página 5 se puede rescatar lo siguiente:

“...En promedio, el trabajador minero ocupa 12 horas del día en la faena y otras 12 horas en descanso, éstas últimas son nuestra preocupación. El edificio deberá dar una excelente solución a estas horas de descanso ya que aporta en forma importante a la producción y seguridad del trabajador durante las horas laborales.

Las 12 horas de descanso, idealmente se reparten en 8 horas de sueño, 1 hora para las comidas, 1 hora para el traslado de ida y vuelta alojamiento - faena y 2 horas ocupadas en distracción. Cada una de estas funciones tiene importancia relevante en el proyecto de Arquitectura.

Las 8 horas de sueño se presentan como fundamentales, pues están muy relacionadas con la eficiencia y la seguridad a la hora del trabajo. Importante es la calidad del sueño ya que se relaciona directamente con el estado de atención durante la faena. La calidad del aire, el oxígeno, la temperatura, la humedad, la luminosidad, los ruidos, la cantidad de alojados por dormitorio, y otros son algunas de las preocupaciones de un dormitorio minero.

Las 2 horas destinadas a distracción tienen su importancia, este período saca al trabajador de un estado nostálgico durante los primeros días del turno, y eufórico los últimos. La entretención procura que estos períodos depresivos sean superados, además saca al trabajador de su encierro en el dormitorio, su aislamiento y lo lleva a compartir. De aquí que estos lugares tienen importancia y deben ser preocupación del proyecto de Arquitectura.

La hora del desayuno y las comidas no pueden tomar más de una hora, que es poco tiempo, y es por esto que la cocina y especialmente el comedor deben tener un diseño de gran funcionalidad, tanto en su ubicación dentro del edificio como en su interior, de forma que no existan pérdidas de tiempo al momento de retirar los alimentos como al entregar las bandejas desocupadas. Por último el transporte desde el alojamiento a la faena y su regreso debe tomar como máximo 30 minutos por tramo, incluido fichaje, capacitación, control, ubicación en el transporte que le corresponde, bajada y acceso a faena...”

Tomando en referencia los proyectos ya construidos y en especial consideración a los trabajadores tipo operarios podemos encontrar que:

### HOTEL VELADERO – Barrick (Argentina)



### HOTEL ESPERANZA – Antofagasta



### HOTEL MINA – Salamanca



### HOTEL PABELLÓN DEL INCA – Collahuasi



Figura 24. Datos entregados por Correa3 Arquitectos con respecto a sus proyectos construidos según habitación operarios tipología 2 camas 1 baño.

El habitar de dos trabajadores en un promedio de 10 metros cuadrados a no exceder los 16 metros cuadrados ha podido entregar una óptima resolución en un nuevo habitar en espacios reducidos similares a lo que ellos comparan a viajar en primera clase en avión. Espacios flexibles con más de un uso como el conocido Asiento-Cama.

Entonces existe dos grandes focos con respecto a construir habitáculos reducidos pero eficientes: por un lado está el usuario y su estándar de vida donde el campamento debe tomar una especie de rol comparativo a “segunda vivienda” y por otra parte está el sistema de turnos y cómo se desenvuelve el trabajador en dichos espacios física y psicológicamente.



### 2.3.1 Tiny Cabins / Tiny Houses

Se conoce las casas tipo o mejor conocidas como Tiny House como una casa pequeña o un refugio minimalista que está planeado con un diseño flexible para quienes buscan vivir de manera simple e innovador, para quienes deciden poner en marcha un nuevo modelo de vida de manera rápida, cómoda, simple y en contacto con la naturaleza. Actualmente existe un gran interés por este tipo de construcción sostenible y por las ventajas que estas nos ofrecen por sobre las construcciones de tipo tradicional.

Se puede observar que una Tiny House no difiere mucho de lo que es actualmente un contenedor minero como habitáculo estipulado puesto que ambos presentan una construcción cuya estructura y cerramientos sean condensados en un módulo el cual se prefabrica anteriormente en una fábrica o empresa encargada para luego ser transportada por grúas o camiones para ser instalada en la ubicación deseada. En cuanto a materialidad una tiny house no difiere mucho de una casa tradicional solamente que posee espacios más reducidos y acotados a las necesidades que tiene el usuario.

Las ventajas de las Tiny Houses es que están pensadas para ser emplazadas en todo tipo de lugar puesto que son temporales y algunos pequeños casos infinitos, No necesita intervenir físicamente el paisaje ni su emplazamiento y dentro de sus características están:

- Tiempos de construcción y diseño mucho menores
- Flexibilidad en poder utilizar distintos terrenos
- Precios muy inferiores a las construcciones tradicionales
- Alta calidad al fabricarse parcial o totalmente en talleres
- Múltiples diseños y fácil personalización

En Chile actualmente existe la empresa asociada Tecnofast encargada de desarrollar proyectos a pequeñas escalas sea en madera o acero las cuales su principal objetivo es habitar en espacios flexibles reducidos asimilándose a habitar en un barco.

Donde dentro de las innovaciones, se entiende por TinyCabin (Figura 25) a un espacio minimalista que combina la habitación con el trabajo, no excede más de 24 m<sup>2</sup> el cual equipa un dormitorio, baño y cocina. Principalmente combinado para ser una respuesta sustentable y rápida que se adapte a todo tipo de entorno.



Figura 25. Casa flexible en 24 m<sup>2</sup>, capacidad de 3 a 4 personas.

Al mostrar este refugio se comprende que se puede entregar un equilibrio entre una buena habitabilidad a trabajadores que pernoctan en otros sitios junto a su lugar de trabajo, sin darle menos énfasis a la habitación como demuestran actualmente los campamentos mineros.

La idea de habitabilidad en espacios reducidos y en general como una concepción amplia para caracterizar los estándares de calidad de vida figuran en:

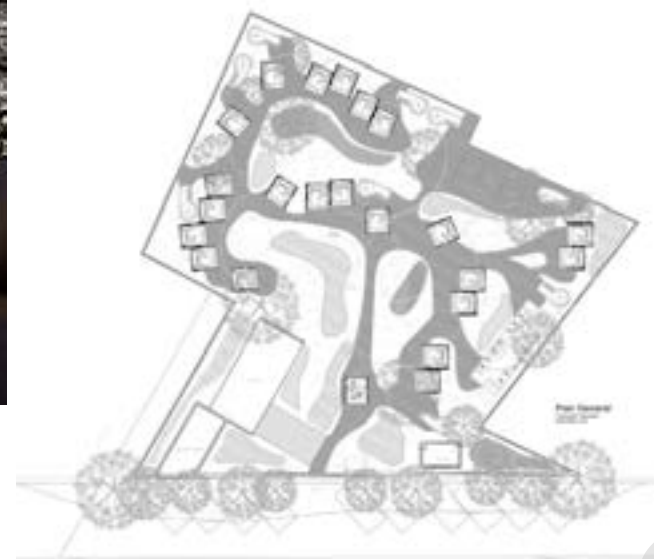
| Percepción        | Confort / Comodidad | Seguridad            |
|-------------------|---------------------|----------------------|
| - Físico espacial | - Acústico          | - Higiene            |
| - Psicosocial     | - Térmico           | - Fuego y accidentes |
|                   | - Lumínico          |                      |

Figura 26. Vivir en un hábitat residencial de acuerdo a parámetros de calidad de vida

## 2.3.2 Referencias internacionales

Dentro de las referencias encontradas en comparativa a un habitar minero podemos encontrar los siguientes casos:

### HOTEL TUBO - T3arc



**Figura 27.** A la derecha, Imagen de 17 habitaciones en Tubo de Hormigón cortesía de Luís Gordo. A la izquierda, emplazamiento de dichos hoteles.

Un Hotel construido en 2010 en la periferia de Tepoztlán (México) como una respuesta rápida y eficiente en menos de 3 meses a la necesidad de un habitar a bajo costo y en zonas de difícil acceso. Compuestos solamente por una cama en el interior de un tubo de hormigón reciclado entrega una identidad de permanencia en el lugar el cual generalmente se usa para ir a hacer excursión o de paso. La habitación cumple su función de estancia y cobijo que brinda al usuario su cumplimiento de necesidad en un espacio mínimo.

La principal exposición de lo privado contra lo público llevado al extremo, en este referente lo único privado y considerado como tal son las habitaciones entregando todo lo demás como la cafetería y los baños ubicados en la esquina inferior izquierda (figura 26) como un recorrido para los viajeros.

La comparativa que posee este habitar extremo con el tema del habitar minero reside en ver la habitación como un núcleo de contención viviendo en situaciones extraordinarias por un periodo limitado de tiempo.

### OPOD TUBE HOUSE – James Law Cybertecture



**Figura 28.** Imágenes de la Tipología OPOD, construcción en tuberías de hormigón.

Siguiendo la línea de construcción con materiales reciclados, es una unidad de vivienda micro-vivienda experimental de bajo costo, construido a partir de una tubería de agua de hormigón de 2,5 metros de diámetro en Hong Kong.

El diseño utiliza una sólida estructura de hormigón para albergar un apartamento para una o dos personas con sala, cocina y baño dentro de 100 pies cuadrados (9,29 metros cuadrados). Cada casa de tubo está equipada con cerraduras de teléfonos inteligentes para acceso en línea y muebles flexibles que ahorran espacio. Se pueden apilar para convertirse en un edificio de poca altura como una comunidad modular en muy poco tiempo, y se pueden ubicar y reubicar convenientemente en diferentes sitios.

Este referente busca unificar las necesidades básicas de un individuo más allá de solamente ver la habitación como lo privado que reside por tiempo limitado pero englobando más una especie de habitar compacto, de bajo costo para situaciones críticas. Nació bajo la necesidad espacio-social en Hong Kong de usuarios sin poder pagar un piso o arrendar departamentos por su excesivo precio de suelo lo que llevó a buscar respuestas a una pequeña tiny house que pueda albergar todo lo necesario mientras se busca arriendo o turistas de paso.

## NAGAKIN CAPSULE TOWER – Kisho Kurokawa

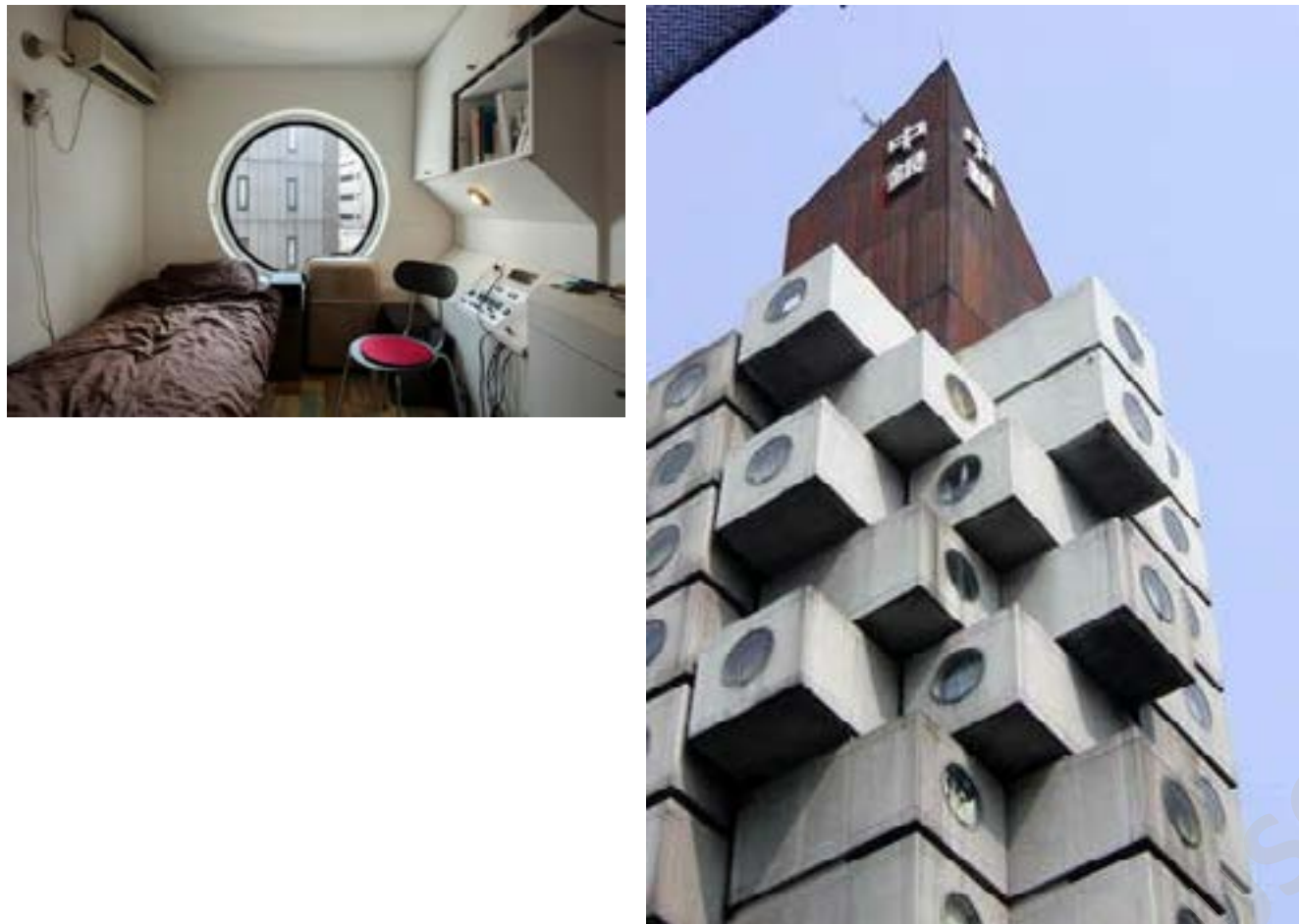


Figura 29. Imágenes al interior y exterior de la cápsula Nagakin ubicada en el corazón de Tokio, Japón.

Pionero en la creación e innovación de cápsulas habitables en 1972 por Kisho Kurokawa. El módulo se creó con la intención de albergar a hombres de negocios que viajaban y trabajaban en el centro de Tokio durante la semana. Es un prototipo de arquitectura de sostenibilidad y reciclabilidad, ya que cada módulo (140 en total) puede enchufar al núcleo central y reemplazarse o intercambiarse cuando sea necesario.

Todas las piezas de las cápsulas se fabricaron en la prefectura de Shiga y luego se transportaron al sitio en camión. El interior pre ensamblado cuenta con una ventana circular, cama y baño empotrados, y está equipado con TV, radio y reloj despertador. Elevadas por una grúa, las cápsulas se insertaron en los contenedores de envío mediante el uso de una grúa y luego se sujetaron al eje del núcleo de hormigón. La innovación de pensar que la arquitectura puede ser efímera tal como sus usuarios flotantes que no tienen una permanencia específica lleva a considerar el hecho de tomar lo esencial volviendo esta vez a lo privado, como habitación más un baño propio contra lo más público como es el núcleo de hormigón donde aquellas cápsulas se inyectan.

Lo imprescindible de los tres referentes tomados es la capacidad de adaptación al igual que los campamentos mineros existentes. Llevados a diferentes situaciones en las cuales el usuario busca accesibilidad a una permanencia y satisfacción de necesidades básicas en un tiempo definido, espacios acotados pero eficientes y a un costo accesible lo que la mayoría de las veces se tiende a olvidar en un campamento minero.

## 2.4 Identidad del Habitar minero

De acuerdo a todo lo mencionado en el capítulo hay que volver a reiterar el especial significado que posee el habitar minero con respecto al trabajador que pernocta en dichos asentamientos en turnos extraordinarios de 7 días de trabajo x 7 días de descanso en donde se ha anunciado que dentro de esos turnos semanales existen 12 horas de descanso para el trabajador.



Figuras 30. Cronograma de un trabajador en faena minera un día promedio.

Por un lado constructivo de entregar una eficiente y rápida modulación estructural para el habitáculo considerando las necesidades básicas a las que se debe enfrentar un usuario en promedio cada vez innovando en diferentes ámbitos tales como mejores percepciones espaciales que acojan al individuo de mejor manera y así recibir un mejor rendimiento laboral.

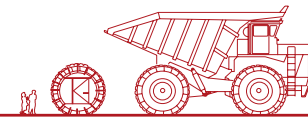
Mientras que por otro lado se vuelve a considerar el usuario enfrentándose a una rutina de 12 horas en dichas modulaciones existentes de habitación para pasar a otra tipología de modulación igual a la habitación pero esta vez de recreación, la cual no se aleja mucho a la tipología de modulación que ofrecen como oficinas.

Lo que hace finalmente hacerse la pregunta ¿Cuál es la verdadera identidad del habitar minero? Más allá de la ubicación extrema climática y ambiental en la que se encuentra, la segregación socio-espacial de pernoctar en zonas remotas y de difícil acceso, La rutina espacial a la que se somete el trabajador cronológicamente, convivir con colegas que ejercen en el mismo rubro.



Figuras 31. Espacialidades por las que habita comúnmente un trabajador.

Todo lo mencionado son componentes de la verdadera identidad de un trabajador minero la cual se puede describir en la simple espacialidad de **La habitación** y todos sus espacios programáticos (necesidades básicas) que requiere un individuo para asimilar que esté en la situación que esté y aunque no sea su propia casa después de un arduo día de trabajo pueda sentir que pertenece, hacer sentir aquella espacialidad privada como algo propio y que pueda diferir que son más que trabajadores con un número en su casco minero, son personas con necesidades agotadas física y psicológicamente sobre un inmueble que no les pertenece pero aun así pueden hacerlo sentir como parte de su propia dignidad e identidad.



## 2.1 Contaminación ambiental en la zona norte de Chile



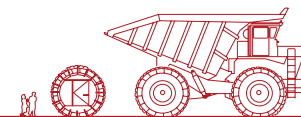
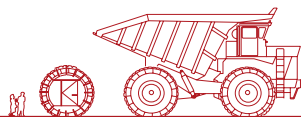
**Figuras 32.** Vertederos, Cementerio de neumáticos y Relaves contaminados son factores de contaminación clave de las minerías hoy en día.

Solo últimamente se ha estado hablando sobre la huella humana y minera que perjudica de manera directa física e indirecta ambiental a los territorios que han instaurado sus proyectos mineros ya sea en el norte del país como en el centro y sur de igual manera. El impacto ambiental generado por la actividad minera ha sido particularmente importante a lo largo de su desarrollo, lo que se explica, en gran medida, por los altos niveles de rentabilidad de esta industria.

La identificación de las problemáticas ambientales producidas por la industria minera sólo fueron realmente conocidas a partir de 1990, producto de numerosos estudios y denuncias constantes de los habitantes de la zona. Si bien estos impactos han sido mitigados a partir de aquella fecha, alcanzándose relevantes niveles de reducción de contaminación, el patrimonio y equilibrio ambiental del país se ha visto afectado al menos en tres ámbitos claves:

La contaminación atmosférica, la contaminación del agua, y del suelo. El daño se ha vinculado sustancialmente a las emisiones del dióxido de azufre y polvo inserto en el arsénico producido por los hornos fundidores del proceso de refinación. Los altos niveles de contaminación en las diversas plantas industriales, como Chuquicamata, Potrerillos, Ventanas, entre otros ha sido crucial al momento de tomar en cuenta que no solamente se envuelve en una contaminación atmosférica peligrosa a largo plazo pero el daño físico e irreversible que presenta un nuevo proyecto minero en la zona exponiendo a sus pueblos aledaños a ser considerados zonas de sacrificio (5).

# II PARTE PRINCIPAL



La contaminación de los ríos y del mar, generan un impacto ambiental grave. Los procesos de disminución de estos daños son muy complejos, lentos y costosos. La degradación del suelo a través de la lluvia ácida, como también de las aguas subterráneas, superficiales contaminadas y vertederos expuestos los cuales intentan esconder bajo la misma tierra al cierre de una faena ha afectado directamente al patrimonio natural genera importantes desequilibrios en la biodiversidad.

Así mismo, el impacto ambiental de la minería además de incidir en el medio natural también lo hace en el medio sociocultural a través de la destrucción de recursos culturales tradicionales, tales como los usos regionales o prácticas ancestrales relacionadas con la explotación del suelo agrícola y/o la actividad ganadera.

(5) Las zonas de sacrificio son mayormente lugares de bajos ingresos, en los cuales se han instalado industrias declarando intenciones de desarrollo, además de mejoras en las condiciones de trabajo y vida para sus habitantes.

### 2.1.1 Tipologías de residuos industriales en la minería

Dentro de un estudio realizado por Codelco en 2019 se puede dar a conocer que dentro de los residuos que genera en todo un proyecto minero a gran escala se difiere en dos grandes puntos siendo los residuos peligrosos y los no peligrosos. Por una parte los residuos peligrosos son conocidos como aquellos residuos químicos y tóxicos que dañan directamente al medio ambiente como a los trabajadores expuestos bajo largos periodos con ellos.

| TIPO DE RESIDUOS (TONELADAS) | 2017           | 2018           | 2019           |
|------------------------------|----------------|----------------|----------------|
| PELIGROSOS                   | 241.624        | 228.599        | 148.036        |
| NO PELIGROSOS                | 108.759        | 151.293        | 152.891        |
| <b>TOTAL</b>                 | <b>350.383</b> | <b>379.892</b> | <b>300.927</b> |

REPORTE CODELCO 2019

- \* PAPELES, PLÁSTICOS Y CARTONES. \* TRAJOS Y TEXTILES.
- \* VIDRIOS Y MADERAS.
- \* ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL.
- \* NEUMÁTICOS, GOMAS, HOPE.
- \* FILTROS DE AIRE.
- \* ESCOMBROS Y LADRILLOS.
- \* CHATARRA METÁLICA.
- \* TAMBORES METÁLICOS NO CONTAMINADOS.
- \* BALDES O CONTENEDORES PLÁSTICOS NO CONTAMINADOS

Figuras 33. Estudio de tipologías de residuos en toneladas y comparativa entre peligrosos y no peligrosos.

Como se puede observar en la figura 33 se ha hecho un esfuerzo por la reducción y disminución de estos desde 2017 en adelante mientras que los residuos no peligrosos, entendiéndose como residuos sólidos producidos y utilizados dentro de las mineras, ha ido incrementando con el tiempo.

Dentro de los residuos no peligrosos o sólidos es posible destacar cada uno y su comparativa actual a la que se ve enfrentado las faenas mineras con respecto a la disminución y mayor sustentabilidad con respecto a los desechos que generan;

Los papeles, plásticos, cartones, trapos, textiles, baldes, contenedores plásticos, y todo elemento que sea de un tamaño accesible para las plantas de reciclaje y su traslado hacia ellas ha sido minimizado, generando acuerdos entre mineras y plantas recicladoras de la zona.

De acuerdo a materiales de construcción tales como vidrios, maderas, escombros, ladrillos, chatarras metálicas, tambores metálicos no contaminados, filtros de aire y elementos de protección personal se busca una gestión de residuo en la zona norte como por ejemplo:

■ **Collahuasi Recicla:**

Cerca de 3.000 toneladas de chatarra, 4 mil kilos de residuos electrónicos, 182 mil unidades de botellas plásticas y 680 kgs de papeles y cartones es lo que anualmente recicla el complejo minero de cobre Doña Inés de Collahuasi, con su programa de reciclaje.

■ **Acero de Calidad:**

Alrededor del 15% de la chatarra que compra Gerdau Aza viene de la industria minera, lo que equivale a unas 75.000 toneladas anuales.

■ **Chatarra electrónica:**

Recycla espera comenzar con la construcción, junto a Enaex, de la primera planta de reciclaje integral en Calama. Así, se logrará solucionar un importante problema, que “es el transporte desde las mineras hacia empresas de reciclaje que se encuentran especialmente en Santiago

■ **Chatarra:**

Los materiales como la chatarra van a fundiciones, los aceites usados son filtrados para generar combustibles alternativos, y la madera como chip o combustible. Los neumáticos, en tanto, pueden ser usados como combustible alternativo o como materia prima.

Pero queda un punto bastante crítico en cuanto al tratamiento y gestión de residuos sólidos en las faenas mineras. Todo tipo de neumáticos y gomas concernientes a finiquitar su vida útil se va apilando cada vez más en cementerios gigantes o vertederos de neumáticos. Hasta la fecha solamente se conocen tres plantas de reciclaje de neumáticos en Chile como lo muestra la figura 34.



