



Pontificia Universidad Católica de Chile  
Escuela de Arquitectura  
Facultad de Arquitectura, Diseño y  
Estudios Urbanos

mase

Magister en Arquitectura  
Sustentable y Energía

**VIVIENDA COLECTIVA INTERGENERACIONAL EN MADERA PARA LAJA**  
**Estructura de madera sin aditivos como solución**  
**constructiva para un habitar saludable.**

Francisca Carbone García

Taller de Investigación Avanzada y Proyecto de Título: Ciudades de Madera

Profesores: Juan José Ugarte y Andrés Sierra

Tesis presentada a la Escuela de Arquitectura  
de la Pontificia Universidad Católica de Chile  
para optar al título de Arquitecto y al grado de  
Magister en Arquitectura Sustentable y Energía.

Marzo 2022

Santiago, Chile

©2022, Francisca Carbone García.

©2022, Francisca Carbone García.

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento.

## **Abstract**

Para el diseño sustentable de un conjunto de edificios de vivienda colectiva, ubicados en el borde sur de la Laguna la Señoraza, en Laja, se busca cuidar la salud desde un punto de vista holístico, que relaciona la salud ambiental y humana, tanto física como mental, por medio del estudio de tres factores: los efectos de la relación entre el ser humano y su entorno natural, las relaciones entre los residentes, y la relación entre el humano y su entorno construido, es decir, los espacios interiores.

Se propone una estructura de muros y losas macizas de madera sin aditivos, o DLT, como medio para construir un ambiente óptimo para el desarrollo de la persona, promoviendo su salud mental y física, y fomentando el cuidado del medio ambiente natural.

## Índice

<b>Abstract</b>	3
<b>Introducción</b>	6
I. Concepto de salud	6
II. Contexto actual: Crisis de la salud	6
III. Salud como encargo arquitectónico	7
IV. El problema de la nueva vivienda	8
V. Materialidad saludable: la madera	8
VI. Problema y preguntas de investigación	8
VII. Hipótesis	9
VIII. Objetivos	9
IX. Metodología	10
<b>Capítulo 1: El problema del emplazamiento. Salud desde la relación con el entorno.</b>	11
1.1. La cuenca del Biobío	11
1.1.1. El Rio que provee	11
1.1.2. El Rio que separa	12
1.1.3. El Rio que produce	12
1.2. Servicios Ecosistémicos	13
1.3. Intercomuna Laja-San Rosendo	14
1.3.1. Origen y desarrollo	14
1.3.2. Clima	16
1.4. Oportunidades Distrito Laguna la Señoraza	17
1.5. Propuesta de emplazamiento y manejo del paisaje	20
<b>Capítulo 2: El problema del programa. Salud desde las relaciones sociales.</b>	24
2.1. Análisis demográfico y territorial de Laja	24
2.2. Objetivos para el desarrollo comunal	25
2.3. Efectos de la falta de cohesión social en la salud	25
2.4. Co-living y vivienda intergeneracional: Integración social desde el programa residencial	26
2.4.1. Co-living o vivienda colectiva	26
2.4.2. Vivienda intergeneracional	27
2.5. Propuesta de vivienda colectiva para Laja	27

<b>Capítulo 3: El problema del diseño. Salud desde los espacios interiores.</b>	33
4.1. La Biofilia	33
4.2. Madera como material saludable	33
4.2.1. Salud humana	33
4.2.2. Salud ambiental	34
4.3. DLT: Madera de ingeniería sin aditivos	35
4.4. Propuesta para la estructura	36
4.5. Invernadero como espacio común	36
4.6. Simulación de la iluminación en los invernaderos	37
<b>Conclusiones</b>	40
<b>Bibliografía</b>	45

## Introducción

### I. Concepto de salud

Desde el principio de los tiempos el hombre ha intentado mantener su salud y dar una explicación y solución a la falta de esta, es decir, a la enfermedad. La definición de estos conceptos ha ido cambiando a lo largo de la historia, ya que está determinada por el contexto cultural y social.

En la época del hombre primitivo se creía que la enfermedad se daba por el ingreso de espíritus malignos al cuerpo, luego con el desarrollo del pensamiento religioso esta se entendió como un castigo, consecuencia de las acciones del hombre. Posteriormente con el Renacimiento se estableció la salud como un proceso mecánico y la enfermedad como un error en el funcionamiento de esta.

En el siglo XVIII, producto de la Revolución Industrial, se empezaron a estudiar las enfermedades ocupacionales, en otras palabras, las enfermedades producidas por las condiciones laborales de los obreros. Luego, en el siglo XIX, con el desarrollo de la Microbiología, se determina que los microorganismos y gérmenes eran los causantes de las enfermedades, reduciéndolas a un aspecto meramente biológico. Sin embargo, esta concepción no dura mucho, ya que, debido a la Revolución Francesa y la ideología socialista, se vuelve a entender la salud como un fenómeno que contempla también las condiciones sociales y políticas en las que vive el ser humano.

Tomando este aprendizaje, en 1946 la Organización Mundial de la Salud define salud como "un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades" (OMS, 1946). Esta es la definición más popular y comúnmente aceptada, sin embargo, en el reporte de la OMS "Nuestro planeta, nuestra salud" emitido en 1992, se hace evidente la relación entre la posibilidad de acceder a este estado de bienestar y la necesidad de cuidar la salud del medio

ambiente. Se explica que "la salud [humana] es posible únicamente donde los recursos están disponibles para resolver las necesidades humanas y donde el ambiente de trabajo y de vida esté protegido de las amenazas, las contaminaciones, los peligros físicos y los patógenos" (OMS, 1992). Estas condiciones actualmente se ven dificultadas e impedidas debido al fenómeno de la urbanización y a la explotación desmedida de los recursos naturales que han causado la degradación y contaminación del ambiente.

### II. Contexto actual: Crisis de la salud

La ONU declaró a principios de este año que nos encontramos en una crisis climática, de contaminación y de pérdida de biodiversidad. Las temperaturas están aumentando debido a la excesiva contaminación producida por el hombre, que ha deteriorado el medio ambiente y está teniendo repercusiones irreversibles en la Tierra y en las especies que la habitan. (UNEP, 2021)

Los objetivos del Acuerdo de París, que apuntan a disminuir el avance del calentamiento global, no se han cumplido en su totalidad. Lo anterior es debido a que, como sociedad, nos hemos seguido expandiendo y desarrollando de forma insostenible, lo que tiene consecuencias en la salud humana. Así, esta "depende en última instancia de la capacidad de la sociedad para gestionar la interacción entre las actividades humanas y el entorno físico y biológico de manera que salvaguarde y promueva la salud, pero sin amenazar la integridad de los sistemas naturales de los que depende el entorno físico y biológico" (OMS, 1992). Incluido en lo anterior se encuentran el mantener un clima estable y asegurar la disponibilidad de los recursos ambientales, tales como el aire, agua potable y el suelo. Además, se comprende a los sistemas naturales y su función continua como receptores clave de los residuos humanos.

Actualmente las condiciones y el estilo de vida han reducido la posibilidad del ser humano de experimentar la naturaleza y lo han expuesto a contaminación atmosférica, aumentando la probabilidad de padecer enfermedades físicas, como enfermedades respiratorias, diabetes y enfermedades cardíacas, y mentales como estrés y ansiedad. Esto demuestra que, para mantener una buena salud humana, física, mental y social, es necesario asegurar la salud del ambiente en el que se habita. "La salud ya no es responsabilidad exclusiva de médicos, enfermeras, parteras y otros profesionales de la salud que buscan prevenir o curar enfermedades (...). También es responsabilidad de los planificadores, arquitectos, profesores, empresarios y todos aquellos que influyen en el entorno físico o social." (OMS, 1992)

El rubro de la arquitectura y la construcción tiene un enorme efecto en la salud del ambiente y, por lo tanto, de las personas, ya que a nivel global emite alrededor del 30% de los gases de efecto invernadero que contaminan la atmósfera, consume aproximadamente el 33% de la energía generada (Victorero, 2021) y es responsable del 35% de los residuos sólidos. (CORFO, 2019)

La forma en que se han desarrollado las urbanizaciones ha generado núcleos de contaminación atmosférica y acústica, lo que, sumado a la escasez de vegetación y espacios naturales, provoca islas de calor urbanas. Estas condiciones aumentan las probabilidades de sufrir enfermedades físicas y mentales (Stephen M. Williams explica en su libro "Environment and Mental Health" que "vivir en Nueva York equivale a fumar 38 cigarrillos al día"). Además de promover un estilo de vida sedentario y acelerado que afecta negativamente al hombre.

### **III. Salud como encargo arquitectónico**

La arquitectura define y crea el entorno en el que habitamos que, como se explicó

anteriormente, juega un papel fundamental en la salud ambiental y humana. Por lo tanto, es responsabilidad de los planificadores y arquitectos el diseñar ciudades y espacios que protejan esta salud, tomando en cuenta la forma en la que se relaciona con su entorno, para que el diseño sea el resultado del diálogo con las condiciones climáticas, geográficas y culturales de su emplazamiento. También, responden a las necesidades específicas de sus habitantes, construyendo espacios que fomenten el bienestar físico y psicológico de los humanos.

Esto contempla tanto la forma en la que un edificio se emplaza en el terreno, permitiendo que los ecosistemas sigan cumpliendo sus funciones fundamentales, el traspaso de viento y luz, escurrimiento e infiltración de aguas, entre otros; el diseño de su forma que, desde el punto de vista de la eficiencia energética, debe aprovechar los recursos naturales para asegurar el confort. Además, se debe tomar en cuenta los materiales utilizados y su sistema constructivo, considerando su huella de carbono, su traslado, la maquinaria requerida, entre otros, al igual que la calidad de los espacios que se construyen. Estos deben fomentar el bienestar físico y mental del humano por medio de la elección inteligente de la materialidad de las superficies expuestas, la calidad del aire y confort térmico que generan, la posibilidad de vistas hacia el exterior que proporcionan y la obtención de iluminación natural, entre otros beneficios.

Si bien la arquitectura como disciplina ya ha comenzado, con un éxito relativo, a bajar sus emisiones de gases de efecto invernadero, apuntando así a la carbono neutralidad, muchos profesionales todavía no lo han aplicado en su práctica diaria. De los miembros del American Institute of Architects (AIA), solo una pequeña fracción ha firmado el compromiso sostenible propuesto para 2030, por lo que se requiere un mayor compromiso por parte de la profesión.

#### **IV. El problema de la nueva vivienda**

La vivienda es, por excelencia, el lugar donde el hombre habita. Es el espacio que le permite habitar la naturaleza proporcionando refugio y protección de sus amenazas y condiciones climáticas, y perspectiva para obtener información sobre su entorno (Joye, 2007). Según el filósofo Martin Heidegger, "el hombre es en la medida que habita" (Heidegger, 1951), y el rasgo fundamental del habitar es el cuidar, en el sentido de dejar que las cosas permanezcan en su esencia.

La contingencia actual nos mostró cómo la vivienda pasa de ser el espacio de almacenamiento y descanso a albergar todas las funciones de la vida cotidiana, por lo que la calidad de esta y las condiciones que genera son fundamentales para el buen desarrollo de las actividades domésticas y eventualmente profesionales o académicas.

El contexto pandémico marca y nos permite teorizar sobre una "nueva normalidad". En los antiguos la idea de privacidad era condición de hogar. Ahora, sin embargo, la vivienda comienza a formar parte de un sistema mayor, donde lo doméstico resulta genérico, difuso y está en constante expansión. Además, está definido por objetos y tecnología, abriéndose y exponiéndose hacia el mundo.

Así, la pandemia impone nuevas preguntas acerca del cómo se vive y cómo se desarrollan los habitantes al interior de sus hogares, lo lógico es que aparezcan nuevas formas de diseñar y de hacer arquitectura. De esta manera, "más allá de ofrecer un simple refugio, el objetivo de la casa siempre ha sido crear la posibilidad de una convivencia sin fricciones en la que las personas puedan desarrollarse." (Vittorio & Tattara, 2019).

Por lo tanto, hoy más que nunca es necesario pensar en viviendas y espacios saludables, que respondan a las necesidades de los individuos y del medio ambiente por medio de las decisiones tomadas durante cada etapa del diseño y construcción, "desde la ubicación del edificio, hasta las terminaciones

interiores y la jardinería paisajística." (CMHC, 1998)

#### **V. Materialidad saludable: la madera**

Dentro del contexto ambiental y social actual, la madera se presenta como una ventajosa solución constructiva gracias a sus diversos beneficios tanto medioambientales, como su capacidad de absorber y almacenar dióxido de carbono; psicológicos, como la sensación de conexión con la naturaleza que genera; y estructurales, que gracias a la implementación de tecnologías y creación de nuevos productos de madera han logrado expandir sus oportunidades constructivas.

