

A large crane is positioned on the left side of the frame, its long jib extending upwards. The crane is situated on a dirt path that leads into a vast, open field. In the distance, two small figures of people can be seen walking. The sky is filled with large, white clouds, and the overall scene is bathed in a soft, greenish light. The text '00 | Arquitectura resiliente en zonas remotas' is overlaid on the image in a white, sans-serif font.

# 00 | Arquitectura resiliente en zonas remotas

# Arquitectura resiliente en zonas remotas

Nuevas tecnologías de la construcción aplicadas fuera de lo urbano

## *Memoria de proyecto de título*

Planteamiento integral de proyecto de título  
Semestre otoño 2023, Santiago

Estudiante: Ricardo Andrés Sepúlveda Zapata

Profesor: Christian Yutronic Villalobos

Universidad de Chile  
Facultad de Arquitectura y Urbanismo

## ÍNDICE

<b>01   INTRODUCCIÓN</b>	<b>4</b>
1.1 - Motivaciones personales	4
1.2 - Tema y problema arquitectónico	5
1.3 - Objetivos	6
<b>02   MARCO TEÓRICO</b>	<b>7</b>
2.1 - Construcción en zonas remotas	7
2.2 - Industrialización y digitalización	8
2.3 - Metodologías derivadas	10
2.4 - Catálogos de módulos y elementos	12
2.5 - Referentes contemporáneos en Chile	16
2.6 - Desafíos y barreras de la industrialización	20
2.7 - Reflexiones: Elementos, módulos y sistemas	22
<b>03   CASO</b>	<b>25</b>
3.1 - Situación y encargo	25
3.2 - Desafíos de logística	26
3.3 - Desafíos de transporte	27
3.4 - Integración paulatina	29
3.5 - Contextualización del terreno	31
<b>04   PROYECTO</b>	<b>32</b>
4.1 - Criterios de normativa	33
4.2 - Criterios de Timaukel	34
4.3 - Postura y estrategias generales	37
4.4 - Cabida y superficie	50
4.5 - Partido general y estrategias de edificación	56
<b>5.0   CONCLUSIONES</b>	<b>62</b>
5.0 - Industrialización y diseño	63
5.0 - Edificio consistorial	63

# 01

## INTRODUCCIÓN Y MOTIVACIONES

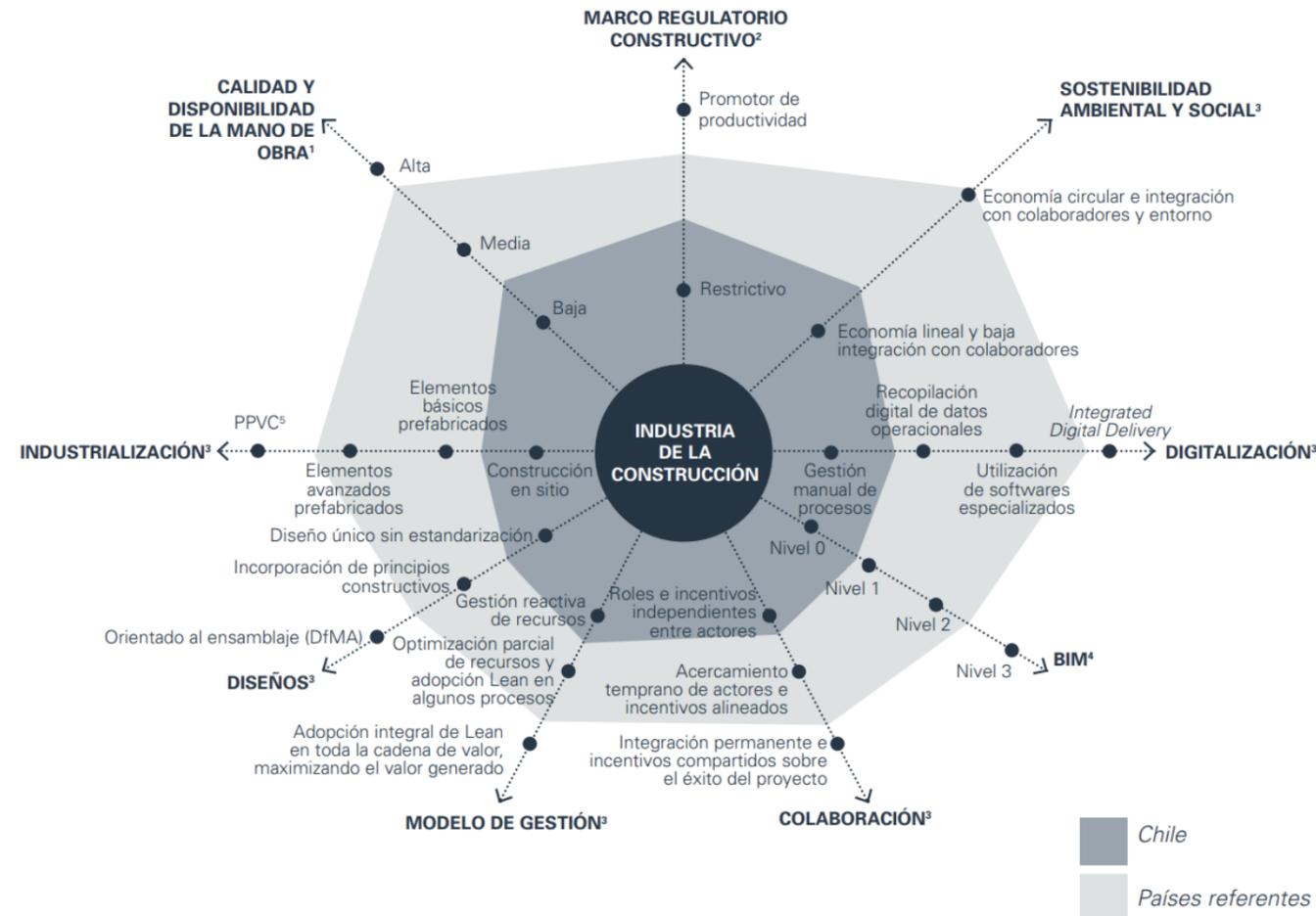


Figura 1  
Análisis Matrix Consulting, Estudio de productividad, CChC. 2020.

### 1.1 | ¿Cuáles son los principales desafíos en la arquitectura contemporánea?

Actualmente se habla del gran desafío constructivo que posee el país, tanto por la dificultad económica de costos de edificación<sup>1</sup> o por la búsqueda constante de una expansión vertical, ya agotadas las posibilidades de crecer el límite urbano<sup>2</sup>. Reflejo de esto es el bajo porcentaje de productividad en la construcción obtenido por Chile en comparación a países de la OCDE, donde otros países construyen 0.37m<sup>2</sup> por persona al día en, Chile se construyen 0.24m<sup>2</sup>. Ante este panorama una de las posibles soluciones es fomentar la descentralización y promover la construcción fuera de los centros

urbanos. Sin embargo estas zonas presentan sus propias problemáticas asociadas con la marginalidad y segregación de los procesos contemporáneos y avances constructivos de la construcción mundial y que recién comienzan a implementarse de manera centralizada en la capital del país. Por esto se decide abordar la implementación estas nuevas medidas para afrontar la productividad propuestas por la CChC aplicadas a sitios que no cuentan con esta ayuda (Figura 1).

(1) CChC, (2023) Índice de costos de edificación ( Base 1978=100)

(2) López-Morales et al (2019) Verticalización inmobiliaria y valorización de renta de suelo por infraestructura pública: un análisis econométrico del Gran Santiago, 2008-2011

## TEMA, PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

Industrialización y digitalización como solución edificatoria para equipamientos públicos y gubernamentales en zonas remotas.

### 1.2 | ¿Cuál es el problema y tema arquitectónico a desarrollar en el Proyecto?

El proyecto aborda la Construcción remota a través de la industrialización y digitalización como herramientas de diseño y edificación para equipamientos de carácter público y gubernamental en zonas remotas de Chile. Esto atiende una problemática social y un desafío arquitectónico.

La perspectiva social se origina en la alta complejidad que representa construir en zonas remotas del país, tanto por las difíciles condiciones de accesibilidad y clima como por los escasos suministros de la construcción disponibles o incluso la baja presencia de mano de obra calificada para la realización de estas tareas. Junto a esto, estas zonas carecen de infraestructura pública y gubernamental que complementa y ayuda de a las comunidades locales a su desarrollo. Para abordar este caso se elige como lugar de proyecto a la localidad de Pampa Guanaco, Tierra del Fuego. La cual, a pesar de su lejanía, es de gran importancia para la comunidad local y gubernamental, ya que al encontrarse en el límite con territorio Argentino demanda de presencialidad territorial. Sin embargo, las problemáticas mencionadas en un inicio hacen que la construcción convencional y tradicional sea un desafío significativo.

Desde una perspectiva disciplinaria, se busca aprovechar las nuevas tecnologías constructivas, como lo son la industrialización y digitalización, abordándolas desde su capacidad de aportar a la calidad del diseño sin caer en la monotonía ni en la estandarización que comúnmente se les asocia.

### ¿Cuál es la justificación la propuesta de tu Proyecto?

El enfoque arquitectónico adoptado se basa en la utilización de tecnologías constructivas contemporáneas e innovadoras, industrialización y la digitalización, como solución a la problemática de la construcción en zonas remotas. Por un lado, la industrialización es la que señala los criterios de diseño, el método constructivo y la manera de proyectar, entre otros lineamientos, ya que en lugar de realizar las partidas de la construcción en el sitio de manera tradicional, esta busca estandarizar y automatizar ciertas partes del proceso mediante la fabricación en serie en un entorno controlado y especializado, permitiendo derribar gran parte de las barreras mencionadas con anterioridad. Por otro lado, la digitalización es la que gestiona, coordina y supervisa el correcto seguimiento de la construcción del proyecto, abordando desde la trazabilidad y recorrido de los elementos hasta la manera en que se deberán organizar para la construcción eficiente del proyecto, con el fin de hacer el proceso de montaje lo más resiliente posible.

La manera en la que se materializará esta propuesta es rescatando una petición de la municipalidad de Pampa Guanaco en la que, a través de Mercado Público, proponen una licitación para la creación de un edificio consistorial con el fin de acentuar la comunidad en el sector y complementarla en su desarrollo. Es entonces que a través de esta edificación que se buscará una solución integral para superar obstáculos geográficos y logísticos en zonas remotas, implementando las tecnologías constructivas mencionadas como principal guía.

# OBJETIVOS GENERAL Y ESPECIFICOS

## Lineamientos del proceso proyectual

### 1.3.1 | Objetivo general

Proveer de una solución resiliente e integral desde la arquitectura para facilitar lo máximo posible la construcción en zonas remotas, permitiendo una integración temprana de las nuevas tecnologías constructivas bajo una mirada sustentable y eficiente.

### 1.3.2 | Objetivos específicos

1 - Integrar dentro de los procesos de prefabricación e industrialización la utilización de elementos constructivos que promuevan la sustentabilidad, sostenibilidad y eficiencia de la edificación.

2 - Seleccionar o crear un sistema constructivo que permita enfrentarse a las diferentes problemáticas que poseen las zonas remotas y que sea atingente a las necesidades socio-económicas del contexto.

3 - Generar parámetros que permitan una libertad de diseño al momento de trabajar con elementos estandarizados.

4 - Integrar una metodología piloto de trabajo colaborativo a través de la digitalización del proceso constructivo de la edificación.

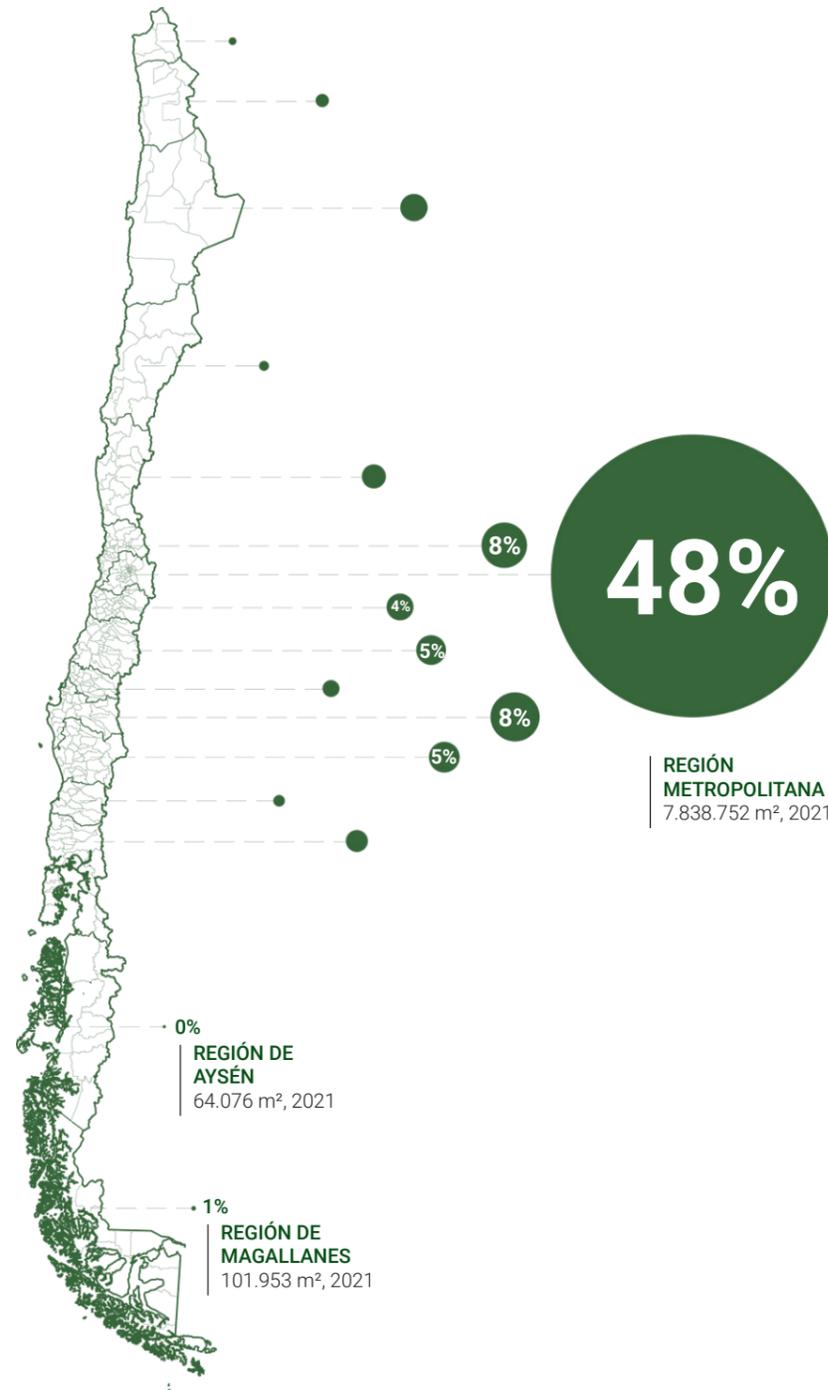


Figura 2  
M<sup>2</sup> construido por región (2021).  
Elaboración propia a partir de datos del INE, 2023

# 02 | MARCO TEÓRICO PANORAMA ACTUAL

## 2.1 | CONSTRUCCIÓN EN ZONAS REMOTAS



Figura 3  
Construcciones tradicionales, Casa refugio Trincao 2011

La construcción aparte de verse sumamente afectada en cuanto a su productividad. Se enfrenta a una clara centralización de lo construido, Según datos obtenidos del Instituto nacional de estadísticas (INE). Casi la mitad de los m<sup>2</sup> construidos según permisos de edificación se concentran únicamente en la Región Metropolitana (48%) mientras que un 72% es solo de la zona central del País. Ante esto las regiones más periféricas como Aysén no llegan a representar ni un 1%, mientras las que si lo hacen, como Magallanes, es únicamente con el motivo de presencia territorial a través de viviendas (Ver Figura 2).

Las edificaciones de estas zonas se caracterizan principalmente por usar métodos constructivos tradicionales, usualmente relacionados con la

materia prima presente en la zona, Esto se explica debido a que existe una **centralización de los recursos constructivos**, siendo este el primer desafío al que se enfrentan las zonas remotas. De la misma mano existen problemas con la **Mano de obra cualificada**<sup>3</sup>, la cual dentro de su experticia, se encuentra estancada en los métodos de **construcción tradicional**. El problema en esto radica en la cantidad de personas que se requieren para edificar construcciones relativamente sencillas (ver Figura 3). Además, los plazos de construcción son excesivamente altos, llegando a tardar meses en la construcción, donde los servicios básicos de las faenas urbanas no están presentes, Además de esto el **Clima y suelo** del lugar afectan en gran manera los materiales a trabajar<sup>4</sup>, Caso que no ocurriría de trabajar en entornos controlados.

(3) Escrig (2010) Evolución de los sistemas de construcción industrializados a base de elementos prefabricados de hormigón  
(4) Sidawi, B. (2012). Management problems of remote construction projects and potential IT solutions

# INDUSTRIALIZACIÓN Y DIGITALIZACIÓN

Integración de nuevas tecnologías y metodologías en el marco de la construcción en Chile

## 2.2.1 | ¿Por qué surgen estas nuevas maneras de construir y cómo se están integrando en el campo de la construcción y arquitectura?

La industrialización surge por de la necesidad de un sistema constructivo a partir del diseño mecanizado de componentes. En la construcción se destaca por una evidente disminución en los costos de producción (30%<sup>5</sup>), más de un 50% de los costos de materiales, 30% de la mano de obra en terreno y hasta un 100% en obras adicionales<sup>6</sup>. Este término no es nuevo, ya que se ha aplicado a procesos como los del automóvil, aparatos eléctricos, entre otros<sup>7</sup>. Sin embargo, la aplicación en la Construcción en Chile ha sido sumamente tardía con respecto a otras disciplinas y a otros países como Alemania, Dinamarca, Países Bajos y Suecia, fluctuando entre el 31 al 80% la construcción industrializada y elementos prefabricados off site<sup>8</sup>.

El proceso para industrializar la construcción en general consiste en la recolección de la materia prima, el formado de esta para un fin (estructura, terminación, entre otros), el tratamiento respectivo del material (secado, curado, entre otros) La construcción off site (Planta de armado), el transporte y posterior montaje de la edificación (ver Figura 4). Paralelo a este proceso existen diferentes partidas relacionadas al lugar, cómo la compactación del suelo e incluso el hormigonado de las fundaciones en caso de no poder industrializarlas.

Actualmente organismos privados y públicos han orientados sus esfuerzos en promover y ayudar a la integración de estas nuevas tecnologías constructivas para Chile, "Encuentro Nacional de Construcción Industrializada 2023" (ENCI 2023) Promovidas por La Cámara Chilena de la Construcción (CChC) y el Consejo Nacional de Construcción industrializada (CCI).

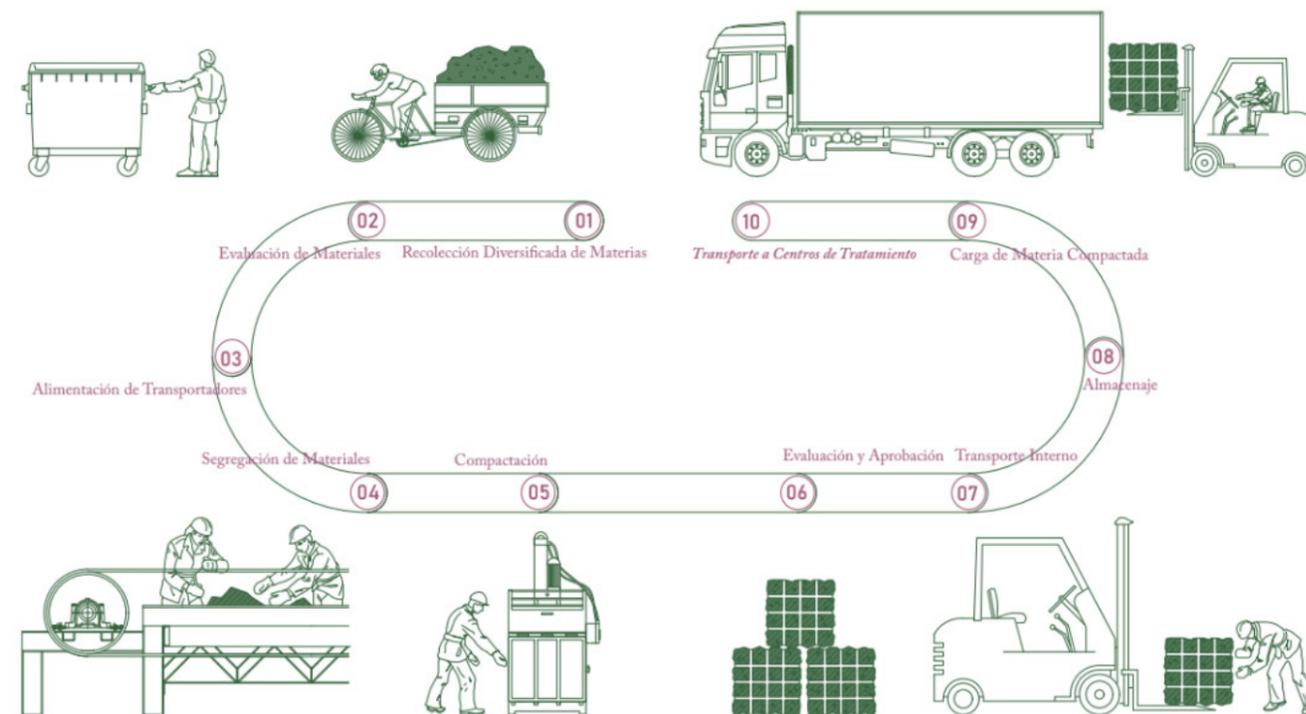
Actualmente existen valoraciones del grado de prefabricación que puede tener una edificación, Escrig (2019) los define en base a la cantidad de elementos despreciables generados en obra, es decir, en cuanto mayor sea la cantidad de residuos generados, menor es el índice de prefabricación. En base a esto se definen cuatro sistemas de producción de elementos prefabricados<sup>9</sup>:

- **Sistemas cerrados:** Los elementos se fabrican según las reglas del propio sistema. Por ende, el proyecto arquitectónico debe corresponder específicamente a las condicionantes que este presenta.

- **Empleo parcial de los componentes:** Estos corresponden a un catalogo de productos y prestaciones relativamente fijas, con cierto grado de variaciones dimensionales. Su uso es compatible tanto con la fabricación en planta, como en la construcción tradicional.

- **Sistema tipo mecano:** son una evolución de los Sistemas cerrados a un lenguaje combinado definido y acotado. Se caracterizan por estar preparados para combinarse en diversas soluciones planteadas por distintos productores, los que respetan de manera voluntaria las restricciones.

- **Sistemas abiertos:** Son aquellos que se constituyen por elementos o componente de diversa procedencia, adaptables para usarse en diferentes tipos de obras, tradicionales o industrializadas. Se caracterizan por valerse de juntas universales, gamas modulares acotadas y por la amplia flexibilidad de los proyectos.



## 2.2.2 | Beneficios generales de los sistemas industrializados

- Capacidad de optimización de la edificación debido a un mayor grado de participación tecnológica.
- Notable calidad de los elementos involucrados gracias a estrictos controles de calidad<sup>10</sup>.
- Reducción significativa; del espacio necesario en las faenas para el acopio y producción de piezas en el sitio, del tiempo de ejecución del edificio, de los equipos de trabajo en obra, al tener cuadrillas especializadas deriva en una reducción significativa de los accidentes laborales, también se reduce substancialmente y eficazmente la generación de residuos, si se añade que el consumo energético total es menos. Entonces se puede afirmar que la construcción industrializada es menos perjudicial para el ambiente.

Finalmente, se puede concluir que los costes globales de la obra si son competentes al momento de comprarlos con los de la construcción tradicional, siendo una gran alternativa para enfrentar la construcción en zonas remotas.

Figura 4  
Esquema referencial de industrialización y digitalización general en la construcción, Olivares Lucas, 2021

## 2.2.2 | ¿Cómo se relacionan la industrialización con la Digitalización?

La digitalización en primera instancia pareciera ser intrínseca a la industrialización. Pero mientras esta última abarca la creación de un producto, la digitalización se encarga del proceso, el antes, durante y después de la construcción. Por ende es usual que se conciben proyectos de una génesis industrializada. Pero que el monitoreo y la coordinación se haga de manera tradicional.

Este proceso puede abarcar diferentes áreas de la construcción, definiendo desde la literatura tres campos de acción: **Gestión** (diseño, recursos humanos, contratos información). **Operación** (programación, logística, producción, control de calidad). **Prevención** (Seguridad, impacto del medio ambiente) (ver Figura 4)

(5) Howens (2002) en Banco Mundial 2020  
(6) Tan et al (2015) en Banco Mundial 2020  
(7) Victorero (2023) en Semana de la madera 2023

(8) Cheng et al (2017) en Banco Mundial 2020  
(9) Salas, J (2010) De los sistemas de prefabricación cerrada a la industrialización sutil de la edificación.

(10) Gómez, D (2008) Estudio comparativo entre distintas metodologías de industrialización de la construcción de viviendas.

# METODOLOGÍAS DERIVADAS

## 2.3.1 | CONSTRUCCIÓN MODULAR

A partir de la definición de los sistemas. Se categorizan dos tipos principales de metodologías:

La construcción modular varía entre los sistemas cerrados o sistemas tipo mecano, se basan en el principio de generar un modulo mínimo habitable, estandarizado y a partir de un principio de escalabilidad modulada se generan conjuntos de diversos destinos. Los máximos exponentes en Chile de esta solución son Tecnofast. Operante en el país desde 1995, esta empresa es pionera en la construcción industrializada<sup>10</sup> y se a extendido a múltiples países de América Latina. Su valor no solo radica en la proporción de módulos habitables, sino que adaptados para múltiples destinos, incluidos la salud<sup>11</sup>.

El proceso de armado en planta consiste en la fabricación de una jaula de acero que proporciona la resistencia estructural y la ductilidad necesaria para resistir los esfuerzos sísmicos, así cómo las condiciones climáticas y contextuales del lugar<sup>12</sup>. Posteriormente se trabajan las instalaciones, aislaciones, revestimientos y terminaciones para un posterior traslado al sitio (ver Figuras 5 y 6).

Beneficios: construcción modular

- Se logran optimizar un 50% los plazos de entrega.
- Al construirse 100% en planta, existe un mejor control de calidad de los materiales involucrados.
- Existe mayor grado de capacitación y especialización de los trabajadores, al estar todos en la planta donde se generan.
- Los módulos poseen gran resistencia y robustez ,debido a los riesgos del transporte, gracias a este espesor, la aislación térmica y acústica también se benefician.
- El impacto en el contexto también se reduce considerablemente y el modulo tiene la posibilidad de re-ubicarse en cualquier instancia y lugar.