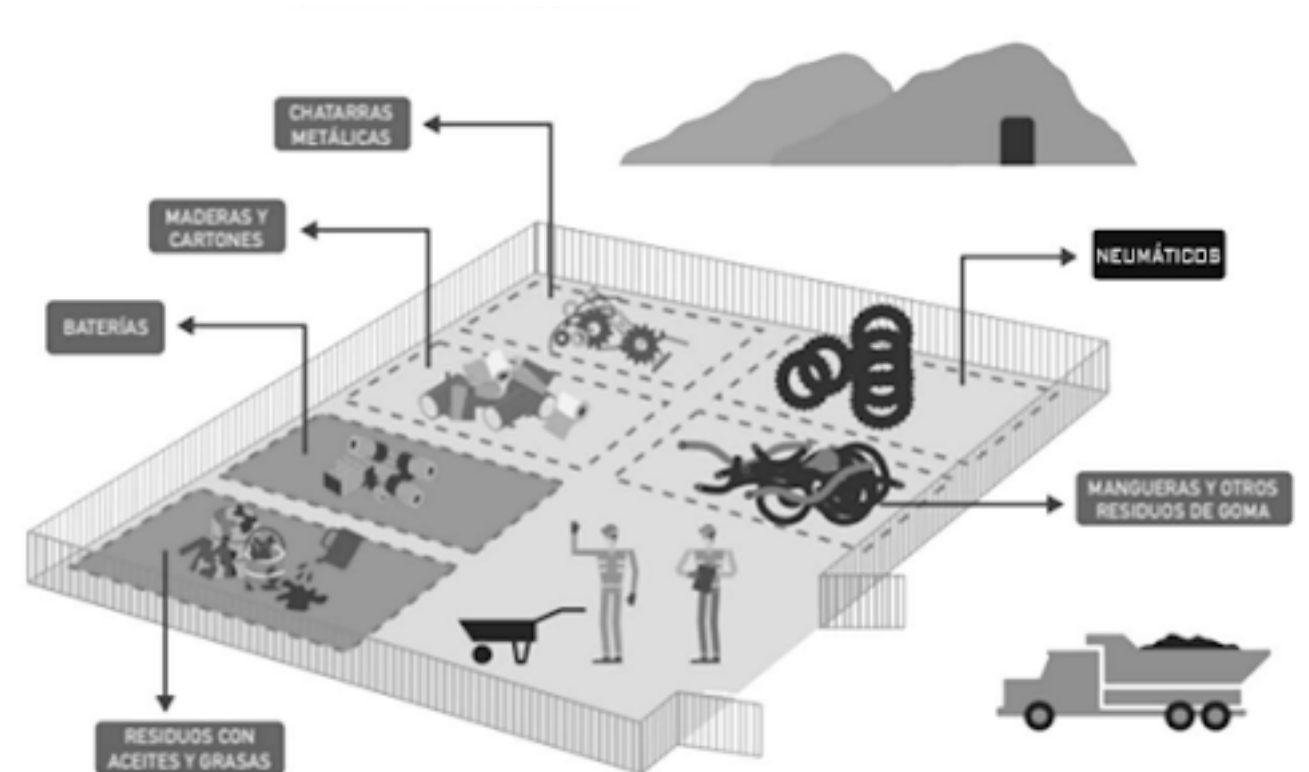
**Figuras 34.** Plantas de Reciclaje de neumáticos actuales en Chile y su ubicación.

De las tres plantas de reciclaje encontradas dos de ellas, Alto Hospicio y Lampa se envuelven hacia neumáticos pequeños y los que se usan cotidianamente en autos convencionales mientras que recién el año 2023 se instaurará una planta de reciclaje para neumáticos mineros en Antofagasta que pueda hacerse cargo de un 17% de lo que actualmente yace en vertederos abandonados como la Chimba o Boro en Antofagasta quemados o encontrados en toda la costa oceánica del norte del país dañando el ecosistema marítimo de la zona.

### 2.1.2 Gestión y reciclaje de residuos en la minería

De acuerdo a la Sociedad Nacional de la Minería de Chile (SONAMI) actualmente en las faenas mineras cuentan con un almacenamiento temporal o de acopio cercano para residuos recolectados con el tiempo. Como norma general los contenedores de recolección no pueden llenar más de un 75% de su capacidad y cada parte del almacenamiento temporal debe ir ordenado en disposición de sus residuos. Como reglamentación de Seguridad de dichos residuos se ha mencionado:

- Para el traslado y manipulación de residuos al área de almacenamiento temporal o acopio, se debe evitar los derrames de los residuos.
- El área de acopio de los residuos debe estar delimitada y cerrada, a lo menos con malla.
- El sector de residuos peligrosos debe estar identificado, techado para protección de la humedad, temperatura y radiación solar.
- El piso del sector de residuos peligrosos debe ser impermeable.
- Las baterías, en caso de no tener electrolito, pueden disponerse directamente arriba de los pallet.
- Los residuos orgánicos, como restos de comidas, y residuos asimilables, se deben manejar en una zanja sanitaria en otro lugar, dentro de la propiedad y alejado de cuerpos de agua.



**Figuras 35.** Almacenamiento temporal y ordenado según tipo de residuo no peligroso.

Dado lo estipulado por el manejo de residuos peligrosos y no peligrosos por la minería, en caso de no existir alternativas de reuso o reciclaje en la faena, estos residuos se pueden derivar a rellenos municipales autorizados. También podrían donarse o comercializarse con terceros, coordinando el retiro por parte de los interesados.

Qué es lo que se está actualmente revisando con los neumáticos siendo los únicos que hasta la fecha poseen un decadente porcentaje de reutilización y una llamada crítica de atención con la nueva ley próximamente instaurada sobre el reciclaje de todos los materiales.

## 2.2 Implementación de la Ley N° 20.920 (R.E.P)

La Ley de Responsabilidad Extendida del Productor (R.E.P) se implementó con el fin de promover la disminución en la generación de residuos y fomento del reciclaje, para ello la ley responsabiliza a los productores e importadores a financiar una correcta gestión de los residuos que generan los productos que son comercializados en el mercado nacional sean estos importados o de fabricación nacional.

Jorge Canals de la Fuente, Ex subsecretario del Medio Ambiente, ha mencionado "...hemos aumentado lentamente el porcentaje de valorización de los residuos, aún estamos muy lejos de los países desarrollados. Antes de la REP, su manejo recaía fundamentalmente en las municipalidades, cuyos contratos con empresas recolectoras incentivan la generación de residuos (los precios se pactan por volumen recogido). Además, sobre el 80% de las personas a nivel países encuentran exentas del pago del derecho de aseo, debido a la exención contenida en el decreto ley N° 3.603 de 1979 sobre rentas municipales (a los usuarios cuya vivienda tenga un avalúo fiscal igual o inferior a 225 UF mensuales). Generar más basura no implica ningún costo, y el que contamina, en este caso, no paga.

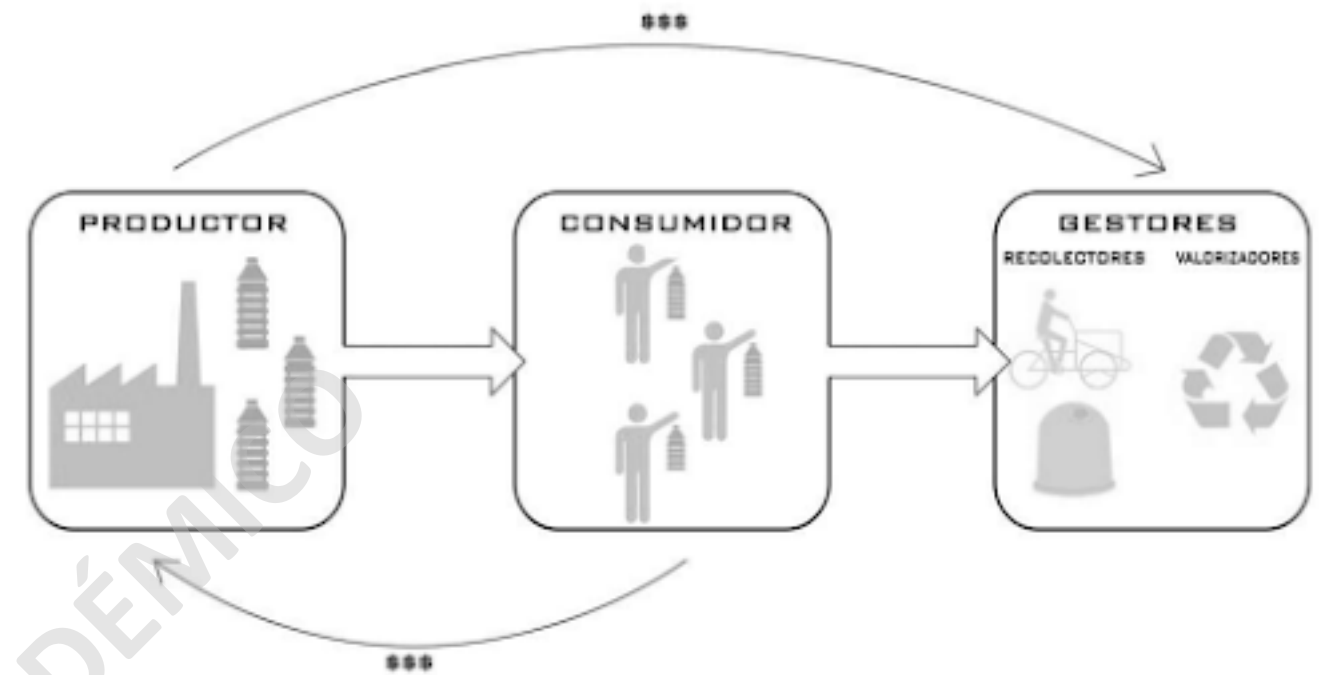
La Ley REP establece un nuevo marco para la gestión de residuos, y crea un régimen especial que busca prevenir la generación de residuos y promover su valorización y reutilización, sentando las bases para avanzar efectivamente hacia una economía circular.

Para ello, los productores de productos prioritarios son responsables de organizar y financiar su gestión, cumpliendo metas de recolección y valorización, y otras obligaciones asociadas fijadas por el Estado. El productor responde por el ciclo de vida completo del producto, reduciendo su impacto ambiental (incluyendo los impactos aguas arriba propios de la selección de los materiales para los productos, los impactos del proceso de producción, e impactos aguas abajo por el uso y eliminación de estos).

Cada producto prioritario tiene un mercado con características específicas, como es el caso de los envases y embalajes, cuya propuesta de metas y obligaciones asociadas, fue aprobada recientemente por el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad. Los residuos de estos productos son estratégicos, dado que se generan alrededor de 2 millones de toneladas al año (principalmente, en cinco materiales: cartón para líquidos, metal, papel y cartón, plástico y vidrio) y solo un 27% se recicla." (Fundacionbasura, 2020)

### ¿Por qué es necesaria esta Ley para Chile?

Porque desde el punto de vista ambiental, la disposición final de basura en vertederos o rellenos sanitarios, no es la mejor alternativa y por ello es necesario redefinir el enfoque de la gestión de los residuos en nuestro país. De esta manera, la norma se enfoca en la prevención y la valorización de los residuos, en todos sus aspectos.



**Figuras 36.** Esquema Circular de la Ley R.E.P donde responsabiliza al productor de gestionar sus productos prioritarios para ser vendidos a su consumidor, éste a su vez debe tener un contrato que se renueva cada 5 años con gestores de recolección y valorización de dichos productos los cuales se encargarán de fiscalizar, ordenar y financiar

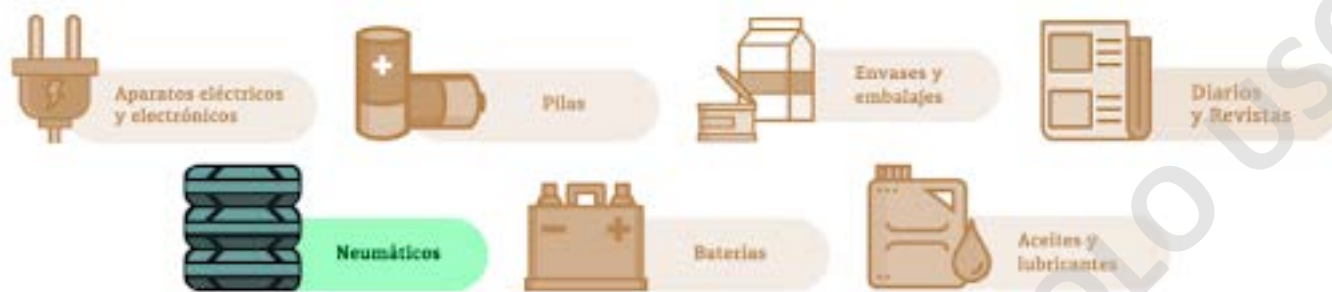
### 2.2.1 Reglamentación existente

La presente normativa se implementará en forma paulatina la cual se fundamenta en once principios enunciados en la Ley Marco para la Gestión de Residuos, la Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje. Ley N°20.920 las cuales son:

- 1. El que contamina paga:** El generador de un residuo es responsable de éste, así como de internalizar los costos y las externalidades negativas asociados a su manejo.
- 2. Gradualismo:** Las obligaciones para prevenir la generación de residuos y fomentar su reutilización, reciclaje y otro tipo de valorización serán establecidas o exigidas de manera progresiva, atendiendo a la cantidad y peligrosidad de los residuos, las tecnologías disponibles, el impacto económico y social y la situación geográfica, entre otros.
- 3. Inclusión:** Conjunto de mecanismos e instrumentos de capacitación, financiación y formalización orientados a posibilitar la integración plena de los recicladores de base en la gestión de los residuos, incluidos los sistemas de gestión en el marco de la responsabilidad extendida del productor.
- 4. Jerarquía en el manejo de residuos:** Orden de preferencia de manejo, que considera como primera alternativa la prevención en la generación de residuos, luego la reutilización, el reciclaje de estos o de uno o más de sus componentes y la valorización energética de los residuos, total o parcial, dejando como última alternativa su eliminación, acorde al desarrollo de instrumentos legales, reglamentarios y económicos pertinentes.

5. **Libre competencia:** El funcionamiento de los sistemas de gestión y la operación de los gestores en ningún caso podrá atentar contra la libre competencia.
6. **Participativo:** La educación, opinión y el involucramiento de la comunidad son necesarios para prevenir la generación de residuos y fomentar su reutilización, reciclaje y otro tipo de valorización.
7. **Precautorio:** La falta de certeza científica no podrá invocarse para dejar de implementar las medidas necesarias para disminuir el riesgo de daños para el medio ambiente y la salud humana derivado del manejo de residuos.
8. **Preventivo:** Conjunto de acciones o medidas que se reflejan en cambios en los hábitos en el uso de insumos y materias primas utilizadas en procesos productivos, diseño o en modificaciones en dichos procesos, así como en el consumo, destinadas a evitar la generación de residuos, la reducción en cantidad o la peligrosidad de estos.
9. **Responsabilidad del generador de un residuo:** El generador de un residuo es responsable de éste, desde su generación hasta su valorización o eliminación, en conformidad a la ley.
10. **Transparencia y publicidad:** La gestión de residuos se efectuará con transparencia, de manera que la comunidad pueda acceder a la información relevante sobre la materia.
11. **Trazabilidad:** Conjunto de procedimientos preestablecidos y autosuficientes que permiten conocer las cantidades, ubicación y trayectoria de un residuo o lote de residuos a lo largo de la cadena de manejo.

### 2.2.2 Productos Prioritarios



**Figuras 37.** Siete productos prioritarios considerados por la Ley R.E.P

Se han definido una serie de 7 productos, que los que La ley establece como productos prioritarios, debido a su consumo masivo, tamaño, toxicidad, son factibles de valorizar y tienen una experiencia comparada a nivel internacional.

Dentro de estos 7 productos se han escogido los neumáticos debido a que son un producto de consumo masivo y que generan un volumen altamente significativo de residuos al terminar su vida útil. Estos residuos, además, son factibles de valorizar mediante procesos mecánicos y químicos, pudiendo obtenerse subproductos como gránulos de caucho, acero, negro de carbón y energía. Por último, la regulación comparada muestra que los neumáticos han sido también productos prioritarios en otros países.

### ¿Cuál es el problema con los neumáticos?

La contaminación por neumáticos tiene varias formas de afectar, por ejemplo la quema ilegal de neumáticos que ocurre precisamente en el norte de Chile implica un enorme cantidad de CO<sub>2</sub>, gases de efecto invernadero, por otra parte es una base para el desarrollo de vectores infecciosos, disminuye el valor paisajístico de las zonas de sacrificio y en el mar están afectando el sustrato marino.

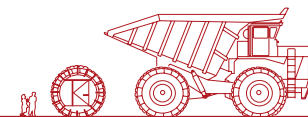
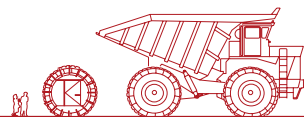
Mientras todos estos productos prioritarios factibles de valorizar y dar un nuevo uso una vez acabada su vida útil se pone en cuestionamiento la factibilidad de valorización de acuerdo a los neumáticos industriales mineros los cuales tienen un tamaño considerable y hasta la fecha y próximos al funcionamiento de la Ley se encuentran tres plantas de reciclaje de neumáticos la cual solamente llegan a un 17% en total.

### 2.3 Neumáticos mineros



**Figuras 38.** Comparativa de tamaño de un individuo con un neumático industrial de camión.





Los neumáticos son estructuras elaboradas bajo elevados componentes y empresas especializadas en producir un máximo de dos neumáticos mineros al día por su gasto excesivo de energía y mano de obra, dentro de estos componentes el principal componente es el caucho, de los cuales se puede encontrar natural o sintético.

El caucho natural normalmente le proporciona elasticidad al neumático, mientras que el sintético lo que aporta es estabilidad térmica. Otro componente importante es el negro de humo el cual es obtenido por combustión o descomposición térmica parcial de gases naturales o hidrocarburos pesados. Este elemento permite conseguir unas mezclas más resistentes a la rotura y a la abrasión, dándoles el característico color negro.

Según Marcelo Navarrete, superintendente de operaciones de mina en Codelco, A nivel de la industria minera, los neumáticos rinden un rango de 4 mil 500 a 5 mil 500 horas en camiones de 300 toneladas. Lo que llevaría a un cálculo estimado que un neumático minero tiene una vida útil de 187,5 días hasta que pase a ser un Neumático fuera de uso (N.F.U)

Para comprender y valorizar los neumáticos y bajo el decreto supremo N° 8, artículo 4 de la normativa vigente del Ministerio del medio ambiente existen 4 Categorías principales en las cuales se dividen los neumáticos:

- Categoría A (Menor a 57 pulgadas a excepción de 45, 49 y 51 pulgadas dentro de la minería) es decir, neumáticos para vehículos convencionales.
- Categoría B (Mayor a 57 pulgadas) es decir, Neumáticos mineros
- Neumáticos de bicicletas o Sillas de rueda
- Neumáticos macizos (Netamente de Caucho reforzado, usado principalmente en maquinaria de construcción)

Siendo las dos últimas no consideradas dentro de la ley REP. Pero dentro la categoría B se circunscriben en la clasificación de neumáticos en minería tales como:

- Neumáticos para minería subterránea.
- Neumáticos para superficie.
- Neumático para transporte
- Neumáticos para carga.
- Neumáticos para Equipos auxiliares.

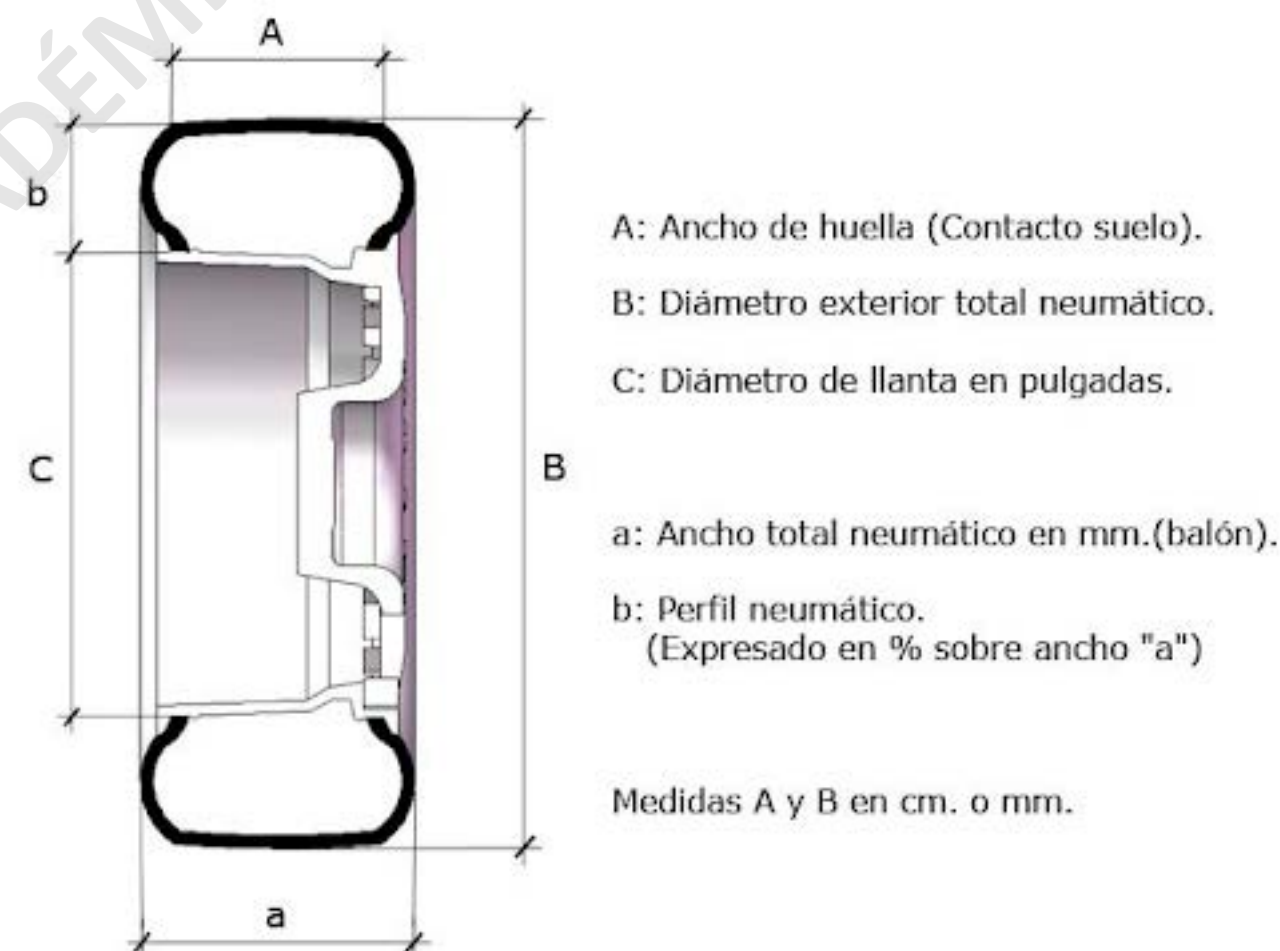


**Figuras 39.** Clasificación de Neumáticos mineros de categoría B donde se pone en principal valor aquellos de transporte y carga que exceden las 57 pulgadas.

Son aquellos neumáticos los cuales hasta la fecha no se tiene una respuesta inmediata en cuanto a la sustentabilidad debido a su gran tamaño e impedimento lo que es un latente desafío para las empresas mineras hoy en día. Para entender las medidas de un neumático con un aro mayor a 57 pulgadas visualizado en la figura 40 donde A, es decir el ancho de la huella o la que está en contacto directo con el suelo, posee una medida de 1 metro en adelante mientras que B, siendo el diámetro exterior y completo de la rueda, siendo de 4 metros como mínimo. Un neumático minero (de tamaño R57") tiene las siguientes características aproximadas:

- 4,03 metros de diámetro
- 1,50 metros de ancho
- 1,48 metros de largo
- Pesa 5.000 kilos aprox. (5 toneladas)

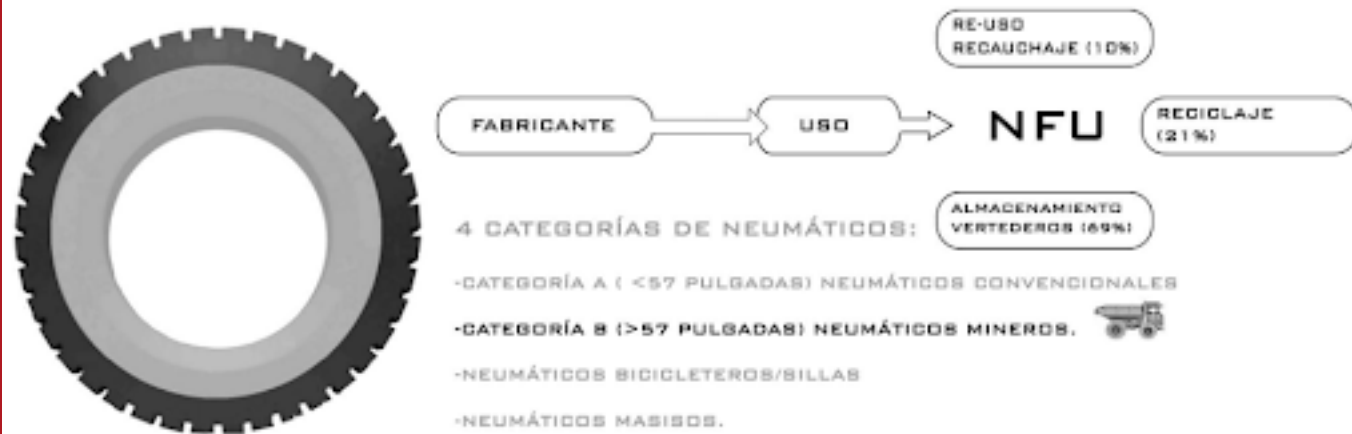
Siendo hasta la fecha el neumático más grande que poseen las mineras en Chile (próximamente se instaurará uno más grande de R59") donde se requieren 890 kilogramos de acero (similar a lo que se necesita para construir dos automóviles pequeños) y unos 3.850 kilos de caucho.