Sumado a esto, nuestro país se encuentra entre los diez mayores productores de madera a nivel mundial, siendo junto a Nueva Zelanda, los primeros en producción de pino radiata. A pesar de esto, menos del 17% de las construcciones son desarrolladas en este material. Esto se debe principalmente a la falta de una adaptación adecuada de la norma sísmica chilena a las estructuras de madera, lo que limita su uso para construcciones en altura, aunque contemos con un competitivo nivel industrial y un manejo sustentable de las plantaciones forestales.

#### **VI. Preguntas de investigación**

El marco teórico induce a preguntarse de qué manera o forma es posible promover la sustentabilidad del ambiente y la salud física y mental del ser humano por medio del diseño arquitectónico, en específico, de la vivienda. Además, la madera se presenta como el material más adecuado para lograr este propósito, permitiendo proyectar espacios óptimos para el desarrollo de la persona, con recursos locales y renovables.

Así, la pregunta que guía esta tesis es: ¿Qué características y condiciones debe generar el diseño de un edificio de vivienda con el

objetivo de promover un concepto de salud holística, es decir, ambiental y humana?

Frente a este problema surgen las preguntas:

- ¿Mediante qué operaciones es posible fomentar una relación saludable entre el edificio y su entorno natural?
- ¿Qué características formales y programáticas debe tener un edificio de vivienda en Laja para promover la salud ambiental y humana?
- ¿De qué formas una estructura en madera puede contribuir a construir un ambiente saludable?
- ¿Qué características y condiciones deben generar los espacios comunes con el fin de fomentar la salud mental y física de sus habitantes?

Estas preguntas serán puestas a prueba en el diseño de un edificio de vivienda en el sector sur de la Laguna la Señoraza, en la ciudad de Laja, en la región del Biobío.

## **VII. Hipótesis**

La propuesta de un edificio de vivienda con el foco en la salud ambiental, mental y física se puede lograr por medio de la atención a las decisiones tomadas en cada etapa del diseño, desde la forma en la que este se emplaza en su terreno, respondiendo a las condiciones climáticas y geográficas, y preservando los ecosistemas del lugar; los espacios y relaciones que construye, promoviendo la interacción y colaboración entre los habitantes; y la materialidad que lo conforma, eligiendo estructuras de madera que, además de ser renovables y tener una huella de carbono negativa, permiten construir interiores que generen una sensación de calma, contribuyendo a la disminución del estrés y las consecuencias negativas que este trae.

## **VIII. Objetivos**

Desarrollar el proyecto de un conjunto de edificios de vivienda colaborativa o co-living enfocados en fomentar la salud ambiental y humana, en el borde sur de la Laguna la Señoraza en Laja. Este debe responder en cuanto a su manera de emplazarse en el sitio, su programa y el diseño, materialidad y estructura de los espacios interiores que crea, con el fin de garantizar el confort tanto físico como psicológico de sus habitantes.

Para esto es necesario:

- i. Analizar y entender el valor cultural y natural del territorio en el que se emplazará el proyecto.
- ii. Comprender los beneficios y la relación que hay entre el contacto con la naturaleza y la biodiversidad y la salud humana.
- iii. Proponer el diseño para un distrito de programas mixtos en el borde sur de la laguna la Señoraza, que responda a las condiciones específicas de este terreno.
- iv. Entender y dilucidar cuáles son las tendencias y necesidades de los habitantes de Laja en cuanto a desarrollo comunitario y urbano.
- v. Comprender la importancia que tienen las relaciones y cohesión social en la salud mental y física de las personas, y cómo estas pueden ser potenciadas por medio de la vivienda colectiva.
- vi. Proyectar diseños de cinco tipos de módulos habitacionales para los distintos tipos de habitantes de Laja.
- vii. Entender los beneficios para la salud ambiental y mental que entrega la madera como material de construcción, evaluando la pertinencia de uso en el proyecto de un edificio residencial en Laja.

- viii. Explorar soluciones arquitectónicas que generen espacios comunes confortables que fomenten la salud de sus habitantes.

## **IX. Metodología**

- i. Revisión y estudio de la historia, clima y geografía de Laja.
- ii. Revisión bibliográfica y estudio de los Servicios Ecosistémicos.
- iii. Levantamiento de la topografía, los humedales y las quebradas del terreno de proyecto.
- iv. Revisión y análisis de la evolución demográfica y territorial de Laja, y de los objetivos expresados en su Plan de Desarrollo Comunal.
- v. Revisión bibliográfica acerca de la tipología residencial del co-living o vivienda colectiva.
- vi. Revisión bibliográfica sobre el nivel de privacidad preferido en un co-living.
- vii. Proyección de módulos habitacionales para distintos perfiles de usuario.
- viii. Simulación térmica de los módulos habitacionales.
- ix. Revisión bibliográfica y estudio de los beneficios ambientales y psicológicos de la madera como material de construcción, con especial foco en estructuras macizas de DLT (Dowel Laminated Timber).
- x. Testeo de la calidad lumínica de los espacios comunes propuestos.

## **Capítulo 1: El problema del emplazamiento. Salud desde la relación con el entorno.**

### **1.1 La cuenca del Biobío**

A lo largo de la historia las orillas de ríos han sido el lugar de asentamiento de las civilizaciones, debido a que proporcionan una vía de transporte, proveen de alimento y agua y son una barrera natural, brindando resguardo para sus habitantes cercanos.

Se puede observar cómo en distintas épocas el hombre ha percibido y coexistido de maneras diferentes con estos cuerpos de agua, aprovechando sus virtudes, intensificando sus cualidades o explotando sus recursos. Un ejemplo de esto es el Río Biobío, ubicado en la VIII región, que siendo la tercera hoya hidrográfica más grande de Chile luego de los ríos Loa y Baker, ha jugado un rol fundamental en la historia de la zona, interpretando distintos papeles y siendo abordado de diferentes formas por sus habitantes a lo largo del tiempo.

Esta cuenca hidrográfica nace en el Lago Galletué en la Región de la Araucanía y 10 km más abajo recibe las aguas del Lago Icalma por medio del Río Rucanueo para luego descender recorriendo el territorio en dirección noroeste hasta desembocar en el Océano Pacífico al sur de las ciudades de Concepción y Talcahuano. A lo largo de su recorrido este caudal es alimentado por varios afluentes, siendo el principal el Río Laja con el cual confluye a la altura de las comunas de San Rosendo y Laja (Valdovinos & Parra, 2006).

Durante la historia de Chile las orillas de este río han albergado distintas comunidades que se han relacionado con su entorno y percibido el río de diferentes maneras dando origen a 3 principales visiones con respecto a la función de esta cuenca hidrográfica: el Río que provee, el Río que separa y el Río que produce, que serán explicadas a continuación.

#### 1.1.1 El Río que provee

Los primeros habitantes de esta zona fueron los Pehuenches, grupo originario perteneciente al pueblo Mapuche que se ubicó en el sector de Alto Biobío, la zona preandina de esta cuenca. Se caracterizaban por ser seminómadas ya que se desplazaban de manera indefinida dentro de un territorio limitado. Eran recolectores de piñón o pehuén, fruto por el cual reciben su nombre, y cazadores. Se organizaban en bandas, generalmente familiares, lideradas por un solo cacique que representaba a esta cultura frente a los otros pueblos.

Al igual que el resto de los pueblos mapuches, la cosmovisión pehuenche se rige por el dualismo, es decir, la "conjunción de dos principios opuestos que conforma parejas de oposiciones" (Museo Chileno de Arte Precolombino, 2021). Esto se ve reflejado en la forma en que perciben la naturaleza, donde cada punto cardinal tiene un significado y una valorización moral (el bien o el mal), y el conjunto de estos construye el mundo terrenal que se relaciona estrechamente con el mundo espiritual.

Bajo esta lógica, para los pehuenches el Río Biobío o Futaleufú era "el gran río terrenal", que tenía su correspondencia en "el gran río espiritual", la Vía Láctea. Ambos fueron un hogar para ellos, siendo el río terrenal el que acogió a generaciones de pehuenches a lo largo de sus numerosos brazos que se extienden en esta región, y el río del cielo donde habitan sus antepasados, quienes poblaron la tierra en sus orígenes (Benohr & Urrutia, 2018). De esta manera, el Río Biobío representaba un elemento sagrado para ellos. Una conexión con la dimensión espiritual y el hogar que los acoge y nutre su territorio.

### 1.1.2 El Río que separa

A su llegada, a mediados del siglo XVI, los españoles encontraron en la región del Biobío un gran potencial natural y económico gracias a sus deslumbrantes paisajes y recursos naturales como lavaderos de oro y tierra cultivable. Sin embargo, la oposición de los habitantes de esta zona, el pueblo mapuche, dificultó su asentamiento en este lugar, dando origen a un enfrentamiento por este territorio que duró casi tres siglos conocida como la Guerra de Arauco. Este periodo se caracterizó por tener etapas más bélicas y otras más pacíficas en las que se desarrollaron las relaciones fronterizas e intercambios tanto físicos como culturales.

Producto de este enfrentamiento, se erigió a lo largo de todo el borde del Río Biobío un sistema de fuertes ubicados en lugares estratégicos que utilizaron la geografía y características del lugar para generar una barrera y a la vez una red de comunicación.

Estos asentamientos españoles tenían un carácter más bien de defensa del territorio ya colonizado y barrera contra el pueblo mapuche que de conquista de nuevos territorios, por lo que ahí habitaba un ejército permanente financiado por la corona española.

De esta manera el río se transformó en el límite que separó a estos dos pueblos. El borde donde chocaron y finalmente coexistieron dos culturas, generando un quiebre en el territorio, una grieta dividiendo el país.

### 1.1.6 El Río que produce

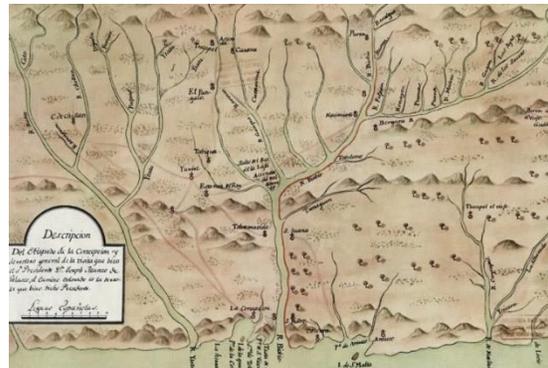
En la década de los 60, la empresa Endesa ve el potencial productivo del gran caudal del Biobío y propone la construcción de seis centrales hidroeléctricas, de las cuales posteriormente tres fueron construidas.

Las obras del primer embalse, Pangué, comenzaron en los 90 a pesar de la fuerte oposición presentada por los habitantes de la zona y movimientos ciudadanos quienes se



*El Río que provee - Hutes de Pehuenches, 1839.*

Fuente: Memoria Chilena, Biblioteca Nacional de Chile  
<http://www.memoriachilena.gob.cl/602/w3-article-70534.html>. Accedido en 23/6/2021.



*El Río que separa - Descripción del Obispado de la Concepción y derrotero general de la visita que hizo el S. presidente Dn. Joseph Manzo de Velasco, el camino colorado es la derrota que hizo dicho Presidente, hacia 1744.*

Fuente: Memoria Chilena, Biblioteca Nacional de Chile  
<http://www.memoriachilena.gob.cl/602/w3-article-98740.html>. Accedido en 24/6/2021.



*El Río que produce - Central hidroeléctrica de embalse en el Río Biobío.*

Fuente: Boyles, W. Río Biobío: una historia de degradación y sacrificio. Disponible en Ladera Sur/Artículos <https://laderasur.com/articulo/rio-biobio-una-historia-de-degradacion-y-sacrificio/>

manifestaron y tomaron acciones legales para evitar la construcción de esta mega central, ya que esto significaba un "impacto en las formas de vida de siete comunidades que residían en el área de inundación del embalse, además de los irreversibles cambios ambientales que produciría en la cuenca del río." (Benohr & Urrutia, 2018)

Seguido de esto se construyeron los embalses de Ralco el año 2004 y Angostura diez años después, contribuyendo así la explotación de los recursos naturales de este río, buscando su beneficio económico y productivo por sobre la conservación de su biodiversidad y cultura, ya que además este último fue construido a los pies de un sitio ceremonial pehuenche, borrando su historia y destruyendo posibles sitios arqueológicos.

Posteriormente, como respuesta a esta manera invasiva de relacionarnos con este caudal, aparecieron a lo largo de la cuenca del Biobío una serie de terrenos considerados patrimoniales, con el fin de conservar y proteger esta tierra que contiene capas de historia acumulada.