**Figura 5**  
Instalaciones de industrialización de Neoblock, Intervención a partir de imagen en página web, 2023



**Figura 6**  
Muestra de montaje en sitio , Grupo Técnico KPI's, Intervención a partir de imagen en página web, 2023

(12) Tecnofast (2023) Página web

(10) Tecnofast (1996) Doña Inés de Collahuasi  
(11) Tecnofast (2017) Hospital salvador

## 2.3.2 | CONSTRUCCIÓN SEGMENTADA

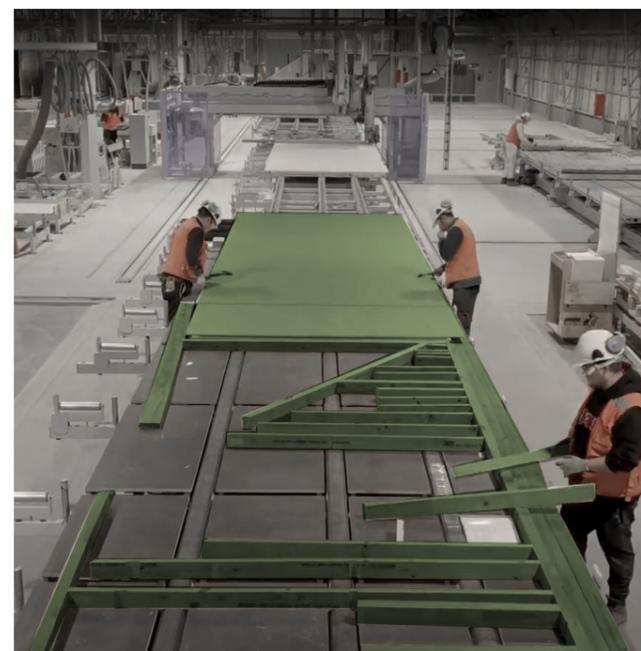
Por su parte existe la otra rama de la metodología constructiva de la industrialización se denomina segmentada e integra los sistemas de Empleo parcial de los componentes o los sistemas abiertos.

Estos se basan en el principio del elemento constructivo como base del cual se desprende el diseño proyectual. En este sentido existen diversas empresas que utilizan esta metodología para las ofertas de edificación, de ellas se destaca a E2E. Con diez años de experiencia en la construcción industrializada en madera poseen una visión y misión enfocada en mejorar la habitabilidad de las personas a través de la integración tecnológica y la sustentabilidad<sup>13</sup>.

El proceso de armado está muy relacionado con la construcción tradicional, compartiendo los criterios de montaje y fabricación con la diferencia que los de industrialización poseen los beneficios antes descritos. A partir de la selección de una serie de elementos prefabricados de un catalogo propio o la fabricación artesanal de las piezas, según el sistema elegido se conciben, generalmente, productos de las partes sustanciales de la edificación, siendo el caso común las fachadas integrando las instalaciones, aislaciones, revestimientos y terminaciones para un posterior traslado al sitio (ver Figuras 7 y 8).

Beneficios: construcción segmentada

- Máxima Integración de nuevas tecnologías, en caso de que su sistema permita trabajar con un catalogo de elementos.
- Mayor variabilidad y adaptación en el diseño.
- Menor requerimiento de maquinaria especializada
- Mejor capacidad de adaptación a transportes estandarizados.
- Mayor capacidad de manipulación del personal de montaje en el sitio



**Figura 7**  
Planta industrializadora de fachadas, E2E, Intervención a partir de imagen en página web, 2023



**Figura 8**  
Muestra de montaje en sitio , CDT, Intervención a partir de imagen en página web, 2023

(13) E2E (2023) Página web

# CATÁLOGO MÓDULOS

## 2.4.1 | Módulos constructivos

Sobre el catálogo actual disponible de soluciones modulares se rescatan seis modelos que aportan a la construcción y arquitectura desde distintas aristas.

### Escalabilidad

Esta tipología tiene la característica de permitir un crecimiento vertical y horizontal según el requerimiento del conjunto. Principalmente se ven este tipo de soluciones en proyectos de galerías, conjuntos habitacionales<sup>14</sup>, entre otros (ver Figura 9).

### Adaptabilidad

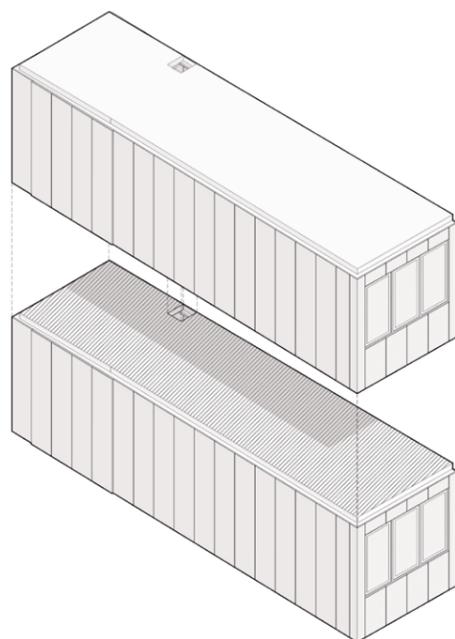
Esta tipología se caracteriza por emplazarse lejos de los entornos urbanos, si bien la mayoría de las tipologías modulares apuntan al emplazamiento lejano, este módulo, debido a sus dimensiones y simplicidad permite una adaptación óptima en comparación a otros, es espacial por su solución al los tipo de suelo<sup>15</sup> (ver Figura 10).

### Accesibilidad

Este módulo se caracteriza por su rol social, ya que se adecua a las medidas normativas del Decreto Supremo 49 (DS-49) permitiendo la posibilidad de adquisición<sup>16</sup> (ver Figura 11).

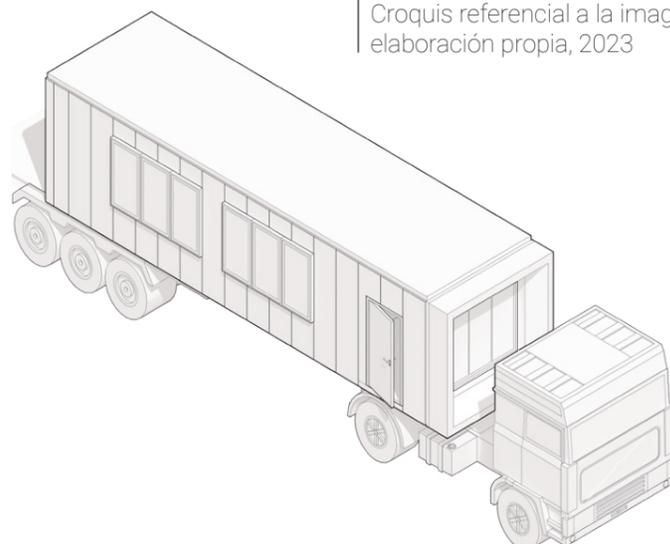
(14) Tecnofast (2023) Depto studio CLT modular  
(15) Tecnofast (2023) Tiny cabin vivo

F-9



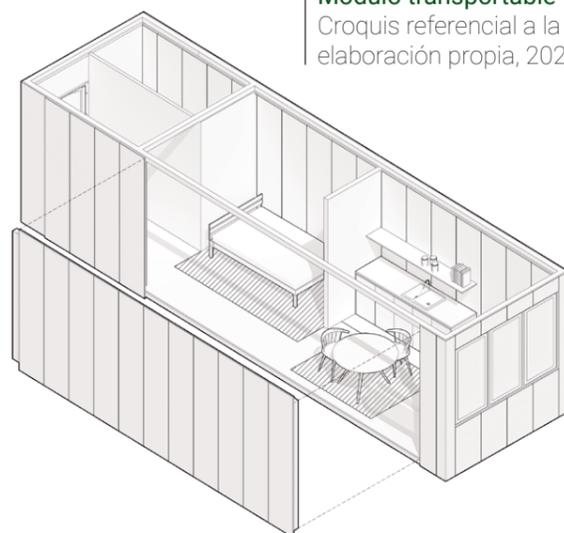
**Modulo escalable**  
Croquis referencial a la imagen final, elaboración propia, 2023

F-10



**Modulo transportable**  
Croquis referencial a la imagen final, elaboración propia, 2023

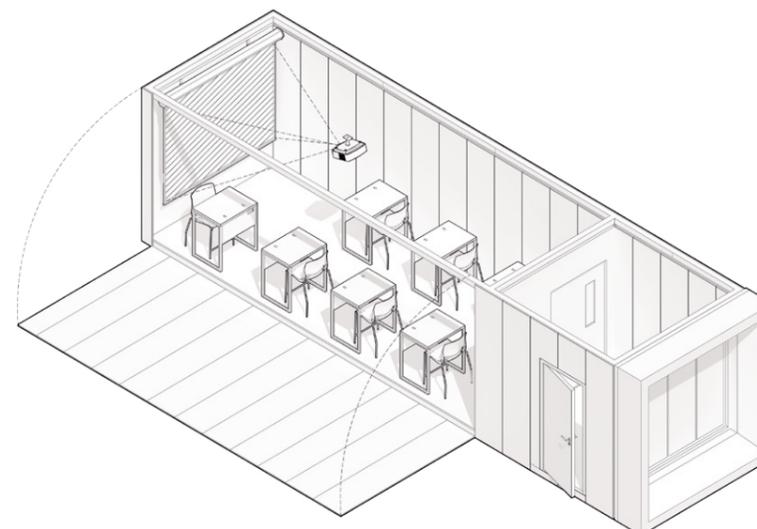
F-11



**Modulo DS-49**  
Croquis referencial a la imagen final, elaboración propia, 2023

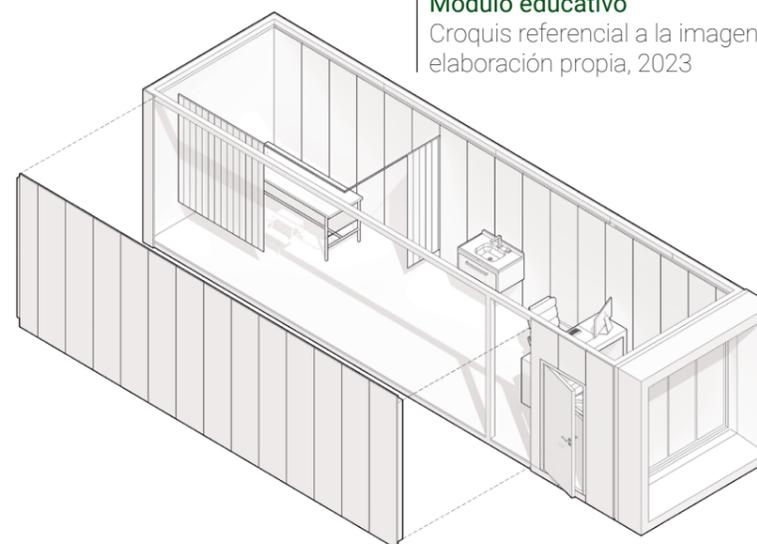
(16) Tecnofast, Unión EP y Archiplan (2023) Construcción de vivienda modulares industrializadas DS-49

F-12



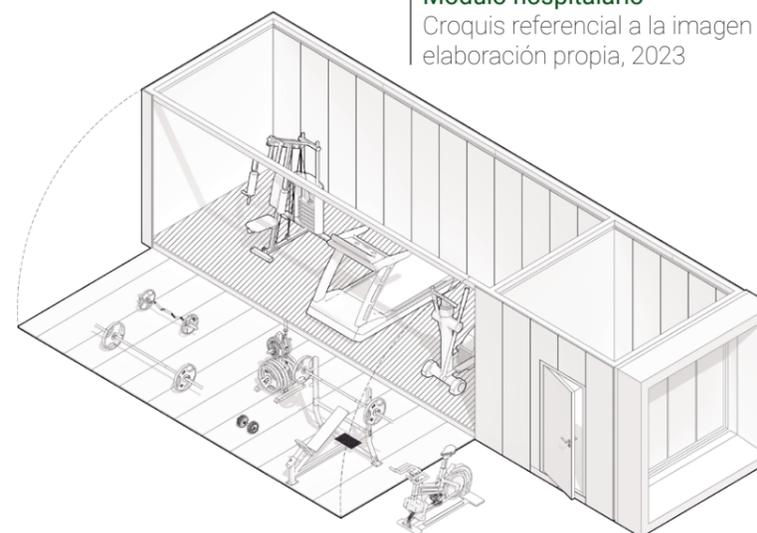
**Modulo educativo**  
Croquis referencial a la imagen final, elaboración propia, 2023

F-13



**Modulo hospitalario**  
Croquis referencial a la imagen final, elaboración propia, 2023

F-14



**Modulo deportivo**  
Croquis referencial a la imagen final, elaboración propia, 2023

(17) Normetal (2023) Colegios y aulas modulares en españa  
(18) Tecnofast (2023) Edificios modulares para centros de salud.

## Módulos multidiciplinaires

Así como existen módulos enfocados a problemáticas espaciales, contextuales y sociales. Existen otros dedicados a enfrentar la escasez disciplinar que comúnmente afecta a sectores alejados de los entornos urbanos.

### Cultura

Para este tipo de programas se parte desde el módulo en planta libre, y que si en un principio lo podemos relacionar con un container, su cualidad destaca en la capacidad de adaptarse a múltiples requerimientos espaciales relacionados a la exposición y educación<sup>17</sup> (ver Figura 12).

### Salud

Para los programas de la salud, generalmente existen módulos que integran las instalaciones necesarias para la indumentaria técnica mínima<sup>18</sup> y son de extrema importancia para asistir a las personas durante y posterior desastres naturales (ver Figura 13).

### Deporte

Este módulo se caracterizar por contener los equipamientos necesarios para incentivar al deporte<sup>19</sup>, adaptarse a múltiples disciplinas deportivas y siendo un batería social dentro de las comunidades (ver Figura 14).

(19) Abc modular (2023) Módulos para instalaciones deportivas

# CATÁLOGO ELEMENTOS

## 2.4.2 | Elementos constructivos

Los elementos por su parte se caracterizan por ofrecer una amplia gama de posibilidades y son usados principalmente en sistemas abiertos.

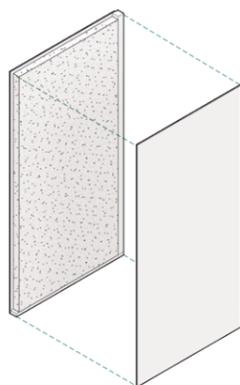
### Envolventes

Los paneles se caracterizan por constituirse a través de una placa interior, un aislante y una placa exterior. Posee dimensiones fijas y su particularidad principal es que es un elemento que ya integra múltiples cualidades, ya sean térmicas y acústicas (F15 - F17), la integración de materiales alternativos y sustentables (F21 - F22) e incluso la capacidad de integrar soluciones de instalaciones a través del propio panel (F20). Sin embargo la cualidad más relevante es la que permite la escalabilidad y por ende la unión de estos paneles (F18)

### Estructura

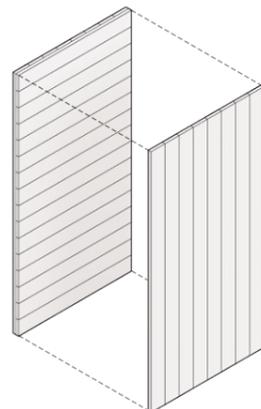
Si bien los existen paneles con propiedades estructurales y muy eficientes, (F16 - F19), la mayoría no se encuentra reglamentada y por ende no pasan los criterios estructurales. Por esto dentro de las soluciones se integran sistemas que acompañen a las envolventes. Siendo estos seleccionados a partir de criterios del lugar, diseño y función.

F-15



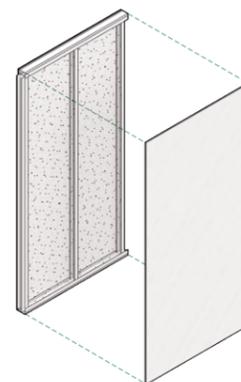
**Panel SIP - Metcorp**  
1.22 x 2.44m x 9 cm  
\$ 49.016

F-16



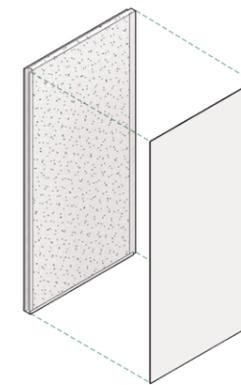
**Panel CLT - Arauco**  
3.50 x 13.50 x 30 cm  
\$ Según cotización

F-17



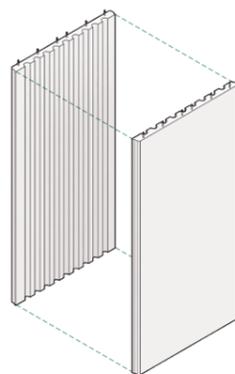
**Panel Metalcon - Hábitat**  
1.20 x 2.40m x 10.04 cm  
\$ 88.004

F-18



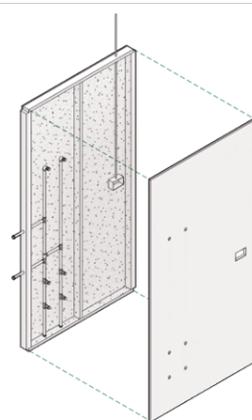
**Panel Metwall - Imel**  
1.20 x 2.00 - 5.50 x 7.6 cm  
\$ Por cotizar

F-19



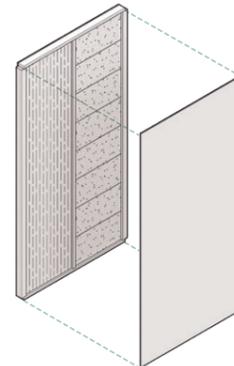
**Panel placas aveolares - Hormipret**  
1.20 x 0.50 - 10m x 15 cm  
\$ Por cotizar

F-20



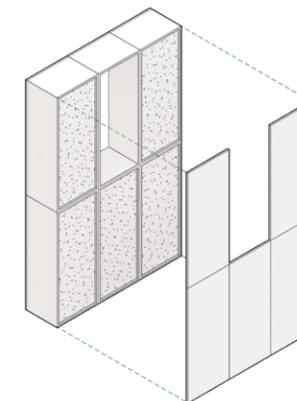
**Panel tradicional industrializado - E2E**  
1.22 x 2.44m x 9-50 cm  
\$ Producto propio no comerciable

F-21



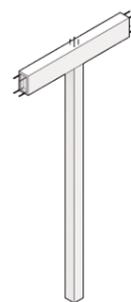
**Panel alternativo - Mycelio - Rootman**  
1.22 x 2.44m x 7.5 cm  
\$ Por cotizar

F-22



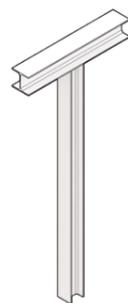
**Panel Alternativo - Cajón de fardos**  
0.50 x 1.00-1.200 x 40 cm  
\$ Modelo piloto, no comerciable

F-23



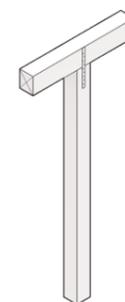
**Sistema Pilar viga - Hormigón 3 pisos**  
Pilar: 11 x 11 cm x 2.44 m  
Viga: 20 x 11 cm

F-24



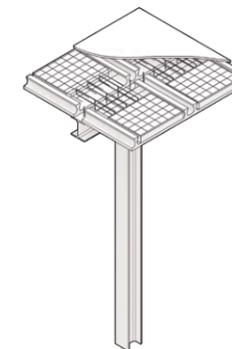
**Sistema Pilar viga - Metal 3 pisos**  
Pilar: 16 x 16 cm x 2.44 m  
Viga: 20 x 16 cm

F-25



**Sistema Pilar viga - Madera 3 pisos**  
Pilar: 16 x 16 cm x 2.44 m  
Viga: 20 x 16 cm

F-26



**Sistema Pilar viga losa - Mixto 3 pisos**  
Estructura metálica con base de PreLosa: A= 0.60 - 1.20 m E= 12 cm



**Figura 27**  
Recuperador de calor social, Jonas  
Fotografía propia de ENCI, 2023

## Industrialización en la eficiencia y confort de las edificaciones

Dentro del catálogo disponible en los sistemas abiertos existe una categoría muy escasamente abordada en la oferta de soluciones constructivas levantadas, ya que parecieran solo enfocarse en el sistema estructural. Siendo esta el aspecto energético y climático de las edificaciones. En este sentido, existen empresas como Jonas (ver Figura 27) quienes se encargan de brindar soluciones en ventilación, climatización y eficiencia energética a través de kits. Que se deberían buscar integrar al proceso constructivo.

# CATÁLOGO SUSTENTABLE

## 2.4.2.2 | Sistemas sustentables



**Figura 28**  
Airturb 01 Sistema fotovoltaico - eólico  
Extraído de página web CDT, 2023



**Figura 29**  
Parawats, sistema autónomo  
Fotografía propia, parque CTEC 2023.



**Figura 30**  
Baterías e inversor eléctrico  
Fotografía propia, parque CTEC 2023.



**Figura 32**  
Estanques de recuperación  
Fotografía propia, parque CTEC 2023.



**Figura 33**  
Biofiltro, microorganismos contenidos  
Extraído de página web Yaku, 2023



**Figura 31**  
Tratamiento de aguas grises  
Extraído de página web Yaku, 2023

El catálogo sustentable considera la utilización de elementos que ayuden a la eficiencia energética y ecosistema de la edificación, permitiendo la implementación de sistemas automatizados o de domótica para el control de diferentes situaciones.

De entre ellos se destaca la utilización de paneles fotovoltaicos (Figura 28), que brindan de energía en la vivienda e incluso al mismo proceso de construcción como las instalaciones de faenas.

Sin embargo para aquellas zonas que presenten una nubosidad constante o un azimuts demasiado inclinado, se consideran sistemas eólicos (ver Figura 28), que aprovechan los fuertes vientos para complementar el sistema. Aparte de las energías se considera la recuperación de aguas grises a través de estanques con biofiltros, que a través de microorganismos que purifican el agua residual en un 70% , permite la utilización de agua para riego, estanques de inodoros e incluso industrias <sup>19</sup>.

(19) yaku

# REFERENTES CONTEMPORÁNEOS

## 2.5 | Edificaciones industrializadas en Chile



**Figura 34**  
Vivienda industrializada E2E-DITEC  
2022, rescatada de ficha técnica CTEC

Pasando de la teoría a la práctica se seleccionaron tres ejemplos de referentes contemporáneos en Chile que dispusieran de un piloto abierto al público, donde se pudiera experimentar desde primera fuente los resultados de la industrialización en la construcción.

Durante el año 2023, en Chile diversas empresas y organizaciones han puesto sus esfuerzos en fomentar instancias y documentación que complemente y permita progresar la construcción en Chile. La primera de ellas fue impulsada por el Centro Tecnológico para la Innovación en Productividad y Sustentabilidad en la Construcción (CTeC) a través de su reto de vivienda industrializada 2023, junto a ella vino el primer encuentro nacional de construcción industrializada (ENCI, 2023) e incluso

(20) Castillo, María José, & Forray, Rossana. (2014). La vivienda, un problema de acceso al suelo.



**Figura 35**  
Prototipo de edificio de madera.  
CENAMAD, Fotografía propia, 2023

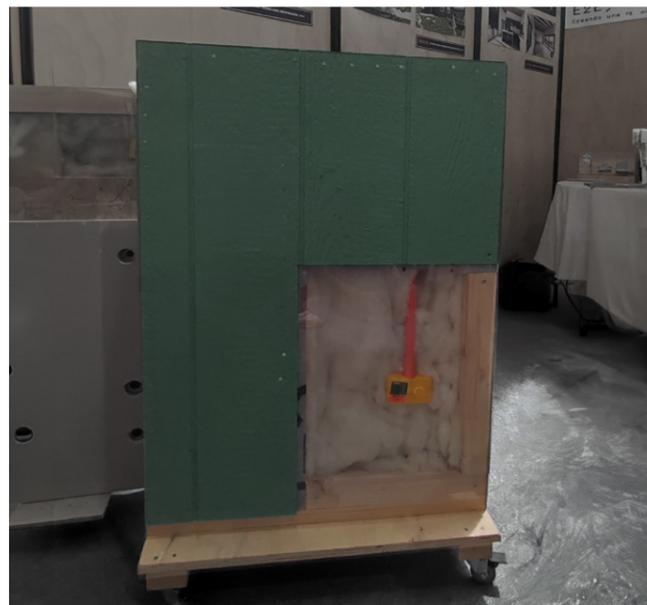
en eventos como la semana la madera 2023, donde se demostró como la madera se comporta antes estos requerimientos de la industrialización (ver Figuras 34 y 35) o el evento de Arquitectónicamente 2023 (ARQ%) el cual reconoce a todos los ganadores de concursos durante los últimos dos años, quienes implementaron soluciones estandarizadas en muchas de sus propuestas. De esta manera se confirma que esta tecnología constructiva esta siendo un estándar actual y que debemos adaptarnos desde la disciplina desde el diseño y proyección, observando los beneficios que trae a las ciudades. Pero sobre todo a zonas que pueden utilizar el 100% de sus utilidades.

# REFERENTES CONTEMPORÁNEOS

## 2.5.2 | Viviendas DS.49

Por parte de E2E junto a la Dirección Técnica del ministerio de vivienda y urbanismo (DITEC) se presenta un prototipo de vivienda social gracias a CTEC. Este proyecto tiene una capacidad de producción mensual de 60 viviendas y una capacidad de transporte de cuatro por camión. Con un total de 50,98 m<sup>2</sup> construidos se caracteriza por la creación de panes propios a partir de: Pies derechos (35x70@600), plancha interior Gyplac ST 10x1200x2400, papel Kraft 60 GR, lana de oveja 80 mm R 92 y Smart panel 11,1x1220x2440. La ventaja de estos elementos es que facilitan su moldeado para generar las canalizaciones eléctricas e incluso las sanitarias, solo cambiando los pies derechos por un perfil de acero plegado 61 mm<sup>21</sup>.

Respecto a la aprobación de viviendas tipo. Esta en un principio tardó en la generación de los criterios necesarios para evaluar las construcciones industrializadas. Si bien los elementos prefabricados son los que deben cumplir con las exigencias mínimas, se hace muy complicado evaluar el material por unidad y no como conjunto. Es por esto que se establece la R.S 59<sup>22</sup>, la cual señala condiciones y mecanismos de aprobación de viviendas industrializadas tipo desarrollados en el marco de los programas habitacionales fondo solidario DS. N°49. En esta resolución se definen los entregables del proyecto; instrucciones de montaje, cuidado, conexiones, Memoria de Elementos Industrializados, entre otros. También señala que cuando no es posible verificar los elementos y materiales en la obra: En el caso de paneles y módulos cerrados. Será necesario disgregar la fiscalización en planta o fábrica y fiscalización en obra. Así mismo, las propuestas deberán incorporar como mínimo un 40% de elementos o componentes industrializados, como muros y losas (o entresijos), debiendo a la vez integrar elementos de terminación y especialidades (sanitaria y eléctrica) desarrolladas en fábrica.



**Figura 36**  
Panel industrializado con canalización, aislación térmica y revestimiento, E2E. Fotografía propia, 2023



## 2.5.2 | Edificaciones madera CLT

El primer edificio de quince niveles construido en madera es sin dudas un precedente importante en la utilización del material. Sin embargo, este referente utilizado no destaca por su diseño ni por el material, que es el mismo de la Figura 28. Sino que por la calidad de información expuesta por parte de el Centro Nacional de Excelencia para la Industria de la Madera ( CENAMAD), quienes expusieron los siguientes beneficios de la construcción en madera:

-Una de las razones por las que se busca que la madera se consolide como una solución para la construcción en altura es su potencial de captación de CO<sub>2</sub><sup>23</sup> permitiendo una desintoxicación de las ciudades si se masifican estas tipologías.

**Figura 37**  
Edificio de madera, oficinas y recreación, CENAMAD. Intervención a partir de imagen en página web, 2023

- La madera responde a su ligereza, es decir, mientras una casa requiere de tres camiones con materiales como el hormigón o acero, solo se requiere uno en caso de usar madera<sup>24</sup>.
- La mano de obra especializada en sitio requiere de pocas cuadrillas, en el caso del prototipo de la Figura 30, solo se requirió de cuatro personas con maquinaria básica.
- Industrializar con madera es más sencillo debido al tipo de maquinaria necesaria para realizar las estructuras y formas.
- Se busca la utilización de toda la materia residual de la construcción con madera, generando adhesivos biológicos, protecciones, entre otros.