**Figuras 40.** Diagramación de un neumático perimetralmente

### 2.3.1 Neumáticos fuera de uso (N.F.U)

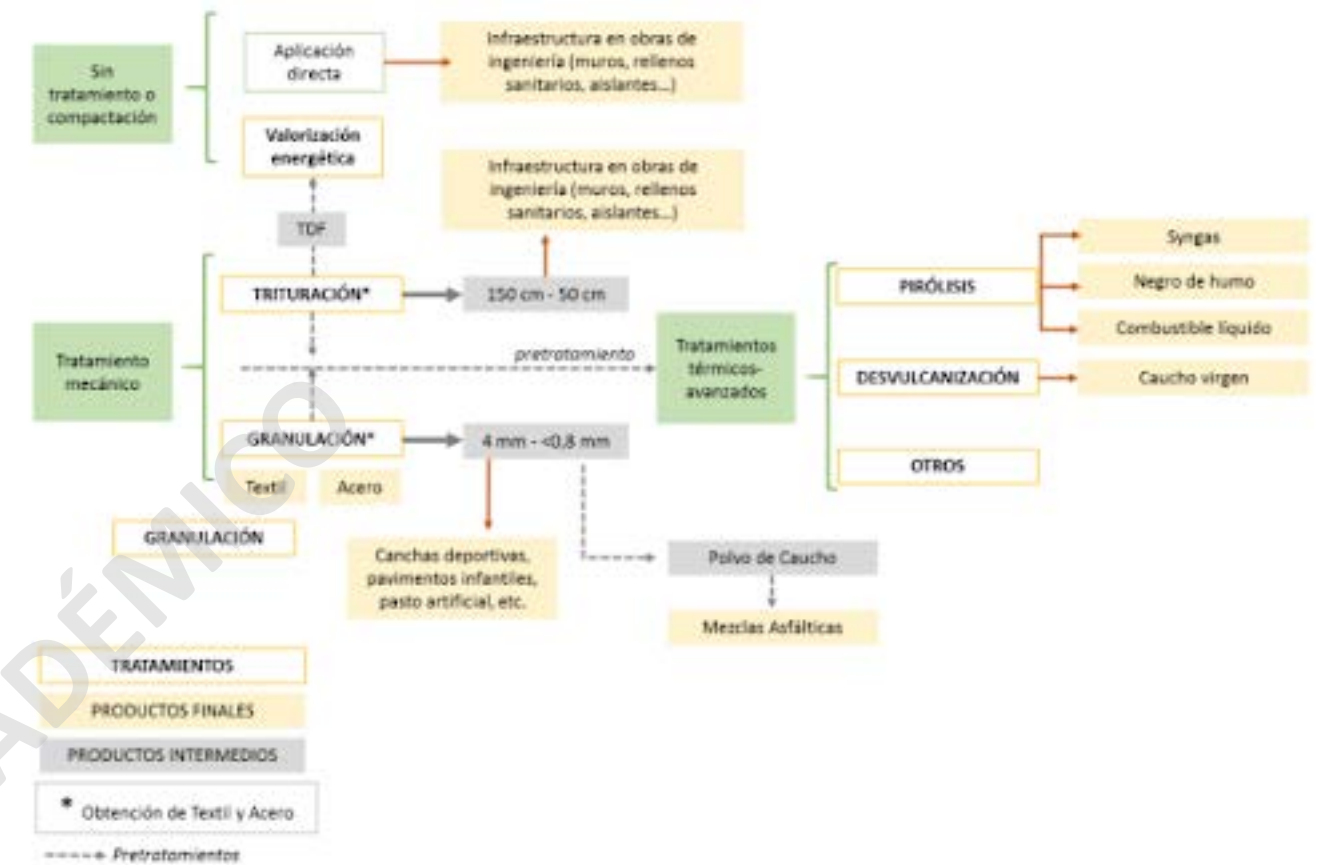
Como se mencionó anteriormente se tiene en conocimiento que el ciclo de vida de un neumático es finito y este involucra desde su fabricante hasta su comercializador en el proceso completo desde su elaboración hasta su disposición final como desecho y sus componentes interiores, donde recibe el nombre de Neumático Fuera de Uso (N.F.U), estos NFU generalmente tienden a dividirse en 3 categorías:



Figuras 41. Esquema explicativo del Neumático fuera de uso junto a su categorización en B.

**La primera es el Re-uso o el Recauchaje (10%):** Se entiende por Recauchaje a la Operación de reacondicionamiento de neumáticos usados mediante el cual se reemplaza la banda de rodadura de un neumático, con o sin la goma de los laterales del mismo, con el objeto de prolongar su vida útil. Hasta la fecha ha sido el que menos uso se le ha entregado puesto que es algo netamente nuevo instaurado en las mineras. Según el Seminario de Reciclaje de Neumáticos de Metaproject en 2019 se dispone un aumento gradual de Recauchaje al menos con los neumáticos mineros 45, 49 y 51 pulgadas.

**El reciclaje (21%):** Se ha considerado un reciclaje pertinente en neumáticos mineros debido a los componentes que contiene un neumático minero para la reutilización. La principal razón para que el caucho no se considere "reciclable" es que la estructura tridimensional formada durante la vulcanización no permite que el caucho se funda nuevamente, restringiendo así su reutilización. Por eso, En Chile, El tema del caucho en Neumáticos se está trabajando en paralelo en un Acuerdo de Producción Limpia que ayude a incrementar las posibilidades de valorización de los neumáticos fuera de uso en el país, impulsando las tres iniciativas más utilizadas para ello en el mundo: la incorporación de polvo de caucho en carreteras, el desarrollo de una normativa para el uso de caucho reciclado en aplicaciones urbanas y espacios deportivos, y la valorización energética como combustible pero para esto se necesitan fábricas especializadas que posean la maquinaria para la trituración, desmembramiento y próxima pirólisis(6) de neumáticos a gran escala.

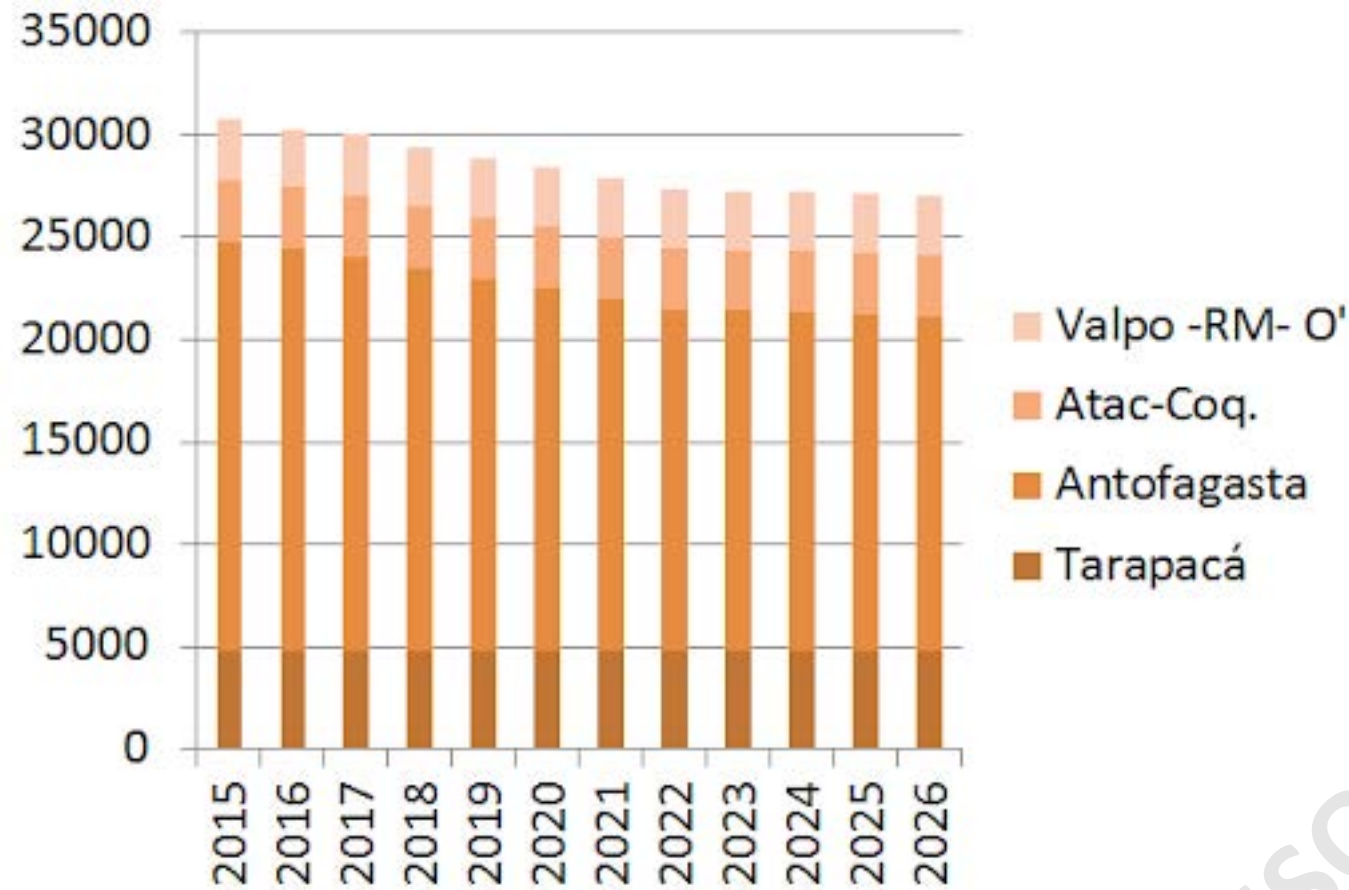


Figuras 42. Tratamientos para los Neumáticos Fuera de Uso (NFU)

**Almacenamiento en vertederos (69%):** No es una sorpresa notar que el destino de los neumáticos de vehículos livianos y gigantes, terminan en vertederos (ocupando un gran espacio), incinerados de manera ilegal, en acopios o simplemente en las calles de la ciudad. Por otra parte, los neumáticos mineros son acopiados en sitios habilitados por el periodo que el proyecto está en marcha para luego ser enterrados y/o lanzados al mar.

(6) La pirólisis es una degradación térmica de una sustancia en ausencia de oxígeno, por lo que dichas sustancias se descomponen mediante calor, sin que se produzcan las reacciones de combustión.

### 2.3.2 Categorización y Valorización



Figuras 43. Proyección NFU mineros en total (toneladas/año)

De acuerdo a la Cámara de la industria Minera del Neumático (CINC) en el Seminario de la Ley REP y el reciclaje de neumáticos da un estimado de 5 toneladas x neumático de categoría B mayor a 57 pulgadas da como resultado **9200 neumáticos fuera de uso al año**. Lo cual haría un aproximado de 6348 neumáticos apilados en vertederos.

|                                       | 2011                                       | 2012           | 2013           | 2014           | 2015           | 2016           | 2017           | 2018           | 2019           |                |
|---------------------------------------|--|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Generación de neumáticos usados (NU)  |  |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
| Reemplazo                             | AGRICOLA FORESTAL E INDUSTRIAL             | 6.135          | 6.756          | 5.705          | 5.568          | 6.088          | 6.819          | 6.732          | 6.864          | 6.533          |
|                                       | AUTO Y CAMIONETA                           | 24.705         | 25.248         | 29.329         | 30.350         | 33.160         | 35.752         | 37.949         | 33.992         | 31.752         |
|                                       | CAMION Y BUS                               | 47.780         | 54.075         | 52.995         | 47.373         | 55.946         | 54.966         | 50.461         | 51.580         | 50.092         |
|                                       | MINERIA Y CONSTRUCCION                     | 34.591         | 37.746         | 47.696         | 36.897         | 33.308         | 25.081         | 35.184         | 38.098         | 46.271         |
|                                       | OTROS                                      | 1.266          | 1.807          | 1.558          | 1.683          | 1.734          | 1.663          | 1.840          | 1.548          | 1.410          |
|                                       | <b>Total NU por reemplazo</b>              | <b>114.477</b> | <b>125.632</b> | <b>137.283</b> | <b>121.872</b> | <b>130.238</b> | <b>124.281</b> | <b>132.166</b> | <b>132.082</b> | <b>136.059</b> |
| Vehículos fuera de uso                | AGRICOLA FORESTAL E INDUSTRIAL             | 1.852          | 2.251          | 3.740          | 5.152          | 7.834          | 5.036          | 4.897          | 7.553          | 9.160          |
|                                       | AUTO Y CAMIONETA                           | 430            | 4.000          | 5.901          | 3.207          | 6.263          | 3.166          | 4.103          | 3.746          | 6.264          |
|                                       | CAMION Y BUS                               |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
|                                       | MINERIA Y CONSTRUCCION                     |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
|                                       | OTROS                                      |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
|                                       | <b>Total NU por vehículos fuera de uso</b> | <b>2.282</b>   | <b>6.251</b>   | <b>9.641</b>   | <b>8.359</b>   | <b>14.097</b>  | <b>8.202</b>   | <b>11.000</b>  | <b>11.299</b>  | <b>15.423</b>  |
| Total Generación de neumáticos usados | AGRICOLA FORESTAL E INDUSTRIAL             | 6.135          | 6.756          | 5.705          | 5.568          | 6.088          | 6.819          | 6.732          | 6.864          | 6.533          |
|                                       | AUTO Y CAMIONETA                           | 26.557         | 27.499         | 33.069         | 35.502         | 40.994         | 40.788         | 44.846         | 41.545         | 40.912         |
|                                       | CAMION Y BUS                               | 48.710         | 58.075         | 58.896         | 50.580         | 62.306         | 58.132         | 54.564         | 55.326         | 56.356         |
|                                       | MINERIA Y CONSTRUCCION                     | 34.591         | 37.746         | 47.696         | 36.897         | 33.308         | 25.081         | 35.184         | 38.098         | 46.271         |
|                                       | OTROS                                      | 1.266          | 1.807          | 1.558          | 1.683          | 1.734          | 1.663          | 1.840          | 1.548          | 1.410          |
|                                       | <b>Total generación de NU</b>              | <b>116.759</b> | <b>131.883</b> | <b>146.926</b> | <b>130.231</b> | <b>144.335</b> | <b>132.483</b> | <b>143.166</b> | <b>143.381</b> | <b>151.482</b> |

Figuras 44. Generación de neumáticos fuera de uso valorizado en toneladas.

### 2.4 Diagnóstico de sustentabilidad de neumáticos fuera de uso

Desde los últimos años, posteriormente al Acuerdo de Producción Limpia, y de forma paralela al desarrollo legislativo de la Responsabilidad Extendida del Productor, han surgido diversas iniciativas y proyectos por parte del sector público y privado para tratar los NFU. El diagnóstico sustentable (Figura 44) indica que el primer paso en la jerarquía de tratamiento de residuos es la prevención, lo cual, es un proceso inevitable en el caso de los neumáticos mineros utilizados por grandes camiones.

Dentro de los tres parámetros antes de llegar a una eliminación total se instaura las nuevas medidas de reciclaje y valorización energética tanto como molienda de neumáticos para recopilar el caucho y usarlo en diferentes casos como cachas, caminos, accesorios de ropa, aislantes para tabiquería, revestimientos, entre otros y por otro lado la valorización energética la cual es el proceso de crear energía a través del neumático con procesos químicos y un alto desgaste.

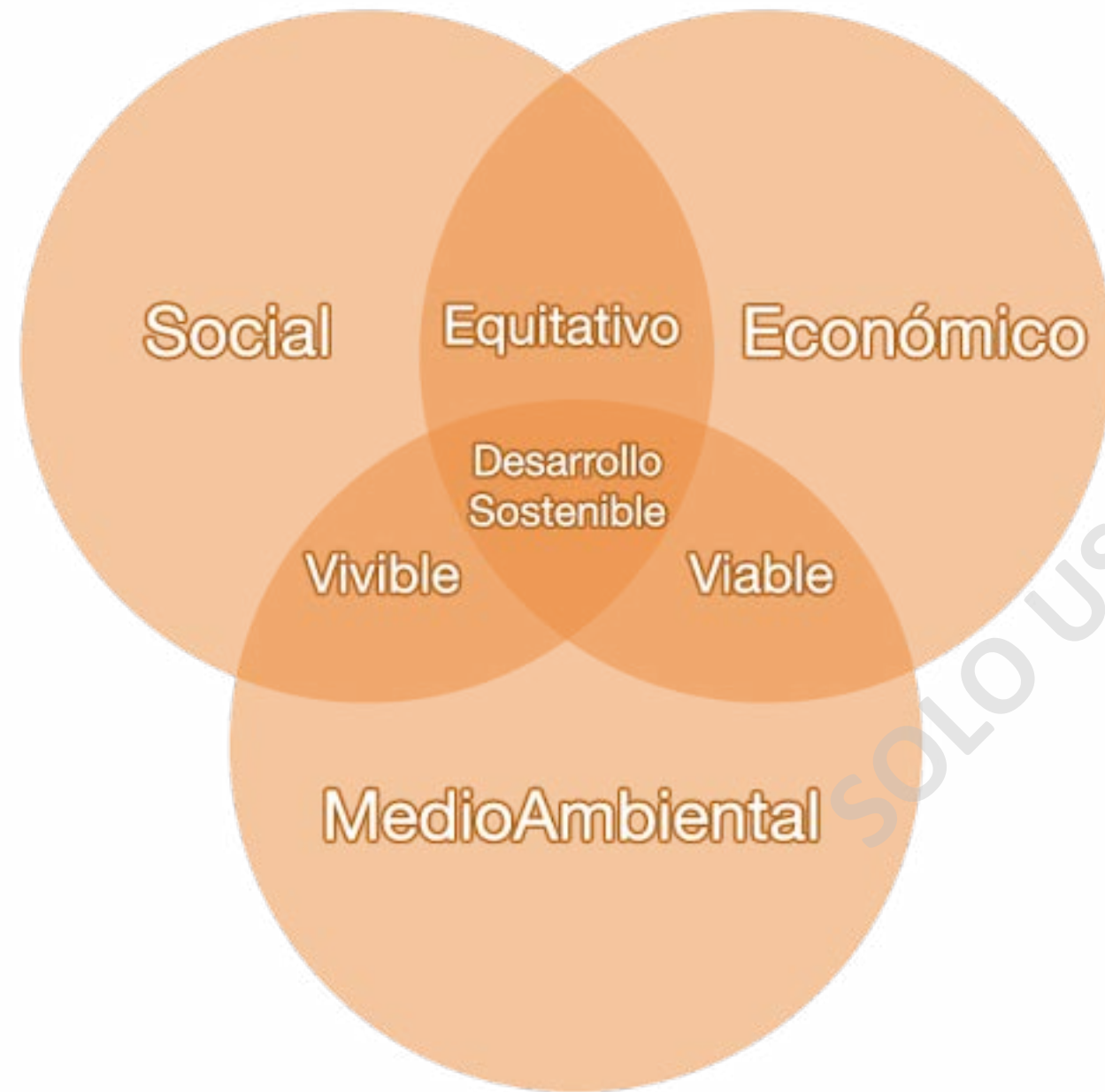
En el caso de la preparación para la reutilización, se está considerando el comenzar a recauchar dichos neumáticos de categoría B, acción de revisión, limpieza y reparación mediante la cual productos o componentes del producto desechado se acondicionan para que puedan volver a los camiones sin ninguna transformación previa.



Figuras 45. Jerarquía tratamiento de residuos actuales en la minería Chilena

Lo que se propone con esta jerarquía es fortalecer e incentivar más a la prevención, promover la valorización por sobre la eliminación inmediata, más valorización y aprovechamiento del residuo como recurso, materia prima o fuente de energía lo que conlleva a menos eliminación y disposición final.

Por lo cual la nueva mirada del neumático fuera de uso debería implementarse y comenzar a verse dentro de tres grandes ejes Lo social, lo económico y lo medioambiental para así tener un desarrollo sostenible con el tiempo.



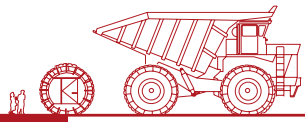
**Figuras 46.** Neumático minero bajo tres grandes ejes del desarrollo sostenible

## 2.5 Hacia una economía circular

“...básicamente, la Ley REP obliga a los productores a considerar costos para el manejo y a implementar procesos de gestión, revalorización, recuperación y lo demás. Esta ley tiene por objetivos disminuir la generación de residuos, fomentar su reutilización, reciclaje y otro tipo de valorización, haciendo el guiño directamente a la economía circular, que permite que el residuo vuelva a la cadena productiva como parte de las materias primas para crear un nuevo bien o producto” (Cristian Bustos, CEO de Beeok; Software asociado a encaminar empresas hacia la sostenibilidad)



**Figuras 47.** Esquema de funcionamiento de la economía circular



La economía circular se entiende como un nuevo modelo de producción y consumo que garantiza un crecimiento sostenible en el tiempo. Se promueve la optimización de recursos, la reducción en el consumo de materias primas y el aprovechamiento de los residuos, reciclándolos o dándoles una nueva vida para convertirlos en nuevos productos.

El objetivo principal de la economía circular es, por tanto, aprovechar al máximo los recursos materiales y/o desechos disponiendo y alargando el ciclo de vida. La idea surge de imitar a la naturaleza, donde todo tiene valor y todo se aprovecha, donde los residuos se convierten en un nuevo recurso. Así, se logra mantener el equilibrio entre el progreso y la sostenibilidad.

Aterrizando hacia una economía circular en el ámbito minero se presentan dos dualidades que están afectando directamente a la minería hoy en día, por una parte existe un estancamiento constructivo en cuanto a variables modulares en los campamentos mineros; esto no quiere decir que haya carencia en lo que se entrega puesto que cada vez se intenta innovar con algo nuevo, pero hasta la fecha sigue siendo el mismo campamento rectangular de 2,5 x 12 metros trasladable de una ciudad a otra por lo cual existe un nuevo desafío en cuanto a las empresas modulares ya que hasta la fecha se han propuesto 4 puntos a entregar:

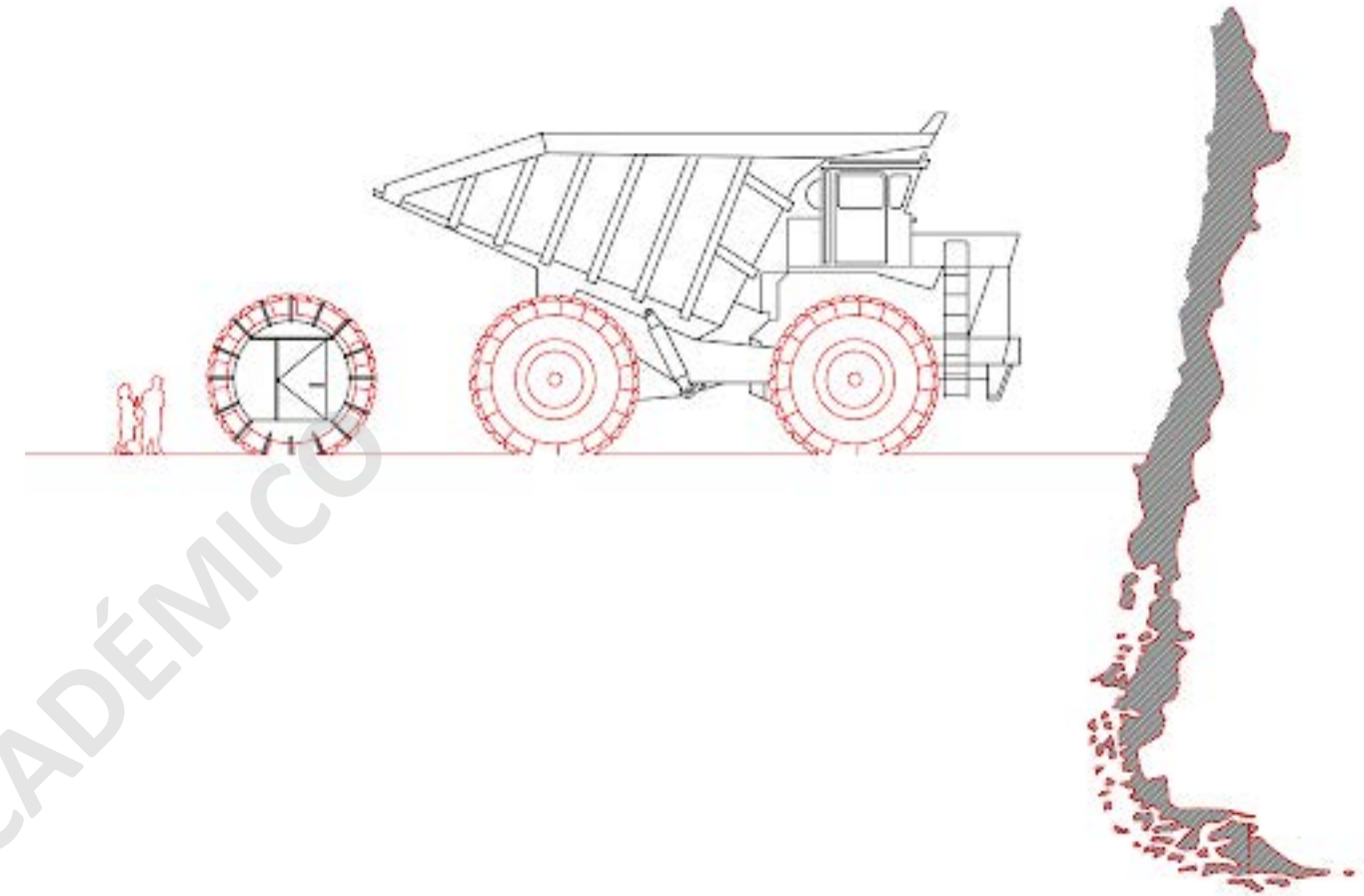
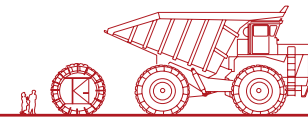
- Ahorro de 50% de costo en tiempos (Se ha cumplido)
- Entregar habitabilidad al trabajador cada vez más específico (Se ha cumplido)
- Innovación de construcción
- Sustentabilidad con el medio ambiente

Siendo estos dos últimos puntos en los cuales carece de oportunidades para seguir entregando variables alternativas a campamentos mineros en sus diferentes etapas evolutivas de proyecto.