De esta manera podemos ver cómo la concepción de río y la forma en la que nos relacionamos con él ha ido cambiando drásticamente a lo largo del tiempo, reflejando los principios y valores que han ido evolucionando con nuestra sociedad: desde la coexistencia y dependencia hacia él, pasando por su uso estratégico como barrera física y política, para luego explotar sus recursos naturales y finalmente reconocer su relevancia patrimonial, protegiéndolo y conservándolo.

Este caso particular representa la relación entre el ser humano y su ambiente natural a nivel global en pro de la búsqueda de beneficios y cómo debido al fenómeno de la urbanización, la explotación de recursos naturales y el estilo de vida contemporáneo se ha priorizado, desde el punto de vista económico, el valor utilitario del territorio por sobre su valor ecológico. De esta manera se ha reducido la posibilidad del hombre de estar en contacto y relacionarse con la naturaleza, trayendo consecuencias tanto a

su salud física y mental como a la salud del medio ambiente.

## 1.2 Servicios Ecosistémicos

Los ecosistemas, por medio de sus procesos naturales, brindan al humano una serie de beneficios directos e indirectos que favorecen su bienestar, conocidos como Servicios Ecosistémicos. En la "Millenium Ecosystem Assesment" del año 2005, reunión convocada por las Naciones Unidas para evaluar la relación entre los ecosistemas y los cambios que estos estaban experimentando y su impacto en el bienestar del hombre, éstos servicios fueron clasificados en cuatro categorías: *servicios de provisión*, que se refiere a los productos que el humano obtiene del ambiente como alimento, agua, materia prima y recursos para la producción de energía; *servicios de regulación*, que corresponden a la capacidad que tiene el ambiente natural de regular los procesos ecosistémicos como la regulación climática, la purificación del agua, el tratamiento de residuos, la regulación de la calidad del aire, el control de plagas y enfermedades y la moderación de los eventos extremos; los *servicios culturales* que son los bienes no materiales obtenidos de los ecosistemas como los beneficios recreativos, estéticos y espirituales; y por último los *servicios de soporte* que generan las condiciones necesarias para que se lleven a cabo todos los demás, por medio de la formación de suelos, la fotosíntesis, el ciclo del agua, el ciclo de los nutrientes y la mantención de la biodiversidad. (MEA, 2005)

El valor de estos servicios se mide desde tres puntos de vista: el *valor ecológico* que corresponde al estado de salud de un ecosistema tomando en cuenta su diversidad e integridad; el *valor socio-cultural* que mide la importancia que le da una comunidad a la identidad cultural relacionada a un servicio ecosistémico; y el *valor económico* que se separa en dos sub categorías: el *valor utilitario* que se refiere a los productos obtenidos de los ecosistemas a los que se le

puede asignar un valor monetario, es decir, los servicios ecosistémicos de provisión; y el *valor no utilitario* que "se puede entender como el valor atribuido a la simple existencia del "objeto"" (De Groot, 2010), es decir, el valor de la naturaleza por el simple hecho de ser naturaleza, pero que en el fondo viene de todos los demás servicios ecosistémicos que nos entrega que no son tan cuantificables o tangibles como los de provisión.

Estos servicios pueden ser brindados al hombre tanto por ecosistemas naturales e inalterados como por ecosistemas intervenidos y gestionados de manera artificial, como plantaciones agrícolas o áreas urbanas. Sin embargo, durante las últimas décadas se ha priorizado el valor económico utilitario de la naturaleza, explotando los servicios ecosistémicos de provisión por sobre los demás, generando acciones e interviniendo el territorio de manera que los procesos ecosistémicos de regulación, culturales y de soporte se han visto interferidos, perjudicando las condiciones de vida e impactando así la salud del hombre y del ambiente.

Según Terry Hartig, profesor de Psicología Ambiental, en urbanizaciones que se han desarrollado con una planificación poco consciente con estos beneficios, la falta de acceso a áreas verdes ha provocado que las opciones de sus habitantes de experimentar la naturaleza hayan disminuido en cantidad y calidad. Esto se puede relacionar a un estilo de vida más sedentario, lo que aumenta la posibilidad de desarrollar enfermedades relacionadas al estilo de vida o "lifestyle-related diseases" como obesidad, diabetes o hipertensión; también se vincula a mayores índices de estrés debido no sólo a la falta de contacto con elementos naturales, sino también al aumento de la exposición a factores de estrés ambiental, es decir, condiciones o acontecimientos de nuestro entorno que causan estrés como aglomeraciones, ruido excesivo, entre otros. Además, al remover los elementos naturales de un territorio se generan islas de calor urbanas y disminución de los niveles de calidad del aire. (Hartig, 2014)

### 1.3 Intercomuna Laja – San Rosendo

La forma en la que se están explotando actualmente los servicios ecosistémicos no es sostenible, por lo que es evidente la necesidad de un manejo consciente de los ecosistemas a la hora de planificar y desarrollar nuevas urbanizaciones en terrenos relativamente naturales e inalterados, como es el caso del borde sur de la Laguna la Señoraza en Laja.

#### 1.3.1 Origen y desarrollo

Las comunas de Laja y San Rosendo tienen una estrecha relación con el agua ya que se ubican en el punto donde confluyen los ríos Laja y Biobío. Ambas comunas fueron pobladas en sus orígenes por bandas mapuches nómades. Luego, con la colonización española, San Rosendo fue utilizada como lugar estratégico para construir fuertes debido a su altura y sus barreras naturales, los ríos.

En 1871 se construye el ferrocarril San Rosendo-Angol, donde se encontraba la división férrea entre los ferrocarriles que viajaban desde el sur de Chile hasta Santiago y hasta Talcahuano, de esta manera la intercomuna se transformó en una conexión fundamental para la economía del país. Gracias a la generación de trabajo que ofrece esta nueva rótula del sistema vial ferroviario, se produce un aumento en la población de estas comunas que en 1927 son fundadas oficialmente, urbanizadas y dotadas de servicios básicos, siendo San Rosendo la que más gozó del apogeo de la industria ferroviaria.

En 1952 se instala en Laja la planta de celulosa de la Compañía Manufacturera de Papeles y Cartones. Esto genera una gran oferta laboral a nivel regional por lo que se produce un rápido crecimiento demográfico de la ciudad, permitiendo que esta se densifique y desarrolle distintos tipos de servicios y pequeñas empresas relacionadas al rubro de la madera, convirtiendo a la actividad forestal en su principal actividad económica.

En la década de los 70, debido al auge del automóvil y la construcción de la Ruta 5 Sur en el año 1969, la industria ferroviaria, que era en ese entonces la principal actividad económica de San Rosendo, comienza a decaer, por lo que adquieren mayor relevancia otro tipo de actividades como la producción silvoagropecuaria.

La comuna de Laja presenta actualmente una población de 22.288 habitantes y se proyecta, al igual que en San Rosendo, una disminución en esta debido a la modernización de la planta de celulosa de la CMPC lo que ha resultado en una menor cantidad de ofertas laborales (Pladeco Laja, 2014). Gracias a la presencia de esta empresa, la producción forestal es su principal actividad económica, y una de las principales razones del alto desarrollo que ha alcanzado esta ciudad. Ambas ciudades tienen como objetivos para el futuro potenciar la conectividad con el resto de la región, elevar la calidad de vida de sus habitantes a través del mejoramiento de sus aspectos urbanos y ambientales, y reconocer y potenciar las relaciones intercomunales existentes entre ellas con la creación de esta nueva conurbación.



*Vista aérea de Laja.*

*Fuente: Google Earth Pro.*



*Urbanizaciones de Laja y San Rosendo entre la confluencia de los ríos Biobío y Laja.*

*Fuente: Google Earth Pro, intervenido.*



*Maestranza de San Rosendo.*

*Fuente: Plataforma Arquitectura/Artículos  
<https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/900632/maestranza-de-san-rosendo-una-obra-abandonada-en-chile-que-merece-ser-protegida>*

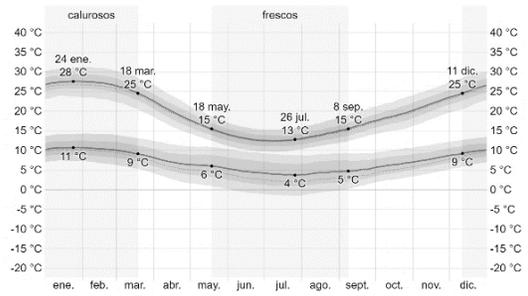
### 1.3.2 Clima

Desde un punto de vista climático, la región del Biobío se presenta como la transición entre el clima templado seco y el clima templado lluvioso de la Zona Central de Chile y de los territorios de más al sur. Según la clasificación climática de Köppen, Laja posee un clima templado-cálido con lluvias invernales (Csb), que se caracteriza por presentar veranos cálidos, secos y despejados e inviernos largos, fríos, húmedos y nublados.

A lo largo del año, la temperatura varía entre 4°C y 28°C, y rara vez se encuentran sobre los 31°C o bajo los -2°C. La temporada fresca va desde mediados de diciembre hasta mediados de marzo con una temperatura máxima promedio de 25°C, y la temporada fresca va desde mediados de mayo hasta principios de septiembre, presentando una temperatura máxima promedio de 15°C.

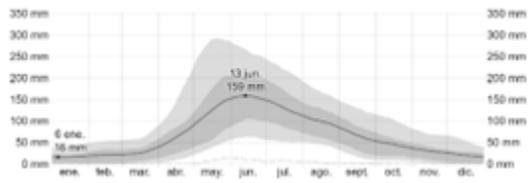
Llueve durante todo el año, sin embargo, el mes con más precipitaciones es junio con un promedio de 159 mm, y el mes más seco es enero con un promedio de 17 mm. La temporada con más precipitaciones es desde fines de abril hasta mediados de septiembre con una probabilidad mayor al 25%.

La época más ventosa va desde mediados de noviembre hasta principios de marzo con una velocidad promedio de más de 10 km/h. El resto del año presenta una velocidad promedio de 8.7 km/h. La dirección de este varía durante el año, viniendo desde el norte entre los meses de mayo y julio, que a la vez coincide con la temporada más lluviosa, y desde el sur el resto del año.



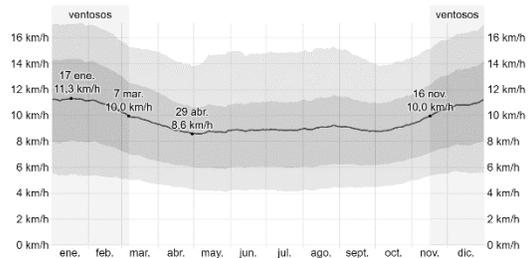
Temperatura máxima (línea superior) y temperatura mínima (línea inferior) promedio diaria con las bandas de los percentiles 25° a 75°, y 10° a 90°.

Fuente: Weather Spark



Precipitación mensual promedio. La lluvia promedio (línea sólida) acumulada en un periodo móvil de 31 días centrado en el día en cuestión, con las bandas de percentiles del 25° al 75° y del 10° al 90°.

Fuente: Weather Spark.



Velocidad promedio del viento en Laja. El promedio de la velocidad media del viento por hora (línea gris oscuro), con las bandas de percentil 25° a 75° y 10° a 90°.

Fuente: Weather Spark

#### 1.4 Oportunidades Distrito Laguna la Señoraza

La comuna de Laja presenta 14 lagunas, siendo la Laguna la Señoraza la principal, ubicada en el centro de la ciudad. Esta presenta en sus bordes un humedal urbano que presta servicios ecosistémicos a la comunidad como el control de inundaciones, mitigación de la contaminación por medio de la filtración del aire y agua y la absorción de carbono y de metano, además de ser el hábitat para 45 especies de aves. Este humedal forma parte de un sistema hidrológico que abarca las lagunas El Pillo y La Señoraza, que son unidas por el estero Curaco y finalmente desembocan en el río Biobío.

Con el fin de conservar las características ecológicas y, por lo tanto, los servicios ecosistémicos que brindan los humedales urbanos, en 2020 se aprobó la Ley de Humedales Urbanos (21.202), la cual propone el cuidado de los ecosistemas que habitan estos elementos naturales por medio del control de sus amenazas físicas, químicas y biológicas; la mantención de su conectividad biológica e hídrica con otros humedales urbanos adyacentes, su integración como infraestructura ecológica de las ciudades aprovechando su capacidad de gestionar de forma sustentable la escorrentía urbana y por último proporcionando educación ambiental a los pobladores para así “fortalecer las prácticas y relaciones sociales y culturales que unen a las comunidades con estos ecosistemas, y fomentar cambios de comportamiento por parte de la sociedad en beneficio del cuidado de estos espacios.” (Ministerio del Medio Ambiente, 2020)

Actualmente este humedal se ve amenazado por la contaminación que ingresa a él, como basura y descargas de aguas servidas debido a la excesiva presión que se produce en los sistemas de canalización durante los periodos del año de mayores precipitaciones, y el ingreso no controlado de personas y

animales. Esto afecta la calidad del agua y disrumpe el ambiente del humedal,



Sistema Hidrológico El Pillo – La Señoraza

Fuente: Ecosistemas de Laja para los próximos 100 años. Disponible en <https://desdelaja.blogspot.com/2020/07/ecosistemas-de-laja-para-los-proximos.html?view=magazine>



Borde del humedal y laguna la Señoraza.