(21) E2E (2023) Ficha digital de vivienda DS-48 con DITEC

(22) Resolución 59 Exenta (2023) Condiciones y mecanismos de aprobación de proyectos de viviendas industrializadas tipo

(23) Lorenzini y Victorero(2023) Seminario en Semana de la madera

(24) Victorero, F. (2023) Seminario en Semana de la madera

# DESAFIOS BARRERAS Y CRITICAS

Si bien los elementos prefabricados poseen muchas ventajas, sobre todo para la construcción en zonas remotas, existen desafíos importantes a superar.

## 2.6 | ¿Cuáles son los principales desafíos de los elementos prefabricados y como se relacionan con la industrialización?

### Barreras a superar para la integración de la industrialización y digitalización

Dentro de los desafíos actuales de ambas tecnologías se encuentra la capacidad de integrarlas a metodologías ya establecidas. Por esto mismo se deben abarcar desde la integración temprana al proyecto, ya que ahí es donde más se aprecian sus beneficios. Además por el mismo desafío de la adopción de la industrialización y digitalización, estas tecnologías deben permitir cierto grado de edición y personalización de los procesos.

### Estandarización

Desde la disciplina arquitectónica todo proceso con cierto grado de estandarización o industrialización se concibe como una herramienta economía para las construcción, haciendo que el sistema constructivo parezca incompatible con la arquitectura<sup>25</sup>. Si bien la oferta de elementos ya no es tan rígida como menciona Escrig, este tipo de soluciones siguen presentando cierto grado de restricciones respecto a la construcción tradicional.

### Diseño

Respecto a la rigidez del diseño, el mayor desafío es superar el aspecto de la compatibilidad de los productos y componentes de marcas. Esto provoca que, en vez de aprovechar los elementos ya concebidos, las empresas industrializadoras se decanten por los mismo métodos de construcción tradicional pero realizados en la planta, impidiendo la evolución de los sistemas y la integración temprana hacia nuevas tecnologías.

### Módulo

Esta categoría de método constructivo se presenta con grandes beneficios a la hora de compararlas con la construcción tradicional, sin embargo, la desventaja más significativa, aparte de las acotadas posibilidades de diseño unitario, es la dificultad que presenta a la hora de transportar estos módulo a grandes distancias, utilizando medios de transporte no convencionales, sin contar que probablemente se necesite más de un transporte para llevar ciertas cantidades, dependiendo del proyecto a desarrollar.

### Elementos

Esta metodología es la que mejor se adapta a las problemáticas de transporte y construcción en zonas remotas, no obstante, la construcción segmentada necesita de un mayor tiempo para el montaje en comparación a las soluciones modulares. En este sentido, otra barrera a superar es la conectividad que deben tener los elementos, especialmente los que se conectan en sitio, debido a la alta cantidad de conectores y/o guías que se necesitan.

En relación las capacidades mecánicas, los elementos de una edificación resisten de manera conjunta ante las acciones a las que se somete. No obstante, las soluciones actuales de las uniones entre los elementos deben llegar a garantizar en su totalidad el monolitismo estructural, para que no se realicen trabajos posteriores en el sitio, retazando los tiempos de montaje e implicando un mayor esfuerzo de las cuadrillas.

Finalmente, en aspectos de la sustentabilidad, confort y eficiencia energética de las edificaciones, a pesar de una amplia cantidad de soluciones de kits para integrar en los sistemas. No se encuentran presentes en casi ninguno de los elementos levantados en el catálogo. Es entonces que otro gran esfuerzo a realizar es el de incluir a los sistemas energéticos y climáticos como un estándar en las propuestas edificatorias.

### Costos

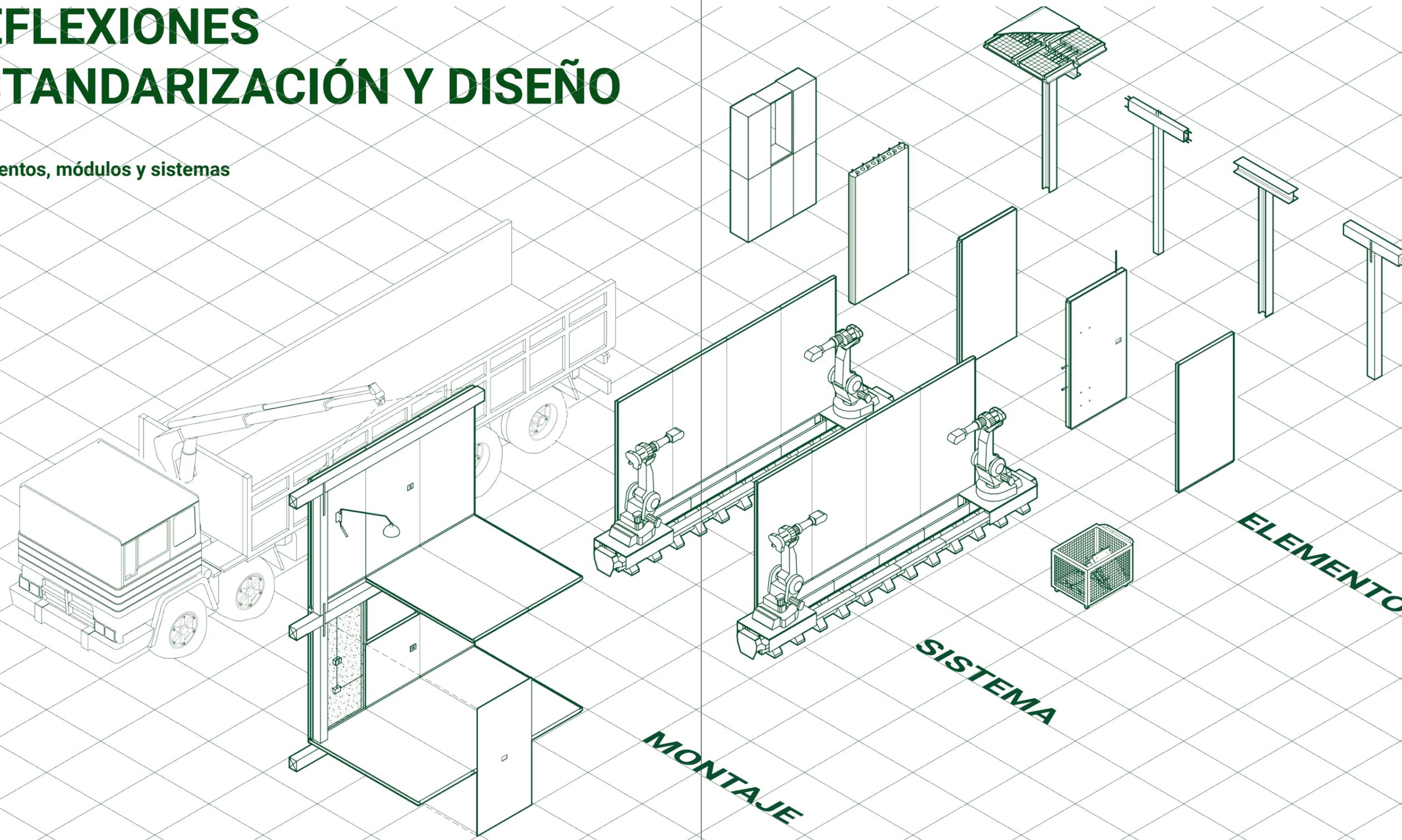
Si bien se habló que los costos globales de una construcción industrializada en comparación de una tradicional son bastantes equiparables, otro inconveniente desde el punto de vista empresarial es que una inversión inicial para el desarrollo de este tipo de industrias es significativamente mayor, sobre todo si el modo de operar de las construcciones tradiciones es la de sub-contratar los servicios.

### Normativa

Sobre la normativa, si bien existen grandes esfuerzos en levantar los criterios para evaluar eficazmente estas construcciones, sobre todo a través del RS-59, estos están íntimamente ligados a la vivienda, cerrando la posibilidad de explorar otras tipologías que posean un rol social que complementen a las comunidades. Es por esto que se debe avanzar desde una vivienda tipo a una edificación tipo, que cumplan criterios similares ya adecuados a sus requerimientos programáticos.

# REFLEXIONES ESTANDARIZACIÓN Y DISEÑO

## 2.7 | Elementos, módulos y sistemas



### ¿CÓMO CONSTRUIR DE MANERA EFICIENTE Y RESILIENTE?

Finalmente, gracias a la información recabada, se determina que la industrialización es una solución acertada y tangible para enfrentar los problemas de la construcción en zonas remotas. Sin embargo, los criterios para elegir el sistema adecuado debe estar alineado con el objetivo de la investigación e

ir más allá del elemento (ver Figura 38). En ese sentido, a pesar de las ventajas de las metodologías vistas, los sistemas abiertos, son los que permiten adaptar el conjunto de elementos para el transporte de estos, sin requerir de maquinaria especializada, entre otras ventajas. No obstante, para ir más allá

Figura 38  
Esquema de integración del elemento a un sistema complejo. Elaboración propia, 2023

es necesario enfrentar el principal problema de esta solución; la **conectividad** y el **trabajo conjunto de las piezas**. Con esto en mente se decide trabajar principalmente con elementos propios, tomado las mejores virtudes de los tipos levantados y complementándolos.



**Figura 39**  
Ubicación de los edificios consistoriales (actual y nuevo) Timaukel, Villa Cameron  
Elaboración propia, 2023

# 03 | JUSTIFICACIÓN CONTEXTUAL

## Antecedentes territoriales



**Figura 40**  
Emplazamiento de consistorial actual, Elaboración propia a partir de Google Earth, 2023.

(25) Timaukel (2023) Informe técnico de estado actual del consistorial

## 3.1 | SITUACIÓN Y ENCARGO

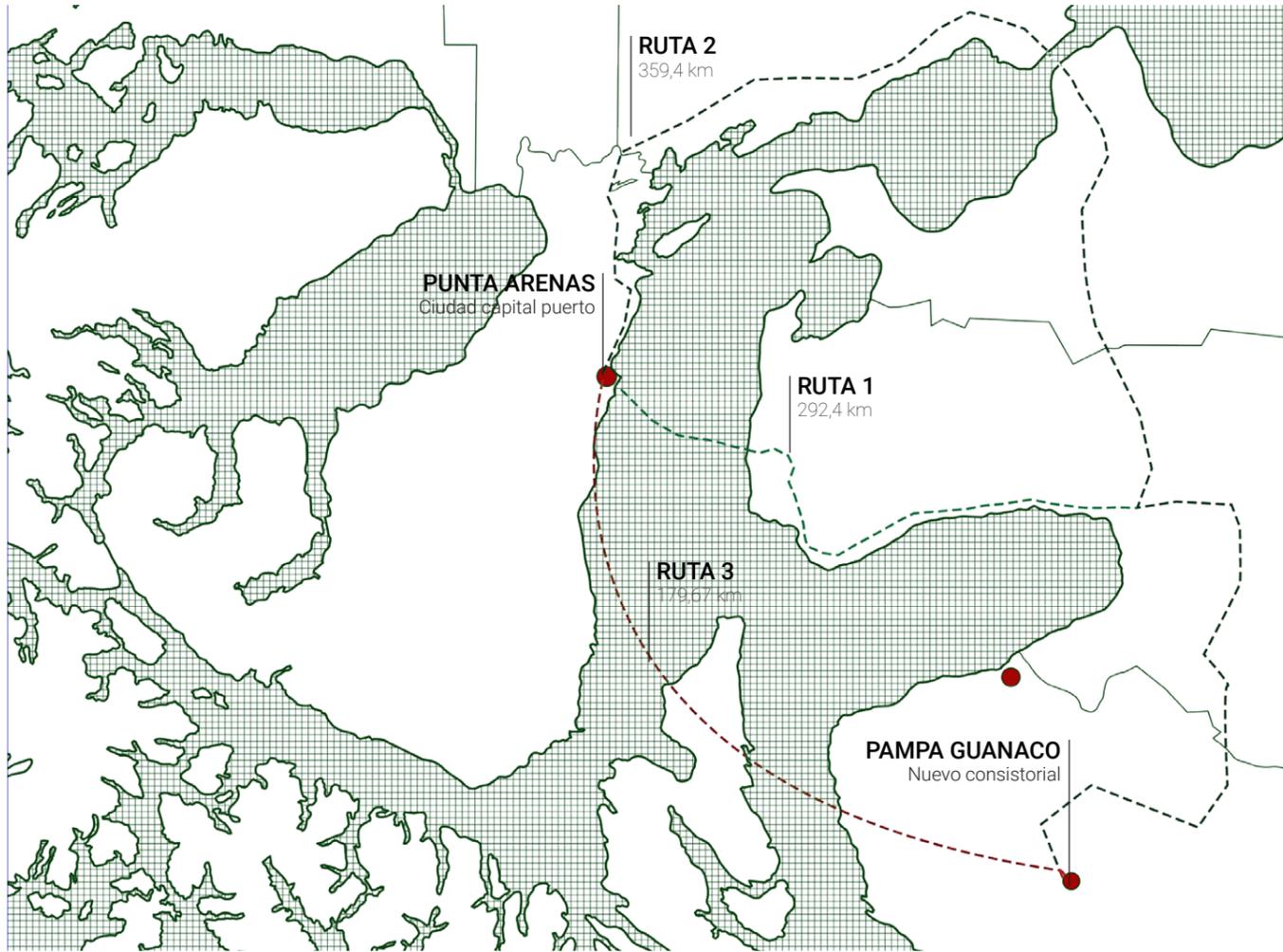
A partir del criterio de dónde es que las construcciones son más deficientes por m<sup>2</sup> construido rescatado en la Figura 2. Se eligió a la región de Magallanes, y si bien la región de Aysén presentaba menor porcentaje, la región de Magallanes posee una petición particular en la plataforma de mercado público, dónde debido al interés de ocupación diplomática en una zona estratégica, se pide el diseño y construcción de un edificio consistorial para la municipalidad.

Actualmente, el edificio consistorial se ubica en la comunidad de Villa Cameron, ubicada a 170 kilómetros al suroeste de la ciudad de Punta Arenas (ver Figura 35). Con cuarenta años de servicios y diecisiete funcionarios, esta edificación se clasifica como clase E y G según lo dispuesto en el artículo 5.3.1 de la OGUC. La necesidad de mudarse, aparte de un motivo diplomático, se presenta debido a:

- La falta de espacio, cada vez aumentan los esfuerzos por seguir ampliando las capacidades de la municipalidad pero estos se limitan debido a la falta de holgura del terreno actual (ver figura 40)
- El avanzado deterioro del edificio actual<sup>25</sup>. Los problemas radican desde la pudrición de la madera estructural, el constante desnivel de los pisos en las zonas de entramado de madera.
- Debido a la antigüedad y método constructivo tradicional que posee el edificio, este no cuenta con medidas de climatización y confort térmicos para enfrentar las inclemencias del clima, que afectan enormemente al sector durante gran parte del año. En esta línea, las instalaciones sanitarias y eléctricas también presentan problemas, esencialmente relacionadas con la protección contra el fuego debido a la estructura que los contiene.

# EL LUGAR ESTRATEGIAS

A partir de la elección del sistema a utilizar se debe integrar de manera temprana la solución logística del transporte, ya que es el principal condicionante del proyecto.



## 3.2 | Propiedades y desafíos de transporte y logística

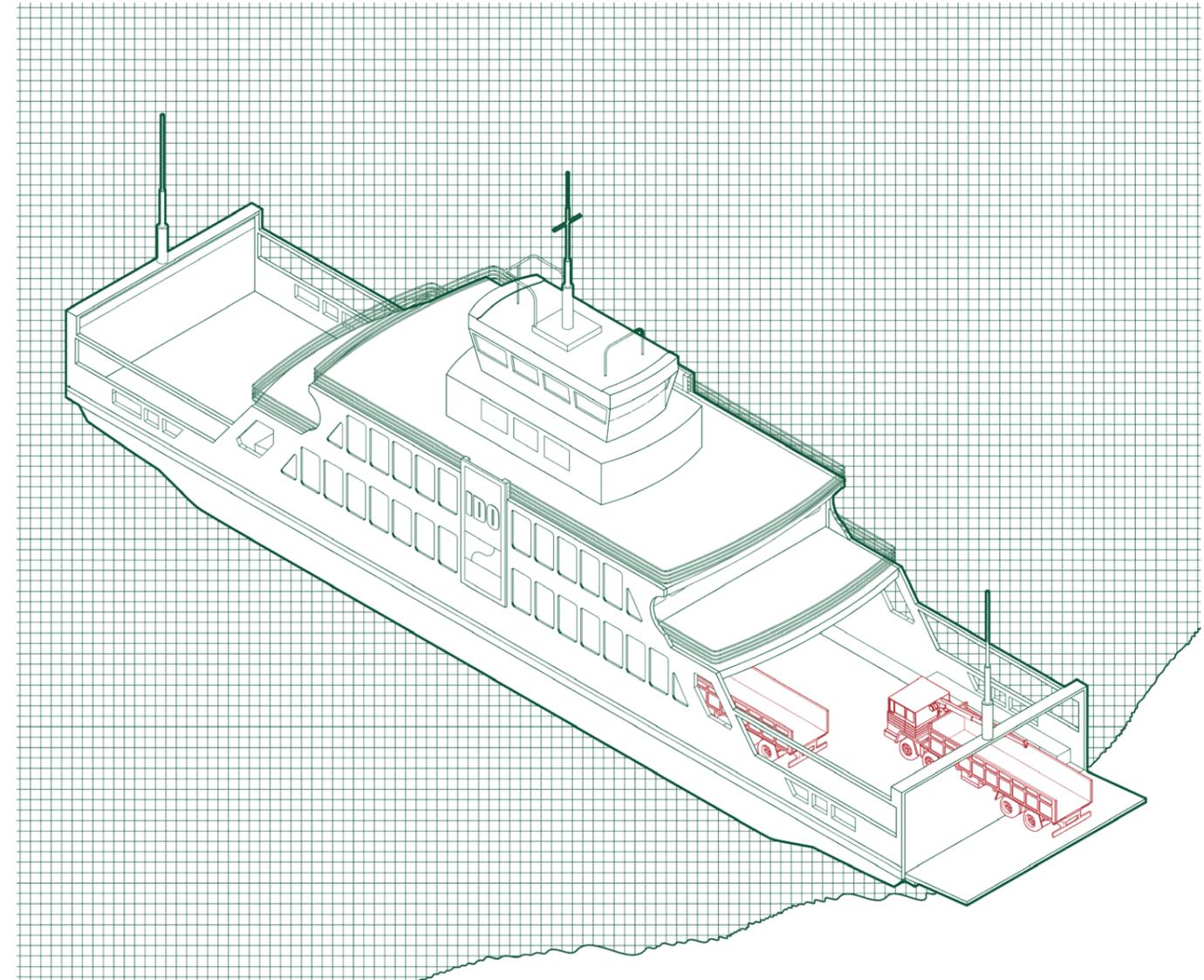
La elección de este lugar por parte de la municipalidad de Timaukel se deben a beneficios muy bien evaluados, dentro de ellos se destaca:

**Sobre la conectividad**, al unir la red caminera desde el Cerro Sombrero hasta Yendegaia, se obtiene un eje central de sur a norte cuyo centro geográfico sería la localidad de Pampa guanaco. **Paso fronterizo Bellavista**, que es el paso terrestre más austral con Argentina y se ubica a

Figura 41  
Piloto CLT Depto Studio, vista interior, TECNOFAST,  
Fotografía propia, 2023

20 kilómetros de Pampa Guanaco, su apertura son en las temporadas de primavera - verano, pero se proyecta su utilización para todo el año<sup>26</sup>. **Presencia de instalaciones ya concebidas**, se encuentra en funcionamiento la Escuela Rural de Pampa Guanaco, una estación médico rural, así como otras instalaciones menores destinadas para el uso de brigadas de CONAF

(26) Municipalidad de Timaukel (2023) D04 Modelo de términos de consultoría especialidades y arquitectura, edificio consistorial,



## 3.3 | Propiedades y desafíos del transporte

Figura 42  
Piloto CLT Depto Studio, vista interior, TECNOFAST,  
Fotografía propia, 2023

Desde Punta Arenas existen tres rutas principales para llegar a Pampa Guanaco (ver Figura 49):

- **Ruta 1:** 292,4 km por Y-71 y Y-895,
- **Ruta 2:** 359,4 km por Ruta 257 y Y-895.
- **Ruta 3:** 179,67 km por aire

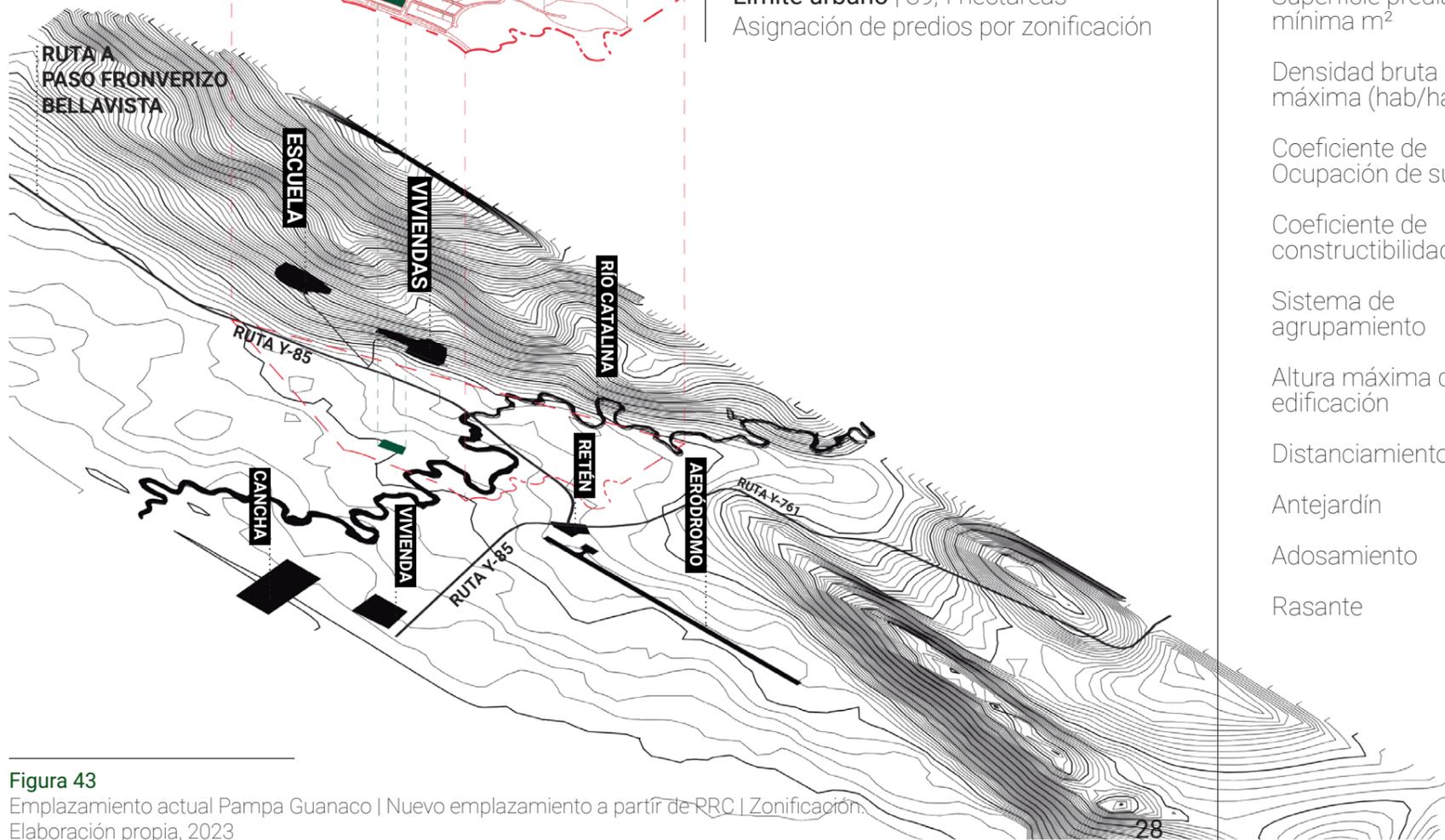
Como ruta aérea es utilizada principalmente para el transporte de personas a través de avionetas,

las opciones de desplazamientos varían entre las rutas 1 y 2. Sin embargo, en ambos caso se debe considerar la utilización de un ferry de transbordo con la capacidad de llevar camiones grúas para cruzar los distintos canales (ver Figura 42). La ruta 1, a través del cruce Porvenir, se cuenta con una tarifa aproximada de \$185.000 para camiones. Mientras que la ruta 2, en el cruce de Primera Angostura, se debe considerar \$ 54.000.

Figura 49  
Principales rutas de transporte de Punta Arenas hacia Pampa Guanaco.  
Elaboración propia a partir de informe técnico de municipalidad de Timaukel, 2023

# EL LUGAR EMPLAZAMIENTO

- | **Lugar de proyecto** | 2.897m<sup>2</sup>  
Centro cívico, edificio consistorial
- | **Zona de equipamiento**  
Borde carretero
- | **Zona de equipamiento**  
Eje comercial
- | **Zona habitacional**  
Viviendas, conjuntos
- | **Zona de equipamiento**  
Deporte, cultura y recreación
- | **Límite urbano** | 39,4 hectáreas  
Asignación de predios por zonificación



## NORMATIVA ACTUAL

Plan Regulador Comunal

### CERTIFICADO DE INFORMACIONES PREVIAS

Loteo 5-A-1 Manzana 671 Lote 64  
Rol 671-64  
Área Rural  
Uso de suelo DS N°47, 1992, OGUC

### ANTEPROYECTO - PRC

Zona CC - Centro Cívico  
Uso de suelo Equipamiento  
Destino Culto y Cultura, Servicios, Social.

### ACTIVIDADES PERMITIDAS

2.1.30 OGUC  
2.1.31 OGUC

### NORMAS URBANÍSTICAS

Superficie predial mínima m <sup>2</sup>	1.200
Densidad bruta máxima (hab/ha)	No aplica
Coefficiente de Ocupación de suelo	0.5
Coefficiente de constructibilidad	1
Sistema de agrupamiento	Aislado, pareado
Altura máxima de edificación	10 m o dos pisos
Distanciamiento	Art. 2.6.3 OGUC
Antejardín	3 m
Adosamiento	Art. 2.6.2 OGUC
Rasante	Art. 2.6.3 OGUC

## 3.4 | PAMPA GUANACO

### Integración paulatina

El 2015 el municipio anuncia la entrega de 145 parcelas para iniciar un proceso de colonización y asentamiento, lo cual fue posteriormente descartado. Sin embargo, se menciona que existe un plan para desarrollar un poblado cercano a Villa Camerón.

El sector de Pampa Guanaco se ubica a 81 kilómetros de Villa Camerón y a 215 kilómetros de la ciudad de Punta Arenas. Por ahora presenta más una ocupación política que ciudadana, integrando un aeródromo, un retén, una mina y pequeños asentamientos que conforman a la villa, además de un establecimiento educacional (ver Figura 43).