Por otra parte, existe la problemática a consecuencia de los mismos proyectos mineros y son los neumáticos de categoría B, Neumáticos gigantes que tras una vida útil completada más de un 50% queda en abandono total en vertederos y puesto que no son biodegradables con el tiempo se toman medidas drásticas de contaminación para su eliminación o posible reciclaje.

La economía circular está impulsada a través de considerar el neumático como un componente más en futuras construcciones de campamento mineros, una técnica innovadora que rompe los esquemas rutinarios de un contenedor trasladado de ciudad en ciudad para situar como una solución latente a que la nueva vida útil del neumático gigante ya no sea un componente de la maquinaria si no que pase a ser un componente estructural en los nuevos habitáculos mineros para operarios.

Un aporte positivo tanto para la sostenibilidad mineras como para la innovación de construcción de nuevas modulaciones lo que lleva a una sustentabilidad emergente de ambos puntos con respecto a darle una nueva vida útil al neumático.



**Figuras 48.** Imagen representativa de proyecto

---

**Una nueva mirada hacia un habitar  
minero flexible, sostenible bajo una  
nueva identidad.**

---

## II PARTE PRINCIPAL

#### 4.1 Definición de proyecto

El presente proyecto de arquitectura tiene por finalidad la elaboración de un habitáculo minero considerado para trabajadores de rubro operario bajo sistema de turno 7 días de descanso x 7 días de trabajo analizado desde la perspectiva de entregar lo esencial en cuanto a necesidades básicas requeridas en espacios flexibles y programáticos por medio de la implementación del Neumático minero R57” fuera de uso como un crucial componente en la estructura de dicha modulación generando así una nueva vida útil para el N.F.U.

A través del modelo de desarrollo sostenible y sus principales ejes Social, Económico y Medio Ambiental se genera una cápsula tiny house con 6 neumáticos mineros de diámetro de 4,02 metros en los cuales se dividen cada dos por medio de un estudio programático de refugio temporal y de lo que realmente necesita un individuo para realizarse por sí mismo y para eso se tomaron en consideración 4 programas correspondientes que son: el área social, el área húmeda y el área dormitorio.

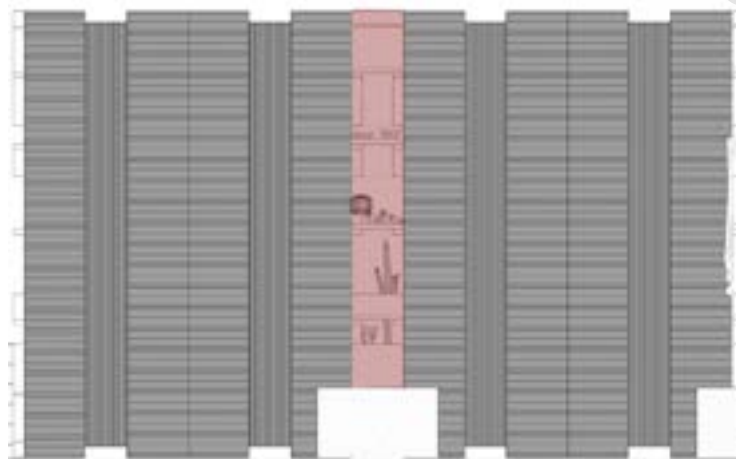
Un proyecto que se envuelve en la pregunta que cada trabajador minero se hace al llegar a su habitación sabiendo que debe pernoctar en ese habitáculo crudo por una semana para luego volver a casa.

#### ¿Cómo puedo hacer sentir esta habitación parte de mí?

Una pregunta subjetiva que se aferra a la idea de poseer una identidad de proyecto. La demostración espacial de diferir que cada habitáculo es diferente uno de otro, cada uno posee una identidad y experiencias diferentes así como cada trabajador en la mina es más que un número en su identificación.

“...por un lado la habitación se sitúa en un lugar que no mira hacia ningún parte y, por otro, existe un aislamiento fruto del tiempo, de estantes, que se llenan de objetos, de la historia del habitante, en un diálogo interior que se aísla de modo absoluta a medida que se llena de vestigios de su propia vida. La Habitación es una máquina de la des-habitación” (Alberto Sato sobre la Casa Habitación en Chiloé de Smiljan Radic, Revista 2G)

Un proyecto cuya finalidad está finalmente envuelta en el parámetro medioambiental, aportando positivamente a la nueva Ley de Responsabilidad extendida al productor con su incentivo de ver el desecho de neumáticos gigantes más allá de la maquinaria y su rodamiento, una rueda que no rueda pero sí que se habita. Por otra parte económico bajo su estrategia de proyecto de bajo costo entregando la misma funcionalidad y programas requeridos para el usuario y finalmente social; la carencia de identidad habitacional que poseen los habitáculos mineros hoy en día pueden ser el doble de rápido en su proceso y tal vez entreguen excesivos programas de lujo pero al fin y al cabo una habitación se siente parte de tu identidad cuando comienzas a llenar aquellos estantes con tus propios recuerdos.



**Figuras 49.** Elevación intervenida del proyecto con dos trabajadores unidos por su identidad minera pero a su vez latentes con identidades propias.

#### 4.2 Estrategia de proyecto low-cost

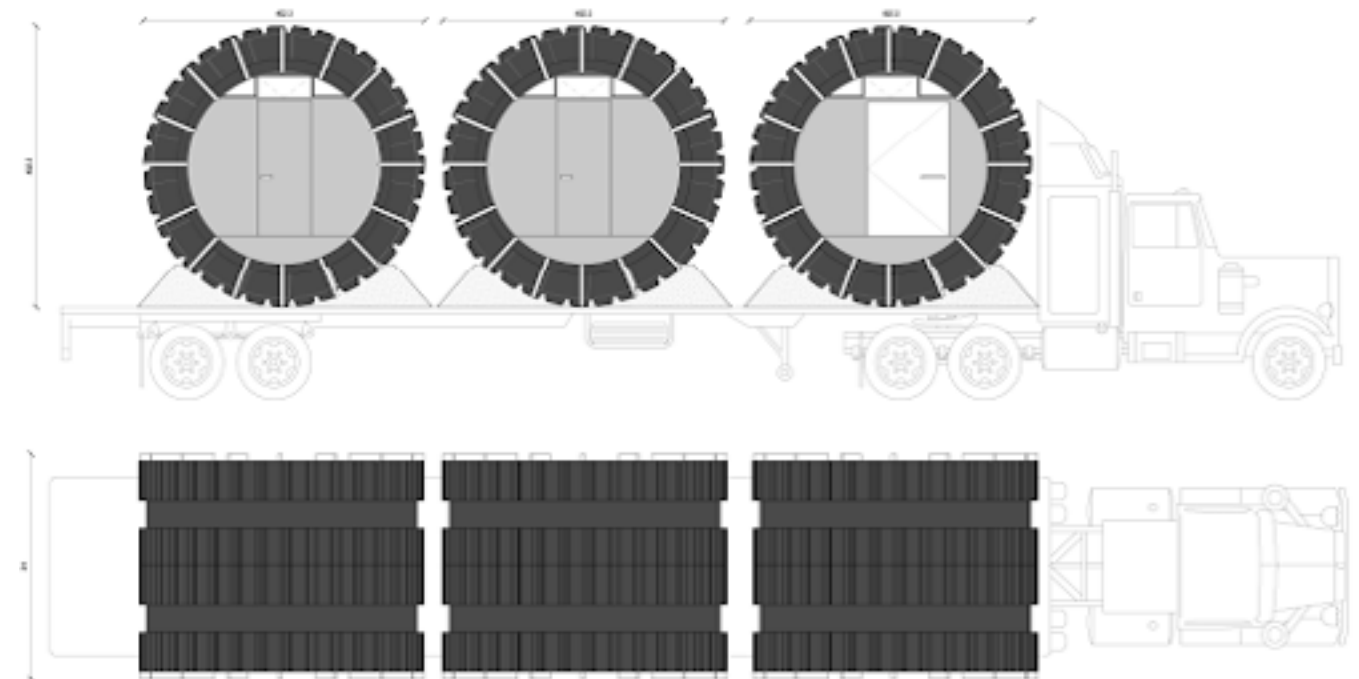
Se pensó una manera estratégica de proyecto a través de materiales de fácil obtención y factibles económicamente para agilizar el tiempo de elaboración e instalación sobre las faenas mineras.

Se considera un proyecto Low-cost puesto que Low cost es un modelo de negocio que se basa principalmente en la reducción de costes, lo que propicia una bajada en el precio de venta. El proyecto ofrece un producto básico, funcional, sin extras, pero de la misma calidad que el producto tradicional equivalente pero sin sacrificar la funcionalidad en el proceso, que en este caso sería la finalidad de una habitación y sus programas esenciales de desarrollo para el trabajador, Por esta razón, se emplea la madera terciada contrachapada para suelos, tabiquería y mobiliario existente.

En cuanto a sus fundaciones cabe destacar que se les da un uso al hormigonado base que se generó para trasladar dichos módulos desde su elaboración hacia el campamento en ser piezas ancla de conexión entre módulos para hacer la cápsula funcional. Luego la entrada se hace un sobrecimiento de hormigón in situ que tenga la función de entrada frontal y posterior del proyecto.

#### 4.2.1 Transporte de cápsulas

De acuerdo al método de transporte de cápsulas habitables en neumáticos se tomó en consideración un camión de carga terrestre al igual como se ha considerado anteriormente con modulaciones pre-fabricadas como campamentos mineros. Puesto que bajo lo regido en normativa de vialidad la cápsula en neumático estaría dentro de los parámetros de permiso sin escolta. (12,06 mts x 3,16 mts x 4,02 mts correspondiente al largo x ancho x alto del traslado)



**Figuras 50.** Elevación de camión de carga con una cápsula habitable en neumático separada por modulaciones.

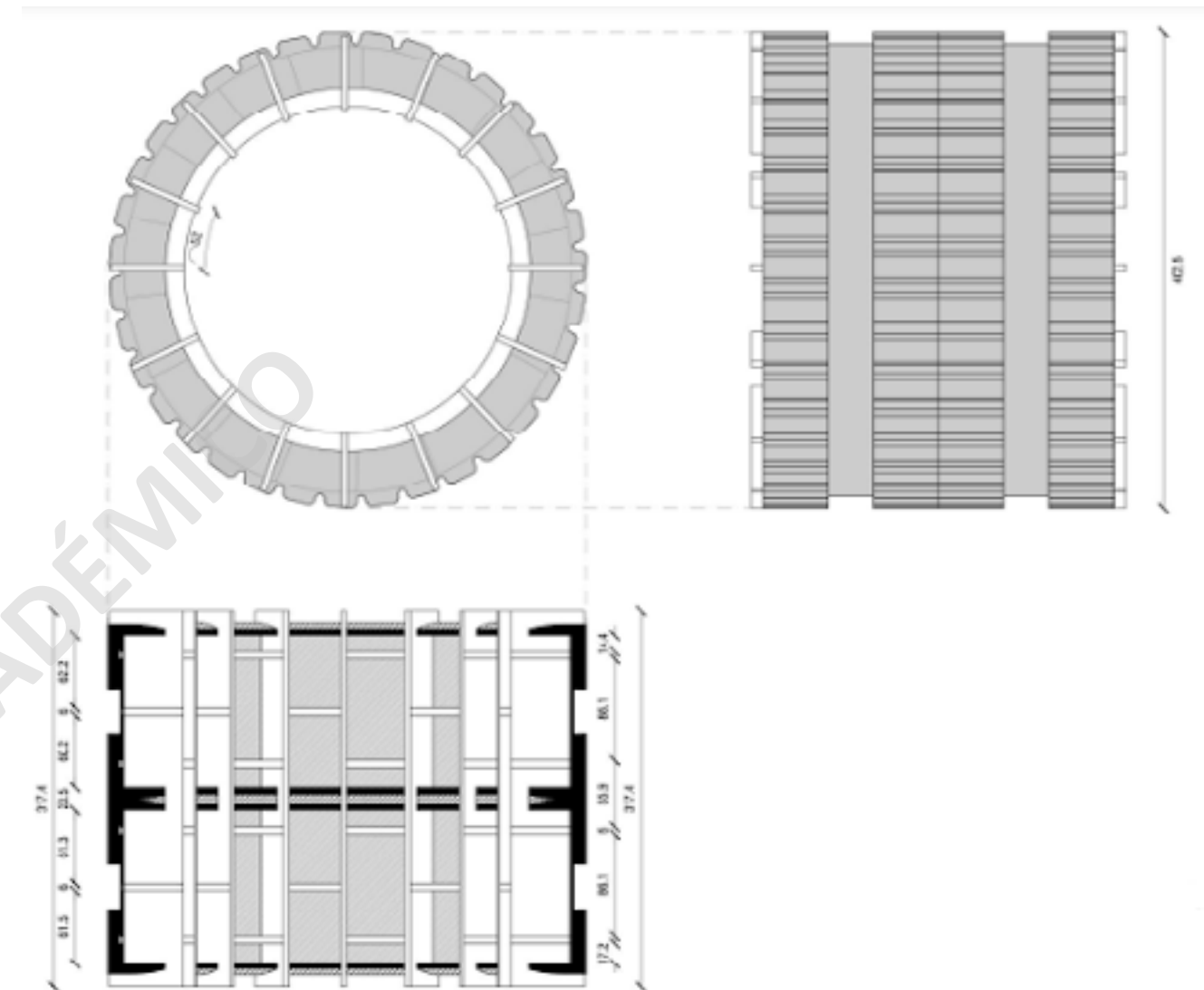
### 4.3 Neumático habitable como pieza aislada



**Figuras 51.** Comparación de un ser humano con una rueda minera de categoría B.

Tras ver la Figura 50 no es descabellado pensar en la posibilidad de estar dentro de un neumático minero de categoría B puesto que de un camión de carga en faena (8 neumáticos de categoría R R57" se puede obtener 2 cápsulas habitables)

El proyecto Cápsula habitable en neumático propone la unión, por adhesivo industrial para caucho más pernos de anclaje a compresión, de dos neumáticos R57" como estructura soportante principal, a la cual se adhieren costillas de terciado estructural cortados en CNC para dar forma a la parte interior del neumático y a su vez funcione como pieza estructural principal colocadas alrededor del neumático cada 52° y entre ellas se insertan costaneras que funcionan como soporte entre costillas generando así la estructura general interior del habitáculo.



**Figuras 52.** Neumático y sus componentes estructurales: Costillas y Costaneras.

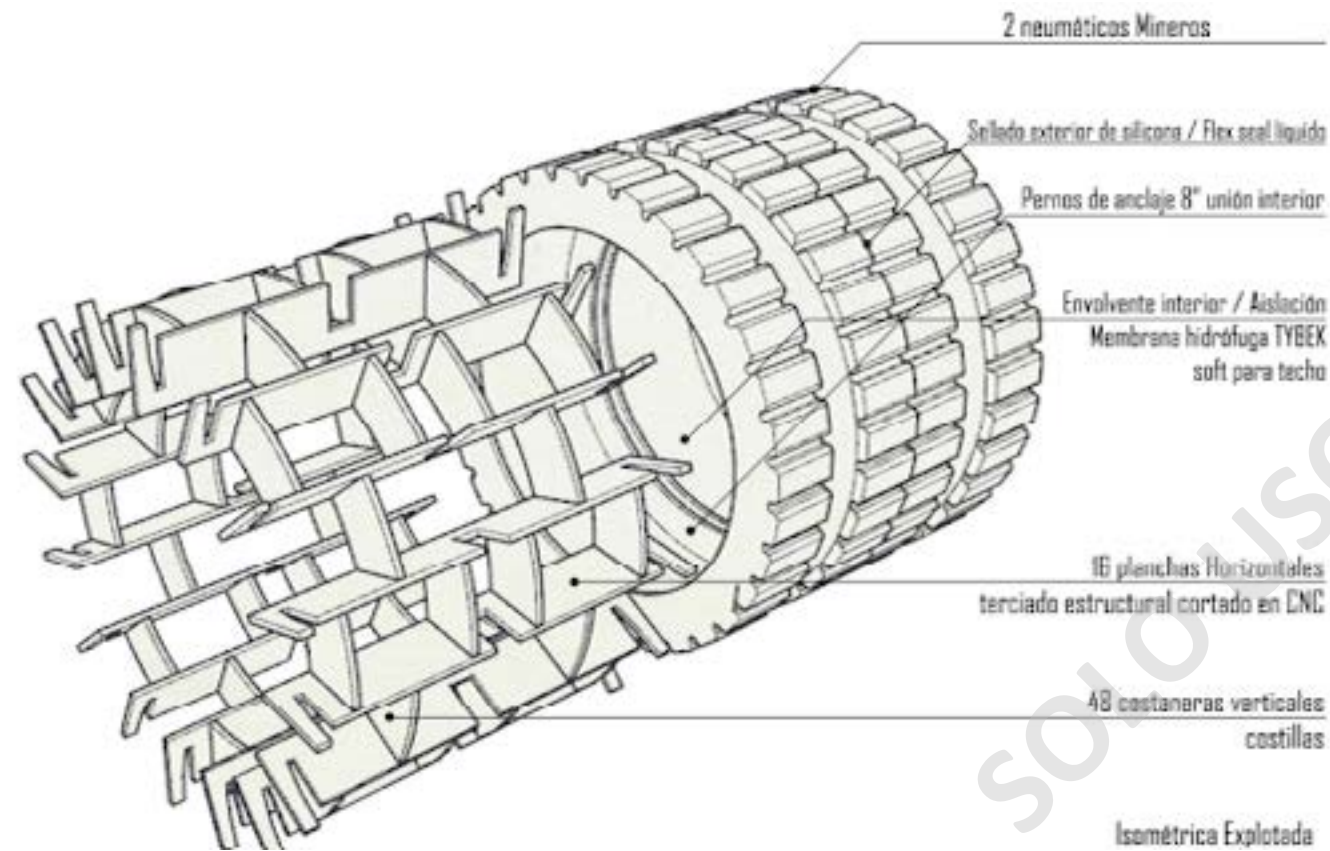
Cada módulo está conformado por dos neumáticos, y cada cápsula independiente está formada por 3 módulos. Dando así una estrategia programática en cómo situar las necesidades básicas de habitar en un individuo.



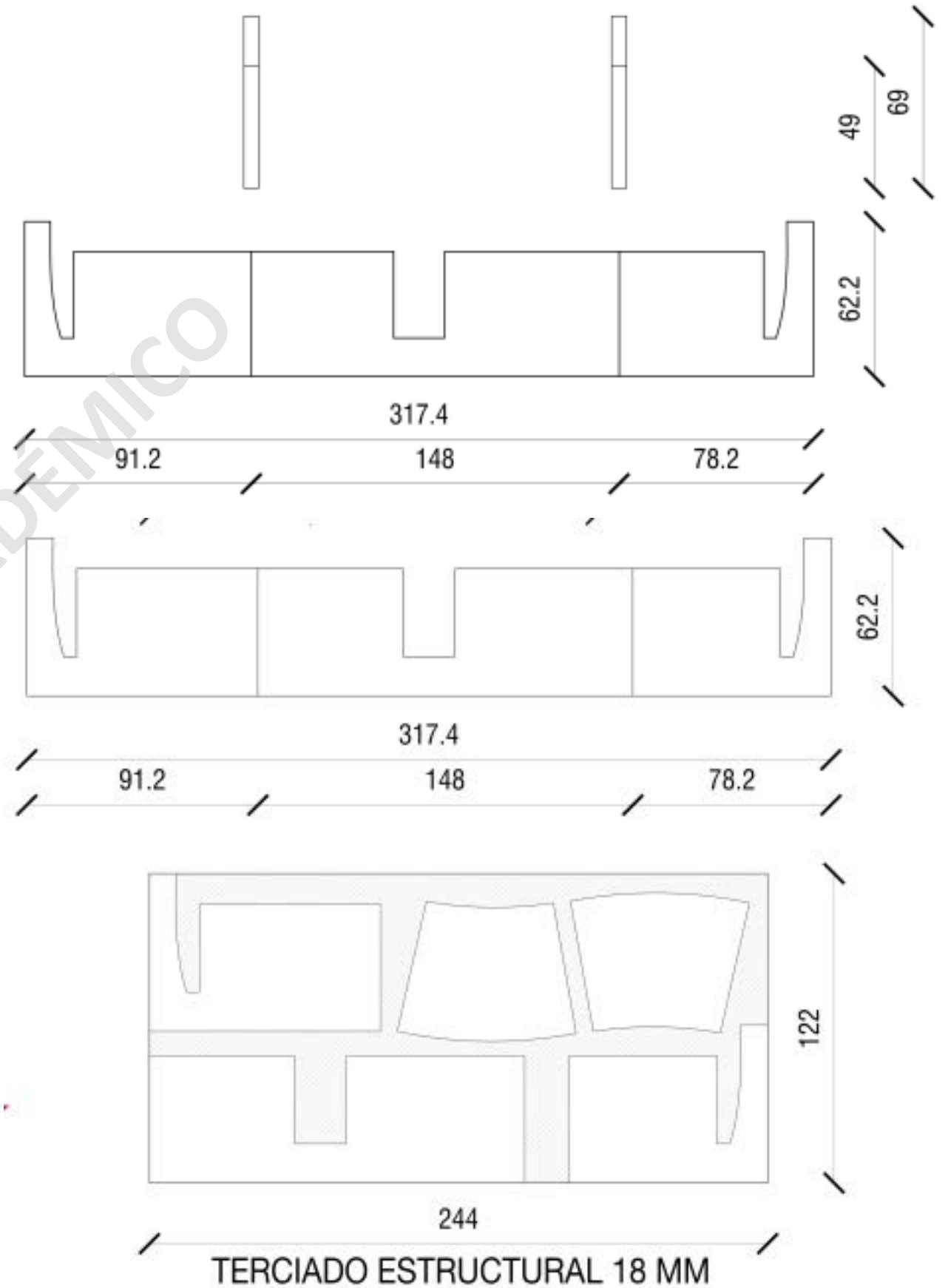
### 4.3.1 Composición estratégica de construcción

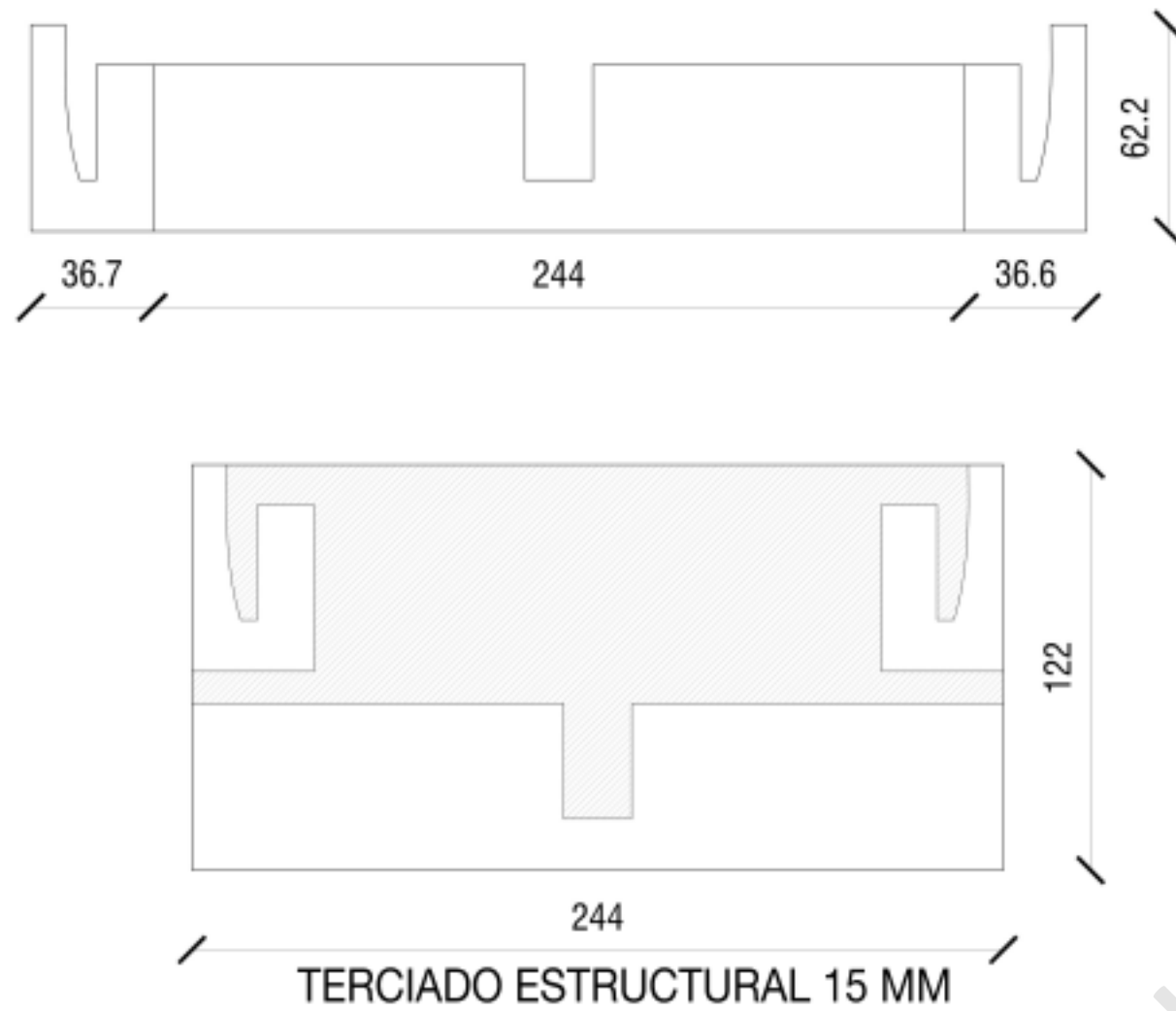
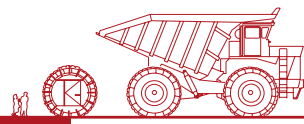
Con el propósito de hacer el Neumático Minero parte de la estructura principal del módulo se generaron 16 planchas horizontales a las que se le llamarán Costillas que son de Terciado estructural cortado en CNC tal como se aprecia en la figura 53 en donde son dos terciados de 18 mm y uno de 15 mm compresos unidos por pernos de 1 ½" para generar finalmente Costillas con un ancho de 50 mm auto soportantes.