Fuente: Carbone, 2021.



Biodiversidad del humedal de la laguna la Señoraza.

Fuente: Salvemos la Señoraza, la lucha ambiental por el humedal de Laja. Disponible en <https://www.fulloutdoor.cl/2021/06/salvemos-la-senoraza-la-lucha-ambiental-por-el-humedal-de-laja/>

afectando su flora y fauna. Actualmente el bosque de la ribera de esta laguna se ve reducido a un séptimo de su superficie original, producto de la contaminación.

El borde sur del humedal de la laguna La Señoraza, al no estar totalmente urbanizado, posee un gran potencial turístico y recreativo que se ha querido explotar por medio de una serie de proyectos que buscan mejorar la circulación de los bordes de la laguna, construyendo espacios públicos que puedan albergar festividades y programas deportivos, sin embargo, la comunidad de Laja se ha agrupado en organizaciones como "Salvemos la Señoraza" con el fin de exigir que las intervenciones que se realicen en este terreno sean amigables con el medio ambiente, ya que reconocen el valor de este atributo natural y los beneficios que entrega a la ciudad, y piden conservarlo.

En cuanto a aproximación urbana y programática, uno de los principales problemas que presenta Laja es que debido al acelerado aumento que experimentó su población por causa de la instalación de la planta de la CMPC, la ciudad creció sin planificación lo que dio origen a un territorio sectorizado y fragmentado (Ilustre Municipalidad de Laja, 2014), por lo que la implementación de un distrito de usos mixtos que logre generar un nuevo núcleo de servicios y vivienda en las "periferias" de esta comuna y mejore su conectividad con el centro urbano, conservando y aprovechando el ambiente natural de los bordes del humedal, puede lograr una mejor integración de los distintos sectores, diversificando sus programas y creando nuevos núcleos de desarrollo.

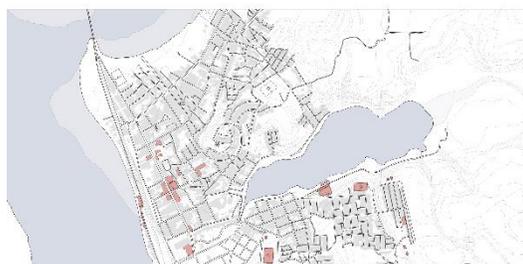
Otros de los objetivos que tiene esta comuna en relación con el desarrollo urbano es potenciar la actividad turística y recreativa de la Laguna la Señoraza. Actualmente el borde sur de esta laguna presenta equipamiento público como un anfiteatro e infraestructura deportiva. Para lograr estos objetivos de desarrollo, sin dejar de lado la protección del humedal y su ecosistema, se propone el proyecto de un distrito compuesto de dos



*Levantamiento áreas verdes y humedales.*



*Ejes Balmaceda y Alessandri.*



*Servicios y equipamiento.*



*Zonificación Plan Regulador.*



*Terreno distrito.*

conjuntos de edificios residenciales y un pabellón con programa deportivo y recreativo construidos en madera en el borde sur de la Laguna la Señoraza.

El terreno de proyecto actualmente no se encuentra urbanizado, por lo que presenta la oportunidad de ser intervenido de una forma menos invasiva, resguardando su medio ambiente natural. Este se ubica en el borde sur oriente de la laguna y es atravesado por quebradas que alimentan la laguna y generan dos mesetas en la que se emplazarán los edificios residenciales. En la cara norte de este terreno se encuentra parte del humedal, frente al cual se emplaza el edificio público del polideportivo náutico, estando en relación directa con la vegetación del humedal y teniendo acceso a la laguna por medio de un muelle. Este construye un muro de contención en la bajada de las mesetas, evitando así el riesgo de remoción de masa.

En temas de conectividad, gracias a la mediana escala de esta comuna, es posible la rápida conexión, tanto vehicular como peatonalmente, desde el terreno de proyecto hasta el centro de Laja, donde se encuentran los equipamientos y servicios como la municipalidad, terminal de tren, subcomisaria, entre otros. Para crear esta conexión entre el terreno de proyecto y el centro de la comuna se propone un eje sinuoso que recorra el borde sur de la laguna y que se separa en dos: una vía para peatones y ciclistas, y una vía vehicular. Este eje se conecta con la Calle Balmaceda que pasa por el centro de Laja hacia el norte y cruza el río Laja, llegando a la comuna de San Rosendo.

El recorrido peatonal y para bicicletas, de maicillo, formaliza el recorrido que cruza actualmente por el humedal, permitiendo al peatón experimentar el contacto directo con esta naturaleza, sin intervenir en sus procesos.

A la altura del edificio de espacio público, nace una trama de caminos que suben hasta las zonas de los edificios de vivienda. Desde estos emergen pasarelas de madera



*Imágenes recorrido pasarelas y miradores.*



*Recorrido peatonal.*



*Recorrido vehicular.*

elevadas, abalconándose hacia las quebradas. A lo largo de estas se encuentran una serie de plataformas que cumplen la función de miradores para contemplar el paisaje.

El recorrido vehicular propuesto se conecta con las calles existentes, cruzando el parque Caponni por medio de un puente de madera, para no interferir con el drenaje de agua hacia la laguna, y extendiendo la calle Pasaje Tapiacura según lo establecido en el Plan Regulador. Este eje (eje Alessandri) se conecta con la calle Balmaceda, que cruza el centro de Laja hasta llegar al puente que la conecta con San Rosendo.

### **1.5 Propuesta de emplazamiento y manejo del paisaje**

El proyecto de vivienda colectiva desarrollado en esta investigación se emplaza en el predio de la derecha del distrito, siendo delimitado por dos quebradas verdes en sus frentes oriente y poniente, por el edificio de espacio público hacia el norte y la calle vehicular propuesta hacia el sur.

Si bien, para realmente proteger y conservar los ecosistemas de un humedal urbano es necesario generar intervenciones y propuestas que abarquen toda la extensión de sus bordes y afluentes, al ser este un proyecto residencial, ubicado en un predio determinado, no es posible tomar esas medidas. Sin embargo lo que sí se puede controlar es cómo se gestiona el paisaje al interior del terreno de proyecto, asegurando una adecuada captación, drenaje y depuración de las aguas hacia las quebradas y humedal, construyendo un límite definido hacia las quebradas para controlar el acceso de personas y animales, protegiendo así el bosque ribereño nativo y su fauna, revegetar las quebradas con especies nativas, proporcionar senderos elevados para peatones y ciclistas con carteles informativos acerca de los servicios que presta este humedal urbano a la comunidad de Laja, los factores que amenazan su integridad, y las

medidas que se deben tomar para conservarlo y protegerlo de la degradación.

Además de esto se propone, al interior de la meseta, generar espacio común con equipamiento urbano destinado a la recreación y esparcimiento de la comunidad, manteniendo en la mayor medida posible la topografía inicial del terreno con el fin de conservar los cauces de agua en su estado más natural. Se ingresa a esta área verde desde dos puntos de acceso desde la calle vehicular que cuenta con estacionamientos públicos, o desde el paseo peatonal que recorre el humedal, pasando por el edificio del polinautico.

Para el diseño del espacio público que se genera al interior de la meseta, frente al edificio de vivienda, se siguieron las recomendaciones de la Guía de Drenaje Urbano Sostenible para la Macrozona Sur de Chile. Se disponen distintos tipos de superficies en cada estrato del proyecto con el fin de optimizar el drenaje de las aguas por medio de la infraestructura verde. Es así como los estacionamientos, accesos y caminos dentro del proyecto y zonas de equipamiento del parque se componen de pavimento permeable; los polígonos con vegetación dentro del parque cumplen la función de franjas filtrantes y son cubiertas por vegetación densa de baja altura. Dentro de estos sectores se encuentran los jardines de lluvia, que son pequeñas áreas levemente bajo el nivel del terreno que retienen e infiltran el exceso de agua de la superficie. (Patagua, Fundación Legado Chile & Pontificia Universidad Católica de Chile, 2021)

Hacia los bordes de las quebradas se construye en primer lugar un camino peatonal de pavimento permeable que define el límite del parque. Luego de este se ubica una franja filtrante ligeramente inclinada, en la cual se dispone vegetación depuradora o fitorremediadora, que ayuda a el control de la calidad del agua que ingresa a las quebradas. Sobre esta franja, pasa una senda peatonal elevada de madera, que

permite al usuario del espacio público apreciar y aprender sobre el sistema de este humedal urbano, sin disrumpir su hábitat.

En el sector de las quebradas se mantiene y regenera el área con especies nativas, plantando arboles de Patagua, Notro y Peumo en los tramos donde esta vegetación se ha perdido.

Por lo tanto, las operaciones que se realizan, con el fin de fomentar una relación saludable ente el edificio propuesto y su entorno natural son: integrar el humedal la Señoraza a la red de drenaje como infraestructura

verde de la ciudad, informar a la comunidad sobre los servicios que este presta, sus principales amenazas, y las maneras de preservarlo, delimitar sus bordes y generar espacios públicos que permitan a los lajinos gozar de los beneficios que entrega este atributo natural tomando la distancia necesaria para conservar su ecosistema. Es decir, se debe reconocer el valor de los elementos naturales que rodean a este proyecto habitacional, otorgarles una forma y programa con el fin de integrarlos a la ciudad y a la vida de los habitantes de esta e informar y promover su uso y cuidado.



*Planta distrito laguna La Señoraza. (Versión no definitiva)*

**Franja filtrante**

Especies fitorremediadoras: Totorá, Tul, Vatro y Ahuiranque.

**Pavimento permeable**

Bloques de cemento porosos y caminos de maicillo.

**Jardines de lluvia**

**Sendas elevadas**

**Vegetación arbórea propuesta**

Peumo, Notro y Patagua.



*Esquema del proyecto de paisaje.*



*Imagen del proyecto de paisaje.*

## Capítulo 2: El problema del programa. Salud desde las relaciones sociales.

### 2.1 Análisis demográfico y territorial de Laja

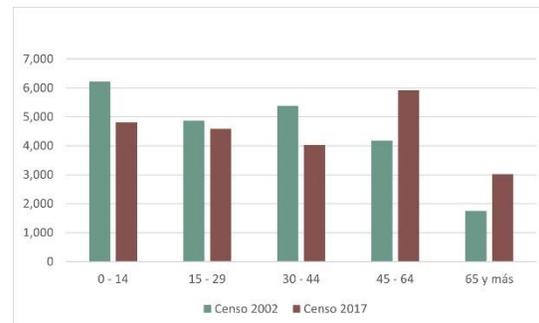
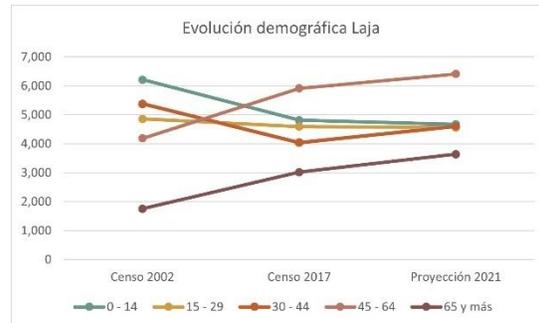
Según los datos del Censo del año 2017, Laja tiene una población de 22.389 habitantes, de los cuales un 72,8% habitan en el sector urbano.

Esta comuna presenta un envejecimiento de sus habitantes sostenida en el tiempo, como se puede ver al comparar los datos del Censo del 2002 con los del 2017, en donde los grupos etarios entre los 45 y 64 años y desde los 65 años en adelante muestran un aumento significativo, pasando a conformar, estos primeros, el mayor porcentaje de la población para el 2017. Esto se debe principalmente a la baja oferta, tanto laboral como de estudios superiores, dentro de Laja, por lo que los jóvenes tienden a migrar a ciudades con mayor oferta de servicios. Esto genera un ciclo vicioso, ya que, al trasladarse los jóvenes, no se genera incentivo (público) suficiente para mejorar o ampliar la oferta programática del liceo politécnico. (Ilustre Municipalidad de Laja, 2014)

A pesar de que los grupos demográficos entre 0 y 44 años disminuyen considerablemente, estos siguen representando el 60% de la población de Laja al año 2017.