### Plan regulador comunal (PRC)

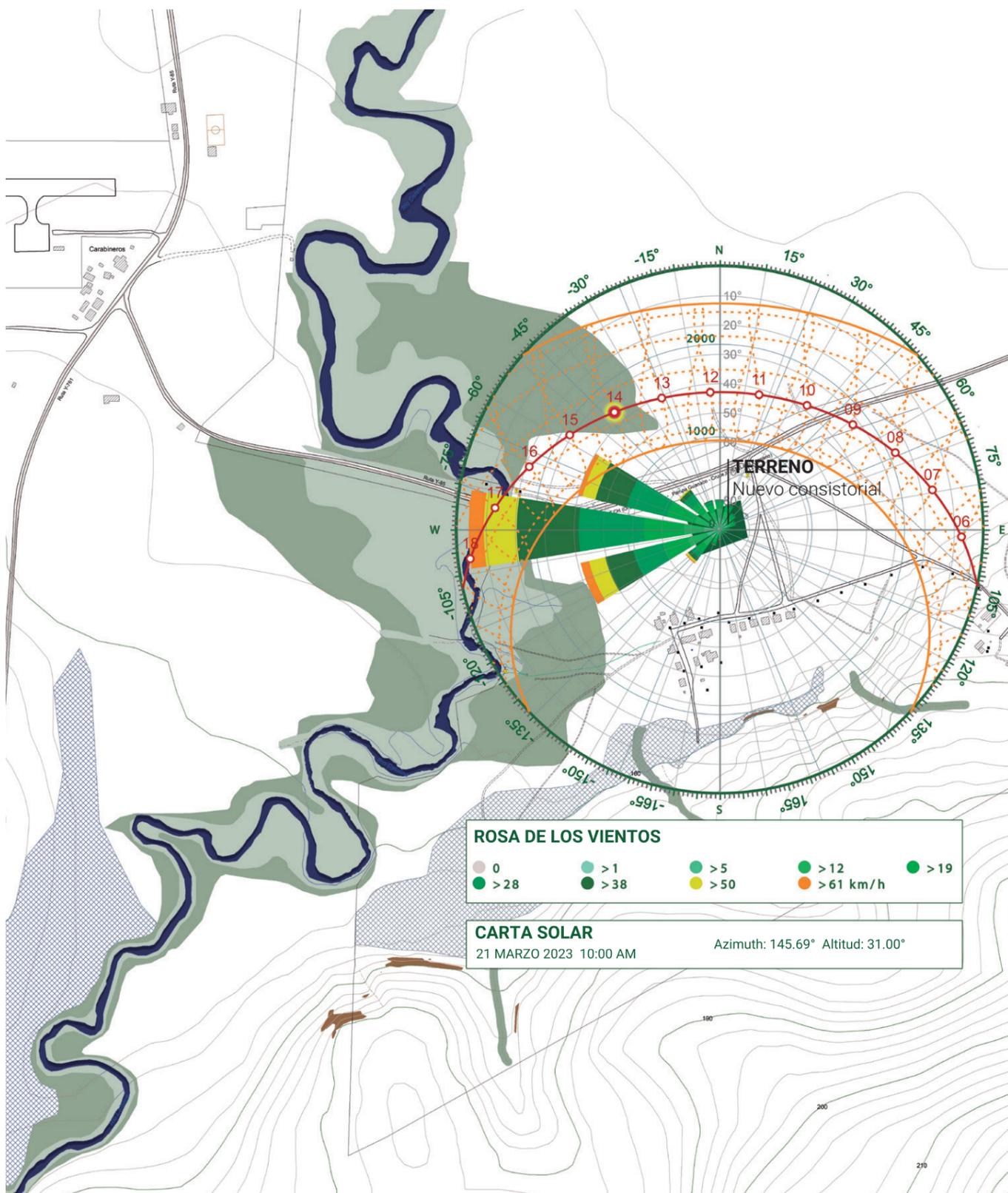
Actualmente, existen esfuerzos por parte de la municipalidad para poblar exitosamente la zona y si bien hoy se rige bajo el decreto supremo N°47 de la OGUC. Existe una propuesta de anteproyecto para un plan regulador comunal ya aprobado, y que integra el edificio consistorial junto con otros servicios como; turismo, comercio, deportes y habitacionales. De esta manera se decide tomar en cuenta la generación de esta normativa para la elección de criterios a la hora de diseñar y proyectar.

### Edificio consistorial

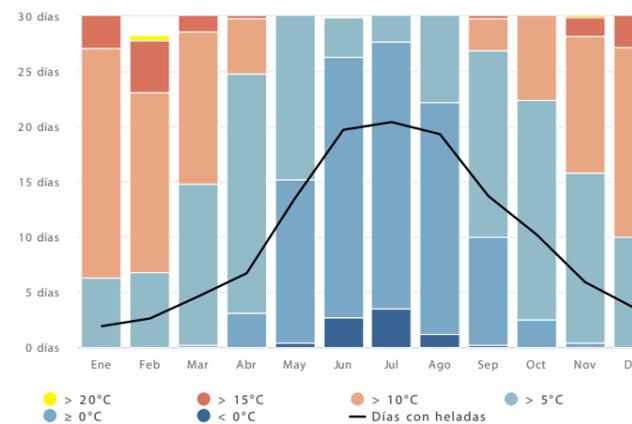
Por su parte, la municipalidad también comparte su visión y expectativas para la edificación, a través de un documento con los requerimientos del edificio consistorial. El D04 es un modelo de referentes para consultorías de arquitectura y especialidades. En los contenidos se abordan antecedentes generales del terreno, estudios de suelo y clima, usuarios, criterios de diseño, el programa arquitectónico mínimo, BIM, entre otras documentaciones técnicas. Haciendo especial énfasis en respetar la lo valioso del paisaje natural.

Figura 43  
Emplazamiento actual Pampa Guanaco | Nuevo emplazamiento a partir de RRC | Zonificación.  
Elaboración propia, 2023

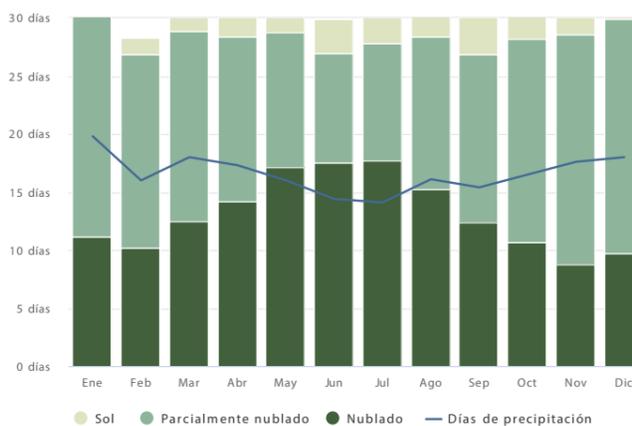
# EL LUGAR EMPLAZAMIENTO



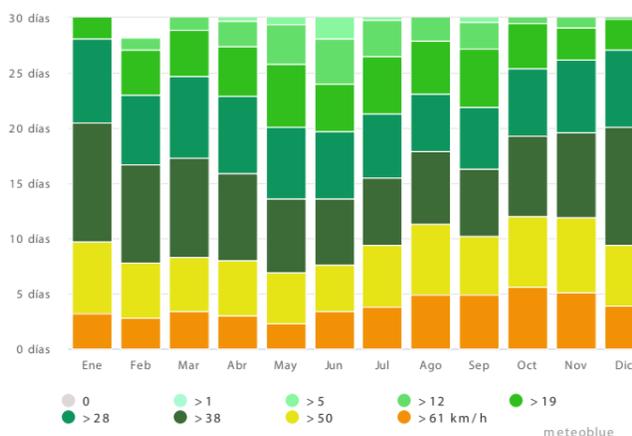
**Figura 44**  
Emplazamiento actual Pampa Guanaco | Nuevo emplazamiento a partir de PRC | Zonificación.  
Elaboración propia, 2023



**Figura 45**  
Temperaturas máximas  
Fotografía propia, 2023



**Figura 46**  
Cielo nublado, con sol y días de precipitación  
Fotografía propia, 2023



**Figura 47**  
Velocidad del viento  
Fotografía propia, 2023

## 3.5 | PAMPA GUANACO Contextualización del terreno

Sobre las edificaciones, existen un reducido grupo de viviendas ordenadas en un eje vial que las conecta con la escuela de Pampa Guanaco. En este sentido la presencia de un edificio consistorial no solo significa una presencia territorial y un intento de colonización, sino que una cruz valía de aporte e integración a la comunidad que busca crecer.

### Condición climática: Temperaturas

En el sector predomina principalmente un clima templado frío, donde las temperaturas varían entre los 0°C y 5°C en los meses de mayo y agosto, mientras que el resto de los meses casi no se superan los 15°C (ver Figura 45). En este sentido la condicionante térmica es un factor importante para la construcción.

### Condición climática: Asolamiento

Como se observa en la carta sola (ver Figura 44) existe una inclinación de 15° a favor del noroeste, lo cual sería una condicionante para la ubicación de los distintos programas de la edificación. Sin embargo, casi la totalidad de los meses el cielo se encuentra parcial o totalmente nublado (ver Figura 46). Factor a considerar para la implementación de un sistema de energías renovables.

### Condición climática: Vientos

Los vientos son una condición no menor a tomar en cuenta y que afecta enormemente a la construcción en el sitio, estos provienen en gran medida desde la dirección oeste con un promedio de 38 km/h, e incluso a superando los 61 km/h (ver Figura 47). Ante este panorama la construcción off site se transforma nuevamente en un acierto para abordar en el terreno, sin embargo, se deben tener a consideración cómo enfrentar estos vientos en la caso del de montaje y supervisión de la obra.

# CRITERIOS DE DISEÑO

## 01 - NORMATIVA

### CRITERIOS DE DISEÑO GENERALES PARA EDIFICACIONES PÚBLICAS

<b>CALIDAD</b>	Requerimientos normativos, estándares técnicos. se debe considerar la vida útil, mejoramiento y conservaciones.
<b>IDENTIDAD</b>	Construcción de un elemento de identidad cultural local y regional. Asimismo, con representación de la acción del estado, reconociendo el valor de la memoria, el patrimonio histórico y las expresiones culturales
<b>INCLUSIÓN Y EQUIDAD</b>	Entregar servicios de calidad homogénea a nivel nacional. Accesos expeditos y entornos armónicos
<b>PARTICIPACIÓN</b>	Promover la participación de grupos de interés, internos y externos
<b>EFICIENCIA</b>	Promover eficiencia en toda la gestión y administración del proyecto en todo su ciclo de vida, con métodos de fiscalizan y control rigurosos y capaces de levantar alteras para una mejor administrador de los contratos.
<b>AUSTERIDAD Y SOBRIEDAD</b>	Conceptualización de edificaciones con un uso eficiente de los recursos, exentos de lujos o modas pasajeras

Dentro de los requerimientos del proyecto se señalan el cumplimiento de criterios generales para cualquier edificación pública. En torno a esto se destacan:

#### Identidad

Entendiendo al proyecto con un rol mayor al de albergar recintos institucionales, sino que la edificación por si misma pueda transformarse en un punto de referencia, siendo capaz de integrar

a la comunidad y sus visitantes, como reflejar las condiciones particulares del emplazamiento, su cultura y sus tradiciones.

#### Eficiencia

Donde a través de la digitalización se pretender abordar el monitoreo de la construcción, su ciclo de vida así como los resultados que se obtienen posterior a la implementación de sistemas sustentables.

TABLA 1

Criterios generales de diseños para edificaciones públicas, rescatado de informe para licitación de edificación consistorial  
Elaboración propia a partir de informe técnico de municipalidad de Timaukel, 2023

### FUNCIONES BÁSICAS DE UN EDIFICIO PÚBLICO

Desarrollo social y económico
Identidad pública
Habitabilidad y funcionalidad
Resiliencia
Sustentabilidad

### CONSIDERACIONES ESPECIALES

Adecuada relación con el entorno
Integración del edificio con el espacio público
Optimización del costo de ejecución y operación
Propuesta de valor del patrimonio arquitectónico
Pertinencia al contexto socio-cultural de los pueblos originarios.

#### Funciones básicas

Para las cinco funcionalidades básicas se plantean estrategias desde la industrialización y digitalización, viendo un potencial más allá del edificio consistorial en la aplicación de esta tecnología para otros tipos de recintos, como viviendas, consultorios o incluso equipamientos especializados. En este sentido se fomenta principalmente la capacidad de generar un desarrollo social y económico a zonas donde la construcción representa un desafío.

TABLA 2

Funcionalidades básicas y consideraciones especiales  
Elaboración propia a partir de informe técnico de municipalidad de Timaukel, 2023

#### 4.1 | CONSIDERACIONES

Requerimientos de Timaukel

Para el resto de consideraciones, solo se deben tener en cuenta una correcta investigación de la identidad pública, a través de un estudio del contexto, las construcciones existentes y sus estrategias.

#### Consideraciones especiales

Este tipo de consideraciones igualmente presentan un alto grado de compatibilidad con la industrialización de las edificaciones, ya que al trabajar principalmente fuera del lugar a intervenir, existe una adecuada relación con el entorno, o al menos mejor que la que habría en una construcción tradicional, además que al reducirse los tiempos, el impacto que posee la construcción se ve mermado considerablemente. Caso similar ocurre con la optimización del costo de ejecución.

La pertenencia al contexto socio-cultural de los pueblos originarios en un principio se podría plantear como la gran barrera a abordar desde la industrialización de la edificación, sin embargo es importante recordar que este proceso no significa estandarizar la construcción y por ende, una vez identifica una idea principal se puede trabajar sobre ella para representar a estos grupos.

#### Lenguaje arquitectónico

Además del los criterios generales, existen criterios particulares de la edificación, los que poseen consideraciones detalladas y características particulares para el proyecto a desarrollar (ver Tabla 3). Sin embargo, en relación a la pertenencia al contexto, existe un especial énfasis en que la propuesta posea un lenguaje arquitectónico estético referente al pueblo originario Selk'nam con el fin de representar una identidad.

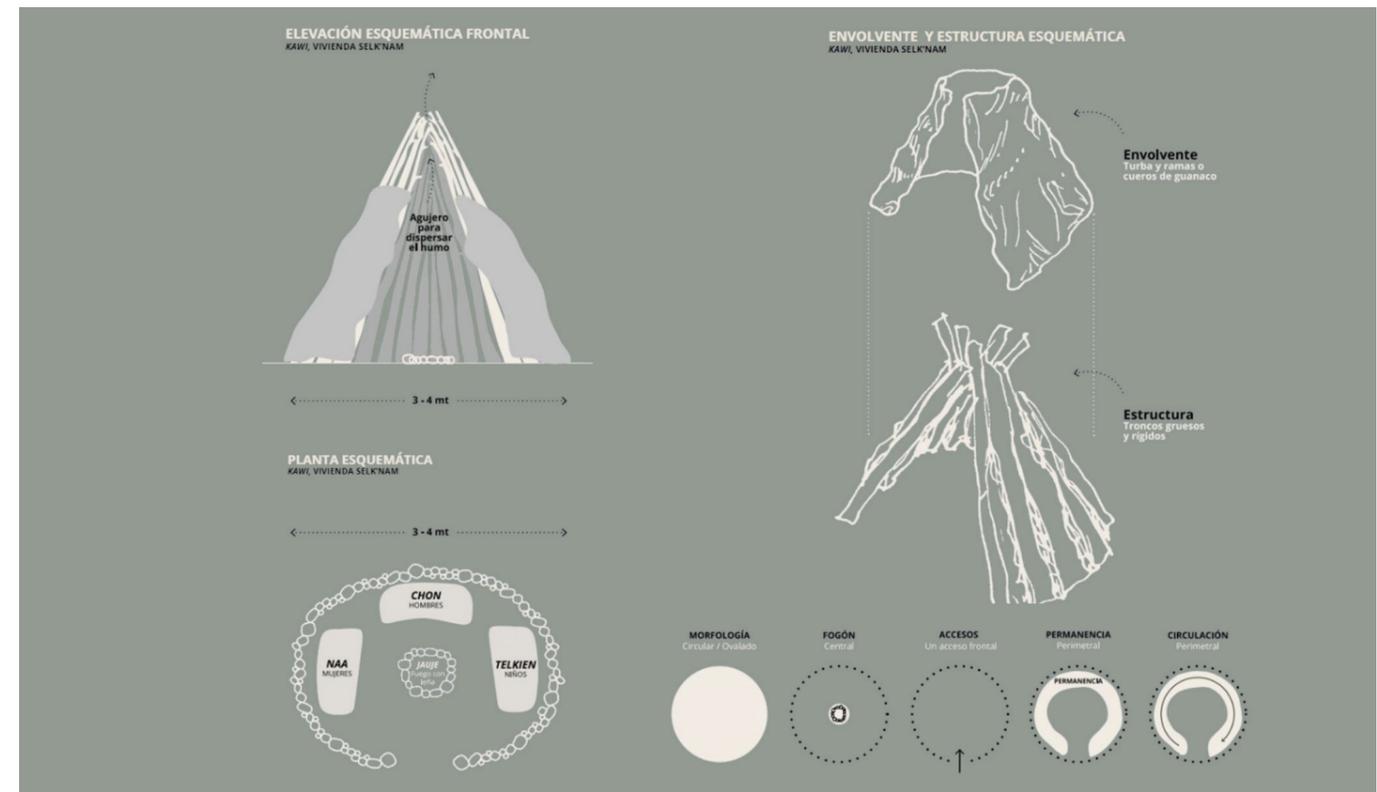
CRITERIOS PARTICULARES DEL PROYECTO	
<b>RECONOCIMIENTO DEL ENTORNO</b>	El resultado final debe expresarse de manera moderna en cuanto a la abstracción del diseño y materialidad, se debe entender que es un proyecto propio de la zona y que <b>no puede ser emplazado en otro lugar.</b>
<b>ESPACIO PÚBLICO</b>	Constitución de una volumetría unitaria y armónica. Con el fin de revalorizar el lugar donde se emplaza. El espacio público se debe pensar como la cohesión del edificio con los usuarios.
<b>ORIENTACIÓN DE LA EDIFICACIÓN</b>	Especial atención a que la orientación y solución funcional considere las relaciones con el medio ambiente, clima y flujo de personas.
<b>ARQUITECTURA UNIVERSAL Y EQUITATIVO</b>	Se debe facilitar el desplazamiento y entendimiento del entorno para distintos tipos y grados de discapacidad. También se debe resolver el desplazamiento de una persona desde que ingresa y llega a su destino hasta que retorna a su medio de transporte de egreso.
<b>LENGUAJE ARQUITECTÓNICO</b>	La propuesta deberá tener un lenguaje arquitectónico estético con el pueblo originario Selknam
<b>MATERIALIDAD</b>	Se debe proponer un diseño que cumpla los más altos estándares de seguridad, estabilidad y eficiencia energética con sistemas constructivos que faciliten, con sistemas constructivos que faciliten su ejecución en la isla.
<b>EFICIENCIA ENERGÉTICA</b>	Se debe proponer un edificio lo más eficiente posible, con el menor uso de energías no renovables, considerando una temperatura confort referencial de 19°C, como mínimo.
<b>SEGURIDAD</b>	El proyecto debe considerar el resguardo y seguridad de los usuarios, así como alternativas de evacuaciones ante emergencias.
<b>INSTALACIONES</b>	El diseño debe considerar que las instalaciones de suministros básicos se puedan independizar entre sectores
<b>COSTOS DE CONSTRUCCIÓN</b>	El perfil de la iniciativa estimó un costo de ejecución de la iniciativa en 91.000 UF

TABLA 3  
 Criterios particulares de la edificación  
 Elaboración propia a partir de informe técnico de municipalidad de Timaukel, 2023

# CRITERIOS

## 02 - TIMAUKEL

### 4.2 | LENGUAJE ARQUITECTÓNICO



Para representar la esencia cultural se aborda la principal edificación construida por los Selk'nam, los refugios. Estos grupos se caracterizaban por ser nómada terrestres y por ende sus edificaciones se componen de estructuras ligeras y envolventes moldeables.

La ubicación de estos refugios variaba según las condiciones climáticas y su topografía, su presencia se registraba en gran parte de la isla, reconociendo sus límites en el norte con el Estrecho de Magallanes y el sur con el canas Beagle.

#### Espacio doméstico

En el caso Selk'nam, estos poseían dos tipos de refugios, las que se utilizaban dependiendo su ubicación, en el norte estepario o en el sur boscoso. De este último se registra como una

choza canónica o de para vientos hecho con ramas y varas inclinadas hacia al centro (ver Figura 48). En su centro se encontraba un fuego cuyo humo escalaba por un espacio abierto por donde confluían los troncos que formaban la estructura.

El resto de edificaciones funcionaban de manera muy similar a la estructuración de estos refugios, como es el caso de los Hain o vivienda ceremonial. Los programas se ordenan en torno a un fogón central (Jauje) que articula un perímetro de permanencia donde duermen, comen y descansan, conteniendo los programas fijos. No obstante a través de este mismo perímetro ocurren un eje de circulación que condiciona las dimensiones de estos programas. El acceso por su parte se plantea de manera frontal hacia el centro y es controlado a través de una membrana maleable a modo de puerta para enfrentar los fuertes vientos.

Figura 48  
 Kawí, paraviento Selk'nam  
 Rescatado de Kawésqar Selk'nam, Guía de diseño, 2020

# CRITERIOS

## 03 - POSTURA

La principal barrera a enfrentar en la fase de anteproyecto aborda dos problemáticas: Cómo construir en zonas remotas a través de la industrialización y como generar identidad a la edificación.

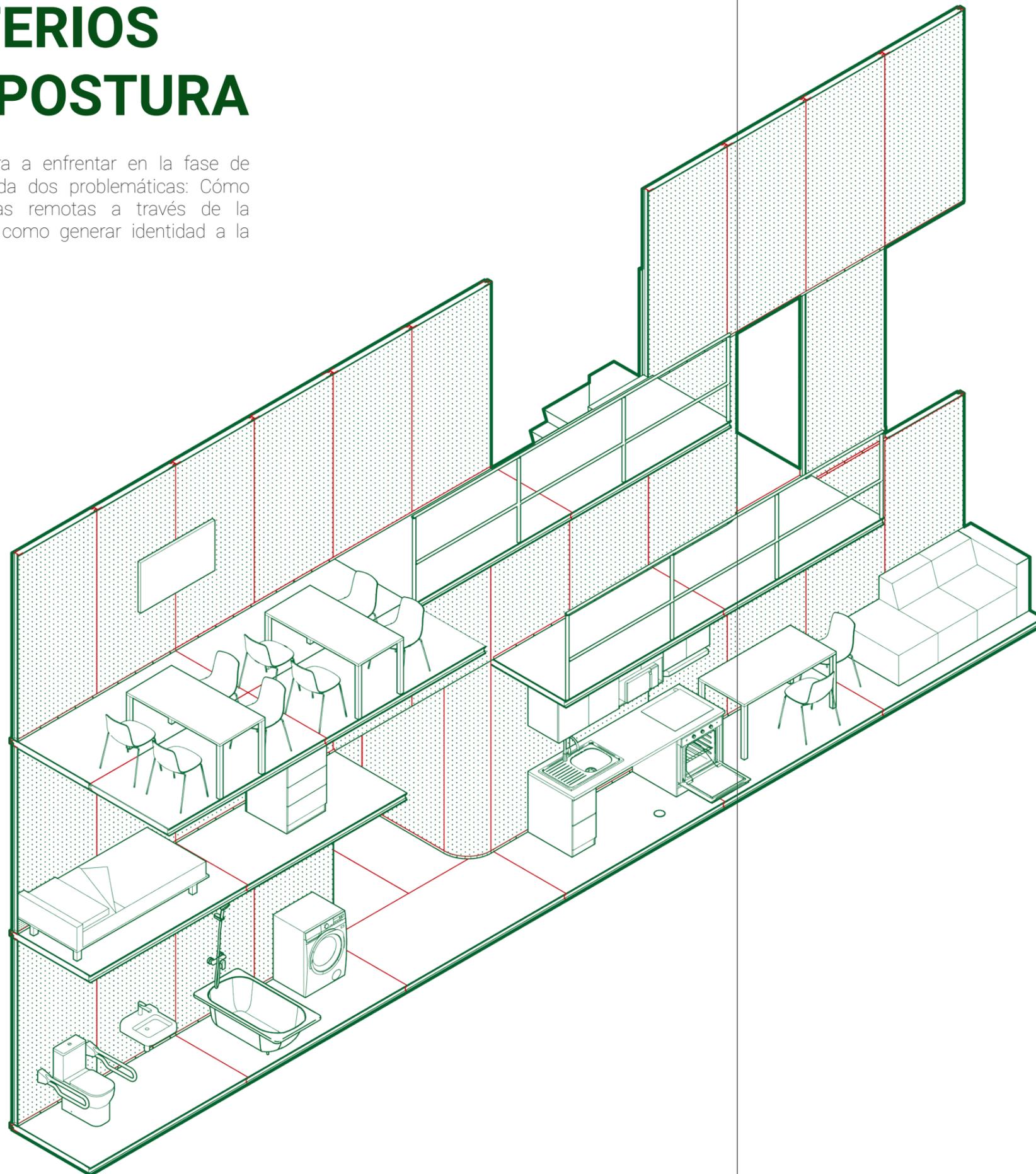


Figura 49  
Las grandes posibilidades del diseño industrializado  
Elaboración propia, 2023

### 4.3.1 | POSIBILIDADES

#### Eliminación de las barreras restrictivas

En primer lugar se debe reconocer que el automatizar la construcción sí genera ciertos grados de estandarización, sin embargo, estos se concentran en los procesos más que en los elementos. Entender que esta metodología para afrontar las barreras constructivas consiste en automatizar el método de construcción es el primer paso para visualizar cómo se puede diseñar a través de la industrialización.

Los elementos por su parte se estandarizan en sus partes, como uniones, fijaciones, guías, entre otros. Sin embargo la forma propia del componente resultante si es moldeable y adaptable, permitiendo integrar gran cantidad de ambientes al diseño (ver Figura 49). En este sentido los criterios a tener en cuenta para la selección de estos elementos son:

- **Moldeabilidad** y capacidad de trabajar y adaptarse en una planta de industrialización.

- **Transportabilidad** del elemento o componentes, considerando dimensiones y peso, tanto para el trasladado en un camión grúa como para la posterior manipulación por el personal de la obra.

Para la elección de una envolvente principal esta debe ser moldeable capaz de adaptarse a formas y contornos, además de propiciar la escalabilidad con uniones simples, integrando desde su generación los diferentes elementos de especialidades, como canalizaciones y tuberías.

Para la elección de una estructura, se debe considerar la predisposición del material para trabajarse en planta y de adaptarse rápidamente a piezas concretas.