Se eligió la unión de tres terciados estructurales para dar rigidez tanto en los puntos más flexibles del neumático como para la estabilidad proyectual en cuanto a su envigado de piso posterior. También se generaron 48 costaneras verticales las cuales van predispuestas cada cierto tramo entre costillas para evitar la torcedura del mismo, Las costaneras van presionadas sobre los puntos de unión en las costillas a lo largo de toda la circunferencia.



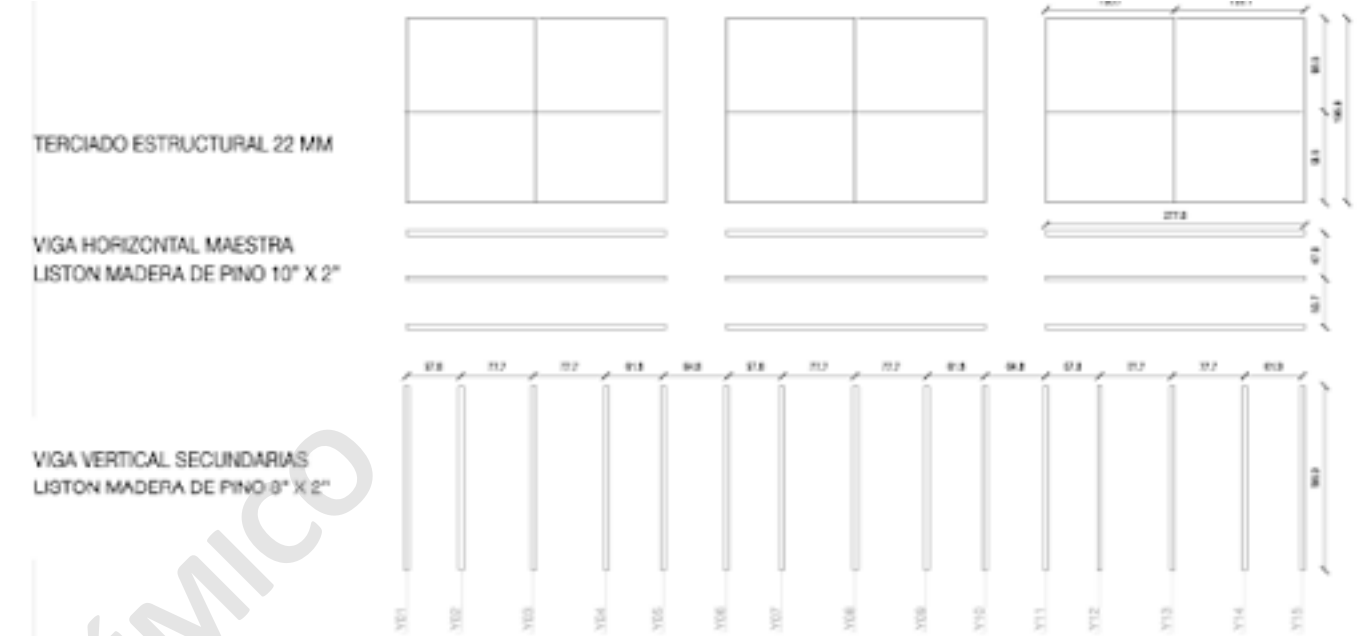
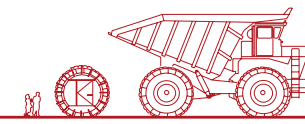
Figuras 53. Isométrica explotada de estructura principal de 1 modulación de habitáculo.





Figuras 54. Costillas y su disposición de elaboración.

De acuerdo al envigado de piso se propone un entramado de listones de madera de pino cepillado en el cual las vigas horizontales de proyecto, de 10" x 2", van unidas a las costillas inferiores por medio de ángulos de refuerzo de acero galvanizado y sobre estas van ensambladas 5 vigas secundarias, de 8" x 2". Como terminación de suelo se vuelve a instaurar el terciado estructural, esta vez de 22 mm, en el que posteriormente se añade su sistema de aislación al igual que su unión con los tabiques del proyecto.



Figuras 55. Entramado de piso anclado a la estructura principal de costillas.

### 4.3.2 Materialidad

La principal materialidad de la cápsula habitable en neumático es la madera estructural debido a sus características de ser un material de calidad y sustentable con los años siguiendo la lógica que sostiene el proyecto sobre un uso responsable de generar menos residuos que contaminen y poner en marcha lo estipulado por la Ley de Responsabilidad extendida al productor.

Dentro de las ventajas que posee la madera como material estructural se encuentra:

Es un material netamente renovable: Chile es uno de los países que más produce y exporta madera debido a su exhaustiva línea de forestales al sur del país, tomando en consideración de ser uno de los únicos materiales estructurales renovables que se encuentran en Chile.

**“El mejor desecho es aquel que no se genera”:** Menos desechos debido a que es un material altamente reciclable, se utiliza los componentes del árbol a un 100% proporcionando diferentes tipos de productos.

**Es un material liviano y transportable:** haciendo un contrapeso a lo gigante y pesado que es un neumático minero, la madera cumple el rol de entregar una relación peso / resistencia adecuado además de ser transportable en diferentes medidas, aminora costos de ejecución como de transporte.

**Posee una alta rapidez al ser montado, cortado y ensamblado:** No se necesita una gran maquinaria ni tampoco tanta mano de obra para montar piezas estructurales dentro del proyecto, por lo cual su rapidez de montaje añade aspectos positivos al proceso que se busca hoy en día en los campamentos mineros; rapidez y eficiencia.

**Aislación térmica:** mientras el neumático, que también sirve como un aislante térmico debido a más de un 60% de caucho que posee, la madera es 15 veces superior a un muro de hormigón. Consigue aislar de ruidos del exterior, acondiciona y absorbe las ondas sonoras. Crea ambientes templados: cálidos en invierno y más frescos en verano.

**Ambiente interior agradable:** debido a la climatización de espacios, la madera no solamente funciona como aislante térmico pero también acústico y eléctrico, lo que genera tener espacios más saludables al interior de los establecimientos.

#### 4.4 Propuesta programática de piezas modulares

Para la estrategia programática de las modulaciones se hizo primeramente un estudio cronológico minero junto a un estudio fotográfico espacial desde su llegada del bus, su recorrido espacial dentro del campamento para luego volver a tomar el bus para irse a trabajar. Bajo ese estudio surgieron 5 situaciones en las cual un trabajador se ve envuelto desde su llegada hasta su partida a trabajar siendo estos: La habitación, Los pasillos de conexión, El casino y/o comedor, La zona de recreación, El recibidor con la llegada y salida de buses.

Tras estos 5 focos se tomó especial preocupación en cuatro de ellos con el propósito de envolver al usuario en sus necesidades básicas omitiendo los espacios de conexión que posee cada programa para así concluir que lo esencial para el habitar se describe en cuatro puntos:

- Zona Dormitorio
- Zona Aseo
- Zona Cocina
- Zona Social



**Figuras 56.** Esquema de los cuatro principales focos del habitar

Comprendiéndose de esta manera que la modulación responde a una especie de refugio temporal moderno en donde su finalidad es entregar alojamiento, refugio, protección y bienestar a usuario por un tiempo definido y por lo general encontrándose en zonas extremas y/o remotas fuera de la conurbación urbana en un edificio de pequeña espacialidad pero flexible.

##### Programa habitual como un refugio.

El proyecto como refugio se caracteriza por tener un programa sencillo. Cada superficie del refugio suele ser considerada multifuncional. Eso quiere decir que cada zona principal debe adaptarse según los requerimientos que tenga el habitante. Se puso en valor una disyuntiva las zonas húmedas como la cocina o la zona de aseo puesto que la mayoría de los refugios no posee instalaciones de agua potable ni aguas servidas por estar expuestos a zonas de difícil acceso. En el caso del proyecto habitable en neumático se puso especial énfasis en ubicar ambas zonas en una modulación pertinente formando así las tres modulaciones programáticas principales del proyecto:

#### LA ZONA HABITACIÓN – LA ZONA HUMEDA – LA ZONA SOCIAL



Una unidad modular que no pierda su función tanto unida...

Cocina + Baño + Dormitorio + Estudio + Espacio social = Refugio temporal

...como separada



**Figuras 57.** Esquema resultante de las modulaciones de cápsula

Pocas veces se ha tomado en consideración la zona de cocina en modulaciones pre-fabricadas de campamento minero puesto que el paradigma de un trabajador minero recae generalmente en una habitación tipo, con un baño (en el cual pocas veces hay duchas) para tener que tener tiempos delimitados para comer expuestos en grandes módulos anexos que funcionan como comedores independientes al igual que grandes modulaciones que funcionan como duchas. El proyecto propone una nueva mirada comparativa de despegarse un poco de la idea de ser un extraño habitando un hotel a simplemente habitar un día más desde un refugio que puede entregar el calor de hogar faltante.

Es así como la cápsula habitable en neumático propone finalmente tres modulaciones principales de las cuales se proyectan cuatro programas existentes unidos por sus fundaciones para así generar una continuidad espacial entre instancias programáticas, una propuesta que reduce al mínimo el uso de pasillos a través de espacios multifuncionales.

#### 4.4.1 Estudio de estrategias como cápsula



**Figuras 58.** Esquema de estudio para estrategia de circulación interior de proyecto

Con la finalidad de comprender la mejor disposición de módulos para la cápsula habitable se planteó separando cada modulación con su respectivo programa (Figura 58) y sus espacios relacionados al habitar y circular dentro. Para eso se determinó que:

- La zona Social A es de carácter público totalmente, en este espacio es donde generalmente el trabajador lo puede utilizar como espacio de recreación, descanso, comer y socializar.
- La zona Dormitorio B se consideró de carácter semi-público puesto que si bien es más privado que la zona social todavía sigue un orden de compartir y realizarse dentro del espacio a menor escala ya que en este espacio solamente se encuentran los que habitan y usan dichos dormitorios compartidos.
- La zona Húmeda C – Cocina es de carácter público y semipúblico debido que es un espacio acotado pero no totalmente privado, no es un espacio de instancia y permanencia y más se considera como un espacio de paso y funcional eficiente.
- La zona Húmeda D – Baño se consideró totalmente privado, a pesar de ser de espacio acotado al igual que la cocina, este se comprende como un espacio de permanencia y tranquilidad.

La estrategia de circulación interior de proyecto o un análisis de microcirculación o huellas que los propios usuarios (2 operarios por cápsula) hacen al habitar su hogar o espacio residencial generaron tres posibles circulaciones (seis en total pero las otras son un reflejo inverso que funcionan de la misma manera) las cuales fueron:

A – B – C – D: Una tipología de circulación que deriva de lo más público a lo más privado, por una parte funcional en cápsulas con solamente una entrada pero por otra parte se cierra a la posibilidad de doble conexión por ambos lados.

B – A – C – D: Una tipología de circulación no funcional si se toma en cuenta que la entrada principal reside en la habitación, la cual a su vez está alejada del baño. El área social pasaría a ser un núcleo de ruidos molestos para aquel que quiere descansar y su compañero el cual está en su periodo de recreación.

B – C – D – A: Una tipología de circulación posible que contiene la modulación húmeda como núcleo y separador entre lo completamente público y lo más centrado al descanso y permanencia.

Y finalmente la resolución final se dio bajo la circulación

**A – C – D – B**

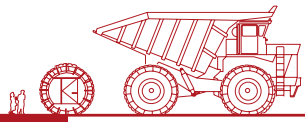
**Social – Cocina – Baño – Habitación**

“... todo lo habitual parece a la vez natural e indispensable, pero se trata de una falsa ilusión, que también tiene consecuencias, pues esconde el poder que la distribución habitual del espacio doméstico ejerce sobre nuestras vidas y, al mismo tiempo, oculta el hecho de que esta organización tiene un origen y un propósito. La búsqueda de la privacidad, confort e independencia por medio de la arquitectura es bastante reciente” (EVANS, Robin, Figuras, Puertas y Pasillos, Pre-textos de Arquitectura traducciones, pág. 71)

Los espacios netamente privados que son heredados de la cultura y sociedad del siglo XIX, lo que se reduce solo a los dormitorios y baños, donde las personas tienden a desarrollar toda su intimidad, pero en hechos como la presentes construcciones de hoy en día se busca la privacidad pero a su vez un vano que asegure que no está completamente privado.

Una cápsula modular cuyos espacios transitables son programáticos y flexibles da una connotación de perder esa necesidad tan privada y enajenada de los espacios, así como uno puede comer en la habitación, dormir en la sala, lavarse los dientes en la cocina y entre otras cosas que las personas no suele decir pero son recurrentes en más de la identidad de algún usuario. La cápsula no está pensada para una tipología de usuario en específico con sus tradiciones y condiciones específicas, es una cápsula que invita al usuario a manipularla a su modo dotándola de identidades diferentes no solamente entre módulos pero entre usuarios compartiendo ese módulo también.

Se eligió la circulación ACDB en una respuesta a generar un núcleo húmedo tal como pasa en las edificaciones convencionales, si bien las tres modulaciones actúan como permanencia y traspasó la modulación CD marca una línea imaginaria entre el espacio AC ( Social – Cocina )para socializar, recrearse, cocinarse, entre otras cosas y el espacio más centrado a la permanencia y descanso como es DB ( Baño – Habitación) donde ambas caras social y habitación tiene sus respectivas entradas y puertas pero figurativamente está en el raciocinio como habitante del lugar cual es un espacio más abierto a recibir personas y cual es un espacio más cerrado y englobado en el espacio propio. Siendo que los tres módulos son exactamente igual pero a su vez cada módulo va adquiriendo una identidad diferente al usuario habitarlo y desarrollarse en él.



## 4.5 Conclusiones

Chile, a pesar de ser el principal exponente en exportación de cobre y lo que conlleva de poseer altas cantidades de proyectos mineros activos, ha tenido un crecimiento bastante rápido a grandes rasgos con respecto a la comercialización de este pero en una escala más reducida ese crecimiento explosivo es el detonante de necesitar rápidas respuestas con respecto a todo lo que esto requiere. Se han introducido nuevas maquinarias, nuevas tecnologías y nuevos modelos de trabajo. Pero si esto lo llevamos aún a una escala más reducida existe una identidad social reflejada en un grupo de personas trabajando arduamente para elevar exponencialmente la comercialización, se tiene en valor la identidad minera pero se pierde o se deja en el olvido la identidad de la persona sobre aquel trabajo.

Chile se ha olvidado de la escala humana y hoy en día, hace no muchos años, se toma en cuenta las necesidades o las consecuencias que este trabajo sin fin ha dejado. Una huella que ha marcado tanto al paisaje y territorio con la extracción de minerales como al trabajador minero y su hábitat.

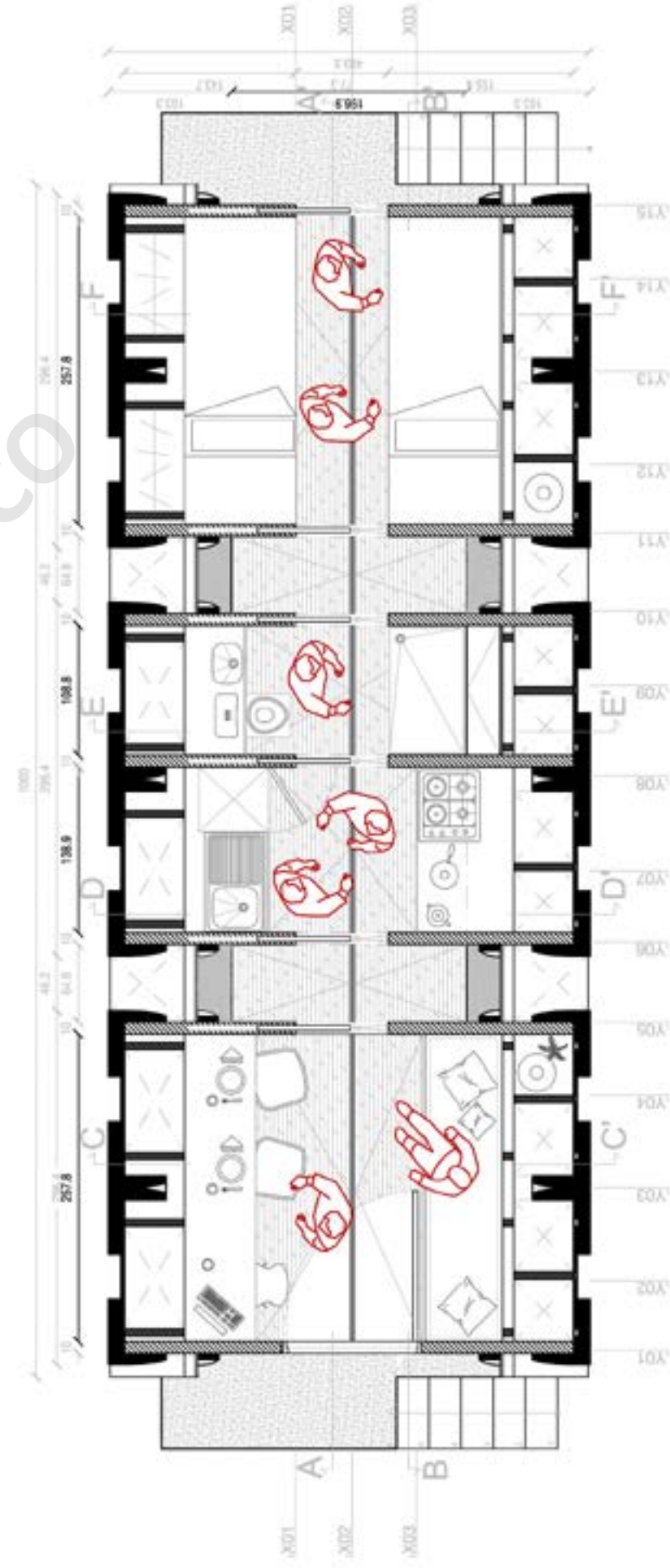
Innovaciones han surgido en respuesta a la necesidad de entregar cada vez la mejor habitabilidad y confort en todo tipo de ámbitos, la pre-fabricación industrial llevada cada vez más cerca a la comodidad de un ser humano en tiempos impresionantes de elaboración e instalación. Modulaciones estructurales con el fin de crear un cobijo, permanencia y refugio en zonas totalmente remotas y segregadas socio-especialmente pero aún queda latente esa indiscutible frase que dice: "No hay lugar como el hogar".

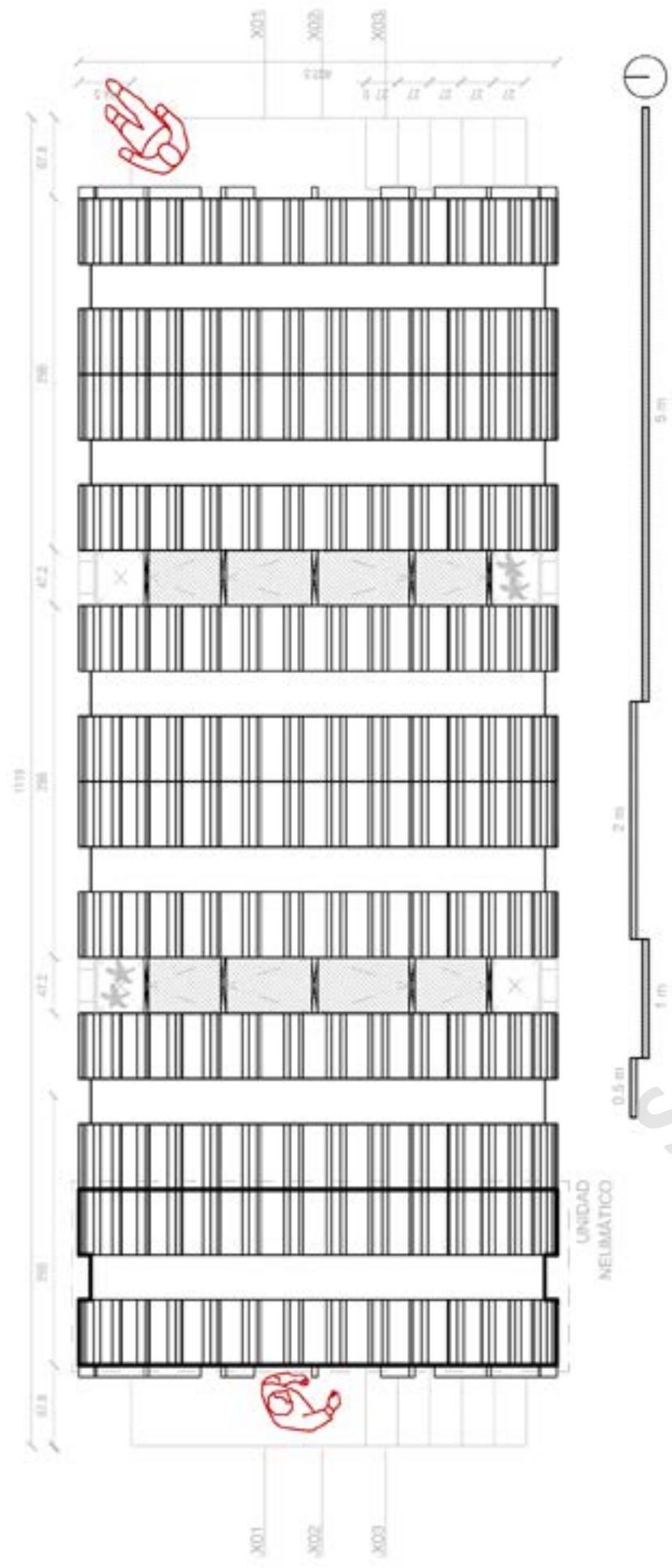
Está claro que la mayoría no puede imaginar o colocarse en los zapatos de un trabajador minero y lo que experimenta cada lunes a las 4 de la mañana cuando debe viajar por otra semana más a una zona alejado de su familia, de sus amigos, de sus objetos personales, de su hogar. Un proceso nostálgico y bastante fuerte sin posibilidad a rehusarse puesto que es por un bien propio de igual manera, un sacrificio inminente.

Así como la falta de identidad a escala humana ha dejado huella; también no es un tema menor la huella de contaminación que azota por las mismas mineras, cada vez más notorio y cada vez más irreversible lo que hace poner un alto para comenzar a analizar cómo se puede solucionar el error que antes parecía tan sutil.