Como se explicó anteriormente, este centro urbano se desarrolló de forma no planificada producto del rápido crecimiento en la población tras la instalación de la planta de celulosa de la empresa CMPC. Esto provocó "una ocupación del territorio de forma desintegrada y sectorizada, impidiendo una adecuada integración y equidad urbana, social y económica, generando una fragmentación territorial, funcional y social." (Ilustre Municipalidad de Laja, 2014)

El centro de esta ciudad es el que presenta mayor densificación y donde se ubica la mayor parte de los servicios, mientras que los sectores habitacionales se concentran en las periferias, tanto hacia el nororiente de la



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de los Censos de 2002 y 2017.

comuna como hacia el sur, rodeando la Laguna la Señoraza. Las viviendas se conforman principalmente en un plano horizontal, siendo edificaciones de 1 o 2 pisos.

Actualmente Laja tiene un déficit habitacional de alrededor de 800 familias (Muni Laja, 2020). Esto se debe a que, además de la escasa oferta de viviendas, un porcentaje de las existentes se encuentran en malas condiciones debido a la baja calidad de sus construcciones, lo que deriva en un mal funcionamiento, aumentando así el costo de la vida diaria, ya que se debe suplir las deficiencias de estas.

## **2.2 Objetivos para el desarrollo comunal**

Frente a este diagnóstico, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de los lajinos, las autoridades expresan en su Plan de Desarrollo Comunal (2014) su intención de potenciar el bienestar y la cohesión social y territorial, buscando integrar a todos sus habitantes “de manera que cada ciudadano valore la pertenencia a la comuna y se sienta un actor partícipe en el proyecto de desarrollo comunal. En efecto, existe primordial preocupación en aquellos sectores o grupos sociales y/o etarios que se encuentran más alejados de los estándares promedio de desarrollo y de calidad de vida” (Ilustre Municipalidad de Laja, 2014), siendo estos grupos los adultos mayores y los residentes de zonas rurales.

Para aumentar la percepción de bienestar y cohesión social se busca asegurar que todos los miembros de la sociedad dispongan de los medios para satisfacer sus necesidades y se sientan miembros activos de la comunidad. De esta manera, la formación de una sociedad unida favorece el crecimiento económico que a su vez aumenta el bienestar de esta. Al respecto, la CEPAL señala que “en el largo plazo hay un círculo virtuoso entre menores brechas sociales, menores brechas de productividad y un crecimiento más dinámico y sostenido. La evidencia es

concluyente, en el sentido de que desarrollo económico e igualdad social tienden a confluir”.

Este desarrollo comunitario y fortalecimiento del capital social se quiere alcanzar por medio del mejoramiento de los servicios de educación y salud, el aumento de las oportunidades laborales de calidad, fomentar el envejecimiento saludable y activo, el fortalecimiento de las instancias y espacios de recreación y el mejoramiento de los canales de diálogo para así promover la participación ciudadana.

## **2.3 Efectos de la falta de la cohesión social en la salud**

De no producirse lo anterior, la escasa interacción y participación social dentro de un grupo no solo dificulta su desarrollo comunitario y urbano, sino que también tiene efectos en la salud individual de las personas, especialmente de los adultos mayores.

La falta de cohesión social provoca que ciertos grupos que presentan mayor dificultad para integrarse en la comunidad, como los adultos mayores, la población rural, entre otros, no se sientan parte de esta ni de sus actividades. Esto puede generar un sentimiento de aislamiento y soledad.

La soledad se puede expresar de dos formas: la desconexión social, o soledad objetiva, donde el individuo presenta un círculo de contactos reducido, interacción social poco frecuente y poca participación en actividades sociales; y la percepción de aislamiento, o soledad subjetiva, que es la experiencia personal de cómo el sujeto percibe su soledad o falta de recursos sociales como apoyo y compañerismo.

Estudios demuestran que la desconexión social tiene efectos en la salud física del individuo, ya que la escasa interacción social dificulta el acceso a información, beneficios sociales, apoyo emocional, entre otros. Mientras que la percepción de aislamiento está relacionada a una peor salud mental y síntomas depresivos (York Cornwell & Waite,

2009). Estos efectos psicológicos tienen consecuencias que dificultan el desarrollo de la persona en todas las etapas de su vida, desde la infancia con una mala calidad del sueño y menor habilidad para controlar los impulsos, hasta la vejez con un mayor deterioro de las habilidades cognitivas y aumento de las probabilidades de desarrollar demencia senil. (Hawkley & Capitano, 2015)

Por lo tanto, el promover y mantener una buena relación entre los miembros de una comunidad es fundamental para cuidar la salud y el bienestar de los individuos.

## 2.4 Co-living y vivienda intergeneracional: Integración social desde el programa residencial

### 2.4.1 Co-living o vivienda colectiva

Una de las formas de combatir la falta de integración social y promover el sentimiento de pertenencia en una comunidad es por medio de la vivienda colectiva. Esta se basa en crear comunidad por medio de compartir de las actividades de la vida cotidiana, aumentando así la interacción social. Esto se logra a través de un diseño arquitectónico en el que los espacios privados se ven reducidos para dar mayor tamaño y protagonismo a los espacios comunes. (Suárez, 2021)

Esta tipología de vivienda ha ganado popularidad durante los últimos años ya que "promueve la sostenibilidad social, económica y ambiental, y contribuye a una mejor calidad de vida" (Verhetsel, Kessels, Zijlstra, & Van Bavel, 2017), gracias a que fomenta la creación de redes de apoyo social, permite bajar el costo de la vivienda individual al compartir gran parte de los espacios y recursos, lo que "genera una pequeña economía de proximidad con la que se optimizan energías, se ahorran costes y se apuesta por las finanzas éticas." (Suárez, 2021)



Referente de vivienda colectiva para estudiantes. Proyecto Co-Living Madrid, Keizer Koopmans Arquitectos.

Fuente:  
<https://www.keizerkoopmans.com/portfolio/co-living-madrid/>



Referente de vivienda colectiva para adultos mayores. Proyecto Utopía Senior, Estudio Planta, Joselevich / Rascovsky Arqs.

Fuente:  
[https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/965093/utopia-senior-una-nueva-forma-de-habitar-para-los-adultos-mayores-en-buenos-aires?ad\\_medium=gallery](https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/965093/utopia-senior-una-nueva-forma-de-habitar-para-los-adultos-mayores-en-buenos-aires?ad_medium=gallery)

El término co-living abarca varios tipos de vivienda colectiva en donde el grado de privacidad o comunalidad lo define el diseño de los espacios según el tipo de usuario que los habitará y los programas y tiempo que está dispuesto a compartir (Verhetsel, Kessels, Zijlstra, & Van Bavel, 2017). Es por estas razones que esta tipología permite gozar de la autonomía de la vivienda particular con los beneficios de la vida en comunidad en distintos niveles.

En su investigación sobre la privacidad de los espacios, Jude Fulton mapea las actividades de su vida diaria y el nivel de intimidad que requiere, es decir, qué tan dispuesta está a compartir el espacio donde realiza cada una de ellas. Así, se analiza cuanta privacidad realmente necesita, concluyendo que los espacios totalmente privados, a su juicio, deben ser el dormitorio y el baño. El resto es compatible en diferente medida, generando distintos grados de privacidad. (Fulton, 2014)

Además, esta tipología residencial es compatible con las tendencias más flexibles de trabajo y estudios que se han dado últimamente, como las telecomunicaciones, el free-lance y los espacios de co-work, ya que permite pensar en "la fusión de la vida privada y el trabajo en un entorno físico" (Nguyen, 2017), creando en el mismo edificio espacios para el ocio y el descanso y otros para el trabajo y estudio.

Producto de la pandemia, hemos visto como la tendencia del teletrabajo ha tomado fuerza. En marzo del 2021, uno de cada cinco trabajadores contratados por empresas formales en Chile se encontraba trabajando de forma remota, y 29% de las empresas contaban con esta modalidad de trabajo. Estas cifras aumentaron al compararlas con las de diciembre del 2020, lo que demuestra que la disposición a adoptar esta modalidad de trabajo, por parte tanto de las empresas como de los trabajadores, es cada vez mayor. (Instituto Nacional de Estadísticas de Chile, 2021)

Además, esta modalidad, al desvincular el espacio físico del trabajo, permite a los empleados migrar a otras localidades para vivir. Esta oportunidad fue tomada por el 4,7% de los habitantes de la Región Metropolitana durante el año 2020, que se trasladaron hacia las regiones de Valparaíso, O'Higgins, el Maule, la Araucanía, Biobío y Coquimbo.

Esto demuestra que, si no fuera por las oportunidades laborales que ofrece la capital, esta no sería la primera opción de algunos de sus habitantes. Esto es un reflejo de lo que ocurrió también en las grandes metrópolis del mundo. El decano de la facultad de Ingeniería de la Universidad del Desarrollo señala que "Santiago presenta una migración interna similar a la de Nueva York, lo que muestra el alto impacto del Covid y teletrabajo en las decisiones de localización." (Noticias UDD, 2021)

Esto se puede deber a la mayor concentración del virus que presentan las ciudades debido a su mayor densidad habitacional, lo que se refleja en las cifras de contagio; y a su vez, a la percepción negativa de lo artificial, violento y consumista de los grandes centros urbanos que se acentuó durante la pandemia y, en su defecto, "la búsqueda de una vida «más pura», asociada al buen vivir, de «escala humana», con relaciones comunitarias y donde el bienestar corporal reciba un cuidado permanente a través de la dietética y el deporte." (De Abrantes, Greene, & Trimano, 2020)

En cuanto al grupo de la tercera edad, se ha demostrado que entre los adultos mayores este tipo de vivienda puede mejorar y potenciar las relaciones sociales, ayudando a disminuir la percepción de aislamiento además de promover un estilo de vida más activo y saludable gracias a la presencia de generosos espacios comunes, generalmente asociados a vegetación y espacios abiertos. (Iñiguez, 2021)

#### 2.4.2 Vivienda intergeneracional

Esta tipología de vivienda se refiere a un modelo habitacional de co-living, en donde los espacios comunes son amplios y los departamentos o dormitorios privados son reducidos, pero que suma el factor de la intergeneracionalidad.

Estas consisten principalmente en residencias para adultos mayores no dependientes, en donde un porcentaje de los departamentos es destinado a jóvenes que adquieren el compromiso social de prestar servicios a la comunidad. (García & Martí, 2014)

Al favorecer la interacción y las relaciones sociales entre distintas generaciones, esta tipología de vivienda presenta numerosos beneficios para todos sus habitantes. Brindando a los adultos mayores un sentimiento de propósito, al cumplir un papel dentro de la comunidad del edificio, aumenta su autoestima, disminuye su sensación de soledad y aumenta su seguridad al saber que cuentan con apoyo y compañía. Además, ayuda a los jóvenes a entender y normalizar el envejecimiento, desarrollar la capacidad de compromiso, acceder a una buena vivienda y recibir el conocimiento y legado de las generaciones mayores. Ambas generaciones aprenden a entenderse unas a otras, generando confianza y un sentimiento de comunidad, lo que se traduce finalmente en una mayor cohesión social. (McLaughlin, 2020)

Potenciar las relaciones intergeneracionales es fundamental en el contexto actual, debido al acelerado envejecimiento de la población mundial, por lo que Naciones Unidas establece en 2002 "la necesidad de fortalecer la solidaridad entre las generaciones y las asociaciones intergeneracionales, teniendo presentes las necesidades particulares de los más mayores y los más jóvenes" (Naciones Unidas, 2002).

Frente a lo anterior, este tipo de programa residencial se presenta como una ventajosa

solución, fomentando la cohesión social dentro de una comunidad heterogénea, en donde cada individuo tiene un rol.

#### 2.5 Propuesta de vivienda colectiva para Laja

Como respuesta al análisis de la situación actual de Laja, con un déficit habitacional y un rápido envejecimiento de su población, y frente a los objetivos de desarrollo comunal establecidos por sus autoridades, como potenciar la cohesión social y fomentar el envejecimiento saludable, se propone para este edificio residencial un programa de vivienda colectiva intergeneracional, que se acomode a las necesidades, preferencias y estilo de vida de los habitantes de Laja.

Para el diseño volumétrico de los edificios se toman en cuenta las condiciones de su contexto y los espacios comunes interiores que se quieren generar.

Debido a que el frente norte del terreno de proyecto es el más privilegiado, al contar con vistas hacia la laguna, quebradas y humedal, y ser la fachada con mayor asoleamiento, se busca maximizar este frente por medio del quiebre de esta fachada generando así orientaciones nororiental y norponiente.