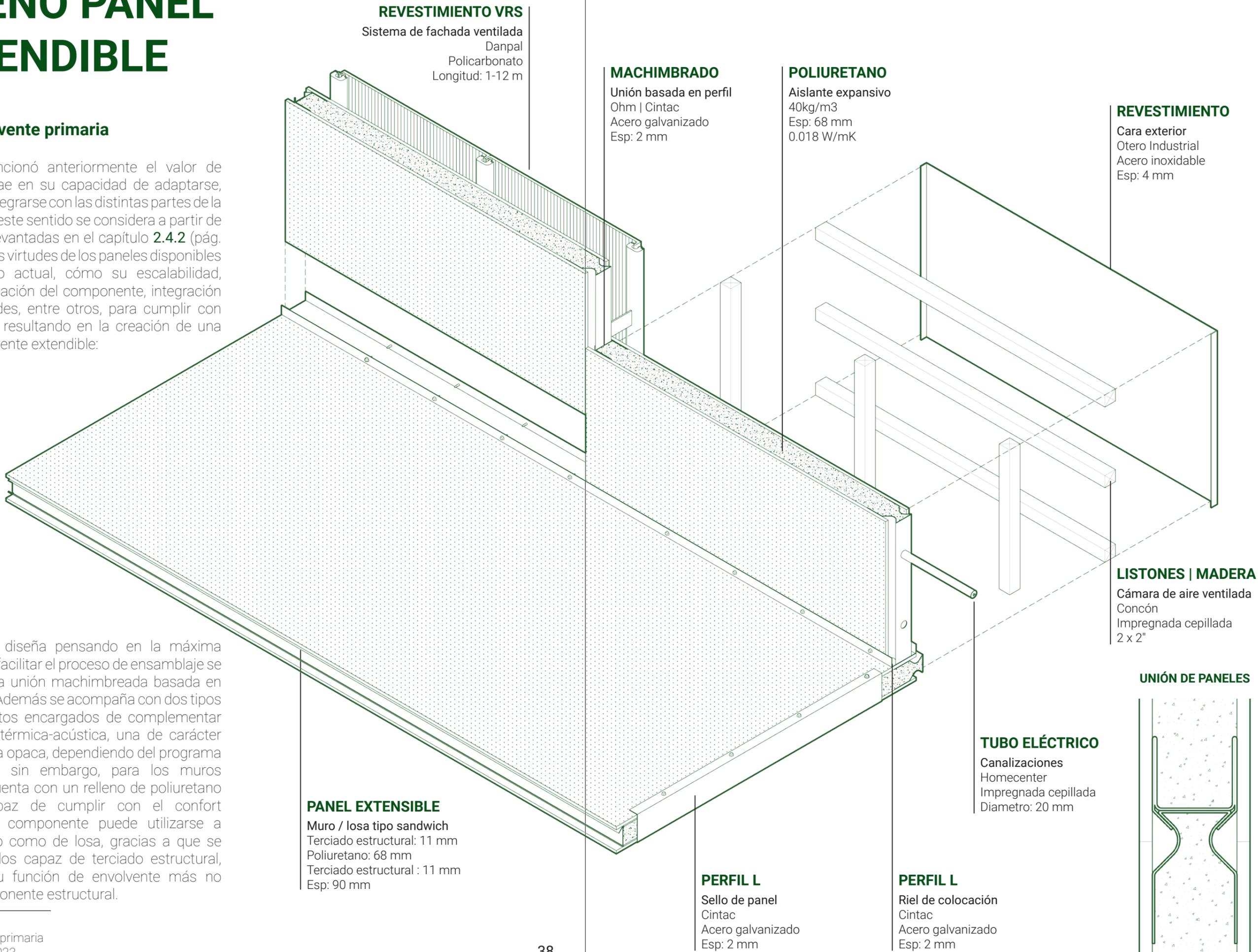
En este sentido las posibilidades para diseñar en base a la industrialización se limitan más los requerimientos del lugar que a las condicionantes de los elementos.

# DISEÑO PANEL EXTENDIBLE

## 4.3.2 | Envoltente primaria

Cómo se mencionó anteriormente el valor de envoltente recae en su capacidad de adaptarse, expandirse e integrarse con las distintas partes de la edificación. En este sentido se considera a partir de las tipologías levantadas en el capítulo 2.4.2 (pág. 14). Las mejores virtudes de los paneles disponibles en el mercado actual, cómo su escalabilidad, facilidad de creación del componente, integración de especialidades, entre otros, para cumplir con estos criterios, resultando en la creación de una panel de envoltente extendible:

Este panel se diseña pensando en la máxima eficiencia para facilitar el proceso de ensamblaje se cuenta con una unión machimbreada basada en un perfil Ohm, Además se acompaña con dos tipos de revestimientos encargados de complementar su resistencia térmica-acústica, una de carácter traslucida y otra opaca, dependiendo del programa que contenga, sin embargo, para los muros interiores se cuenta con un relleno de poliuretano expandido capaz de cumplir con el confort deseado. Este componente puede utilizarse a modo de muro como de losa, gracias a que se compone de dos capas de terciado estructural, remarcando su función de envoltente más no como un componente estructural.



**REVESTIMIENTO VRS**  
Sistema de fachada ventilada  
Danpal  
Policarbonato  
Longitud: 1-12 m

**MACHIMBRADO**  
Unión basada en perfil  
Ohm | Cintac  
Acero galvanizado  
Esp: 2 mm

**POLIURETANO**  
Aislante expansivo  
40kg/m<sup>3</sup>  
Esp: 68 mm  
0.018 W/mK

**REVESTIMIENTO**  
Cara exterior  
Otero Industrial  
Acero inoxidable  
Esp: 4 mm

**LISTONES | MADERA**  
Cámara de aire ventilada  
Concón  
Impregnada cepillada  
2 x 2"

**PANEL EXTENSIBLE**  
Muro / losa tipo sandwich  
Terciado estructural: 11 mm  
Poliuretano: 68 mm  
Terciado estructural : 11 mm  
Esp: 90 mm

**PERFIL L**  
Sello de panel  
Cintac  
Acero galvanizado  
Esp: 2 mm

**PERFIL L**  
Riel de colocación  
Cintac  
Acero galvanizado  
Esp: 2 mm

**TUBO ELÉCTRICO**  
Canalizaciones  
Homecenter  
Impregnada cepillada  
Diámetro: 20 mm

**UNIÓN DE PANELES**

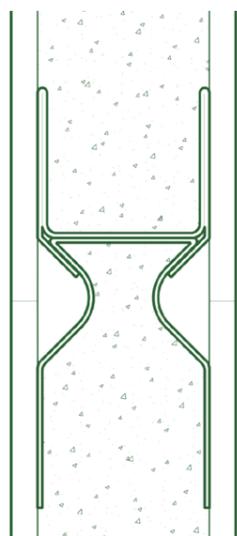
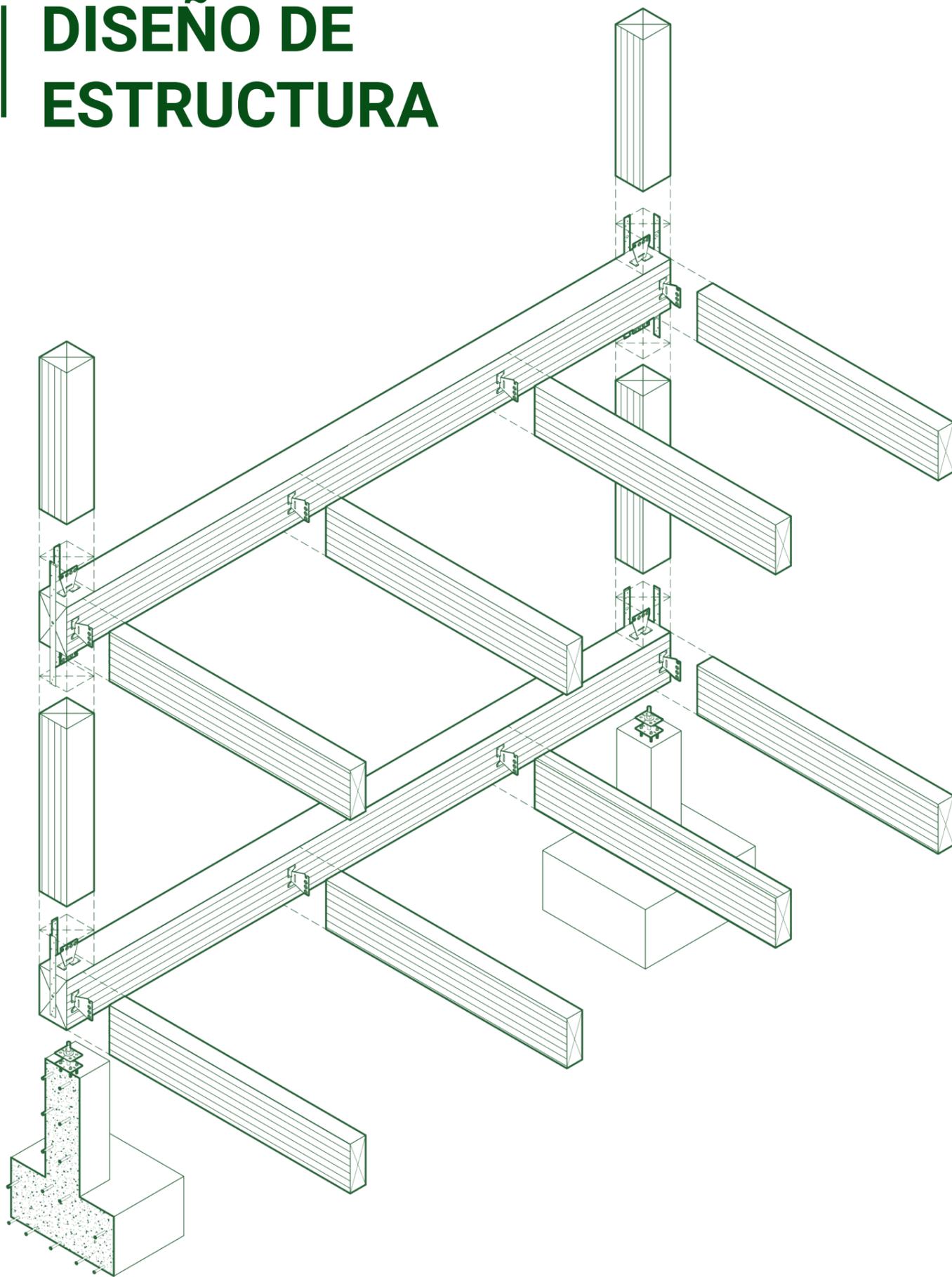


Figura 50  
Detalle de envoltente primaria  
Elaboración propia, 2023

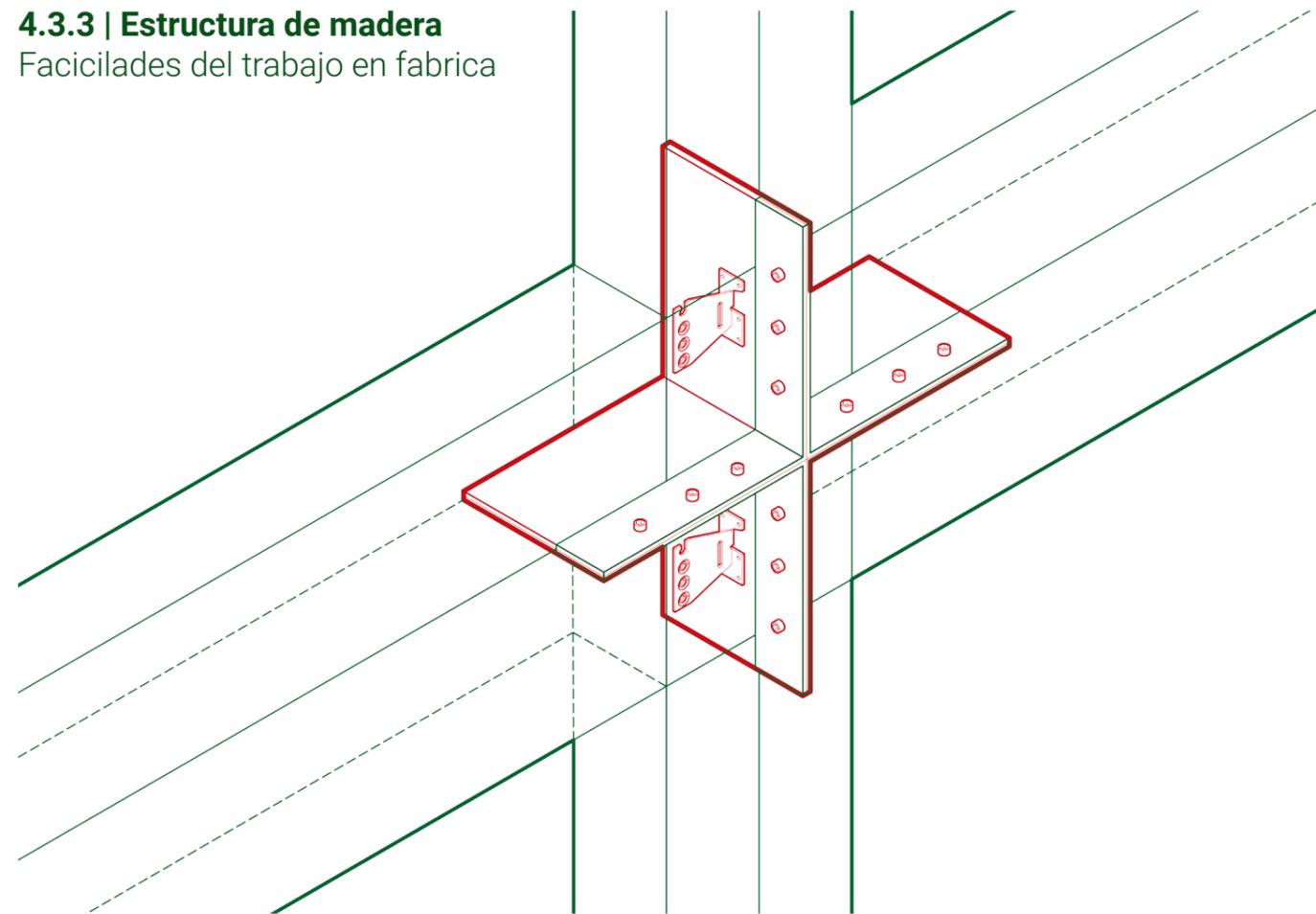
# DISEÑO DE ESTRUCTURA



**Figura 51**  
Detalle de estructura principal  
Elaboración propia, 2023

## 4.3.3 | Estructura de madera

Facilidades del trabajo en fabrica



En base a los criterios establecidos, se identificaron diferentes materiales para trabajar desde la industrialización. El hormigón armado presenta grandes virtudes, como la capacidad de solventar grandes luces y de resistir a esfuerzos externos de manera eficaz. No obstante este material falla en su transportabilidad y en la manipulación en la obra, requiriendo de maquinaria demasiado especializada. El acero por su parte presenta ventajas similares, alcanzado luces considerables con dimensiones compactas, no obstante, ante condiciones climáticas como la cercanía a zonas costeras presenta un gran riesgo de corrosión entre otras dificultades. En este panorama la madera se convierte en un material bastante compatible con los criterios buscados. Se considera utilizar madera laminada prefabricada de 160 x 160 mm para los

**Figura 52**  
Detalle de unión estructural de componentes estructurales  
Elaboración propia, 2023

pilares y de 160 x 230 mm en vigas, dimensiones comprobadas para la resistencia contra el fuego F-60<sup>27</sup>. Se conciben estos materiales desde la prefabricación para un posterior mecanizado en planta, que permita la conformación de un sistema segmentado de industrialización. Se utiliza un sistema de pilar y viga, la cual se unen a través de conectores metálicos (ver Figura 51) para culminar en un anclaje metálico que une la madera con una fundación aislada. Para abordar la escalabilidad de la estructura se propone un conector en L, que al unir cuatro vértices genera una cruz de anclaje (ver Figura 52), que permite apilar los componentes estructurales industrializados. Finalmente se propone una riostra metálica para el trabajo conjunto en tracción, utilizadas principalmente en los perímetros exteriores de la estructura.

(27) Memoria de cálculo, resistencia contra el fuego MODHabitat, Cenamad, 2023

# ESTRATEGIAS

## 01 - TRABAJO EN PLANTA

### 4.3.4 | OFF-SITE

Proceso general de trabajo en fabrica

Dentro del ámbito de la construcción industrializada, se utilizan los términos ON-SITE y OFF-SITE para referirse a los trabajos que se realizan en obra y fuera de la obra respectivamente. Esto sucede ya que, en primer lugar no todos los procesos se pueden industrializar, como lo son el caso de las fundaciones y en segundo lugar se incluyen los procesos de montaje de los elementos industrializados.

En este sentido los trabajos OFF-SITE a trabajar en el proyecto consisten en:

#### Recolección

En una primera fase, los elementos provienen de una materia prima ya trabajada, como es el caso de las envolventes, la estructura, entre otros, es decir que los elementos que se trabajarán en la planta vienen dimensionados según el diseño preestablecido, exceptuado casos concretos que se generan un elemento en concreto.

#### Tratado del material

El material una vez obtenido debe tratarse apropiadamente, ya que componentes como la humedad y temperatura pueden deformar materiales como lo es la madera, en este sentido los ambientes controlados de las plantas generan un espacio propicio para el correcto cuidado de estos.

#### Elaboración de los componentes

Como se ha mencionado, la planta industrializadora no necesariamente genera estos elementos sino que propicia un espacio controlado y seguro para el armado de los componentes, en este sentido

los procesos que se ejecutan en el lugar consisten en el ensamblaje de los elementos para generar componentes y en el mecanizado de elementos para propiciar las correctas uniones.

#### Industrialización de envolventes y estructura

Con el fin de concretar la máxima eficiencia para el traslado de componentes industrializados, se decide trabajar bajo el sistema de industrialización segmentadas, y por ende tanto las envolventes como las estructuras responden a la tipologías de fachadas industrializadas, que a través de sus dimensiones permite un traslado más eficiente del proyecto.

#### Logística de transporte

Respecto al traspaso del trabajo OFF-SITE a ON-SITE, se realiza mediante el transportes especializados, cómo se menciona en la capítulo **3.3 | Propiedades y desafíos del transporte** (pag. 27), el recorrido implica el desplazamiento marítimo a través de un ferry, sin embargo, el transporte primario corresponde a camiones especializados (ver Figura 54). Estos se caracterizan por ser del tipo grúa, lo que permite un apoyo importante para un montaje rápido de elementos que difícilmente puedan ser manipulados por el personal durante la obra, como es el caso de las fachadas industrializadas.

Este transporte se divide en estructuras y envolventes procurando no traspasar los límites normativos de circulación vial, siendo esta una de las principales condicionantes de dimensionamiento de los componentes que posee el proyecto, y organizando con la máxima eficiencia la totalidad de las partes que componen al proyecto.

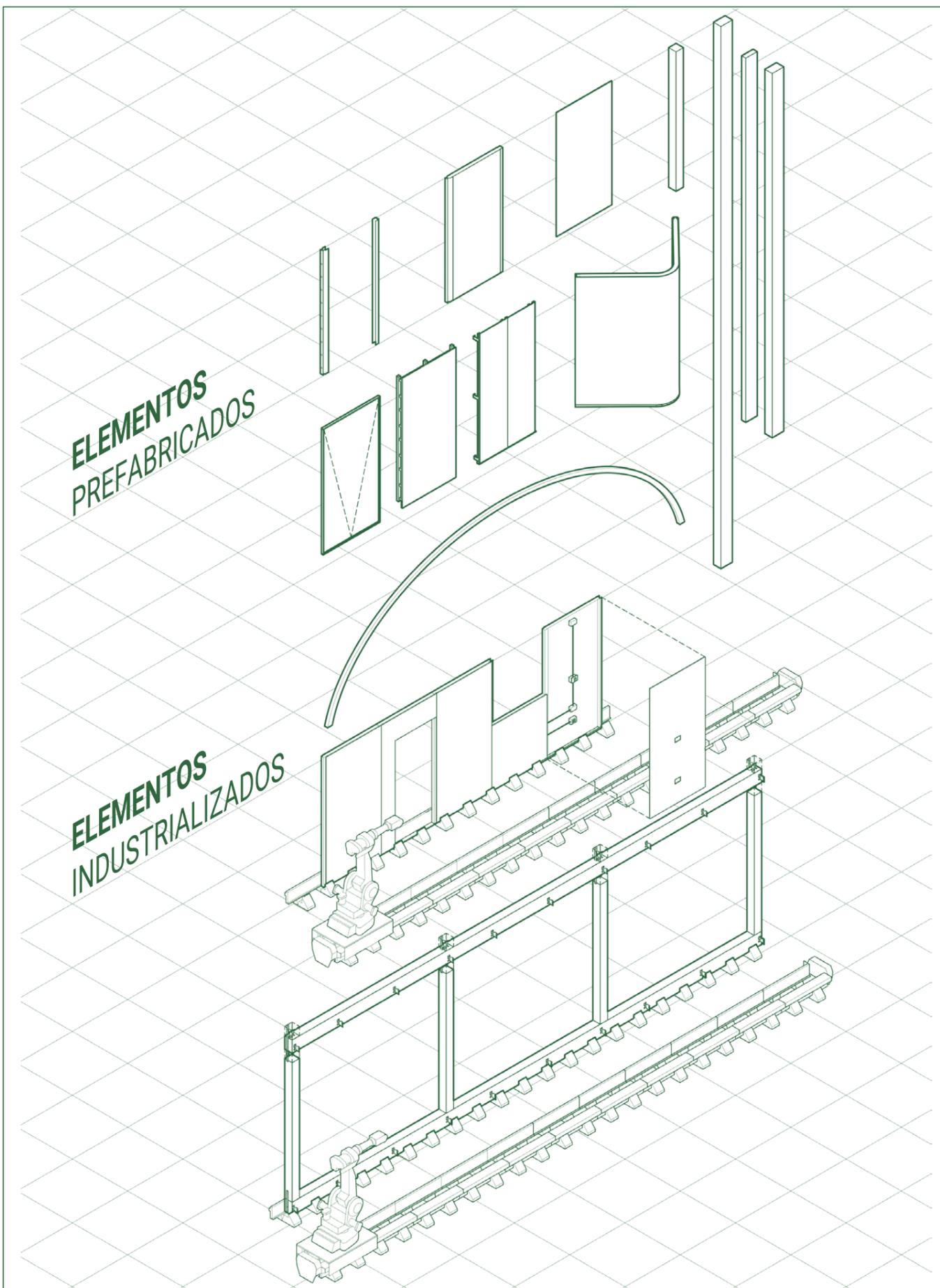


Figura 53  
Proceso de trabajo OFF SITE en una planta industrializadora  
Elaboración propia, 2023

# MOVILIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS

## 4.3.5 | Transporte de los elementos

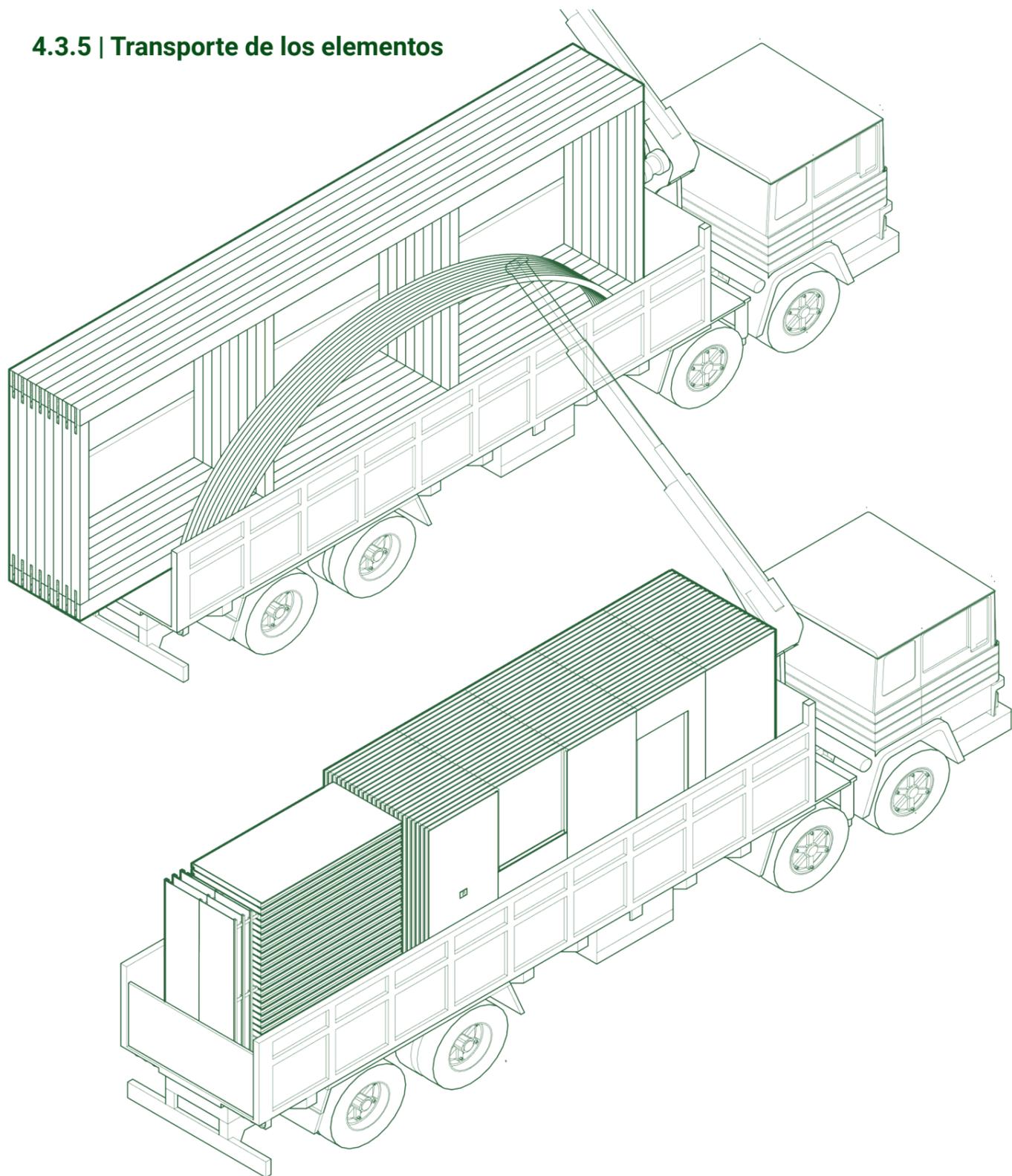
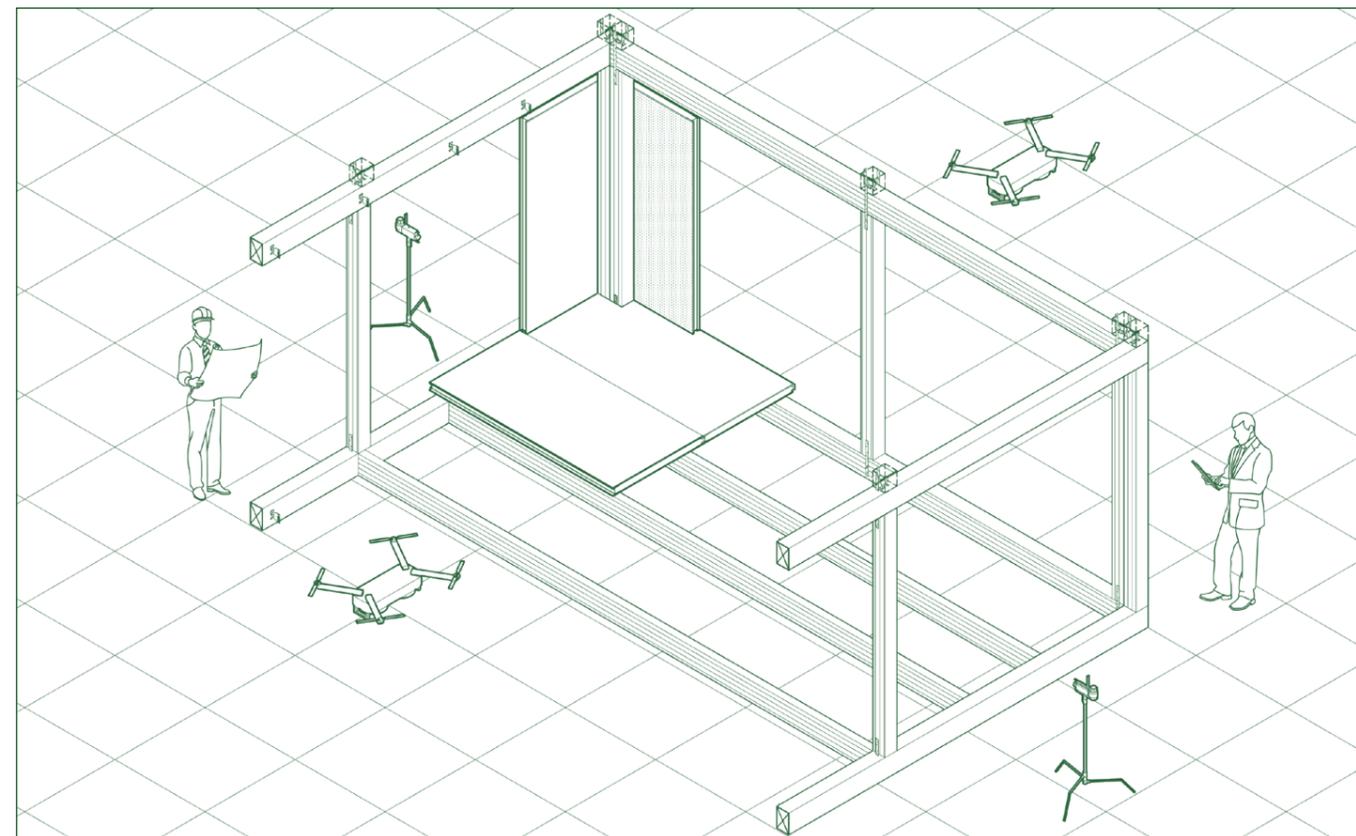


Figura 54  
Movilización logística de los componentes industrializados  
Elaboración propia, 2023

# ESTRATEGIAS 02 - TRABAJO EN SITIO



## 4.3.6 | Montaje de la obra

Finalmente, el proyecto ON-SITE se compone de dos partes principales, el montaje o ejecución y la supervisión de la obra.