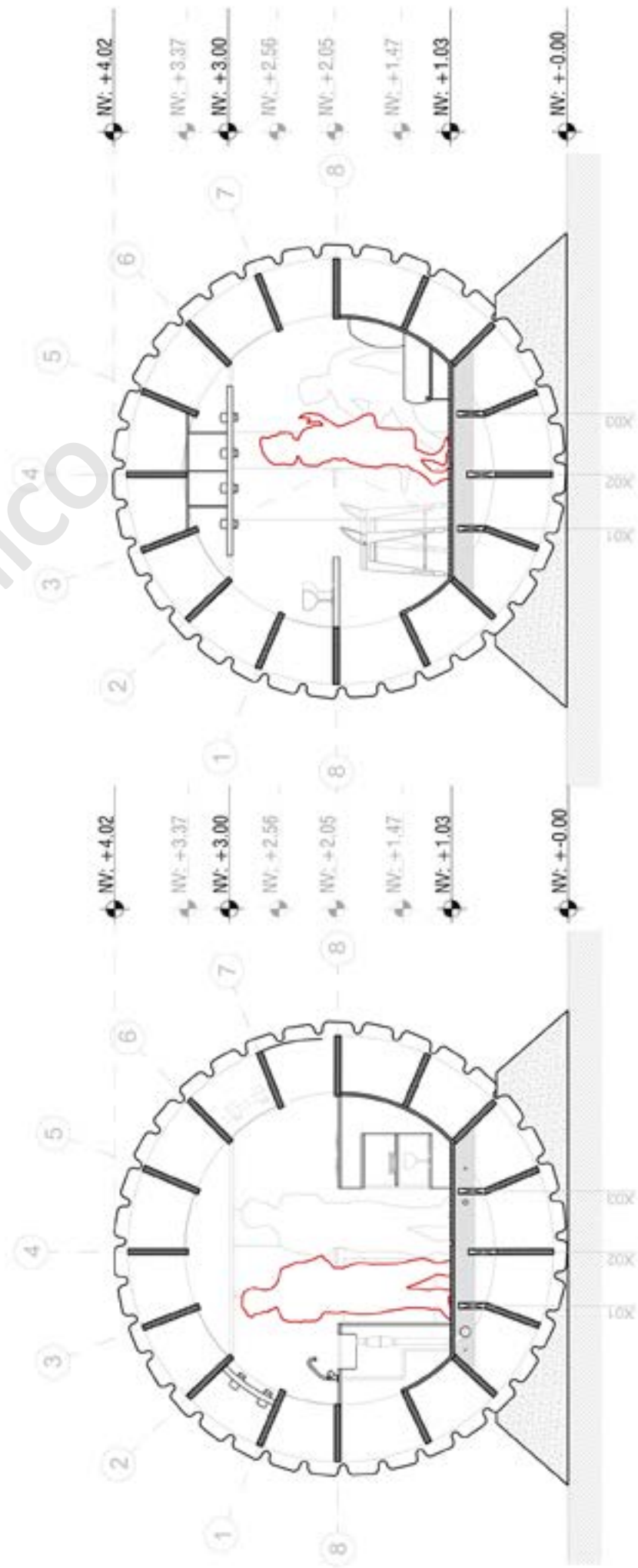
Son dos identidades; la sustentable y la social la que parecen no tener una conexión directa a primera vista pero bajo el modelo de desarrollo sostenible y aportando económicamente resulta finalmente lo equitativo y viable.

## 4.5 PLANIMETRIAS



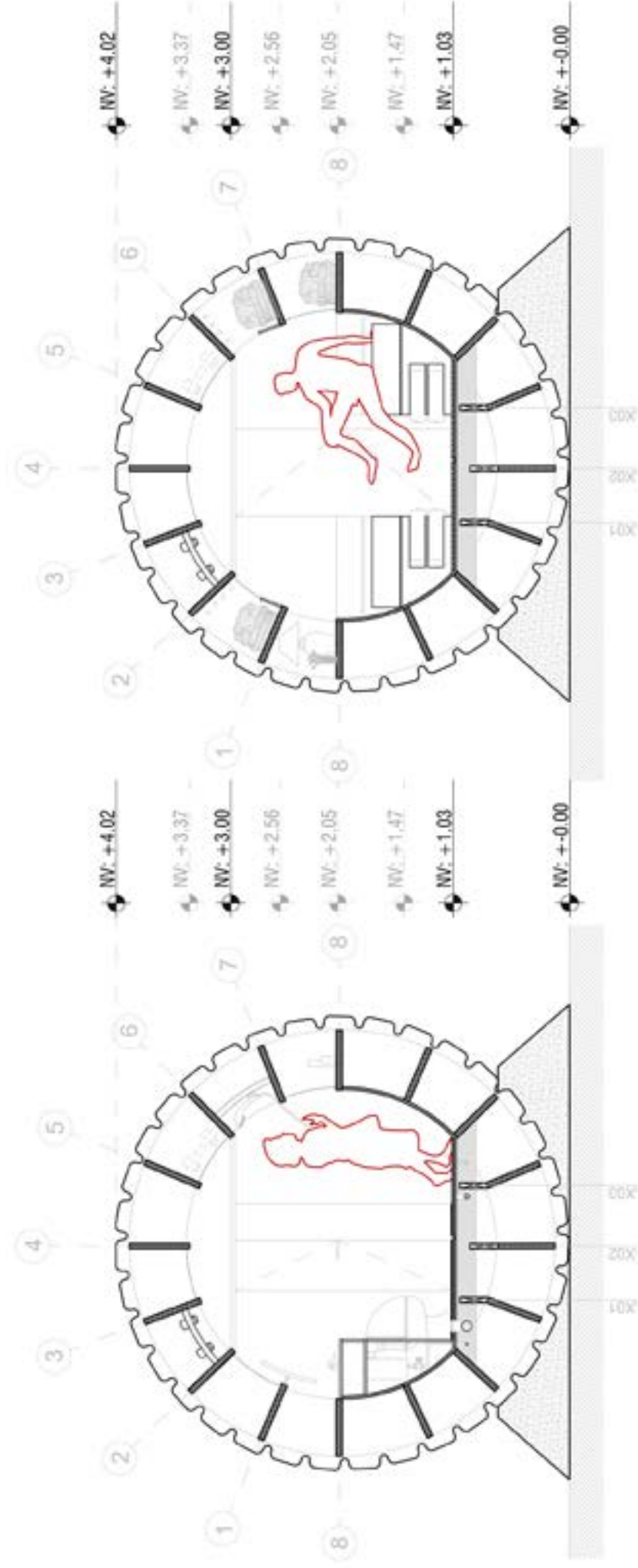


**PLANIMETRIA GENERAL DE CUBIERTA**  
 ESCALA 1/50



**CORTE TRANSVERSAL D-D'**  
 ESCALA 1/50

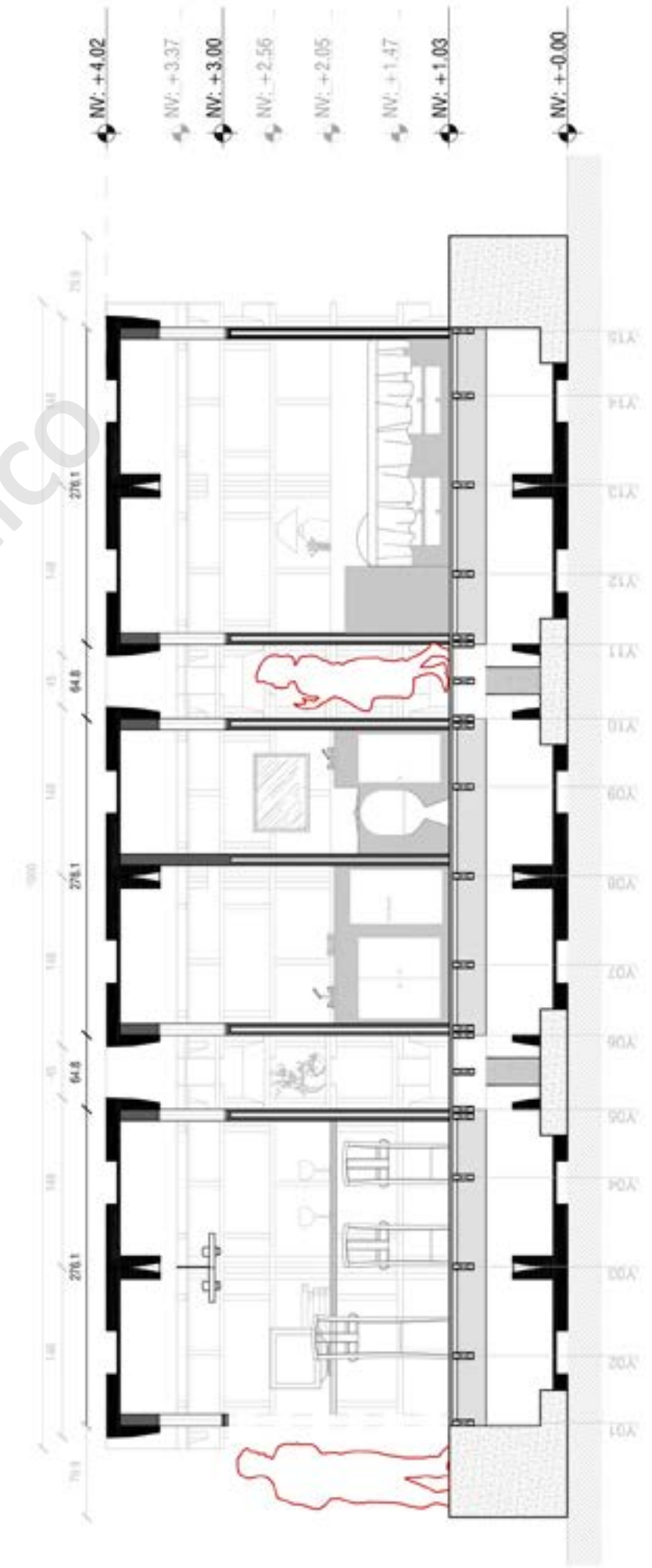
**CORTE TRANSVERSAL C-C'**  
 ESCALA 1/50



**CORTE TRANSVERSAL E-E'**  
ESCALA 1/50

**CORTE TRANSVERSAL F-F'**  
ESCALA 1/50

SOLO USO ACADÉMICO

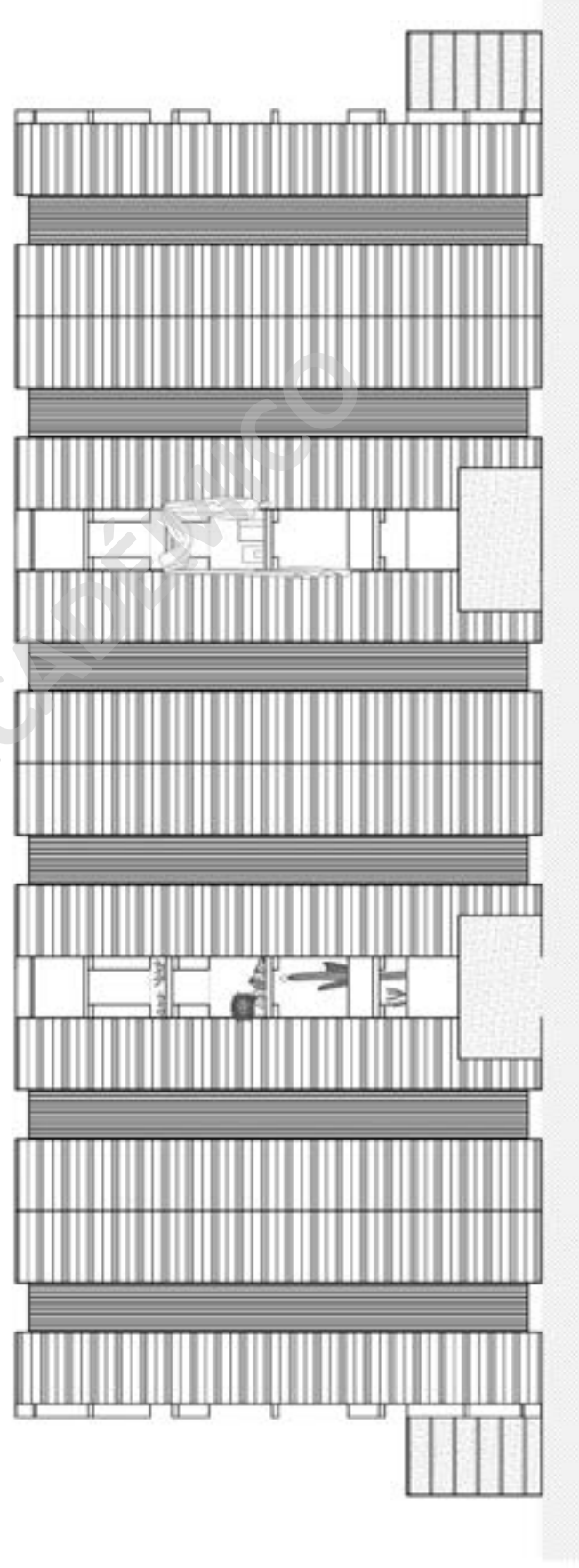


**CORTE LONGITUDINAL A-A'**  
ESCALA 1/50

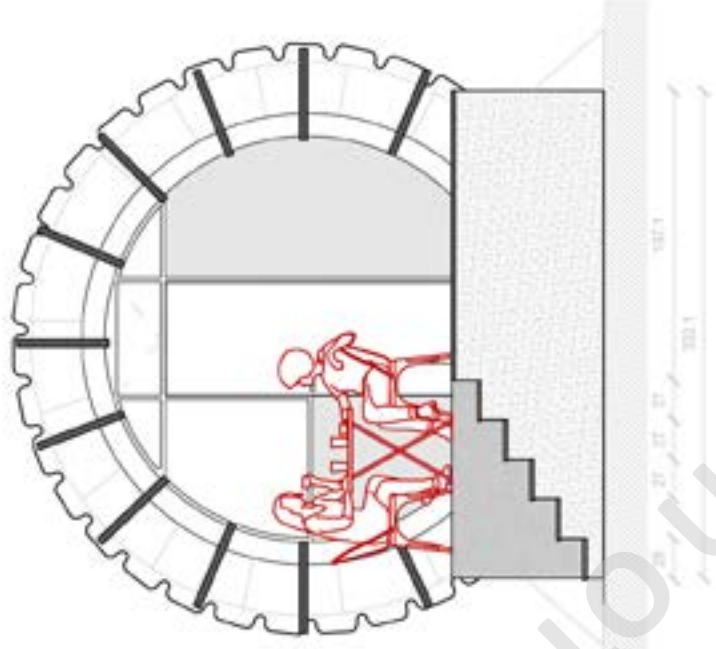
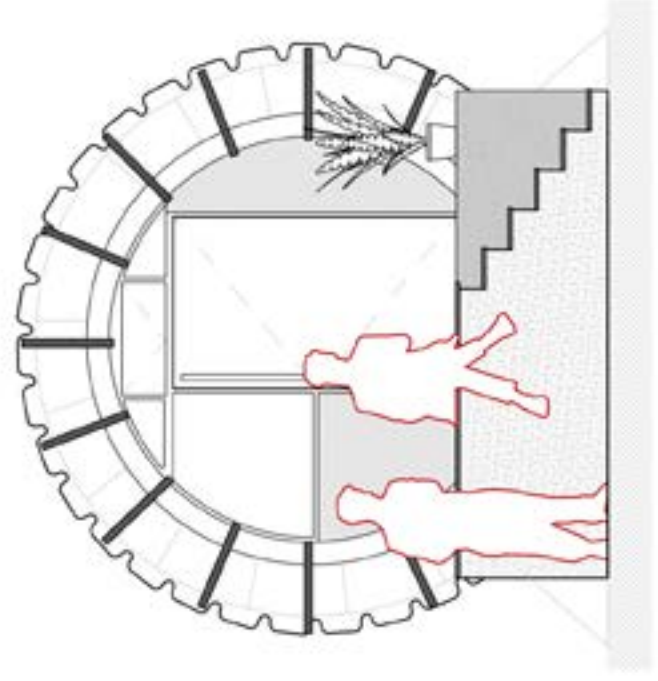




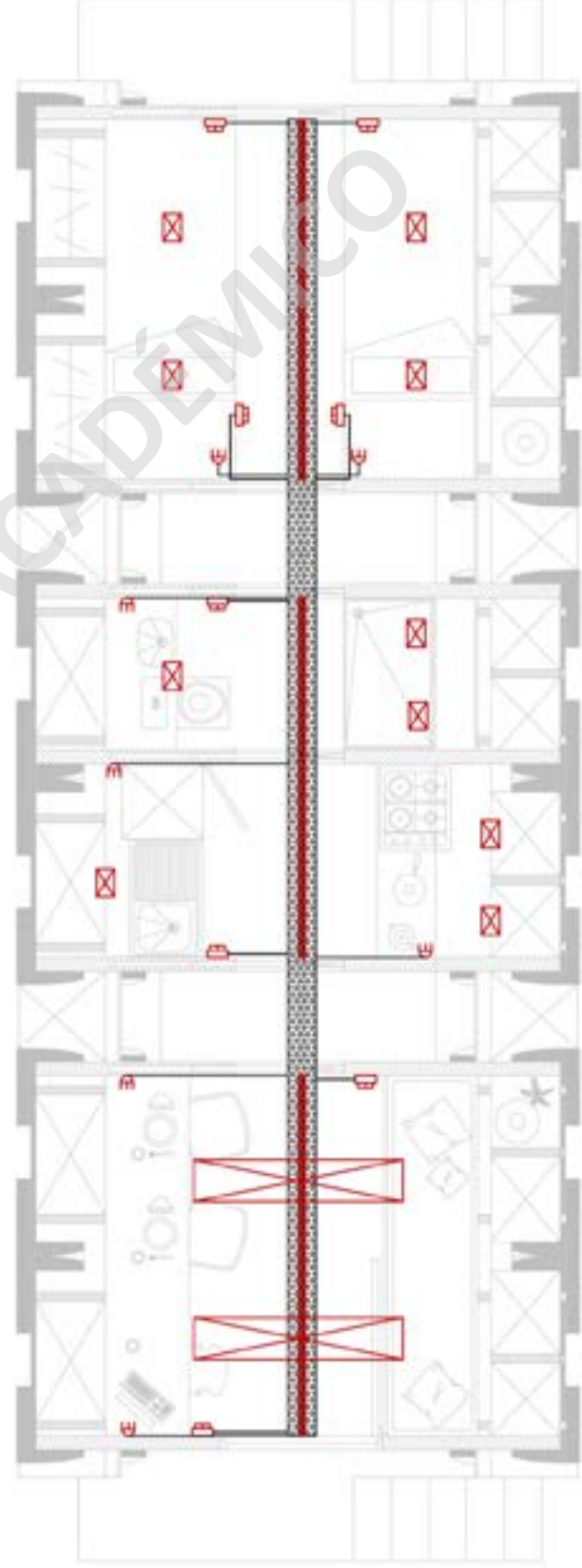
**CORTE LONGITUDINAL B-B'**  
 ESCALA 1/50



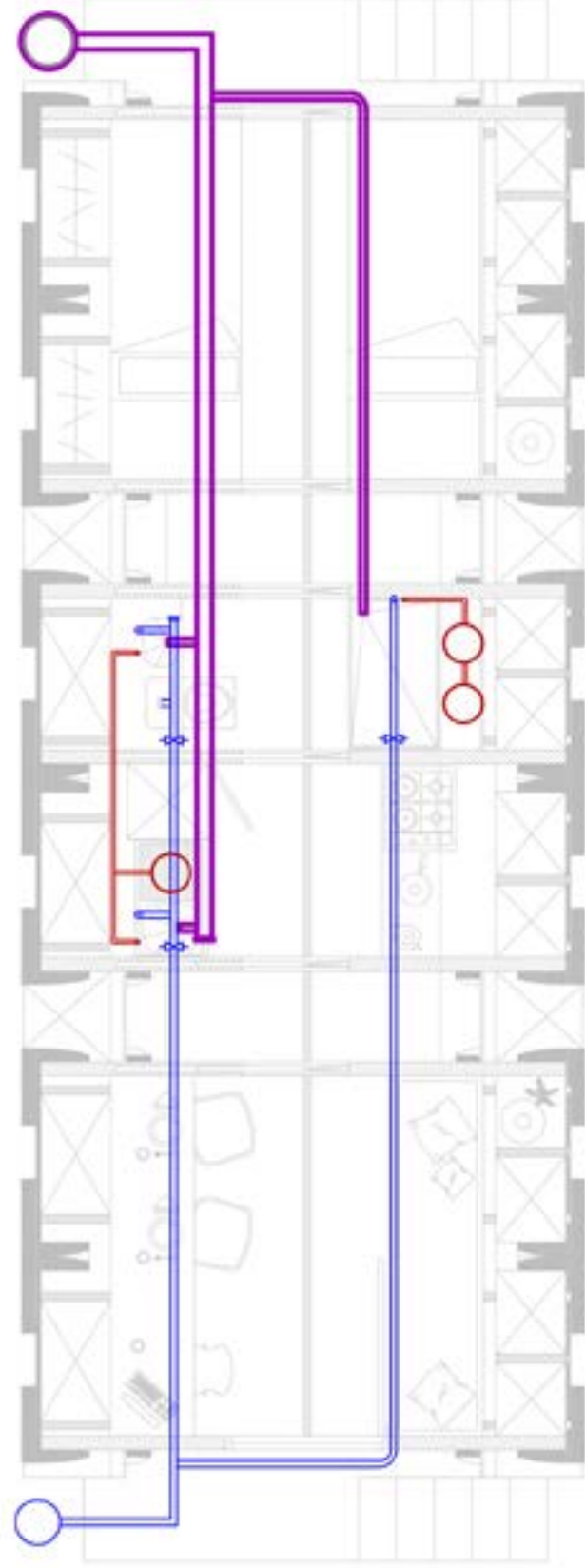
**ELEVACIONES LATERALES**  
 ESCALA 1/50



ELEVACIONES FRONTAL Y POSTERIOR  
ESCALA 1/50

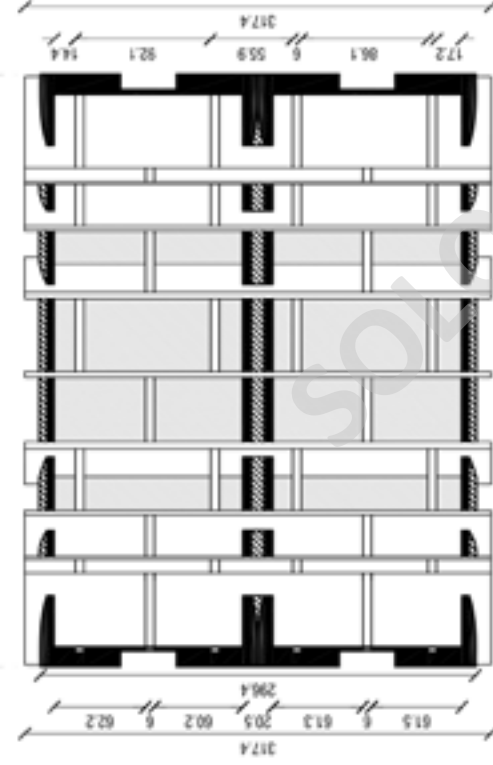
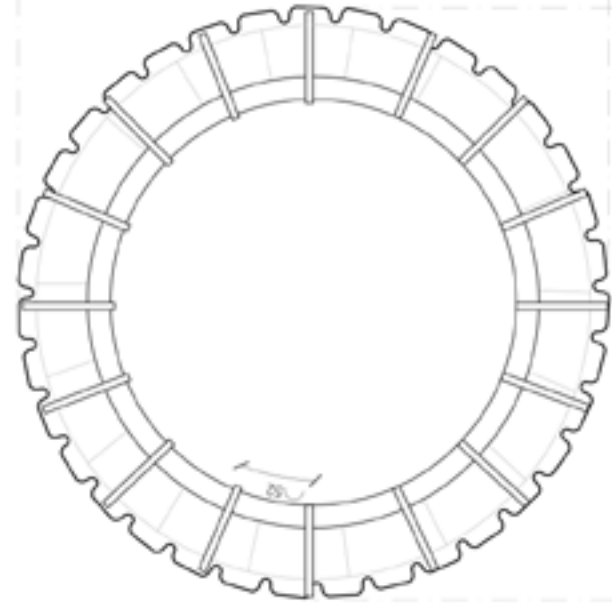
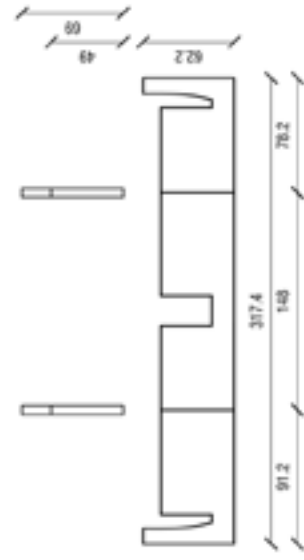
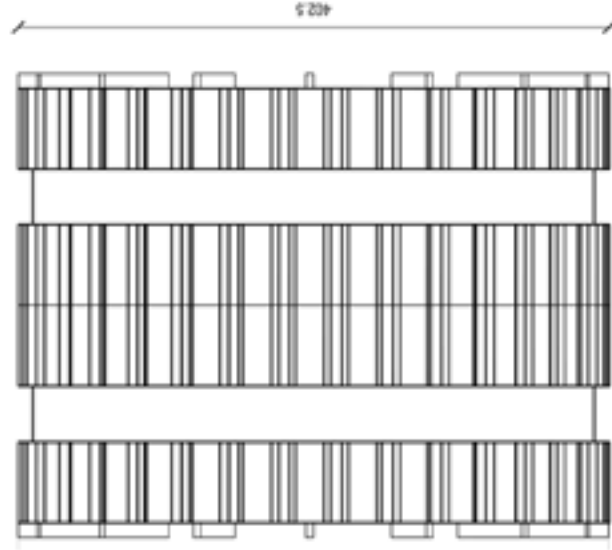


| SIMBOLOGÍA |                           |
|------------|---------------------------|
|            | RENDIJA METÁLICA          |
|            | CANAL ELÉCTRICO           |
|            | INTERRUPTOR ILUMINARIA    |
|            | CAJA DE ENCHUFE           |
|            | TUBO DE NEÓN OLÍSTICO LED |
|            | CENTRO DE LUZ             |