Se generan tres volúmenes independientes, dentro de los cuales se generan atrios que permiten albergar programas comunes e incorporar vegetación al interior del edificio. Por último, se generan desniveles en los volúmenes, adaptándose y aprovechando la pendiente del terreno.

Recuperando los principios de las tipologías de vivienda analizados anteriormente, y apuntando a generar estos beneficios, pero acomodándolos a las necesidades y preferencias de los lajinos, el proyecto propone construir amplios espacios comunes en donde se lleven a cabo los programas compartidos: recreación, estudio, trabajo y servicios; sin descuidar la privacidad de cada una de las unidades: residencias de estudiantes con habitaciones y baños

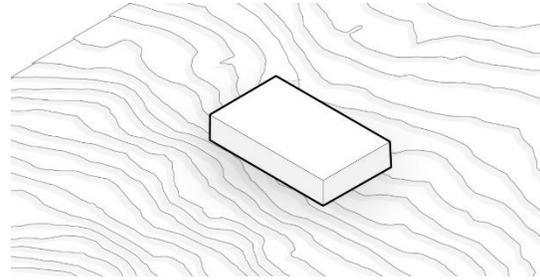
individuales, departamentos para adultos mayores dependientes que cuenten con un dormitorio, cocina y baño, además de dos tipos de unidades de departamentos unifamiliares con todos sus respectivos espacios y programas. Así, se busca que los habitantes tengan la oportunidad de experimentar la vida en comunidad, no estando, sin embargo, obligados a compartir de manera permanente con sus vecinos.

Los espacios privados son reducidos y los espacios comunes se planean para residentes que quieran desarrollar un estilo de vida compartida, ya sea por razones económicas o sociales, como lo serían estudiantes, adultos jóvenes solteros y adultos mayores. Mientras que los departamentos privados, de mayor tamaño y comodidad, se proyectarían también para el tipo de usuario que prefiere la privacidad por sobre la vida comunitaria todo el tiempo, como es el caso de las familias.

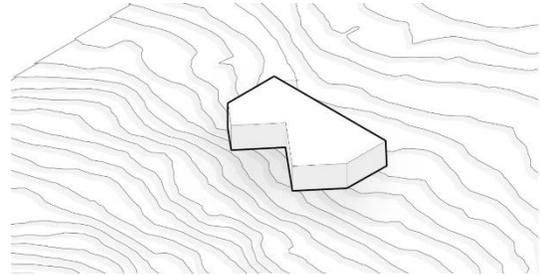
Se proponen cinco tipos de módulos habitacionales: dos pensados para estudiantes o adultos jóvenes solteros que cuenta con un dormitorio y baño individual, y un espacio compartido destinado al ocio o estudio.

Otro tipo de modulo es proyectado para adultos mayores. Este cuenta con un dormitorio, baño y cocina, y es ubicado en el primer nivel de los edificios, para estar en relación directa con el espacio común central.

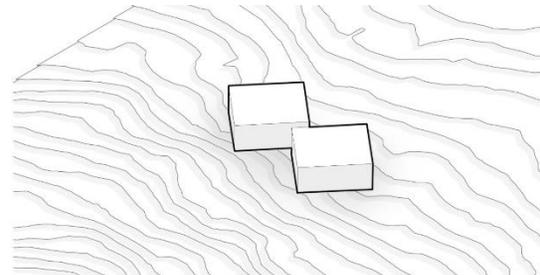
Además, se diseñan dos tipos de módulos de departamentos, uno con dos dormitorios y dos baños, pensado para tres personas, y un departamento dúplex con tres dormitorios y tres baños, para 4 personas.



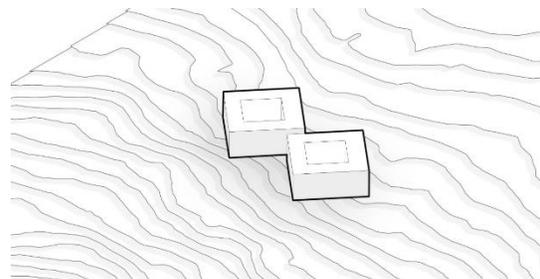
Volumen inicial.



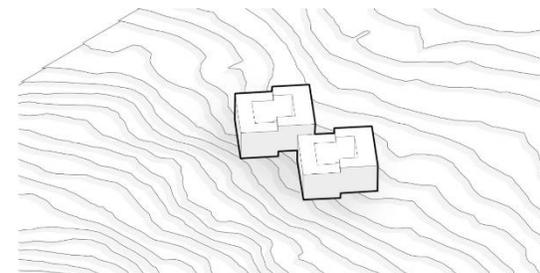
Maximizar frente norte por medio de orientaciones nororiente y norponiente.



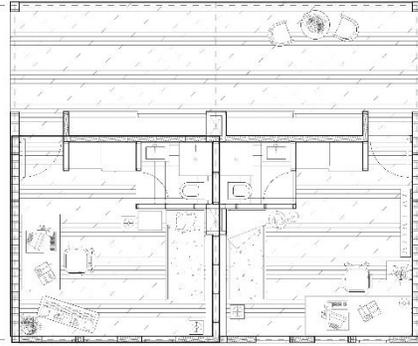
Separar en dos volúmenes independientes.



Generar atrios.

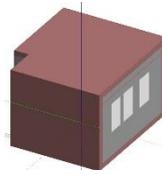


Adaptar al desnivel del terreno.

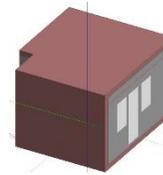


**Dormitorio 1**  
Jóvenes. 1 persona.

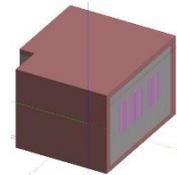
Área: 16,9 m<sup>2</sup>



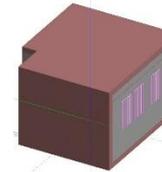
Caso base



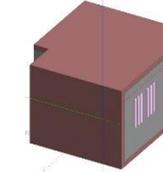
CB + ventana larga



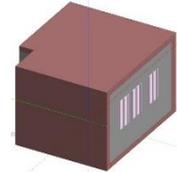
CB + celosía 1



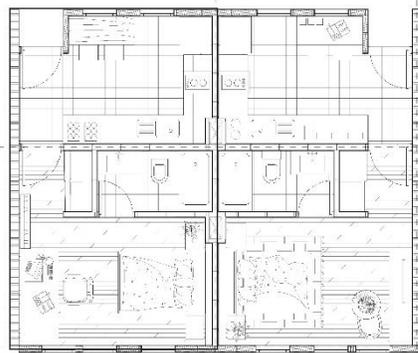
CB + celosía 2



CB + celosía 3

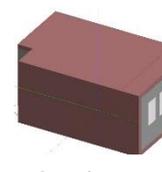


CB + celosía 4

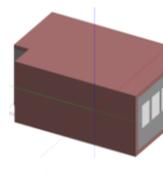


**Departamento 1**  
Adultos mayores. 1 a 2 personas.

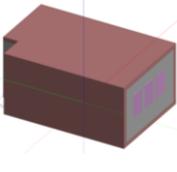
Área: 28,5 m<sup>2</sup>



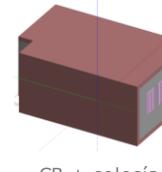
Caso base



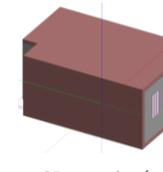
CB + ventana



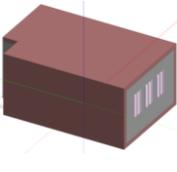
CB + celosía 1



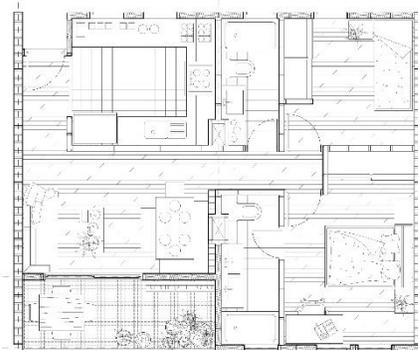
CB + celosía 2



CB + celosía 3

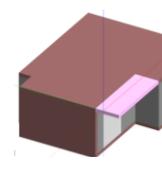


CB + celosía 4

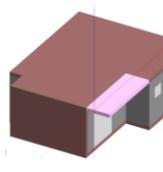


**Departamento 2**  
Familiar. 3 personas.

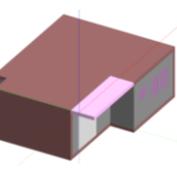
Área: 57,9 m<sup>2</sup>



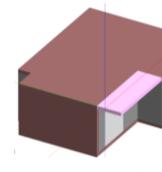
Caso base



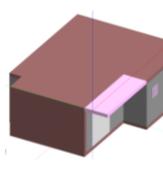
CB + ventana



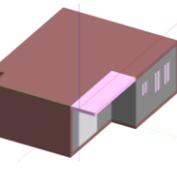
CB + celosía 1



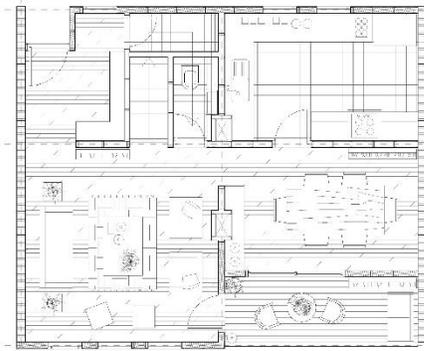
CB + celosía 2



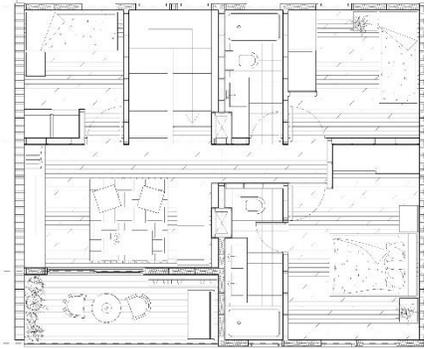
CB + celosía 3



CB + celosía 4



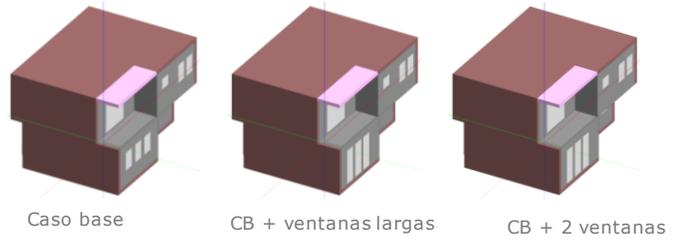
Piso 1



Piso 2

**Departamento 3**  
Familiar. 4 personas.

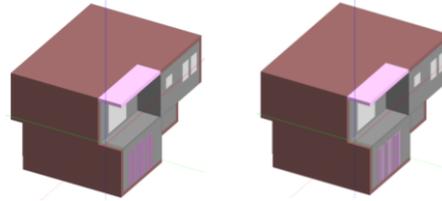
Área: 116,7 m<sup>2</sup>



Caso base

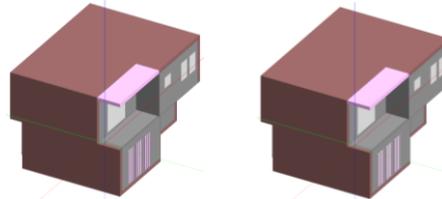
CB + ventanas largas

CB + 2 ventanas



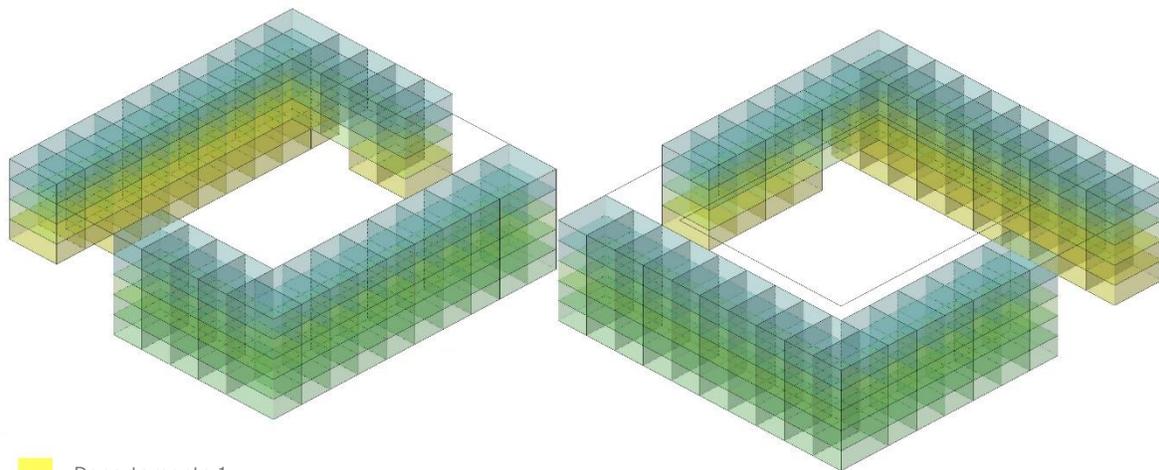
CB + celosía 1

CB + celosía 2



CB + celosía 3

CB + celosía 4



- Departamento 1
- Dormitorio 1
- Departamento 2
- Departamento 3

Con el fin de determinar el tipo de envolvente, porcentaje de vidriado, protecciones solares y orientación más favorable para cada módulo, se realizan simulaciones térmicas y lumínicas en el programa Design Builder.