### Montaje

Si bien la idea de la industrialización recae en los procesos, existen ciertas condicionantes que impiden que esta sea completa en la obra. En el caso del proyecto son las dimensiones de los componentes industrializados, que además de cumplir con un peso máximo, cumplen con las dimensiones viales máximas permitidas para poder desplazarlas en rutas. En este sentido se propone la industrialización segmentada de fachadas de envoltente o estructuras con un sistema de fácil anclaje para ensamblarlos en la

obra, a través de una zona de trabajo controlada es que se despliegan los componentes y se montan con ayuda de los camiones en caso de requerirse.

### Supervisión

La otra fase dentro del trabajo ON-SITE tiene que ver con la capacidad de cumplir criterios de logística y supervisión de las partidas en obra. En ese sentido, donde la participación de especialistas y actores importantes en la construcción es difícil de coordinar, se propone la digitalización de los procesos de monitoreo, rastreo y proyección de la obra. Con el fin de generar una integración temprana de los actores y sobre todo de manera continua, permitiendo garantizar la correcta ejecución del proyecto en todas sus aristas.

Figura 55  
Trabajo in site y digitalización  
Elaboración propia, 2023.

# ESTRATEGIAS

## 03 - DIGITALIZACIÓN DE OBRA

### 4.3.7 | CRITERIOS DE DIGITALIZACIÓN INTEGRADA

4.3.7   CRITERIOS DE DIGITALIZACIÓN INTEGRADA		
GESTIÓN	<b>DEL DISEÑO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacidad de visualizar en obra las distintas documentaciones del proyecto.</li> <li>- Capacidad de retroalimentar activamente las distintas partidas del proyecto que presenten alguna complicación en la obra.</li> </ul>
	<b>DE RECURSOS HUMANOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Antecedentes compatibles con las competencias y capacidades del personal</li> <li>- Medición del progreso y productividad, del personal, en la obra.</li> </ul>
	<b>DE CONTRATOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Supervisión activa de asociados a subcontratos para la obra.</li> </ul>
	<b>DE LA INFORMACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comunicación constante entre los involucrados y coordinadores.</li> <li>- Control y almacenamiento de la documentación técnica del proyecto en una base de datos compartida.</li> </ul>
PROCESOS	<b>PLANIFICACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan de acción pautado de las distintas partidas y procesos de la obra</li> <li>- Control constante del cumplimiento de los plazos estipulados</li> </ul>
	<b>LOGÍSTICA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificación, rastreo de los materiales y elementos en transporte y obra.</li> <li>- Gestión de inventario</li> </ul>
	<b>PRODUCCIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Automatización de procesos de producción</li> <li>- Implementación de tecnologías de producción avanzada</li> </ul>
	<b>CALIDAD</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Monitorio de la calidad y cuidado de los materiales y la obra de marea activa y documentada.</li> </ul>
PREVENCIÓN	<b>SEGURIDAD</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Seguimiento de accidentes en obra</li> <li>- Avisos de catastros naturales</li> <li>- Control del acceso a obra</li> </ul>
	<b>IMPACTO MEDIOAMBIENTAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planificación de impacto mínimo en materia de transporte y construcción del proyecto a desarrollar.</li> </ul>

#### GESTIÓN

En el área del diseño se plantea el trabajo de un **Gemelo Digital**, termino utilizado por CTEC para referirse a un modelo computacional capaz de replicar las condiciones exactas del proyecto en un entorno virtual, aplicando directamente las especialidades MEP y por ende una integración temprana con todos los involucrados. Para esto se utilizará el software de modelado Revit, ya que además de sus facilidades de coordinación entre las diferentes especialidades de una obra, posee la capacidad de generar tablas presupuestarias. De esta manera se permite una visualización constante de cualquier cambio realizado en el modelo tridimensional en tiempo real y se puede retroalimentar activamente las modificaciones. Junto a esto se plantea la utilización de dispositivos móviles con las dimensiones adecuadas para observar las documentaciones técnicas de la obra, con el fin de siempre tener acceso a la última versión de las planimetrías, entre otros.

Para la gestión de los recursos humanos, si bien los criterios de digitalización rescatados apuntan a una competencia compatible del constructor con el uso de tecnología, la idea es que se puedan integrar de manera paulatina a cualquier constructor y a través de distintas capacitaciones medir su evolución.

En relación a la gestión de la información se plantea el uso de una plataforma con la capacidad de guardar una base de datos en una nube compartida, que permita a todos los involucrados un acceso rápido y actualizado de las distintas documentaciones.

#### PROCESOS

Para planificar de manera eficiente la obra se plantea la digitalización de un presupuesto y carta gantt, la cual además de estipular los plazos, permita la correcta modificación de estos.

En materia de logística y producción se plantea la utilización de Revit para la identificación de materiales e inventario. Permitiendo la elaboración y fabricación de las distintas piezas en una planta industrializada para un posterior transporte de los materiales.

En obra, se plantea una evaluación constante a través del monitoreo con drones y cámaras 360, permitiendo a todos los involucrados identificar el estado de la obra y generando planes de acción al momento. A su vez se utilizará la capacidad de construir un entorno de realidad virtual capaz de sincronizarse con el terreno en obra, con el fin de visualizar arquitectura, estructura e instalaciones.

Sobre el ítem de calidad, al trabajar principalmente en una planta de industrialización y que el trabajo en sitio sea solo la unión y ensamblaje de las partes, la calidad de los elementos se encuentra supervisada con controles estrictos y por ende comprometidos con el cumplimiento de la normativa relacionada.

#### PREVENCIÓN

Finalmente, en esta área se evalúan la capacidad de enfrentarse a eventualidades como accidentes y desastres naturales, así como el monitoreo de las personas que ingresan a la obra. Para la evaluación de este ítem se plantea el uso de notificaciones y avisos públicos hacia posibles vías de evacuación.

Por último para la evaluación del impacto medio ambiental, si bien la mayoría del impacto que puede tener la construcción se produce en una planta industrializada con entorno controlado, existen algunos procesos de la obra como el ensamblaje o las excavaciones de la obra que se deben medir y evaluar. Para estos se utilizarán simulaciones digitales y se supervisarán a través de dispositivos de monitoreo presentes en obra.

TABLA 3

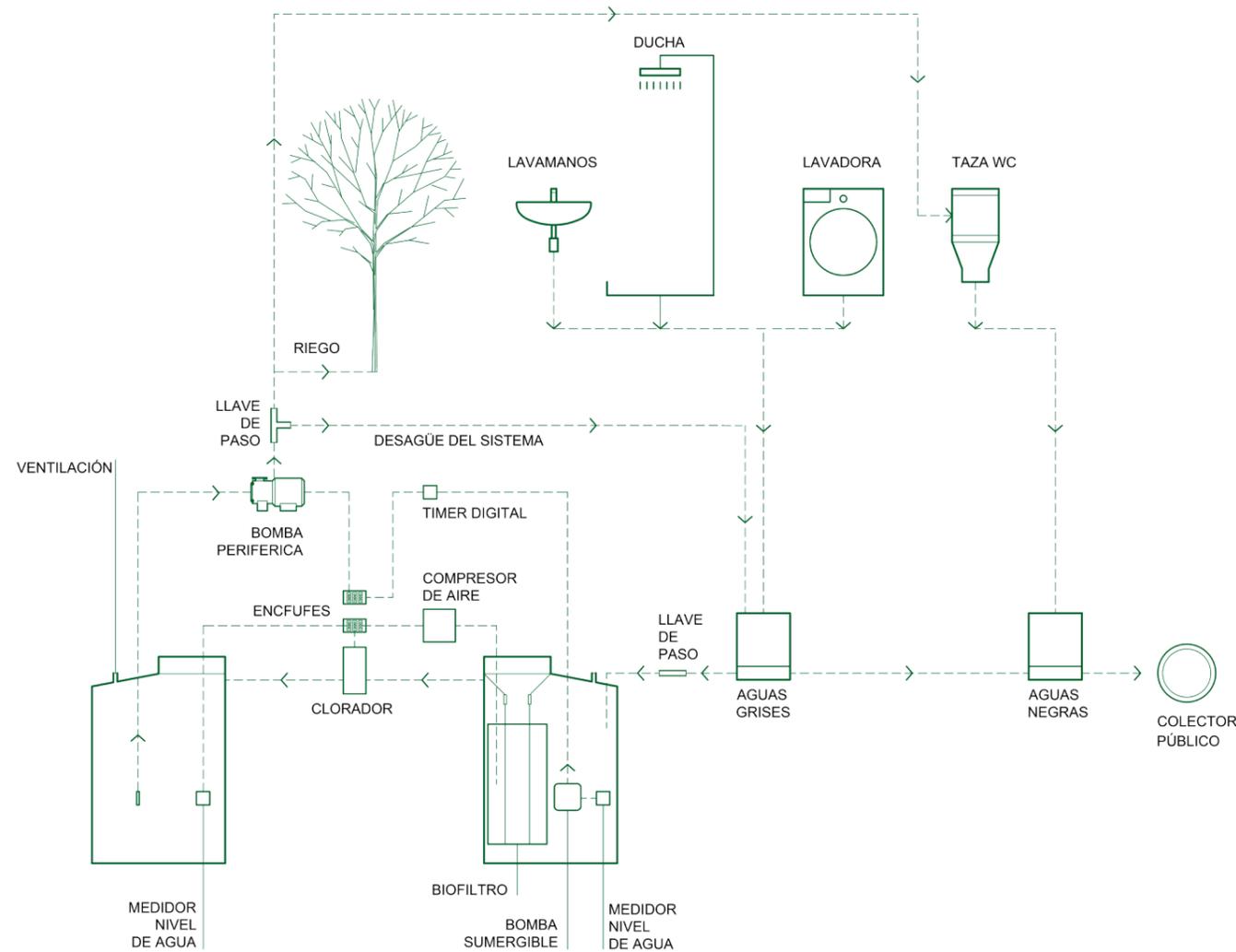
Criterios de digitalización

Elaboración propia a partir artículo "Barreras de la digitalización en la construcción", 2023

# ESTRATEGIAS

## 04 - SOSTENIBILIDAD

### 4.3.8 | Sistemas sustentables de energía renovable y recuperación de aguas grises

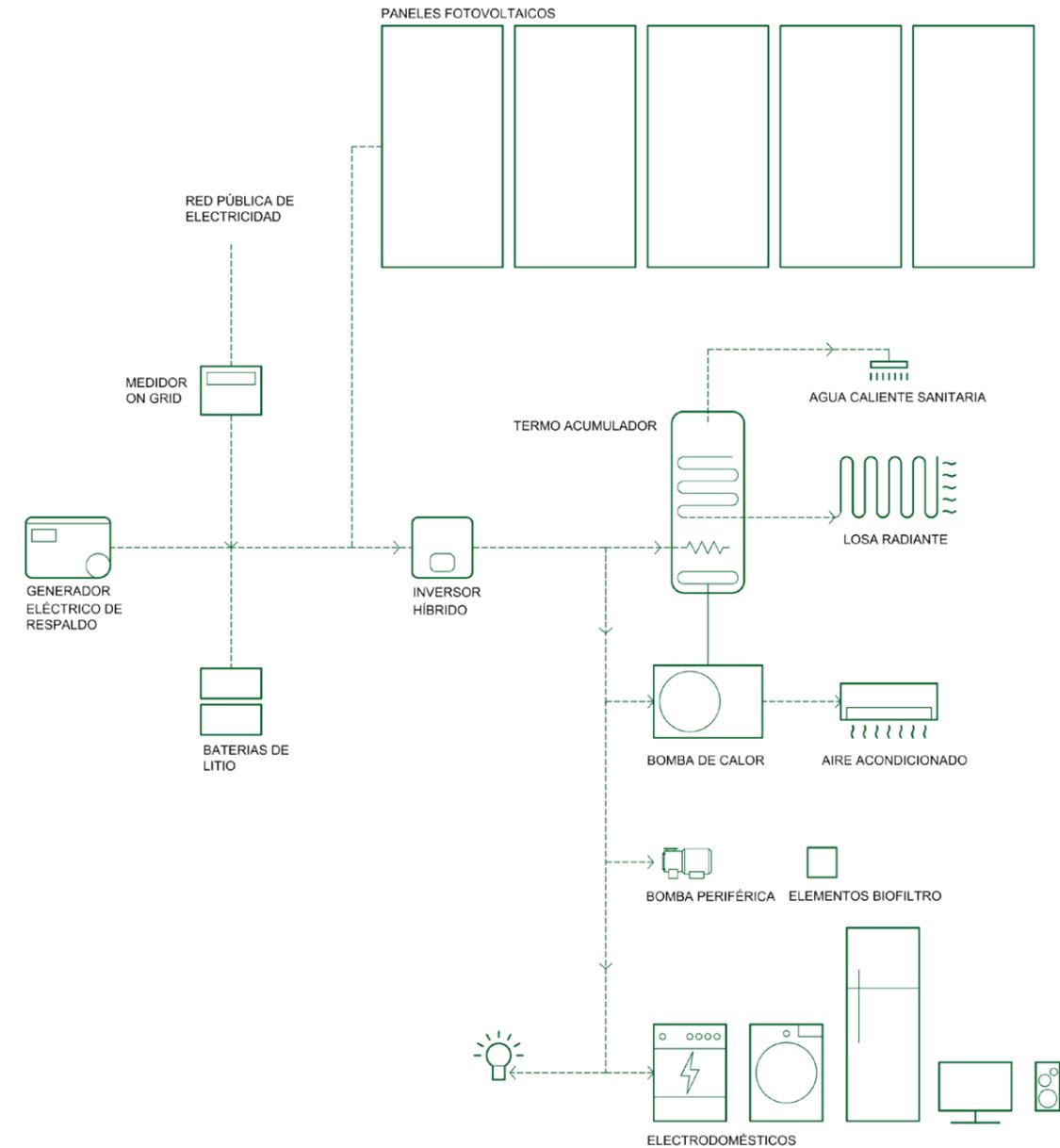


Para la reutilización de las aguas residuales primero se debe entender los tres tipos que existen. En primer lugar las aguas negras son aquellas que por sus componentes no pueden ser reutilizadas y que por ende van directo a los colectores públicos. Las aguas lluvias por su parte provienen de la recolección de agua durante prolongados tiempos de lluvia, esta se caracteriza por ser la más sencilla de tratar y es permitida para el riego de cultivos<sup>28</sup>.

Finalmente las aguas grises corresponden a las que provienen principalmente de lavamanos, duchas o lavadoras. Estas aguas se pretenden tratar a través de un biofiltro ubicado en estanques de recolección, que gracias a microorganismos se purifica el agua hasta un 70%, y con la ayuda de una bomba periférica, se eleva y queda apta para utilizarse en riego de vegetación y recarga de los estanques de inodoros.

**Figura 56**  
Sistema de recuperación de aguas grises  
Elaboración propia, 2023

(28) Ley 21.075. Regula la recolección, reutilización de aguas grises. Biblioteca del Congreso Nacional, 2023



En el caso de la recuperación de energía eléctrica, se utilizan paneles fotovoltaicos o en caso de necesitarlo un sistema híbrido eólico-solar. Estos generan energía con una corriente alterna, que a través de un inversor híbrido permite el traspaso a corriente continua, habilitando el uso de aparatos eléctricos de distinta índole programática, permitiendo que funcionen de manera óptima previo, durante y posterior a la obra.

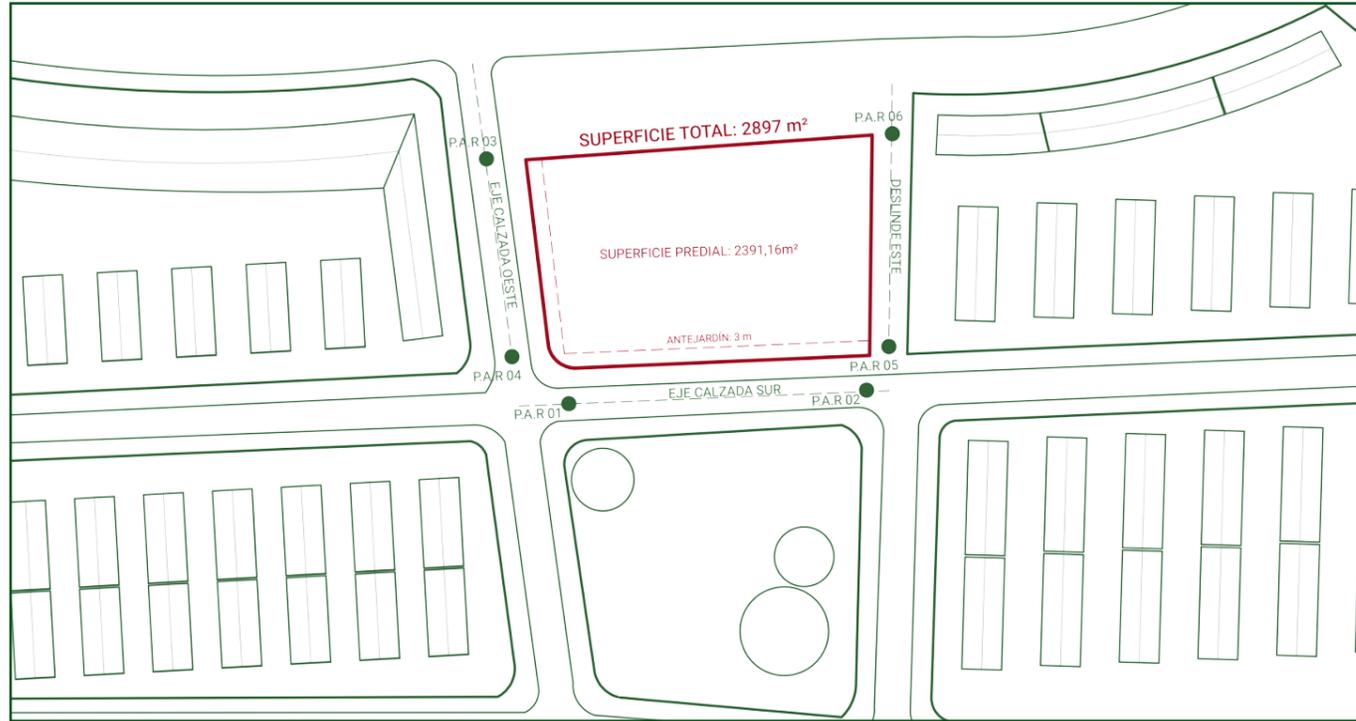
Aparte de el ahorro energético de estas soluciones, se encuentra una oportunidad para aquellas zonas que no presentan conexión de colectores públicos o a empalmes eléctricos. Esto permite no generar retrasos para utilizar la maquinaria o herramientas eléctricas durante la construcción y además en el caso de existir estas conexiones en un futuro, puede proveer la energía residual no utilizada para el resto de la comunidad.

**Figura 57**  
Sistema de energía fotovoltaica  
Elaboración propia, 2023

# ESTRATEGIAS

## 05 - CABIDA Y SUPERFICIE

A partir de los criterios y estrategias generales levantadas es que se procede a diseñar y proyectar en conformación de la normativa vigente.



Para efectos prácticos del estudio de cabida se toma en cuenta lo estipulado en anteproyecto de plan regulador comunal aprobado para la comuna de Timaukel, y por ende se consideran los distanciamientos pertinentes al contexto de viviendas que rodearía al edificio consistorial según la ordenanza general de urbanismo y construcción (OGUC).

### Superficie a edificar

Para el proyecto se cuenta con una superficie predial neta de 2.897 m<sup>2</sup> con antejardín en dirección sur y oeste de 3 m a considerar. Dando una superficie predial de 2.391,16 m<sup>2</sup> para una edificación del tipo aislada. Si contamos el coeficiente de ocupación de suelo nos deja 1.195,58 m<sup>2</sup> para el primer nivel, dando como resultado un volumen teórico longitudinal de dos niveles (ver primera imagen de Figura 59).

### Punto de Aplicación de Rasante (P.A.R)

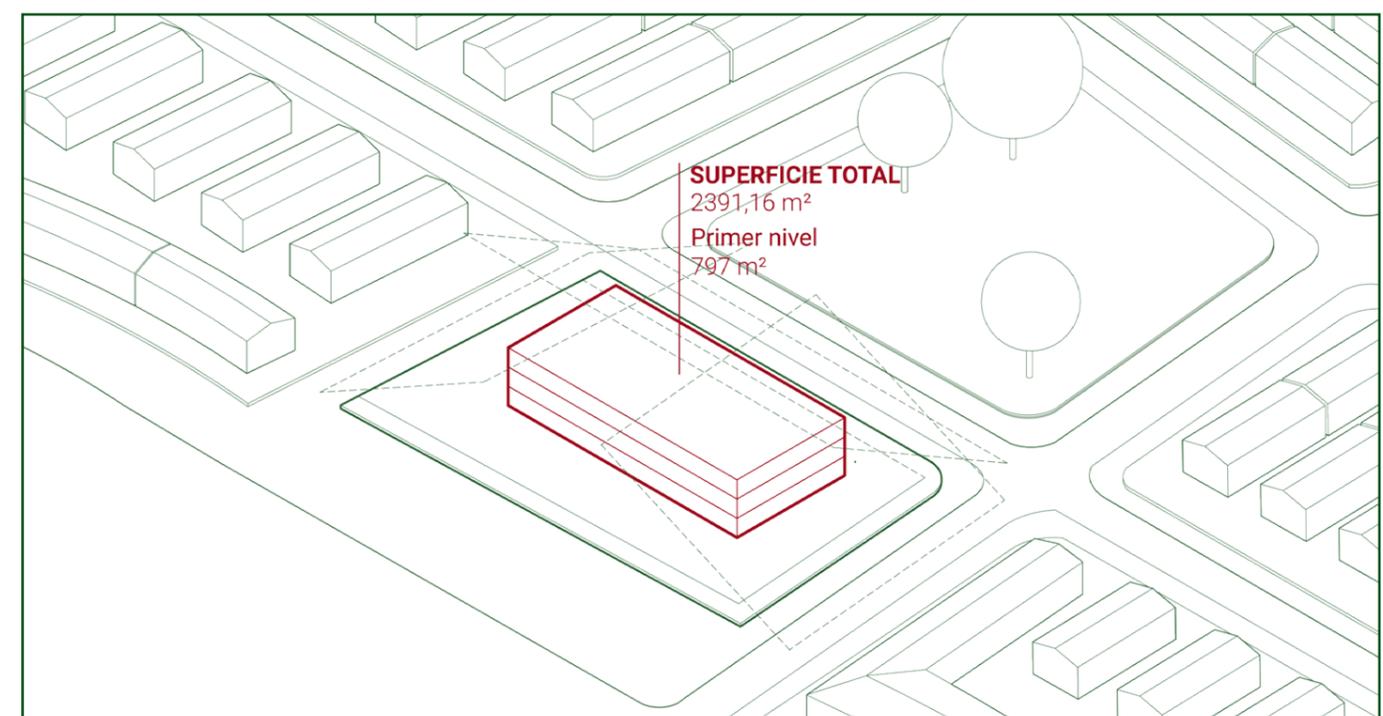
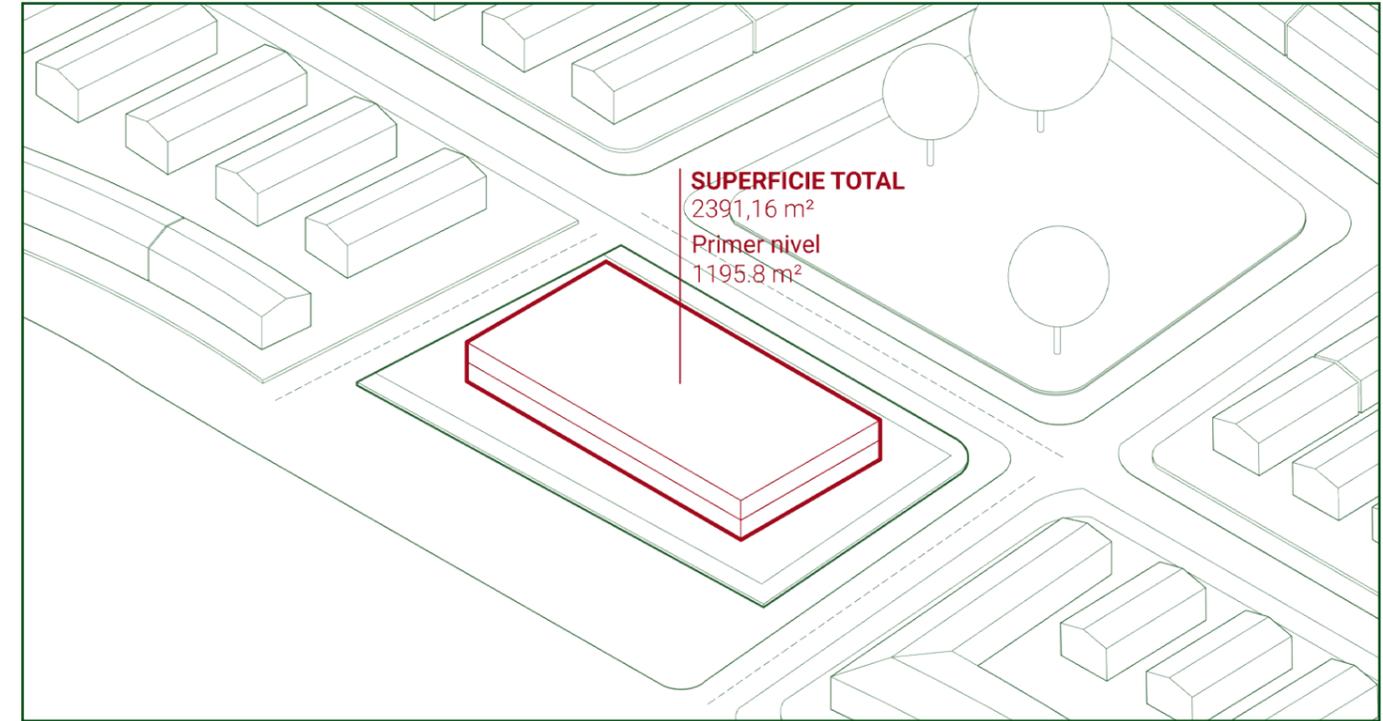
La última normativa a considerar en la instancia de cabida es el P.A.R, tomados a partir de los ejes viales sur y oeste, además de una vía peatonal perteneciente al terreno consistorial (ver Figura 58).