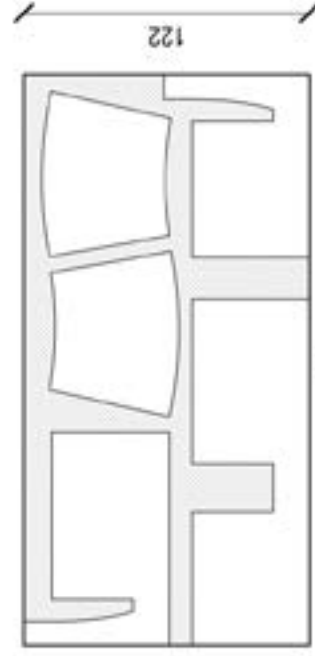
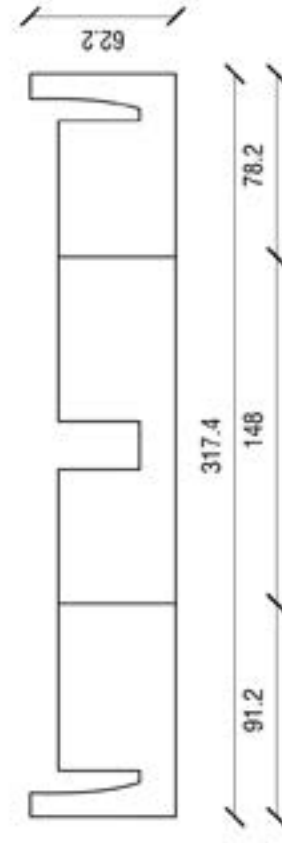
| SIMBOLOGÍA |                                 |
|------------|---------------------------------|
|            | CÁMARA ODMICILIARIA             |
|            | CAÑERÍA AGUAS NEGRAS 110 MM     |
|            | CAÑERÍA AGUAS GRISAS 75 MM      |
|            | CAÑERÍA AGUAS GRISAS 50 MM      |
|            | TERMIELÉCTRICO                  |
|            | TUBERÍA AGUA CALIENTE PPR 25 MM |
|            | TUBERÍA AGUA FRÍA 50 MM         |
|            | LLAVE DE PASO AGUA POTABLE      |
|            | LLAVE DE PASO                   |

INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y SANITARIAS  
ESCALA 1/50

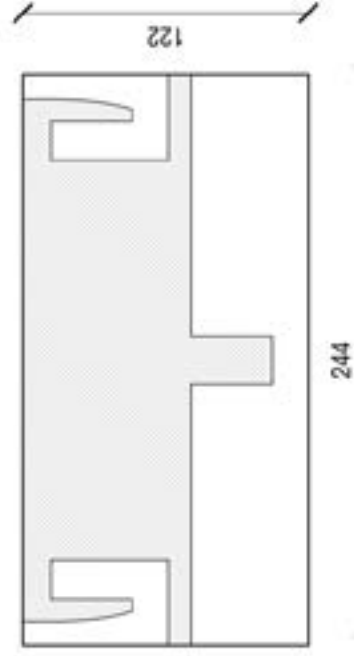
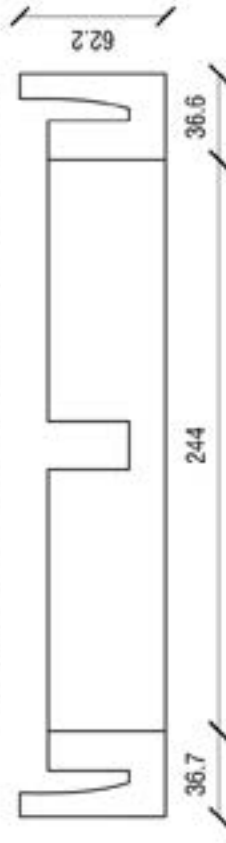


**PLANIMETRIA ESTRUCTURAL DE NEUMÁTICO**  
**ESCALA 1/50**

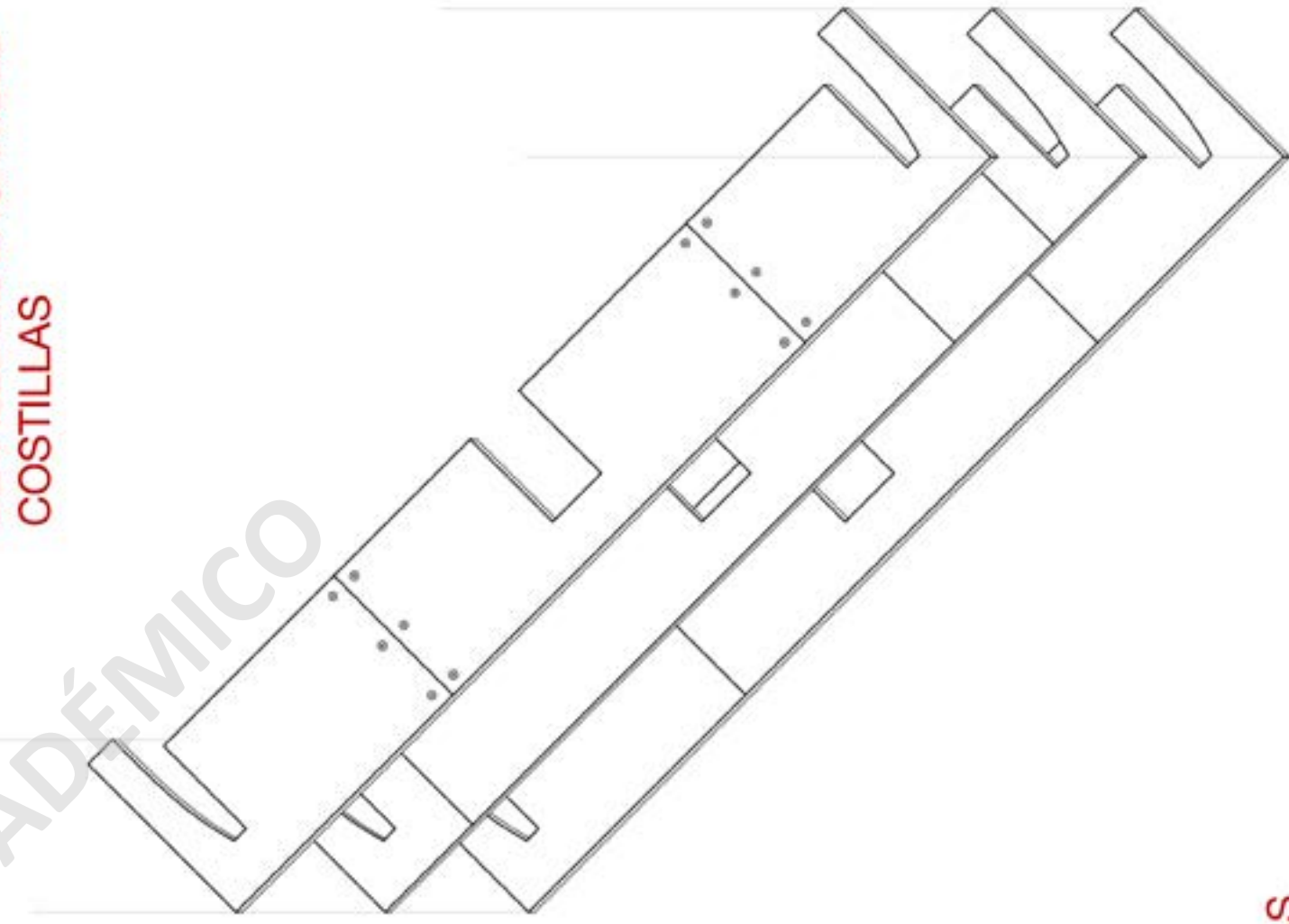
**DETALLE DE ENSAMBLE**  
**COSTILLAS**

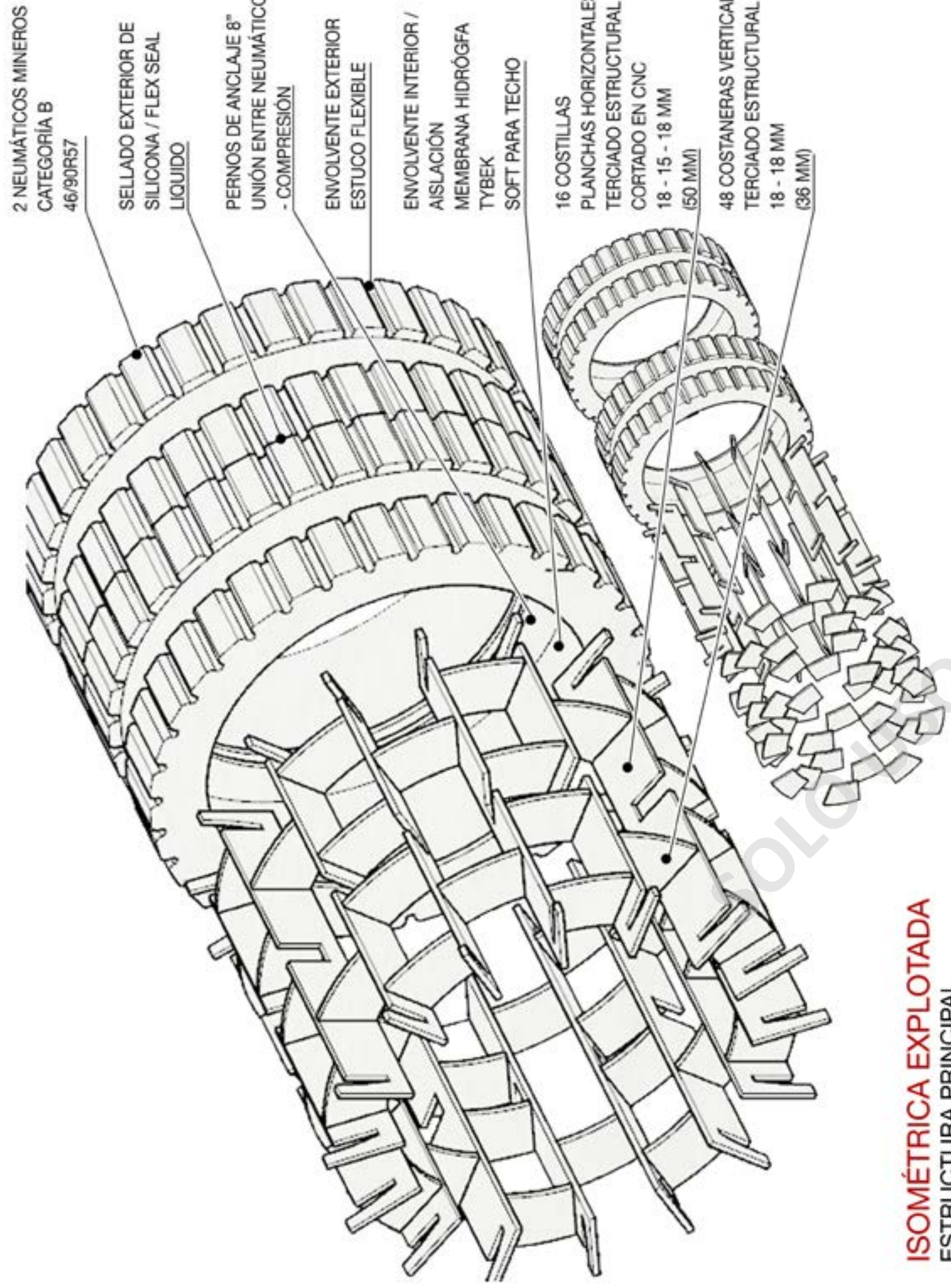


**TÉRCIADO ESTRUCTURAL 18 MM (2)**

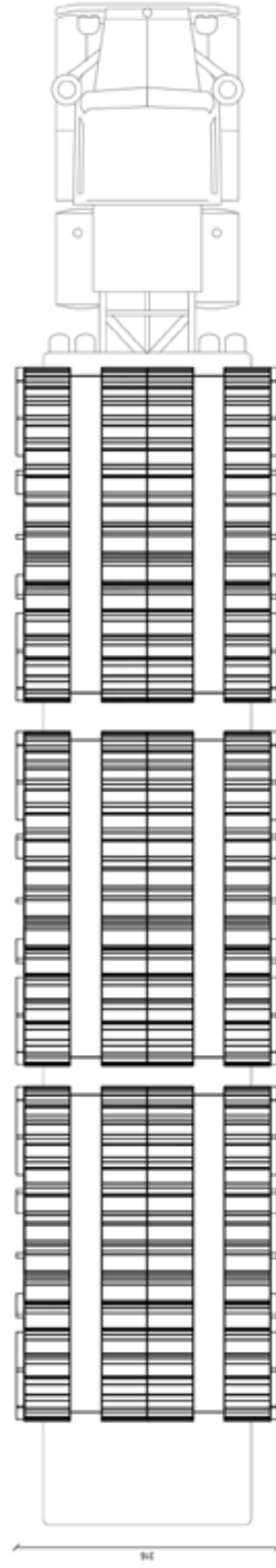
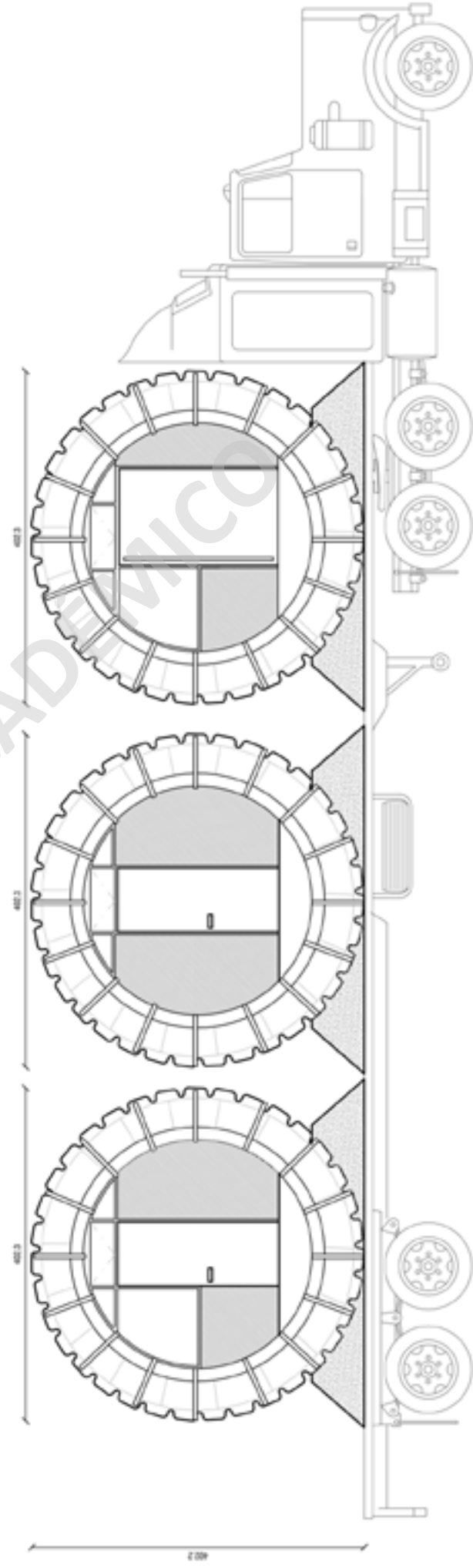


**TÉRCIADO ESTRUCTURAL 18 MM (2)**  
**PLANIMETRIA ESTRUCTURAL DE COSTILLAS**

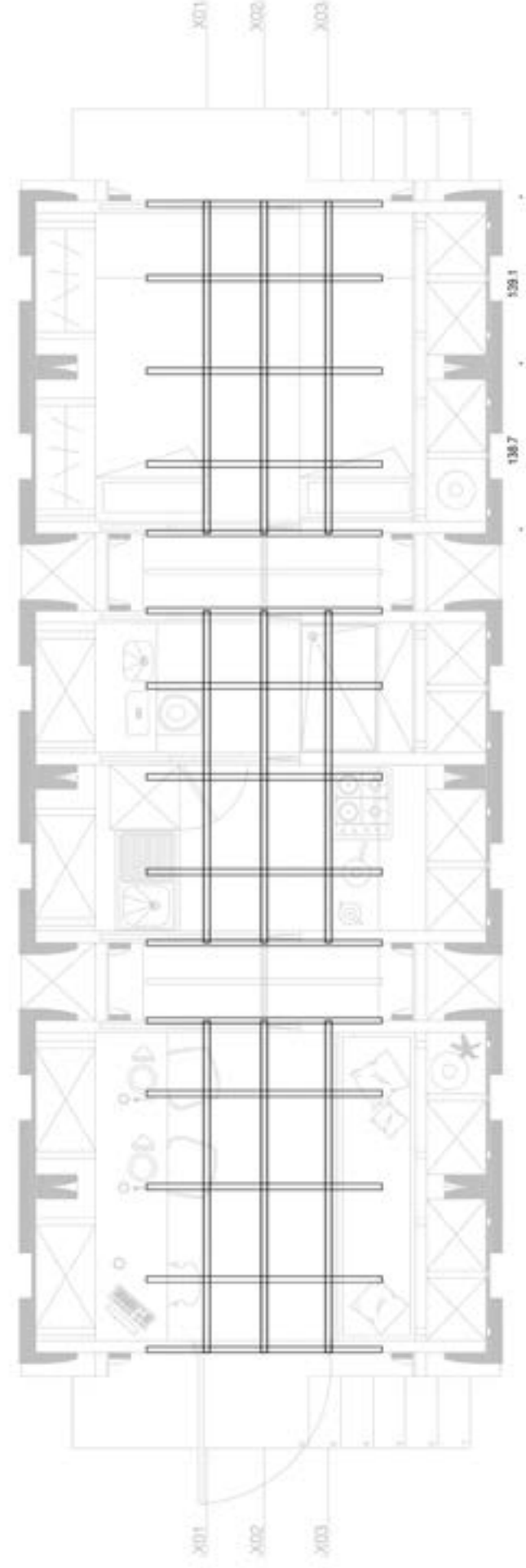




**ISOMÉTRICA EXPLOTADA**  
ESTRUCTURA PRINCIPAL

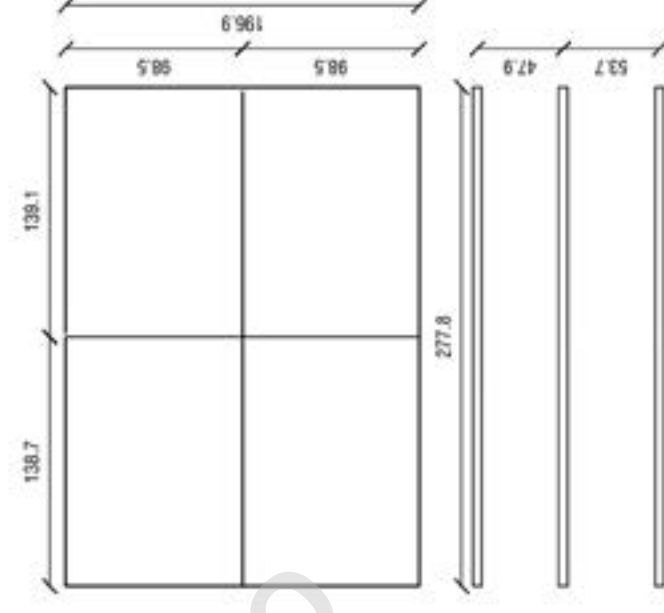


**MÉTODO DE TRASLADO**  
1 CÁPSULA HABITABLE PARA 2 PERSONAS



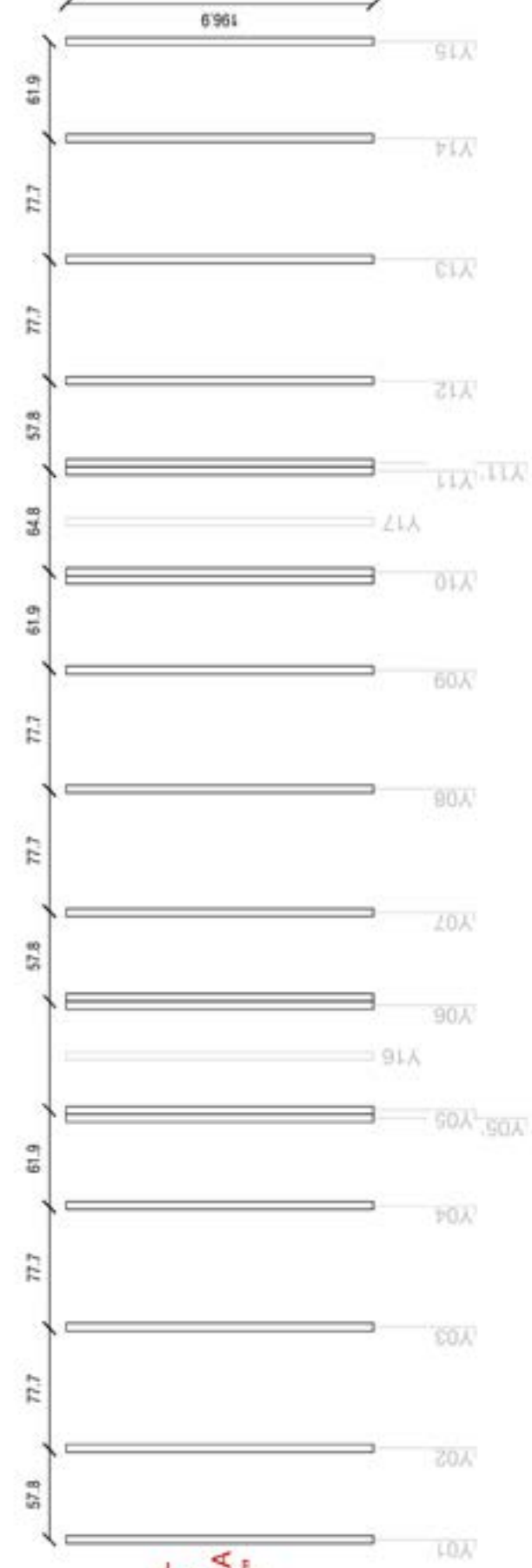
**ENVIGADO DE PISO**  
1 CÁPSULA HABITABLE PARA 2 PERSONAS

SOLO USO ACADÉMICO



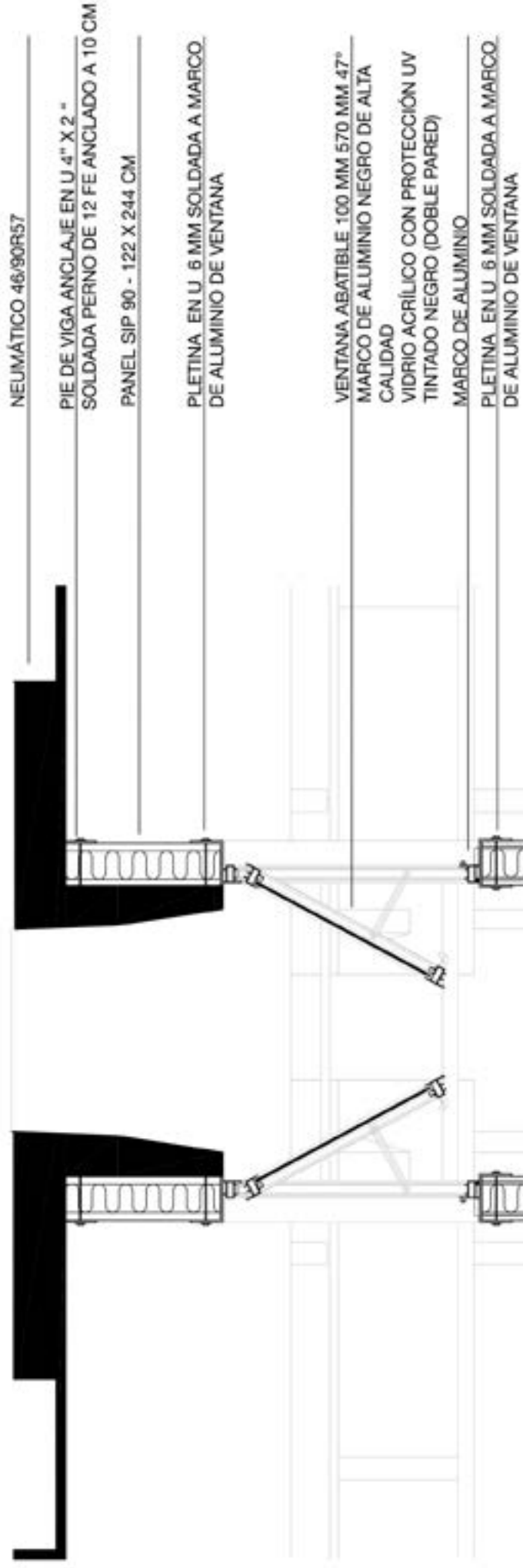
TERCIADO  
ESTRUCTURAL  
22 MM

VIGA  
ESTRUCTURAL  
MAESTRA  
LISTÓN MADERA  
DE PINO 10" X 2"



VIGA  
ESTRUCTURAL  
SECUNDARIA  
LISTÓN MADERA  
DE PINO 8" X 2"