Primero, para determinar el espesor óptimo del aislante y el tipo de vidriado, se genera un modelo de cada departamento y se simula su desempeño térmico hacia las orientaciones nororiente, norponiente y suroriente. Se itera entre los espesores de 5cm, 10cm y 15cm de lana mineral, además de vidrio simple y doble vidriado hermético.

Por un lado, en relación con el análisis lumínico, los resultados en las tres orientaciones no arrojan variaciones significativas en la demanda de energía por iluminación. Esto ocurre ya que se mide la demanda en su horario de mayor uso doméstico (19:00h a 24:00h).

Por otro lado, en relación con el análisis térmico y al grosor del aislante térmico, se determina que el más favorable es el de 10cm. Éste presenta una significativa mejora en su rendimiento dentro de los módulos habitacionales en comparación con un aislante de solo 5cm de espesor. El de 15cm tiene tan solo una mejor insignificante frente al de 10cm, por lo que en un análisis técnico-económico este no resulta el ideal.

Para reducir la demanda de calefacción, los resultados arrojan que es efectivo la implementación de una sobre losa de 5cm de espesor de hormigón liviano, lo que genera inercia térmica en cada departamento.

También se determina que en todos los tipos de departamento es ventajoso tener ventanas tanto en la fachada exterior como en la que da hacia los pasillos, permitiendo así un mayor ingreso de luz, radiación y ventilación a los módulos. Además, se comprueba en todos los casos que el vidrio doble hermético, por sobre el simple, es la mejor opción.

Una vez realizadas las simulaciones, se procede a determinar cuál es la orientación

más favorable para cada tipo de departamento y si éste necesita o no alguna clase de protección solar. En caso de necesitar, cómo se proyectará esta según su orientación y tamaño.

Se prueban cuatro celosías verticales con lamas de 1x5cm, en las que se varía la separación entre ellas.

- Celosía 1: separación de 6cm
- Celosía 2: separación de 13cm
- Celosía 3: separación de 20cm
- Celosía 4: separación de 27cm

Para esto se construyeron modelos de los distintos departamentos y se realizaron simulaciones térmicas hacia las mismas tres orientaciones anteriormente mencionadas.

Los resultados demostraron que, en el caso del Dormitorio 1, la mejor orientación es hacia el nororiente, de segundo hacia el norponiente con la celosía 3 y por último hacia el suroriente.

Para el dormitorio 2, la mejor orientación es la nororiente con la celosía 2, después la norponiente con la celosía 1 y finalmente la suroriente.

Para el caso de los adultos mayores, el caso de departamento 1 determina que la orientación más favorable es la suroriente, luego la nororiente con una celosía 4 y por último la norponiente con la celosía 2.

Para el departamento 2 la mejor orientación es la norponiente con la celosía 2, después la nororiente con la celosía 4 y finalmente la suroriente.

Por último, para el departamento 3, la orientación más favorable es la nororiente con la celosía 4, después la norponiente con la celosía 1 y finalmente la suroriente.

Con esta información se determinó la distribución de los departamentos dentro de los volúmenes de los edificios.

## Capítulo 3: El problema del diseño. Salud desde los espacios interiores.

### 3.1 La hipótesis de la Biofilia

Esta teoría, planteada por el biólogo Edward O. Wilson en el año 1984, establece "la existencia de un argumento genético para la predilección humana por el mundo natural" (Stairs, 1997). Esta hipótesis argumenta que el hombre, desde sus orígenes, formó una conexión genética con la naturaleza, creando una "necesidad emocional, profunda y congénita de estar en contacto cercano con el resto de los seres vivos" (Godoy, 2018).

Diversos estudios comprueban los beneficios tanto psicológicos como fisiológicos del contacto con elementos naturales y el ambiente que generan, estando relacionada a disminuciones en el nivel de estrés y ansiedad, aumento de la capacidad de atención y comprensión lectora, y a la longevidad. (Conover, 2019)

La arquitectura ha adoptado este principio con el fin de llevar los efectos positivos del contacto con la naturaleza a los espacios interiores, que es donde pasamos aproximadamente el 90% de nuestro día (Think Wood, 2020). Esto se logra por medio de la incorporación de elementos naturales como ventilación y luz natural, materiales en su estado más puro como madera y piedra con sus vetas expuestas, priorizar las vistas a paisajes naturales y la presencia de vegetación dentro de los recintos, con el fin de generar una sensación de paz y bienestar en el habitante.

### 3.2 Madera como material saludable

#### 3.2.1 Salud humana

Entre las estrategias del diseño biofílico se encuentra la elección de los materiales que quedan expuestos en los espacios interiores, donde la madera se destaca por entregar beneficios psicológicos y fisiológicos. Entre

ellos se encuentran la reducción del estrés, el aumento de la concentración, la estimulación del sistema inmune y mejoramiento del estado de ánimo. Lo anterior se debe a que "el hecho de tocar una superficie de madera proporciona a las personas una sensación de seguridad y de contacto con la naturaleza" (Woodproducts, s.f.).

Además, este material tiene la capacidad para regular los niveles de humedad del aire interior, gracias a su propiedad higroscópica, y su buen funcionamiento como aislante térmico y acústico que permite generar ambientes y edificios más saludables.

Sin embargo, a pesar de ser percibida y haberse demostrado que la madera es un material beneficioso, esto no siempre se da de igual manera. Hay investigaciones que han buscado definir las "reglas" que guían el cuándo, dónde y cómo utilizar superficies de madera expuestas en un diseño.

En el estudio realizado por Erich Kazuo Shigue y Akemio Ino para la WCTE del año 2020, se compararon varias investigaciones acerca de los beneficios de la madera en espacios interiores para la salud humana y se pudieron observar distintas tendencias en cuanto a la percepción positiva o negativa de este material.

Primero, los efectos relajantes y placenteros de los espacios de madera son percibidos más fuertemente cuando esta se encuentra en su estado natural, sin preservantes ni acabados.

Segundo, si bien la presencia de madera es percibida como beneficiosa, el exceso de esta es percibido como abrumador e indeseable por la mayoría de las personas, generando un efecto perjudicial. Esto ocurre en espacios donde el 70% o más de las superficies, contando techos, pisos y muros, es de madera. Por otro lado, cuando el porcentaje de las superficies este material es excesivamente reducido, sus efectos positivos pueden no llegar a lograrse o percibirse.

Si bien, aun no se ha determinado el porcentaje mínimo del rango en el que la madera presenta sus beneficios fisiológicos y psicológicos, en dos investigaciones, una acerca de los efectos fisiológicos y otra sobre la percepción psicológica, el menor porcentaje probado que demostró efectos beneficiosos es entre un 30% y 45% de superficie de un recinto con madera expuesta.

La primera medía los efectos fisiológicos de reducción del pulso cardiaco y la presión arterial, que reflejan el estado de descanso o alerta de la persona. Esta demostró que entre una habitación con 0%, 45% y 90% de madera expuesta, la que presenta los mejores resultados es la con un porcentaje "intermedio" (Tsunetsugu, Miyazaki, & Sato, 2006). Mientras que, en la segunda investigación, que relacionaba el incentivo para hacer actividades como trabajar, estudiar o hacer ejercicio, o para descansar o dormir que generaban habitaciones con distintos porcentajes de superficie de madera expuesta, se concluyó que la habitación que solo presentaba madera expuesta en el suelo (25%) era la más favorable para ambas actividades, y era la considerada mejor para habitar, mientras que la que no tenía superficies de madera incentivaba el trabajo, pero no era relajante, y la con suelo y muros de madera solo generaba incentivo para descansar (Sakuragawa, 2005). De esta manera se puede asumir que el rango preferible de madera expuesta en una habitación va desde un 30% a un 70%.

Por último, no todas las especies de madera son percibidas de igual forma, por lo tanto, no todas causan el mismo efecto en el ser humano. Se muestra una mayor preferencia por las especies con tonos más claros por sobre las de tonos más oscuros, sin embargo, no se ha comprobado si realmente existe una diferencia en los beneficios que proporcionan. (Shigue & Ino, 2021)

### 3.2.2 Salud ambiental

Desde un enfoque medioambiental, la madera es también la opción más adecuada. Hoy en día, alrededor del 20% de las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel mundial son producto de la deforestación. "Los bosques almacenan 300 mil millones de toneladas de dióxido de carbono, lo que equivale a 40 veces las emisiones del sector de combustibles fósiles en el mundo" (Ovalle, 2018). Este gas es de los principales responsables del efecto invernadero, impidiendo que la energía solar que entra a la atmosfera vuelva a salir, provocando así el aumento sostenido de la temperatura terrestre, es decir, el cambio climático.

Los encargados de absorber el exceso de CO<sub>2</sub> son los bosques y los océanos, por lo que las plantaciones forestales representan un gran aporte a la depuración del aire, extrayendo dióxido de carbono y reemplazándolo con oxígeno. Además, los árboles en proceso de crecimiento son los con mayor capacidad de absorción de CO<sub>2</sub>: "las especies de rápido crecimiento, como eucalipto, pino insigne, raulí, canelo, pueden demorar entre 12 y 60 años en alcanzar la capacidad máxima de captura que permite el sitio. Las especies de más lento crecimiento pueden demorar hasta 400 años en llegar a la capacidad máxima de captura. Por eso, las plantaciones forestales de rápido crecimiento, en especial pino y eucalipto, hasta el momento han jugado un papel fundamental en compensar las emisiones de otros sectores de la economía" (Prado, 2019). Este material, una vez cortado, almacena el dióxido de carbono dentro de su estructura, encapsulándolo y removiéndolo de la atmosfera. Sumado a esto, su extracción y la manufactura de sus productos requiere menor energía que la de otros materiales de construcción como hormigón o acero, por lo que el volumen de CO<sub>2</sub> emitido durante su producción es menor.

Otro de los beneficios de este material es que, al ser natural, es un recurso renovable por lo que su disponibilidad está siempre

garantizada en la medida en que sus plantaciones sean administradas de manera sustentable, reponiendo la materia extraída. Además, es de producción local y presenta una gran disponibilidad. En Chile, 2.500.000 hectáreas corresponden a plantaciones de pino radiata, las cuales generan cada minuto el equivalente de madera al utilizado para la construcción de 8 viviendas (Centro UC de Innovación en Madera, 2020).

Su ciclo de vida es circular ya que, al momento de ser extraída, cada parte del árbol puede ser aprovechada para fabricar distintos productos, desde madera acerrada hasta chips para constituir tableros estructurales, luego esta puede ser reutilizada o reciclada y finalmente combustionada como biomasa o degradada de forma natural, por lo genera residuos mínimos.

### 3.3 DLT: Madera de ingeniería sin aditivos

Actualmente, gracias a los avances tecnológicos en la producción y manufactura de madera, se han desarrollado productos para la construcción conocidos como maderas de ingeniería, que consisten en elementos de madera aserrada unidos por medio de diferentes técnicas con el fin de que trabajen en conjunto, dando origen a un producto con mayor resistencia estructural. Es así como estructuras de grandes luces o alturas, antes construidas con hormigón y acero, hoy pueden ser realizadas con madera, aprovechando todas las virtudes de este material mencionadas anteriormente.

Como explica Emily Dawson, arquitecto en la oficina Kaiser + Path, gracias a que los elementos de madera masiva son prefabricados, estos pueden ser montados y unidos rápidamente en la obra acortando los tiempos de construcción, además de reducir la cantidad de mano de obra requerida, permitiendo llevar a cabo distintas obras simultáneamente y en un plazo de tiempo acotado.