Según OGUC, para las regiones X a XII y XIV, se debe considerar un ángulo del 60°, haciendo incompatible el volumen obtenido en un principio por la cabida. Ante esto se procede a utilizar la altura máxima permitida de 10 m, transformando el volumen inicial a uno de tres niveles con la misma superficie total a edificar de 2.391,16 m<sup>2</sup> divididos en 797 m<sup>2</sup> por cada nivel (ver imagen 2 de Figura 59). Esta decisión, aparte de un carácter práctico, responde a la intención de marcar una prescencia institucional en el sector, así como para transformar la edificación en un punto de referencia para la zona, como una especie de faro.

**Figura 58**  
Emplazamiento del proyecto  
Elaboración propia, 2023

### 4.4 | Cabida mínima v/s optima

Contexto general y restricciones aplicadas



**Figura 59**  
Volumen de cabida mínimo y optimo según el punto de aplicación de rasante.  
Elaboración propia a partir de informe técnico de municipalidad de Timaukel, 2023

# DENSIDAD PROGRAMÁTICA 01

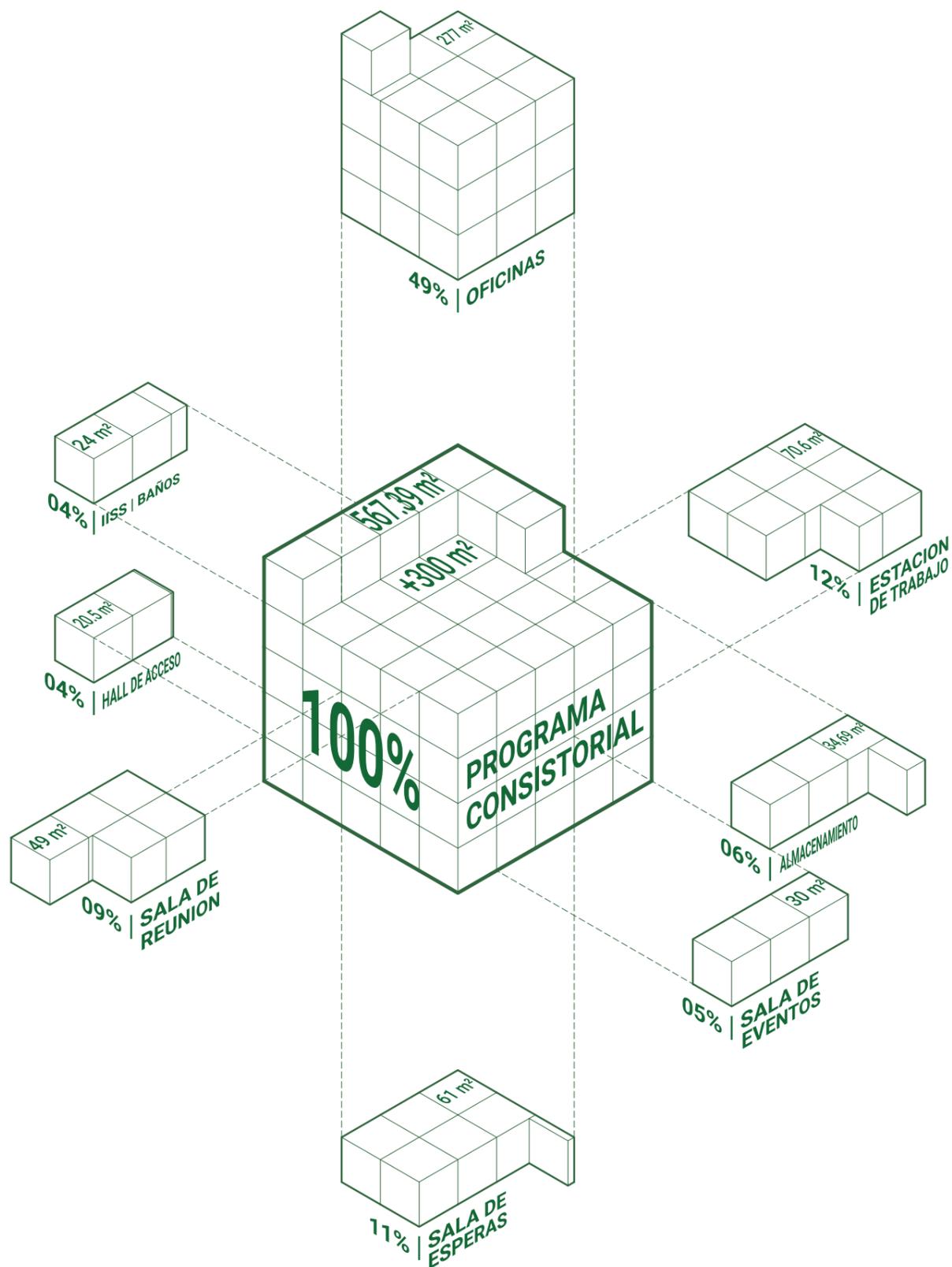
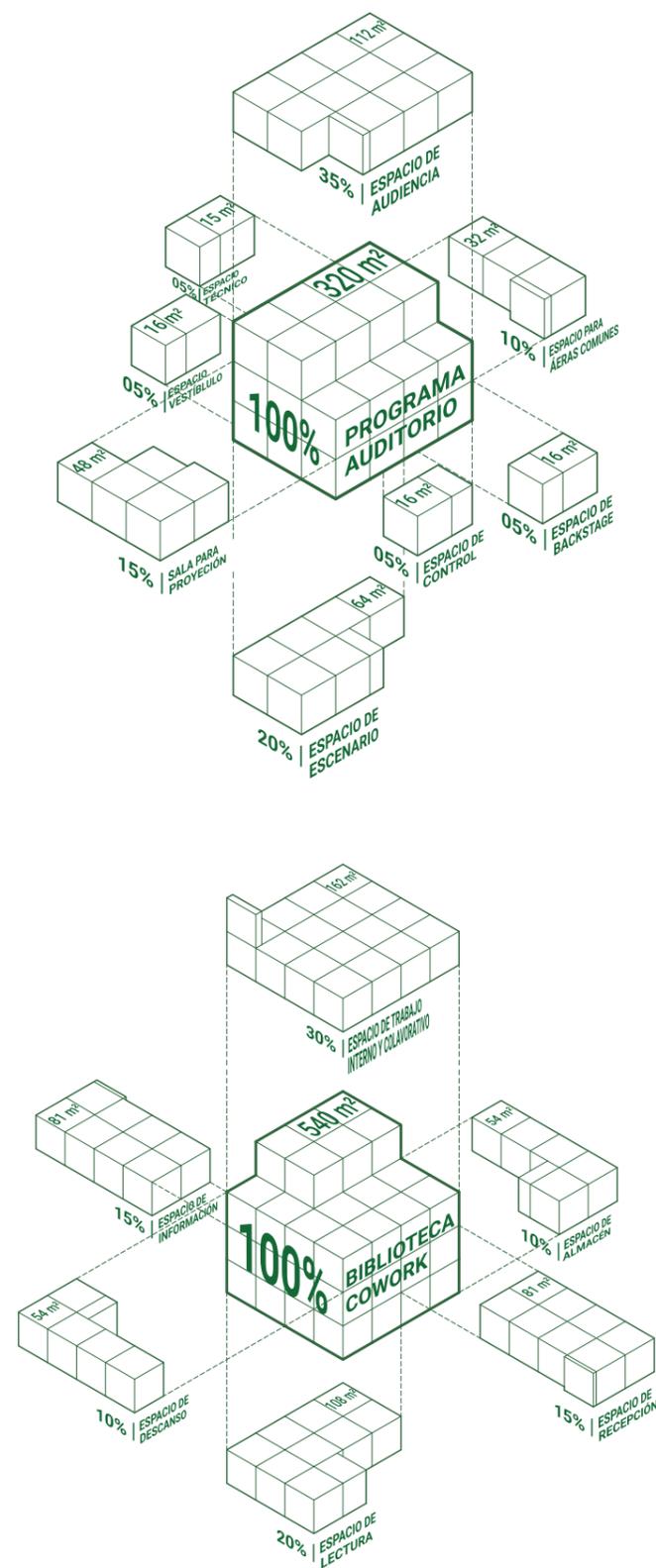


Figura 60  
Recintos mínimos del programa consistorial  
Elaboración propia a partir de informe técnico de municipalidad de Timaukel, 2023



Figuras 61 y 62  
Recintos mínimos del programa de auditorio y biblioteca cowork  
Elaboración propia, 2023

## 4.4.2 | PROGRAMAS

### Criterio de elección y jerarquización

Para la conformación de los programas se procede a trabajar con volúmenes teóricos, donde un cubo representa 10 m<sup>2</sup> de construcción destinado a cada recinto en los programas que se pretenden instaurar.

### Programa consistorial

La elección de los recintos se encuentra estipulada en la licitación de la guía compartida por la municipalidad. Estos comprenden: oficinas, estaciones de trabajo, salas; eventos, reuniones, espera, entre otros (ver Figura 60), a estos espacios se añaden 300 m<sup>2</sup> para una distribución óptima en vez de mínima de los recintos.

Ya que uno de los objetivos de esta edificación es la de integrar a la comunidad a través de diferentes servicios, se proponen los siguientes programas:

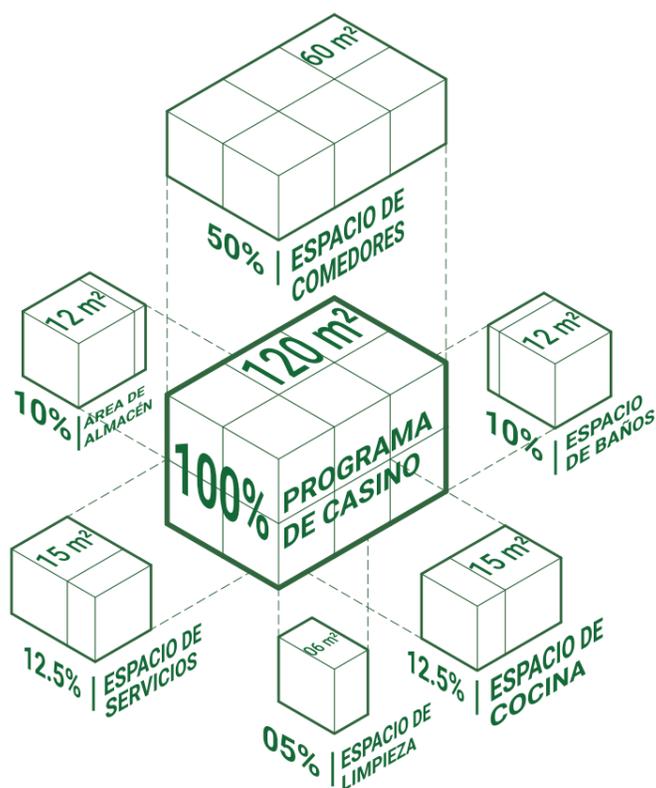
### Programa de Auditorio

Este se conforma de por espacios de escenario, audiencia, además de recintos de control y preparación., Su utilidad se extrapola tanto a un uso institucional como de público general, permitiendo la oportunidad de congregar a la comunidad independiente del fin.

### Programa de biblioteca y co-work

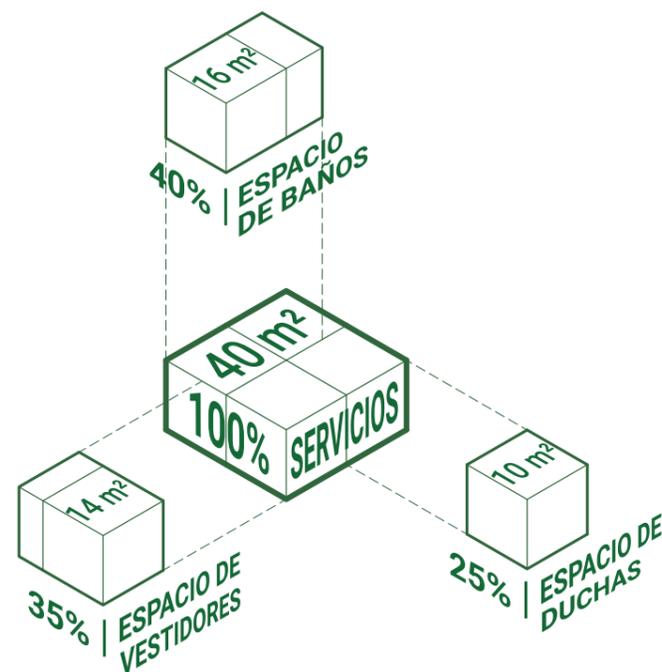
El programa de biblioteca y co-work, en un principio puede que parezca apuntar a la comunidad ,más que al recinto consistorial, sin embargo, al tratarse de una edificación con importancia gubernamental deben existir espacios de documentación y por esto el realizar una biblioteca a la que pueda almacenar y retirar información, complementa de buena forma al programar consistorial, además de brindar espacios que fomenten el trabajo colaborativo y autónomo para la comunidad de Pampa guanaco.

# DENSIDAD PROGRAMÁTICA 02



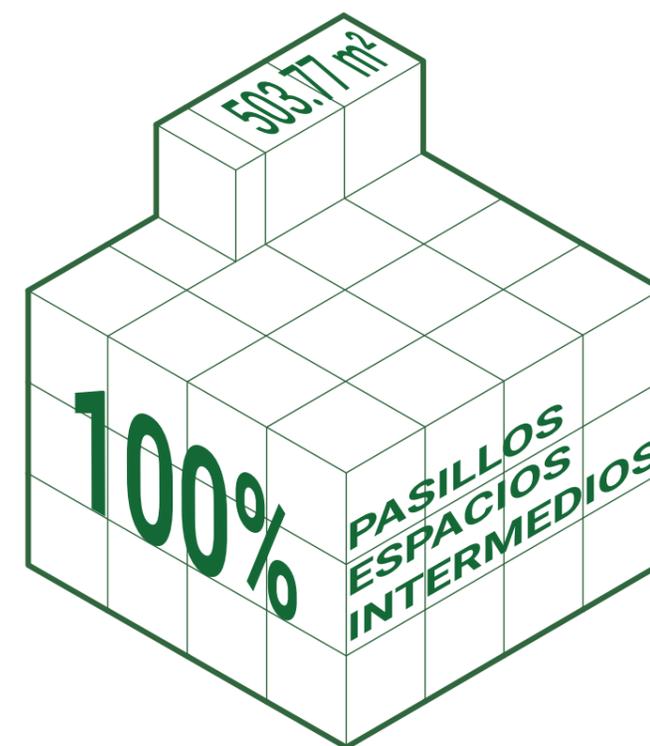
Programa de casino

El programa de casino de igual manera apunta a brindar un servicio de alimentación, tanto para los trabajadores como para la comunidad que necesite abastecerse de esta manera. Además los motivos por los que se puedan requerir de estos espacios provienen de diferentes razones, tanto por celebraciones como por apoyo comunitario.



Programa de servicios

Este tipo de programas se enfoca en proveer a la comunidad de un equipamiento capaz de permitir el uso de áreas verdes con fines deportivos, de intercambio cultural o recreativos, con especial énfasis en la plaza pública que enfrenta el edificio. Generando otro lazo que permita integrar a la comunidad con un edificio con múltiples servicios.



Espacios intermedios

Finalmente, se proponen la generación de espacios intermedios tanto para circulación como estadía, contándolos como un programa más. Esto se debe a que es importante considerar que debido a la naturaleza misma del edificio consistorial, este al tener una función institucional, se considera más una edificación de índole privada que una abierta a

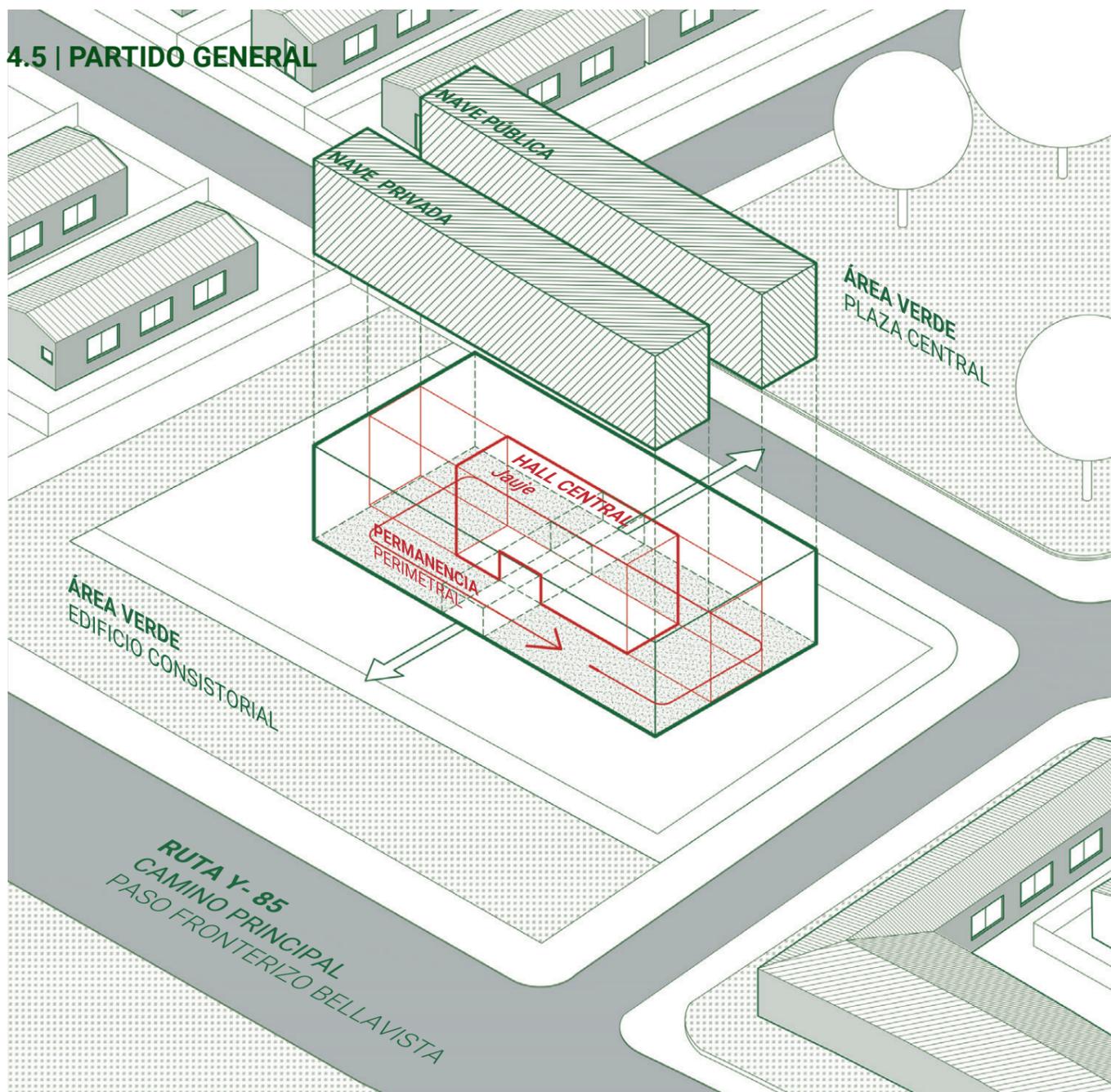
Recibir grandes cantidades de personas. Es por esto que los espacios intermedios puede servir como puntos de transición, ya que consideran zonas de descanso o recreación, pasando de espacios abiertos a un programa público, para luego atravesar una zona de pausa antes de rodearse de un ambiente más institucional.

Figuras 63  
Recintos mínimos del programa de Casino  
Elaboración propia, 2023

Figura 64  
Recintos mínimos del programa de Servicios  
Elaboración propia, 2023

Figura 65  
Recintos mínimos del programa de Espacios intermedios  
Elaboración propia, 2023

## 4.5 | PARTIDO GENERAL



Como se menciona en la página 35, se pretende rescatar las nociones de diseño del Kawi o vivienda Selk'nam, no solo con el fin de cumplir una de las exigencias de criterios por parte de la municipalidad, sino porque estas viviendas combaten de manera eficiente los vientos y el clima.

De esta manera se interpreta en la edificación la existencia de un **hall central** a modo de Jauje o fogón que divide el volumen en una **nave pública**, donde se concentran los programas de integración comunitaria (casino, biblioteca y servicios) y una **nave privada** correspondiente al programa del

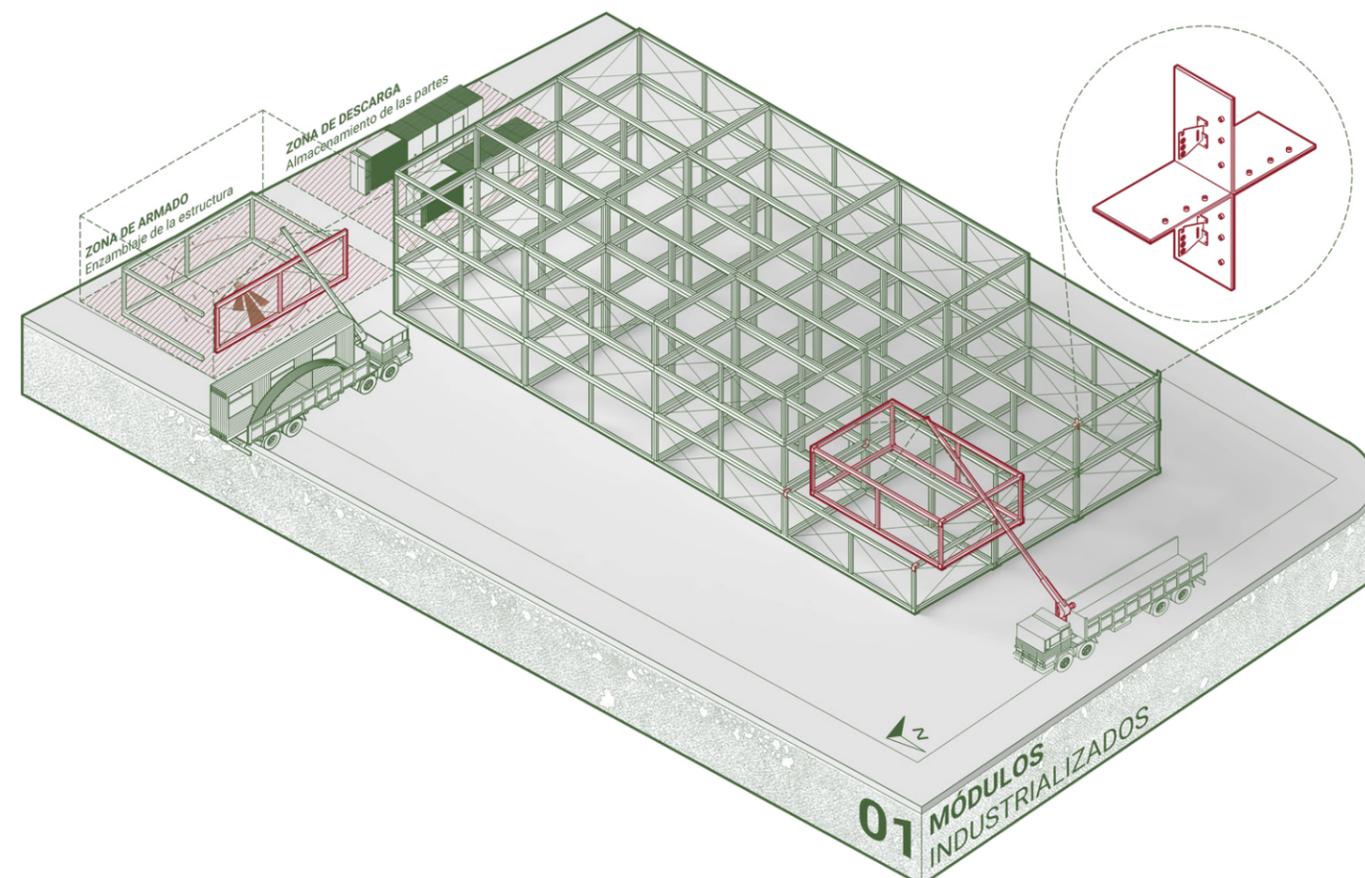
consistorial (oficinas, salas de trabajo, entre otras) de esta manera sin importar el fin para visitar la edificación se cuenta con un espacio intermedio de transición que permite una integración paulatina de ambientes. La **permanencia perimetral** por su parte permite entender a los programas de ambas naves como ambientes fijos en torno a un centro intermedio vinculante y que a través de un **eje central de recorrido**. Permite conectar en un principio dos áreas verdes vinculantes, y a su vez a la vía principal de acceso con la plaza central de la villa, permitiendo entender a la edificación como un punto de referencia y de traspaso hacia el poblado.

**Figura 66**  
Partido general, Extrapolación del diseño de viviendas Selk'nam para el lineamiento del edificio.  
Elaboración propia, 2023

# ESTRATEGIAS

## 05.2 - EDIFICACIÓN

### 4.5.2 | INSTALACIONES DE FAENAS Y MÓDULOS ESTRUCTURALES



#### Designación de zonas de trabajo

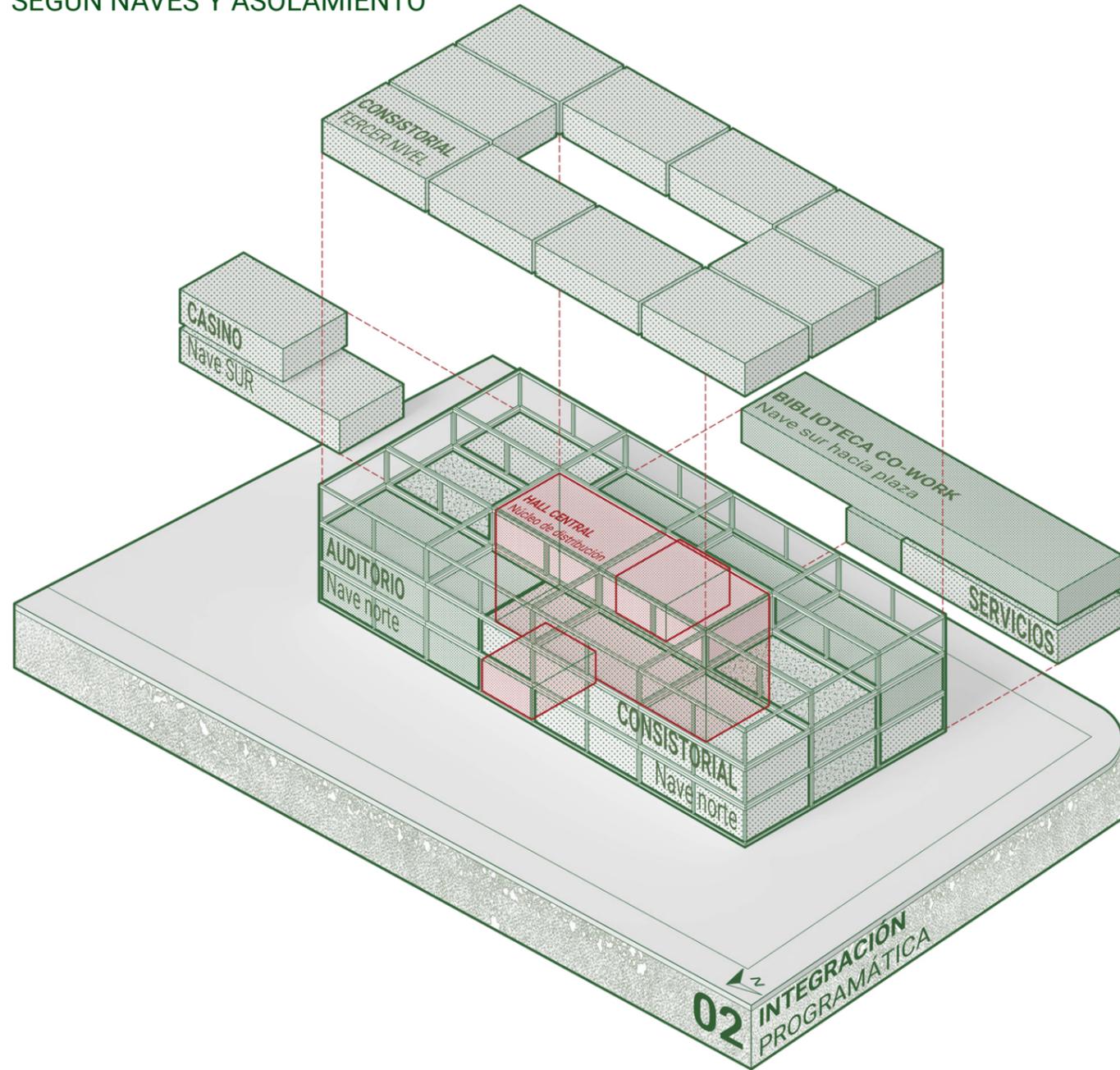
Como primera estrategia de edificación, en la partida de instalaciones de faenas (IIFF), se designan zonas de trabajo por el ensamblaje de las fachadas industrializadas que fueron transportadas hasta la zona. Al igual que una zona de carga y descarga de los materiales. Estas zonas deben considerar un espacio adecuado la llegada de los transportes, y los fuertes vientos provenientes desde el oeste. Para esto se propone una estructura temporal capaz de resistir los vientos y cuidar los materiales almacenados y en proceso de ensamblado.