**ENVIGADO DE PISO**  
1 CÁPSULA HABITABLE PARA 2 PERSONAS



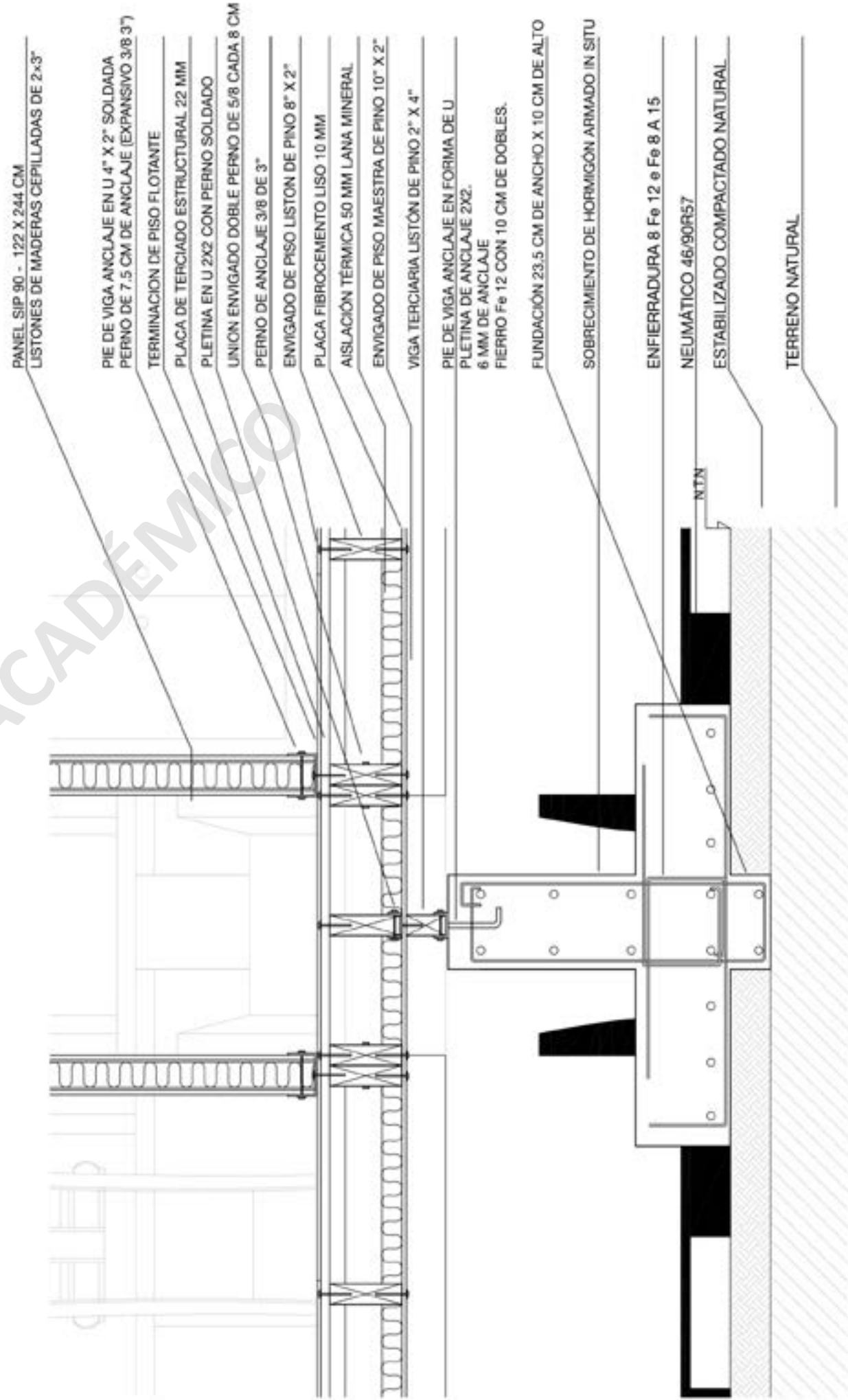
TIRAFONDOS 100/50 3" ENTRE PAQUETE SIP  
AUTOPERFORANTE CON DADO

MURO EXTERIOR OSB ESTRUCTURAL 11 MM

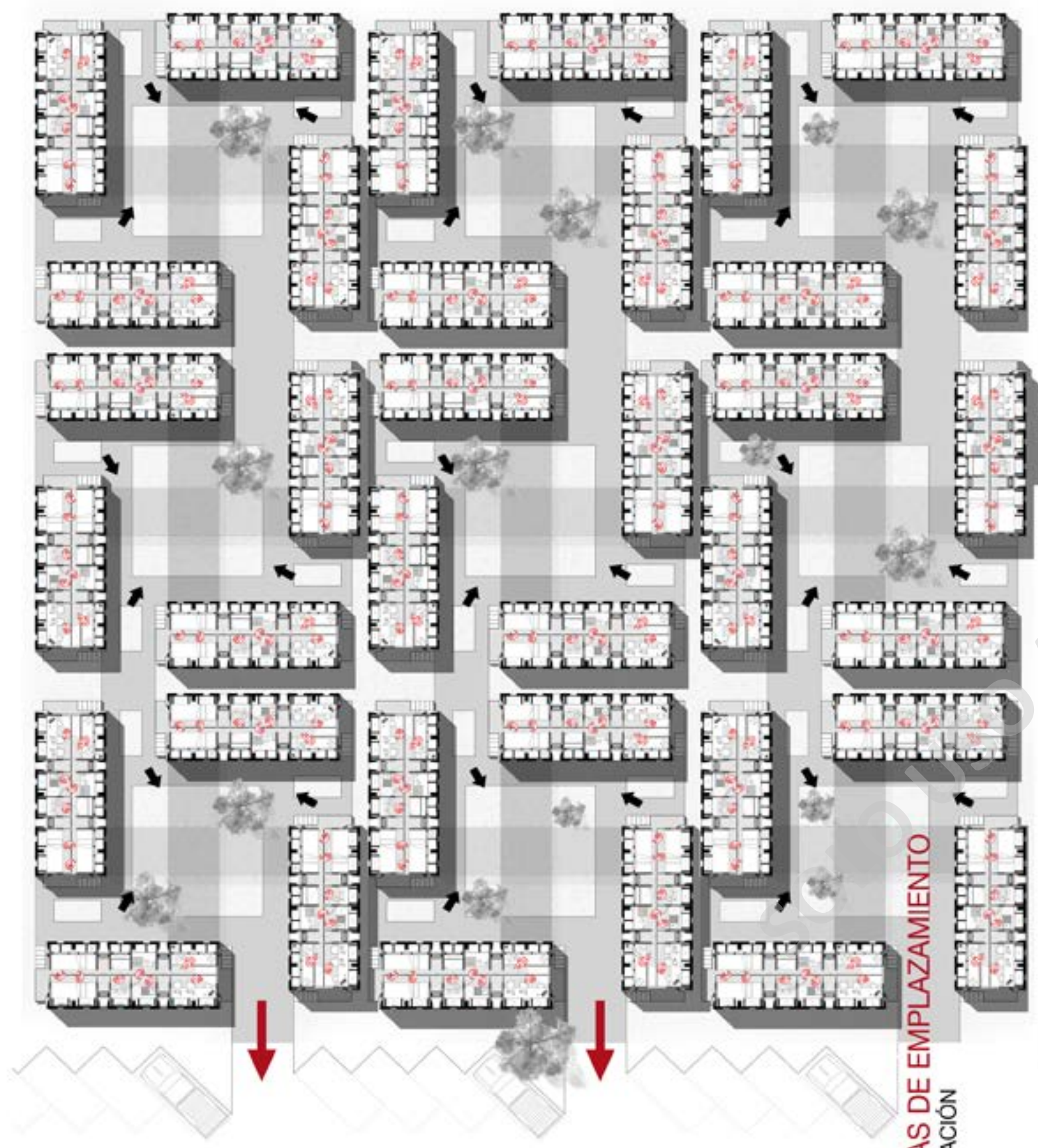
AISLAPOL ALTA DENSIDAD 10 KG/M3 60 MM

(PAQUETE PANEL SIP) OSB ESTRUCTURAL  
INTERIOR 11 MM EMPASTADO Y PINTADO

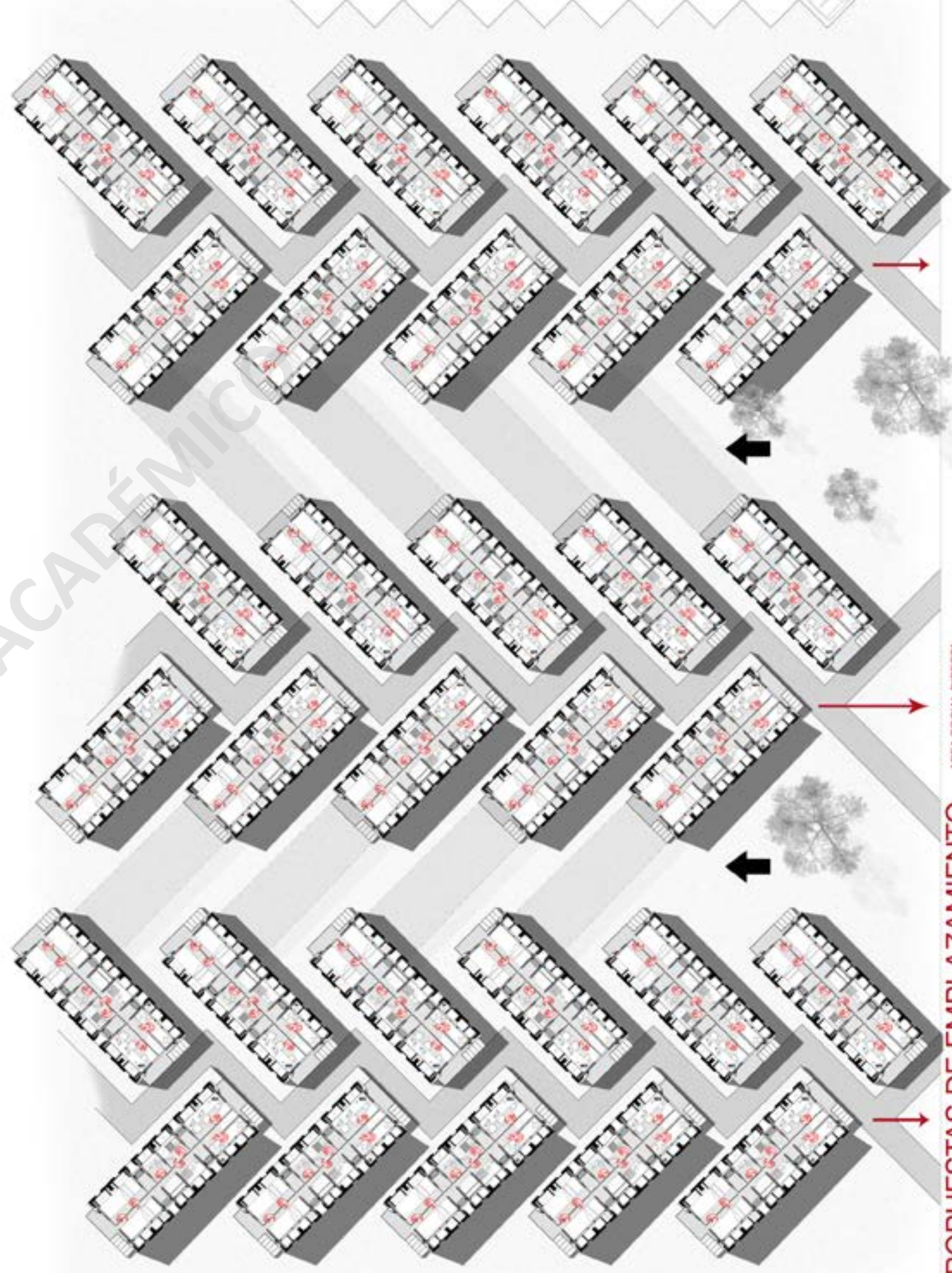
## ESCANTILLÓN TABIQUE A NEUMÁTICO ÁREA SOCIAL / HUMEDA



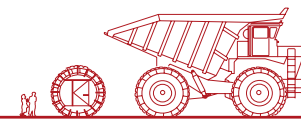
## ESCANTILLÓN FUNDACIÓN A TABIQUE ÁREA SOCIAL / HUMEDA



**PROPUESTAS DE EMPLAZAMIENTO**  
ORDEN AGRUPACIÓN  
EXPANSIVA



**PROPUESTAS DE EMPLAZAMIENTO**  
ORDEN CRECIENTE SINGULAR  
AREA SOCIAL DIRECTA  
CON LLEGADA Y SALIDA DE BUSES



# III PARTE DE REFERENCIAS

## 1. Bibliografía

### 1.1 Libros

- Aravena, A. & Iacobelli, A. (2012). Manual de vivienda incremental y diseño participativo. Ostfildern: Hatje-Cantz.
- Meller, P & Meller, A (2021). Modelo y buenas prácticas para promover la sostenibilidad de la minería pequeña y artesanal. Empresa Nacional de Minería (ENAMI) de Chile
- Ching, F.D.K (1979) Arquitectura - Forma, Espacio y Orden. Edición G. Gili, SA de CV
- EVANS, Robin (1978) , Figuras, Puertas y Pasillos, Pre-textos de Arquitectura, Barcelona.

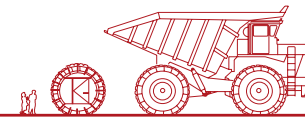
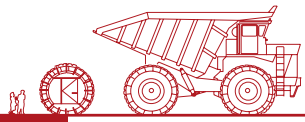
### 1.2 Libros Electrónicos

- Pelli, V. S. (2007). Habitar, participar, pertenecer. Acceder a la vivienda, incluirse en la sociedad. Buenos Aires: Nobuko.
- Correa3 Arquitectos Ltda. (2010). Alojamientos Mineros. Editorial C3 <https://correa3.com/>
- Comisión Chilena del Cobre (Cochilco) (2016). Análisis de las técnicas utilizadas en cierre de faenas e instalaciones mineras. Dirección de Estudios y Políticas Públicas.
- Sociedad Nacional de Minería (SONAMI) (Octubre, 2021), Fundamentos y desafíos para el desarrollo Minero. [www.Sonami.cl](http://www.Sonami.cl)
- Codelco (2019) Transformando la minería para el futuro del país, Reporte de sustentabilidad.
- Sanchez, I (marzo 2017) “diagnóstico de sustentabilidad de neumáticos fuera de uso (nfu)”, Chile neumáticos, asociación general de importadores y distribuidores de neumáticos en Chile, AMPHOS21

### 1.3 Memorias de Título

- Hoehmann Cárcamo, J. (2002) Hotel y Centro de Convenciones en Sewell [Tesis para optar al título de licenciado en arquitectura]. Universidad Mayor.
- Andrade Salas, M. A. (2019) sistema de turnos y habitabilidad en campamentos mineros [magíster en arquitectura sustentable y energía]. Universidad Católica.
- Patthey, M. (2019) estación intermedia en la ruta minera de Antofagasta a la escondida [tesis y magíster en arquitectura sustentable y energía]. Universidad Católica.
- Pérez Testart, I. (2019) Módulos adaptables para la industria y el trabajador minero [tesis y magíster en arquitectura sustentable y energía]. Universidad Católica.
- Olivares, D (2016) Planta de reciclaje de neumáticos de caucho Comercialización de miga de caucho, Plan de Negocios para postular al grado de Magíster en Administración (MBA), Facultad de Economía y Negocios Universidad de Chile.
- Delarze, P. (2008) “Reciclaje de neumáticos y su aplicación en la construcción”, Universidad Austral de Chile Facultad de Ciencias de la Ingeniería Escuela de Construcción Civil.





## 1.4 Páginas Web

<http://www.emb.cl/construccion/articulo.mvc?xid=4052&ni=construccion-modular-en-mineria-nuevos-usos-y-tecnologias>

(Revista Emb Construcción “Construcción modular en minería: Nuevos usos y tecnologías)

<https://www.mch.cl/reportajes/arquitectura-y-urbanismo-en-campamentos-mineros/#> (Arquitectura y urbanismo en campamentos mineros, Asociación de oficinas de arquitectos [AOA], 11 de agosto de 2015)

<https://www.bcn.cl/leychile/> (Usado para el uso de Normativa aplicado en el capítulo 1, 1.4.1)

<https://www.mch.cl/2013/05/14/experto-analizo-principales-caracteristicas-de-los-campamentos-mineros-en-chile/> Asociación de oficinas de arquitectos [AOA], 14 de mayo del 2013)

<https://www.construccionyvivienda.com/2018/07/03/campamentos-mineros-arquitectura-e-ingenieria/> Construcción y Vivienda, 3 de julio de 2018.

<https://casasprefabricadaschile.cl/tiny-house/#:~:text=Una%20Tiny%20House%20es%20una,m%C3%A1s%20r%C3%A1pido%20de%20lo%20normal.> Tiny Houses Chile

<https://www.mch.cl/2013/01/28/reciclaje-minero-en-busca-de-un-sector-sustentable/> Reciclaje minero: En busca de un sector sustentable, 2013

<https://www.portalminero.com/pages/viewpage.action?pagelD=159909955> Nueva ley obliga a la minería a reciclar el 100% de sus neumáticos en 2026, 2018

<https://www.fundacionbasura.org/ley-rep-sin-prisa-pero-sin-pausa/> Ley rep ¿sin prisa, pero sin pausa?

<https://www.elmostrador.cl/agenda-pais/2019/06/18/por-que-reciclar-neumaticos-si-es-mas-barato-enviarlos-a-los-vertederos/> ¿Por qué reciclar neumáticos si es más barato enviarlos a los vertederos?, 2019

<https://mma.gob.cl/economia-circular/ley-de-fomento-al-reciclaje/> Ley de fomento al Reciclaje, Ministerio del medio ambiente

[www.Leyrep.cl](http://www.Leyrep.cl) Ley de Responsabilidad Extendida al Productor.

<https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2015/06/Ley-REP-Ley-No20920.pdf> Ley Marco para la Gestión de Residuos, la Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje.

## 1.5 Videos

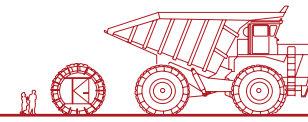
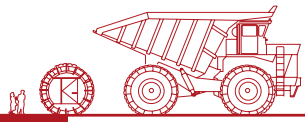
<https://www.youtube.com/watch?v=mMumEBFkMWE&list=LL&index=69> (“RECICLAJE DE NEUMÁTICOS MINEROS” Metaproject Television, 2021)

<https://www.youtube.com/watch?v=nnorkDupkXs&list=LL&index=112> (“Campamento Los Bronces Pérez Caldera” TecnoFast Chile, 2019)

<https://www.youtube.com/watch?v=WSHAHw00j94> (“Reciclaje de Neumáticos mineros, Reporte Minero, 2016)

<https://www.youtube.com/watch?v=oSKsqyCdXNM> (Produccion de Neumaticos Gigantes, Tecnología e innovación, 2017)

<https://www.youtube.com/watch?v=rIEutVgk3TQ> (¿Qué es el hábitat Residencial?, INVI UdeChile, 2017)



## 1.6 Índice de Figuras

**Figura 0.** Seminario Minería y Economía Circular, Secretaría Regional Ministerial del Medio Ambiente región de Tarapacá, 29 abril 2021

**Figura 1.** Elaboración propia base de Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN) Anuario de la minería 2020.

**Figura 2.** Sociedad Nacional de Minería, Fundamentos y desafíos para el desarrollo minero, Cuadro °1 página 11.

**Figura 3.** Elaboración propia en base a US Geological survey 2020.

**Figura 4.** Elaboración propia en base a Cochilco

**Figura 5.** Elaboración propia en base a SERNAGEOMIN

**Figura 6.** Elaboración propia en base a Atlas de faenas mineras (SONAMI)

**Tabla 1.** Elaboración propia en base a Sergio Peñailillo B. Gerente de Minas – Pascua Lama

**Figura 7.** Imágenes tomadas de campamento minero andes, 2015

**Figura 8.** Imágenes tomadas de Alaska Structures, 2018

**Figura 9.** Imágenes tomadas de ATCO, Sabinco

**Figura 10.** Imágenes tomadas de Correa3 Arquitectos

**Figura 11.** Imágenes tomadas de Minería Chilena (mch.cl)

**Figura 12.** Elaboración propia a partir de Pueblos mineros en Chile

**Figura 13.** Elaboración propia en base a Consejo Minero (SONAMI)

**Figura 14.** Elaboración propia en base a C. Urenda A., Impactos en el trabajo en minería derivados de una eventual rebaja de la jornada laboral semanal máxima. Consejo Minero (2019) y Asesoría Técnica Parlamentaria

**Figura 15.** Elaboración propia en base a Informe de la gran minería Reporte minero (2003)

**Figura 16.** Mc Kinsey & Company: Modular construction: From projects to products

**Figura 17.** Esquema programático de elaboración propia en base a Alojamiento Mineros de Correa3 Arquitectos Ltda.

**Figura 18.** Esquema programático de elaboración propia en base a Alojamiento Mineros de Correa3 Arquitectos Ltda.

**Figura 19.** Esquema programático de elaboración propia en base a Alojamiento Mineros de Correa3 Arquitectos Ltda.

**Figura 20.** Elaboración propia a partir de normativa Chilena (Dirección de vialidad)

**Figura 21.** Elaboración propia a partir de normativa Chilena (Dirección de vialidad)

**Figura 22.** Intervención Campamento Perez-Caldera (Tecnofast ) empresa encargada Anglo American (2019)

**Figura 23.** Datos producidos por Correa3 Arquitectos – Alojamiento Mineros

**Figuras 24.** Tincabin.cl - Felipe Assadi – Matías Klotz

**Figuras 25.** Elaboración propia en base a Instituto de la vivienda (INVI) <https://vivienda.uchilefau.cl/>

**Figuras 26.** Imágenes tomadas de Plataforma arquitectura por Luis Gordo Fotografía.

**Figuras 27.** Imágenes tomadas de <http://www.jameslawcybertecture.com/>

**Figuras 28.** Imágenes tomadas de <https://www.archdaily.com/110745/ad-classics-nakagin-capsule-tower-kisho-kurokawa> - Arcspace

**Figuras 29.** Elaboración propia a partir de una entrevista a trabajadores mineros.

**Figuras 30.** Elaboración propia a partir de una entrevista a trabajadores mineros.

**Figuras 32.** Elaboración propia en base a Reporte minero y Portal minero

**Figuras 33.** Elaboración propia en base a Reporte Codelco 2019

**Figuras 34.** Plantas de Reciclaje de neumáticos actuales en Chile y su ubicación.

**Figuras 35.** Esquema planteado por SONAMI en manejo de residuos industriales y domésticos

**Figuras 36.** Joost Meijer – Webinar “Reciclaje de Neumáticos Mineros”

**Figuras 37.** Esquema intervenido elaborado por LeyREP.cl

**Figuras 38.** Imagen tomada de Iván Alvarado, fotógrafo. Mina esperanza Chile.

**Figuras 39.** Elaboración propia a partir de estudio de maquinaria en minería por diferentes asociaciones y empresas de neumáticos.

**Figuras 40.** Diagramación tomada de RoCar Tech S.L

**Figuras 41.** Esquema explicativo de elaboración propia en base a Consejo nacional de producción limpia

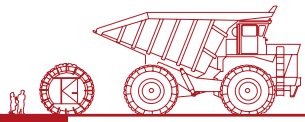
**Figuras 42.** Diagnóstico de sustentabilidad de neumáticos fuera de uso (nfu)” amphos21, página 43.

**Figuras 43.** Elaboración propia en base a Metaproject Seminario “Reciclaje Neumáticos Mineros”

**Figuras 44.** Cámara de la industria minera del neumático (CINC)

**Figuras 45.** Elaboración propia en base a Joost Meijer & AltaLey. Seminario “Reciclaje Neumáticos Mineros”

**Figuras 46.** Elaboración propia en base al desarrollo sostenible y sus aristas.



**Figura 47.** Elaboración Propia

**Figura 48.** Elaboración Propia

**Figura 49.** Elaboración Propia

**Figura 50.** Elaboración Propia

**Figura 51.** Imagen tomada por Suzanne Long (14 de abril de 2010)

**Figura 52.** Elaboración Propia

**Figura 53.** Elaboración Propia

**Figura 54.** Elaboración Propia

**Figura 55.** Elaboración Propia

**Figura 56.** Elaboración Propia

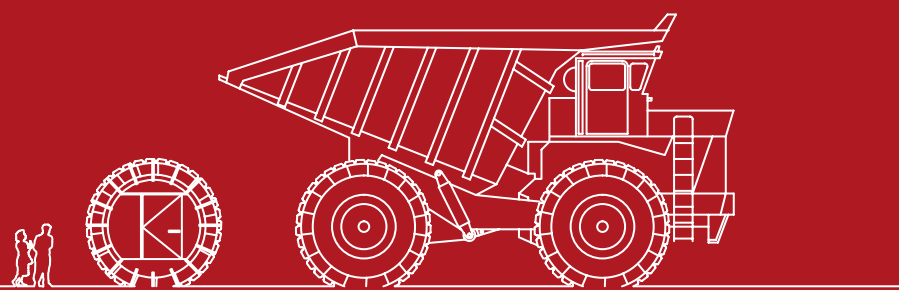
**Figura 57.** Elaboración Propia

**Figura 58.** Elaboración Propia

SOLO USO ACADÉMICO



SOLO USO ACADÉMICO



SOLO USO ACADÉMICO



UNIVERSIDAD  
**MAYOR**  
para espíritus emprendedores

Facultad de Ciencias  
Sociales y Artes

---

**ESCUELA DE  
ARQUITECTURA**

**Francisca Andrea Cisneros Zucco**