**Figura 67**  
Construcción de un módulo mínimo estructural y montaje apilado  
Elaboración propia, 2023

#### Modulación de la estructura.

Si bien la edificación se basa en la industrialización segmentada, se considera un módulo estructural de madera, compuesto por fachadas industrializadas y previamente mecanizadas, que integran tensores metálicos a modos de riostras, capas de resistir individualmente esfuerzos sísmicos y externos. Esta modulación es escalable y se construye con la intención de abordar el máximo perímetro permitido para edificar. Esto es posible a través del perfil metálico en L señalado en el capítulo 4.3.3 de la página 41.

### 4.5.3 | PROGRAMAS SEGÚN NAVES Y ASOLAMIENTO



#### Integración programática

Las naves norte y sur resultantes de la operación inicial (ver Figura 66) son las que contienen principalmente los programas establecidos.

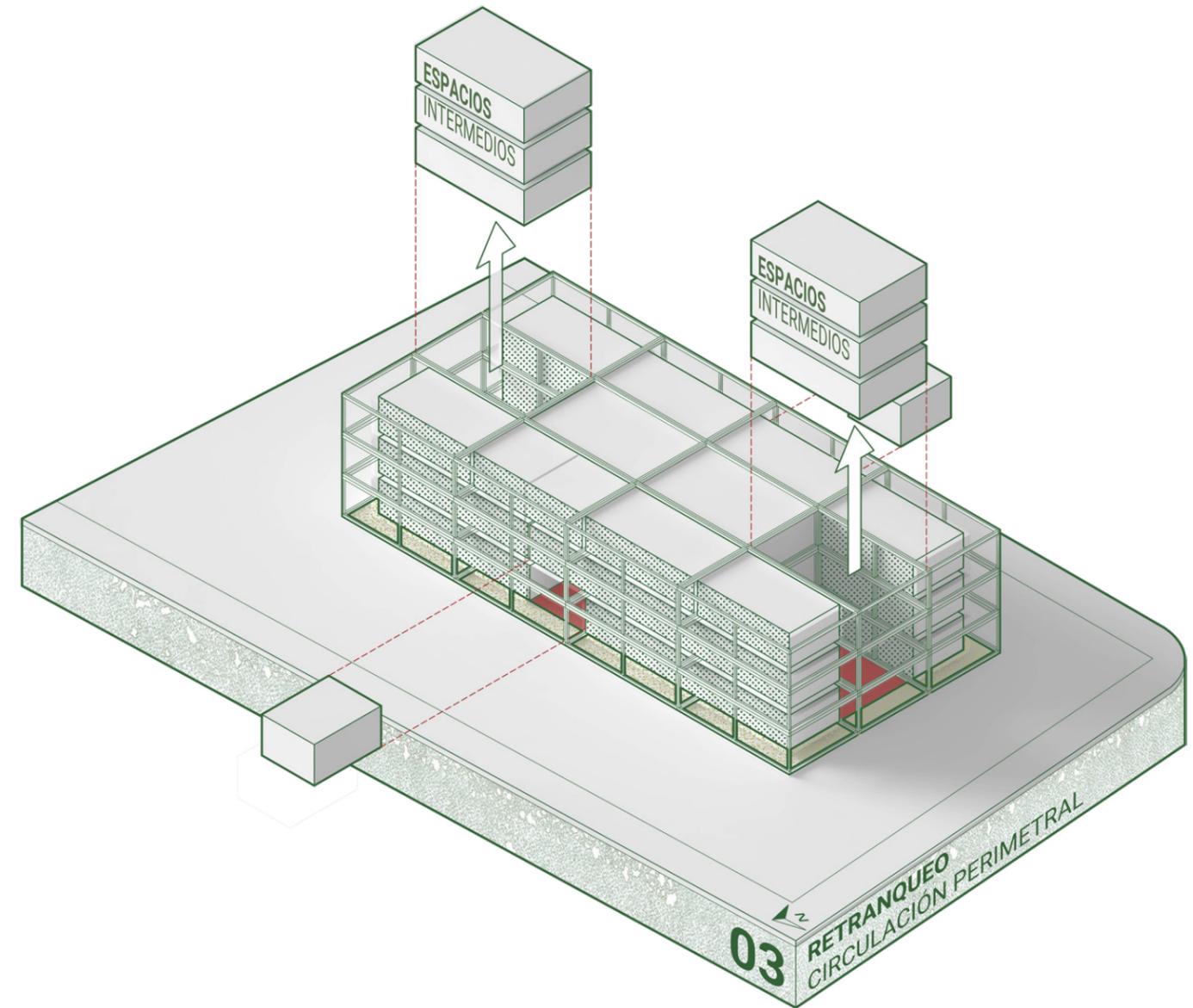
Los recintos se deben ubicar de tal manera que exista una relación de compatibilidad entre ellos. En este sentido se seleccionan los programas enfocados a suplir las necesidades del edificio consistorial junto con el programa de auditorio en la nave norte, ya que quienes harían un uso principal

de este serían a los funcionarios de la edificación y son quienes reciben a los visitantes a la entrada principal de la villa.

El resto de programas públicos se ubicarán de manera preferencial en dirección a la plaza central, con la que se complementarán a la comunidad y permitirá una integración paulatina a las actividades administrativas desde el interior de la villa a través del espacio público

**Figura 69**  
Superficies mínimas por nivel y designación de zonas de trabajo, carga y descarga  
Elaboración propia, 2023

### 4.5.4 | CONFORMACIÓN DE ESPACIOS INTERMEDIOS PRINCIPALES Y SECUNDARIOS



#### Designación de los espacios intermedios

A través del criterio de buscar la máxima eficiencia, se decide retranquear los volúmenes resultantes del ejercicio anterior. Con el fin de reducir al máximo las pérdidas de calor con contacto exterior de los recintos, permitiendo generar confort térmico dentro de las instalaciones pero a su vez dotando de espacios intermedios perimetrales antes del ingreso de cada recinto.

Una vez designados los volúmenes finales de los

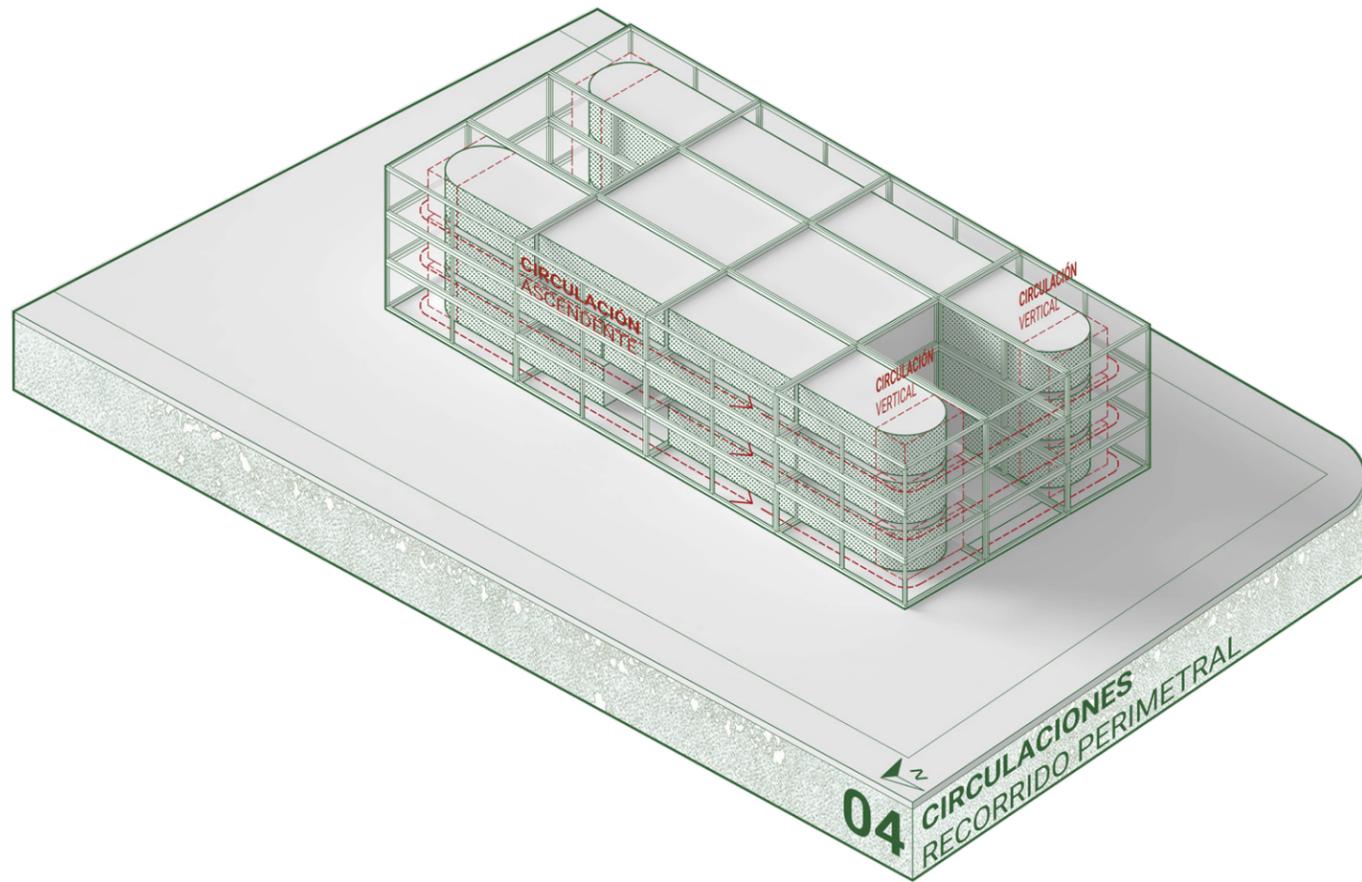
programas, se generan dos vacíos en las caras oeste y este del hall central, con el objetivo de designar dos espacios intermedios principales que integren los programas de recreación y esparcimiento a modo de traspaso hacia el resto de recintos.

**Figura 69**  
Superficies mínimas por nivel y designación de zonas de trabajo, carga y descarga  
Elaboración propia, 2023

# ESTRATEGIAS

## 05.2 - EDIFICACIÓN

### 4.5.5 | CIRCULACIONES PERIMETRALES



#### Circulaciones horizontales

Ya conformados los recintos y los espacios intermedios se procede a designar un recorrido perimetral que siga el retranqueo de los recintos. Esta estrategia responde a los refugios Selk'nam, donde su recorrido consista en rodear los programas fijos en torno al fogón.

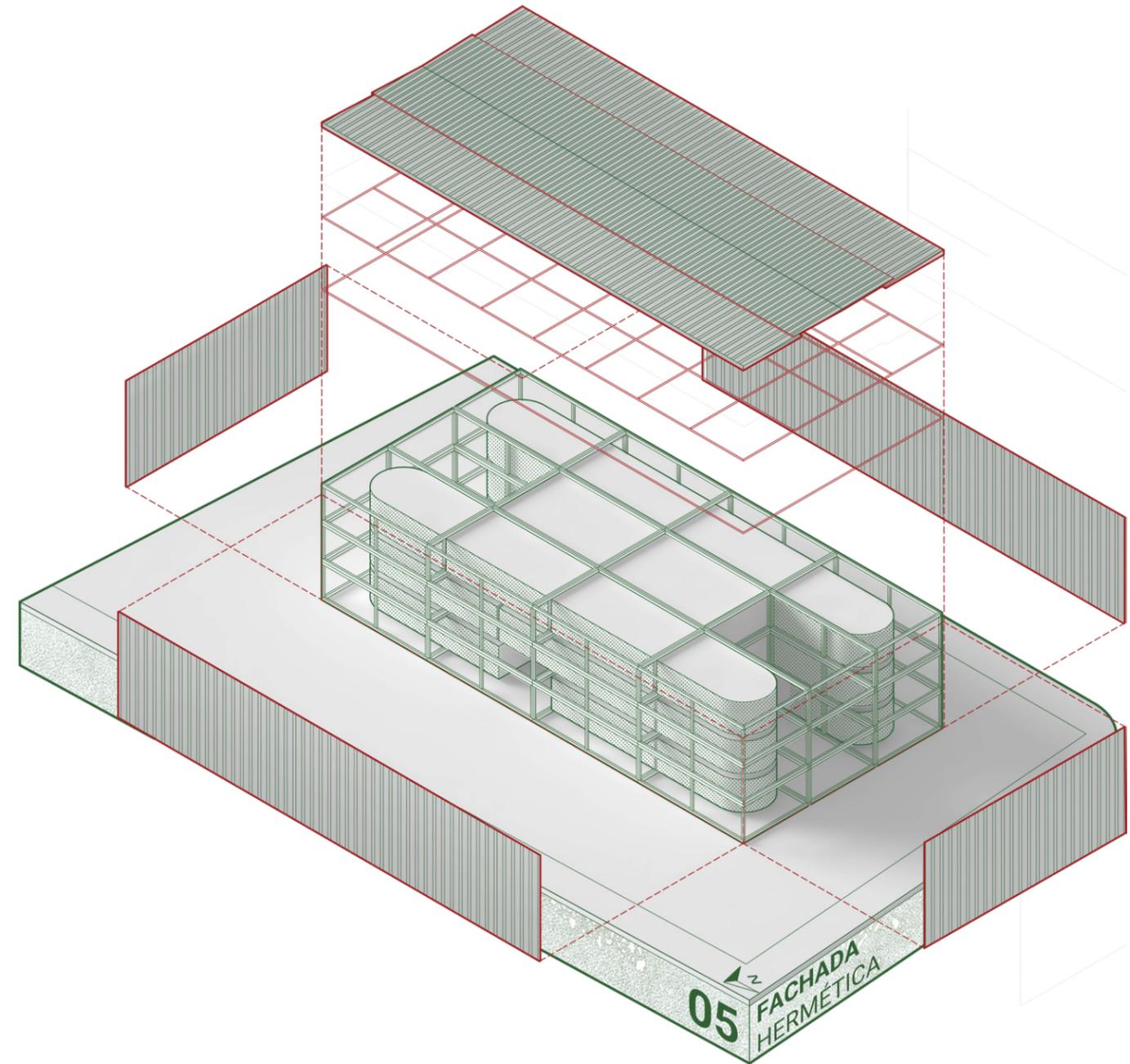
La circulación horizontal busca conectar los diferentes recintos a través de un recorrido completo y pausado y de manera ascendente.

#### Circulaciones verticales

Se generan cuatro puntos de circulación vertical ubicados en las esquinas oeste y este de ambas naves programáticas. Estas cumplen la función de conectar perimetralmente y de manera rápida los programas en su verticalidad, se considera la utilización de escaleras industrializadas curvas, capaces de solventar grandes alturas con poca dimensión en sus elementos.

**Figura 70**  
Separación del contacto con los perímetros exteriores y generación de espacios intermedios  
Elaboración propia, 2023

### 4.5.6 | FACHADA PARAVIENTOS



#### Conformación de una envolvente hermética

Finalmente se genera una envolvente que cubre cada perímetro exterior de la edificación, permitiendo generar un ecosistema controlado y eficiente, un refugio dentro de un pueblo remoto.

Esta envolvente se concibe a través de un policarbonato traslucido de alto aislamiento y doble acristalamiento para fachadas. El fin de esto es rescatar la idea de presencia que busca la municipalidad, una preñencia territorial, pero a igual

de referencia en un punto tan alejado de las ciudades, dando a entender que pesar de lo recóndito del territorio es posible brindar soluciones constructivas innovadoras y de alto impacto comunitario.

**Figura 71**  
Conformación de una fachada hermética y mutable  
Elaboración propia, 2023

# CRITERIOS POSTURA FINAL



Figura 73

Imagen objetivo de implantación en superficie, Pampa Guanaco, Timaukel, 2023  
Elaboración propia a partir de modelo teórico propio en software de modelado y procesado con inteligencia artificial Veras. 62

## 5.0 | CONCLUSIONES

### Avances y desafíos

Finalmente el proyecto busca ser una idea de faro en un lugar remoto (ver Figura 73), que rompe prejuicios y permite que la construcción en zonas remota no representen un desafío imposible de suplir, además de brindar todo un servicio comunitario en favor del progreso y mejoramiento de la comunidad.

### Industrialización Y diseño

Respecto a la compatibilidad de estos términos, se puede evidenciar que lo que en un principio parecía un obstáculo, se transforma en un aliado importante cuando se propicia un trabajo en conjunto.

Es importante comprender que la industrialización es la agilización de los procesos y hoy en día cada vez son más las nuevas tecnologías que permiten la integración de elementos estandarizados moldeables para el diseño arquitectónico. Dentro del resto de consideraciones, la identidad pública representar una barrea inmortalmemente a la que se debe de tomar en cuenta, realizando el estudio pertinente del contexto y extrapolando estrategias de diseño de casos aplicados en el lugar. De esta manera el diseño industrializado se transforma en una nueva herramienta de diseño a la que se deben considerar reglas mínimas para funcionar pero que no implican una restricción en la creatividad y la posibilidades.

### Edificio consistorial

La edificación por su parte funciona a través de distintos conceptos, pero todos enfocados en que este proyecto permita complementar, potenciar, servir y visibilizar a la comunidad de Pampa Guanaco y a otros lugares donde se necesite de edificaciones de este tipo.

# 06 | BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Arauco Celulosa. CLT- Madera contralaminada - Arauco Chile. Arauco Chile. <https://arauco.com/chile/marcas/hilam/clt-madera-contralaminada/>. Published April 14, 2023.

- Aulas modulares | Grupo Normetal. (2023, June 26). Normetal - Construcciones Modulares. <https://normetal.com/colegios-aulas-modulares/>

- Ilustre Municipalidad de Timaukel, (2023) Modelo de Términos de Referencia para Consultorías de Arquitectura y Especialidades. Extraído de Mercado Público.

- Applicattio. METWALL - Metecno Chile. Metecno Chile. <https://www.metecno.cl/shop/metwall/metwall/>. Published February 3, 2022.

- Biofiltro para aguas grises Yaku, la solución para ahorrar agua. <https://yaku.cl/>. Published January 30, 2023.

- Castillo, María José, & Forray, Rossana. (2014). La vivienda, un problema de acceso al suelo. ARQ (Santiago), (86), 48-57. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-69962014000100007>

- Canada House - proceso. (n.d.). <https://canadahouse.cl/procesos>

-- Cdt. (n.d.). Productividad en la Construcción. <https://www.cdt.cl/productividad-en-la-construccion/>

- Cdt. Construcción Industrializada en madera: innovación y eficiencia. <https://www.cdt.cl/construccion-industrializada-en-madera-innovacion-y-eficiencia/>.

- Cdt. Airturb lanza un original sistema híbrido eólico-solar: alternativa para generar electricidad en hogares. <https://www.cdt.cl/airturb-lanza-un-original-sistema-hibrido-eolico-solar-alternativa-para-generar-electricidad-en-hogares/>.

- Cedeus. Pampa Guanaco: la nueva esperanza para fomentar el poblamiento en Tierra del Fuego. Plataforma Urbana. <https://www.plataformaurbana.cl/archive/2014/05/05/pampa-guanaco-la-nueva-esperanza-para-fomentar-el-poblamiento-en-tierra-del-fuego/>. Published May 5,

2014.

- Cenamad. (2023), Memoria de cálculo Resistencia al Fuego MODHabitar. Extraído de informe físico para proyecto Casa Armable de Geoespacios.

- Cintac BIM. <https://www.cintac.cl/bim/>.

- Chile, H. (n.d.). HORMIPRET Chile - Prefabricados para la Construcción. <https://www.hormipret.cl/AlveoPlaca>

- CChC - Cámara Chilena de la Construcción. <https://cchc.cl/centro-de-informacion/indicadores/indice-de-costos-de-edificacion>.

- Datos climáticos y meteorológicos históricos simulados para Aeropuerto Pampa Guanaco.

- Dr.A.J.Marsh. PD: Sun-Path Map. <https://drajmarsh.bitbucket.io/sunpath-on-map.html>.

- Del Congreso Nacional, B. (n.d.). Biblioteca del Congreso Nacional. [www.bcn.cl/leychile](http://www.bcn.cl/leychile). <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?i=1188149>

- Del Congreso Nacional B. Biblioteca del Congreso Nacional. [www.bcn.cl/leychile](http://www.bcn.cl/leychile). <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1115066>. Published November 27, 2023.

- E2E y su apuesta por industrializar la construcción en madera. <https://www.madera21.cl/blog/2019/04/10/e2e-y-su-apuesta-por-industrializar-la-construccion-en-madera/>. Published April 10, 2019.

- Gonzalez, A. G. (2022, June 27). El despegue de la construcción industrializada. Knauf Blog. <https://blog.knauf.es/despegue-construccion-industrializada/>

- Gómez Muñoz, D. (2008, June). Estudio comparativo entre distintas metodologías de construcción industrializada de viviendas (Tesina). UPC, Escola Tècnica Superior d'Enginyers de Camins, Canals i Ports de Barcelona, Departament d'Enginyeria de la Construcció. Retrieved from <http://hdl.handle.net/2099.1/5636>

- Galería de Rehabilitación Auditorio Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile / Rodrigo Aguilar - 14. ArchDaily En Español. [https://www.archdaily.cl/cl/02-203524/rehabilitacion-auditorio-facultad-de-arquitectura-y-urbanismo-universidad-de-chile-rodrigo-aguilar/50916a6428ba0d49de000153-rehabilitacion-auditorio-facultad-de-arquitectura-y-urbanismo-universidad-de-chile-rodrigo-aguilar-imagen?next\\_project=no](https://www.archdaily.cl/cl/02-203524/rehabilitacion-auditorio-facultad-de-arquitectura-y-urbanismo-universidad-de-chile-rodrigo-aguilar/50916a6428ba0d49de000153-rehabilitacion-auditorio-facultad-de-arquitectura-y-urbanismo-universidad-de-chile-rodrigo-aguilar-imagen?next_project=no).

- Galería de El Pabellón Natural / DP6 architectuurstudio - 13. ArchDaily En Español. [https://www.archdaily.cl/cl/990545/el-pabellon-natural-dp6-architectuurstudio/633f91b97a53273a923191d3-the-natural-pavilion-dp6-architectuurstudio-photo?next\\_project=no](https://www.archdaily.cl/cl/990545/el-pabellon-natural-dp6-architectuurstudio/633f91b97a53273a923191d3-the-natural-pavilion-dp6-architectuurstudio-photo?next_project=no).

- Gordon, K. (2017, September 13). En Construcción: Casa Refugio en Trincao, Chiloé / Elizabeth Hernández Henríquez. ArchDaily En Español. [https://www.archdaily.cl/cl/02-113562/en-construccion-casa-refugio-en-trincao-chiloe-elizabeth-hernandez-henriquez?ad\\_medium=gallery](https://www.archdaily.cl/cl/02-113562/en-construccion-casa-refugio-en-trincao-chiloe-elizabeth-hernandez-henriquez?ad_medium=gallery)

- Incentivos para la industrialización de la construcción en Chile – Construye2025. <https://construye2025.cl/2023/01/04/incentivos-para-la-industrializacion-de-la-construccion-en-chile/>. Published January 4, 2023.

- Jonas. Jonas 4 F Wind Baffle Blanca #100 - Jonas.; 2023. <https://www.jonas.cl/producto/jonas-4-f-wind-baffle-blanca-100-2/>.

- Kraljevich, F. (2023, August 1). Sistema MDR: Apostando por una vivienda 100% industrializada. Hormigón Al Día. <https://hormigonaldia.ich.cl/smartconcrete/sistema-mdr-apostando-por-una-vivienda-100-industrializada/>

- Landing encuesta - Transmarchilay Ferries. Transmarchilay Ferries. <https://www.transmarchilay.cl/encuesta-de-satisfaccion/>. Published November 23, 2022.

- López-Morales, Ernesto, Sanhueza, Claudia, Espinoza, Sebastián, & Órdenes, Felipe. (2019).

Verticalización inmobiliaria y valorización de renta de suelo por infraestructura pública: un análisis econométrico del Gran Santiago, 2008-2011. EURE (Santiago), 45(136), 113-134. <https://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612019000300113>

- Meteoblue. [https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/aeropuerto-pampa-guanaco\\_chile\\_8986814](https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/aeropuerto-pampa-guanaco_chile_8986814).

- Módulos para instalaciones deportivas | ABC Modular. (2021, March 6). ABC Modular. <https://abcmodular.com/instalaciones-deportivas>

- Módulos para instalaciones deportivas | ABC Modular. (2021, March 6). ABC Modular. <https://abcmodular.com/instalaciones-deportivas>

- Sidawi, B. (2012). Management problems of remote construction projects and potential IT solutions; The case of kingdom of Saudi Arabia. Journal of Information Technology in Construction (ITcon), 17(7), 103-120.

- Salas, J. "De los sistemas de prefabricación cerrada a la industrialización sutil de la edificación: algunas claves del cambio tecnológico". Informes de la construcción, Vol. 60, 512, 19-34. Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (CSIC). Madrid, Octubre-Noviembre 2008.

- Ott, C. (2022, December 22). Cowork Citic Barrio Italia / Citic. ArchDaily En Español. [https://www.archdaily.cl/cl/977685/cowork-citic-barrio-italia-citic?ad\\_medium=gallery](https://www.archdaily.cl/cl/977685/cowork-citic-barrio-italia-citic?ad_medium=gallery)

- PARAWATTS | CTEC. (n.d.). CTEC. <https://ctecinnoacion.cl/proyectos-parque-innovacion/parawats/>

- Proyectos Actuales – Habitat para la humanidad Chile. <https://hphchile.cl/proyectos-actuales/>.

- Servicio de Ferry en Sur de Chile. VisitChile.com. <https://www.visitchile.com/es/guias-chile/transporte/ferry/>.