*Dowel Laminated Timber.*

Fuente: Think Wood  
<https://www.thinkwood.com/mass-timber/dlt>



*Dowel Laminated Timber.*

Fuente: <https://structurecraft.com/materials/mass-timber/dlt-dowel-laminated-timber>

Dentro de esta categoría se encuentran los paneles de madera contra laminada (CLT) y madera laminada encolada (Glulam) en los cuales las capas de madera aserrada son unidas por medio de adhesivos, la madera laminada clavada (NLT) y la madera laminada entarugada (DLT). Esta última es la única opción compuesta únicamente de madera, por lo que es la que aprovecha al máximo todos los beneficios medioambientales y psicológicos de esta. Las siglas DLT se traducen en Dowel Laminated Timber, o madera laminada con tarugos.

Este producto fue fabricado inicialmente en Europa para luego ser adoptado por la industria norteamericana para la construcción de arquitectura comercial y residencial. Una de sus ventajas es que puede ser fabricado con cualquier tipo de madera, tanto especies duras como blandas, ya que, gracias a la multiplicación de las capas de madera se logra una mayor rigidez.

Para su fabricación las maderas estructurales, que se encuentran a una humedad del 12%, son perforadas cada 30 cm, para luego ser atravesadas por tarugos que se encuentran al 6% de humedad. Después, gracias a la propiedad higroscópica de la madera, que permite que esta establezca un equilibrio de humedad con su contexto, el tarugo absorbe la humedad de las maderas, aumentando su volumen y manteniendo los elementos unidos mediante fricción.

### **3.4 Propuesta para la estructura**

Estos elementos pueden ser utilizados en sistemas constructivos de muros y losas macizas o en sistemas de poste y viga, y al ser elementos prefabricados, su tiempo en obra es rápido, alcanzando a montar 140 m<sup>2</sup>/hora en condiciones óptimas.

Además, presentan una muy buena resistencia al fuego, ya que a diferencia del CLT en donde las capas de madera alternan

el sentido de sus fibras, en el DLT todas van en un mismo sentido, por lo que, al combustionar, sus capas no se desprenden, y su resistencia estructural se mantiene por más tiempo. También presenta un buen desempeño acústico, ya que, por medio de las terminaciones con texturas e incorporación de aislantes acústicos, estos pueden disminuir la transmisión del sonido a través de la estructura.

Al ser fabricados totalmente en madera, son elementos orgánicos que pueden ser reutilizados una vez terminada la vida útil del edificio y en última instancia destinados a biomasa, aportando a la salud del medio ambiente. (StructureCraft, 2018)

Al ser unidos por medio de fricción, a diferencia de gran parte de las maderas de ingeniería que utilizan encolado, estos elementos no contienen formaldehído, sustancia química que se encuentra en los adhesivos utilizados para fabricar los productos de madera prensados. Si esta sustancia se encuentra en concentraciones mayores a 0,1 ppm (partes por millón) en el aire puede producir ardor en los ojos, nariz y garganta.

Con respecto a los efectos a largo plazo de la exposición prolongada a este químico, aún falta información para confirmar si realmente es cancerígeno o no, pero algunos estudios ya lo han relacionado con el desarrollo de cáncer de nariz y garganta en humanos, por lo que "el Departamento de Salud y Servicios Humanos (DHHS) ha determinado que es razonable predecir que el formaldehído es carcinogénico en seres humanos." (ATSDR, s.f.)

### **3.5 Invernadero como espacio común**

Otra forma de generar conexiones con la naturaleza en los espacios interiores es por medio de la vegetación y la iluminación y ventilación natural. Estas condiciones pueden

ser generadas por la incorporación de invernaderos en el diseño arquitectónico.

Estos elementos son utilizados principalmente en climas fríos, para generar un microclima permita el cultivo de vegetación. Esto se logra ya que, al ser elementos con envolvente translúcida, la radiación solar ingresa a la estructura y es absorbida por las plantas y el resto de las superficies interiores, transformándose en energía infrarroja, que no puede volver a atravesar las superficies acristaladas, por lo que, el calor queda encapsulado en el interior. De esta manera estas estructuras aportan al ahorro de energía en climas templados y fríos, ya que ayudan al calentamiento pasivo del edificio, reduciendo la demanda de calefacción.

Los invernaderos también ofrecen un espacio semi exterior para la recreación y el ocio durante los meses fríos o muy lluviosos en que promueve la vida en comunidad y las interacciones sociales. "El invernadero crea nuevos espacios intermedios, antes exteriores, que permiten el cultivo de plantas y sobre todo la convivencia de los habitantes en un espacio casi exterior." (Souza, 2021)

### 3.6 Simulación de la iluminación en los invernaderos

Este espacio central debe asegurar las condiciones lumínicas óptimas tanto para el crecimiento de la vegetación como para las actividades humanas, para fomentar la vida comunitaria.

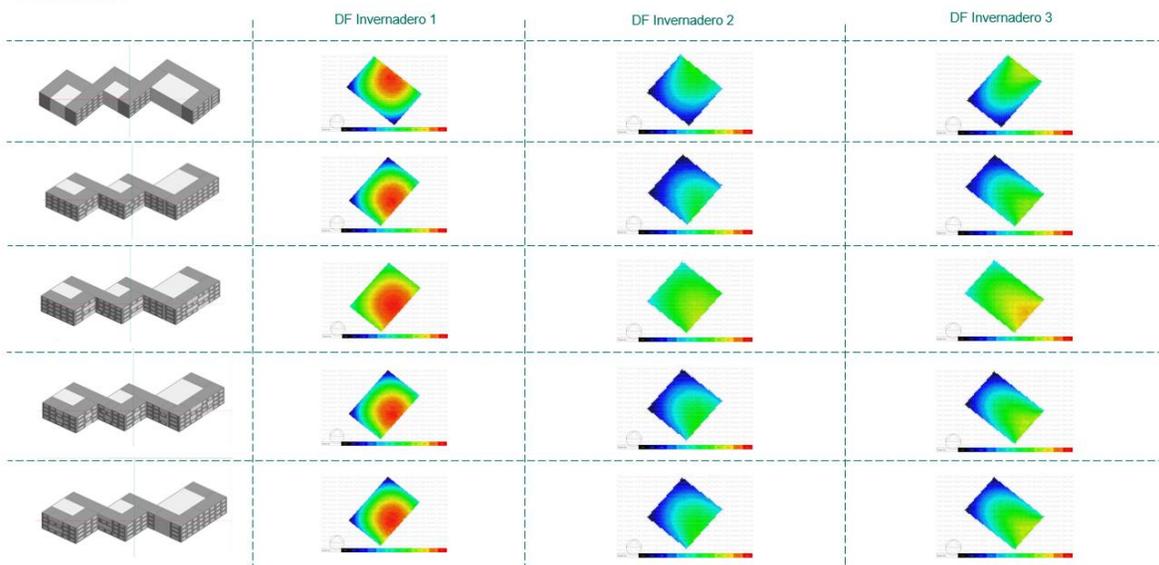
Para comprobar que estos requerimientos se cumplan, se realizaron simulaciones lumínicas dentro de estos espacios, iterando en la orientación de los invernaderos y la cantidad de aperturas laterales de las fachadas nororientada y norponiente.

Estas se midieron según el Daylight Factor, que corresponde a la cantidad de luz natural al interior del edificio, en relación con la del exterior. El rango de confort para este valor se encuentra entre el 1% y el 11%.

La primera iteración realizada consistió en un volumen en el que los invernaderos se orientaban hacia las fachadas norponiente del edificio. Al simular la iluminación, se reveló que estos espacios se encontraban sobre iluminados, con un Daylight Factor que iba desde un 25% hasta un 61%.

En la segunda iteración del volumen que se probó, los invernaderos se orientaron hacia

#### Iteraciones del volumen. Orientación



las fachadas suroriente de los edificios y el resto de las fachadas no contaba con aperturas, excepto en el primer nivel. Esta iteración presentó un exceso de iluminación, encontrándose el DF entre 25% y 61%.

La siguiente iteración mantiene la orientación de los invernaderos hacia el suroriente, pero aumentando las aperturas de las fachadas norponiente a un 50% de estas. Los resultados de este modelo fueron iguales a los de la primera iteración, presentando un DF entre 25% y 61%.

La cuarta iteración mantiene la orientación y porcentaje total de aperturas de la iteración pasada, pero ahora distribuyéndolas entre las fachadas nororiente y norponiente. Los resultados de iluminación fueron iguales a los anteriores.

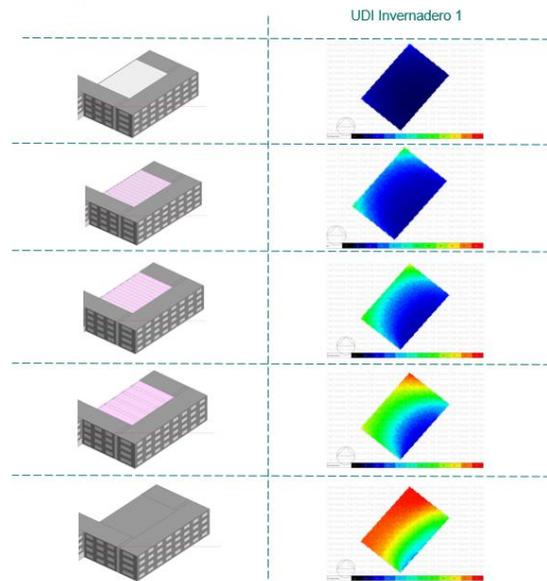
Finalmente, en la quinta iteración se mantuvo la orientación y porcentaje de apertura para cada invernadero, pero ahora solo ubicadas en las fachadas nororiente. Esta también presentó los mismos valores de DF.

De los resultados obtenidos en este experimento se puede deducir que el porcentaje y orientación de las aperturas laterales no es relevante comparado con las aperturas cenitales. Esto se demuestra por la homogeneidad de los valores obtenidos, que fueron iguales en todos los casos sin importar la cantidad y orientación de las aperturas de las fachadas ni de los invernaderos.

Debido a lo anterior, se necesitará reducir el porcentaje de área vidriada en las cubiertas del invernadero para poder garantizar el confort lumínico. Para definir este porcentaje se volvieron a realizar simulaciones, esta vez con el invernadero orientado hacia el suroriente y con 0% de apertura en las demás fachadas.

Estas iteraciones se midieron según el UDI (Usefull Daylight Illuminance), que representa el porcentaje de tiempo en el que

### Iteraciones del volumen. Transparencia.



un área interior se encuentra dentro del rango entre 300 y 3000 lux, lo que es considerado una iluminación confortable.

Primero se midió este parámetro en la cubierta con 100% de superficie vidriada, donde se puede ver que la mayor parte de la superficie, si no es el 100%, se encuentra 0% del tiempo dentro del rango de confort.

Luego se probó con un 50% de la superficie descubierta y se pudo ver como el porcentaje aumentó, pasando a estar parte de la planta entre 16 y 30% dentro del rango de confort lumínico.

Al probar este volumen con 33% de su cubierta vidriada, se vio como gran parte de la superficie paso a estar entre el 16% y 60% del tiempo dentro del rango de confort.

Después se midió con un 25% de la superficie vidriada, y se pudo ver como ahora más de la mitad de la superficie de la planta se encontraba el 50% del tiempo o más a un buen rango de iluminación.

Finalmente se prueba el volumen con el 100% de la superficie cubierta, es decir, 0% vidriado. Esta iteración es la que presenta los mejores resultados, estando la mayor parte de la planta el 50% o más del tiempo dentro del rango de confort, encontrándose la mitad de la superficie de la planta el 100% del tiempo con una iluminación adecuada.

A pesar de estos resultados, con el fin de implementar la biofilia dentro de los invernaderos, se busca generar ingreso de luz natural e incorporar vegetación en estos espacios, por lo que se aceptará para este diseño unos niveles de iluminación ligeramente sobre los considerados adecuados, teniendo en cuenta que la vegetación proporcionará sombra, funcionando como una protección solar.

## Conclusiones

Tras los estudios realizados, se comprueba que, por medio del análisis de las condiciones climáticas, topográficas, demográficas y urbanas de Laja, es posible generar un diseño que fomente la salud tanto del medio ambiente como de sus habitantes.

Al diseñar se debe tener en cuenta que cada decisión tiene un efecto en la salud (del ambiente y de la persona), por lo que la arquitectura debe tomar como encargo principal el proporcionar al habitante el ambiente óptimo para su salud y su bienestar.

Con el fin de generar una relación saludable entre el edificio y su entorno natural, se busca a través del proyecto de paisaje reconocer el valor del humedal, darles una forma y programa a sus espacios cercanos y así promover su uso y cuidado. Esto se logra a través de las operaciones de integrar el humedal la Señoraza a la red de infraestructura verde de Laja, retranquear el edificio hacia el sur del predio, liberando espacio para espacio público frente a la laguna, delimitar sus bordes y generar nuevos espacios públicos.

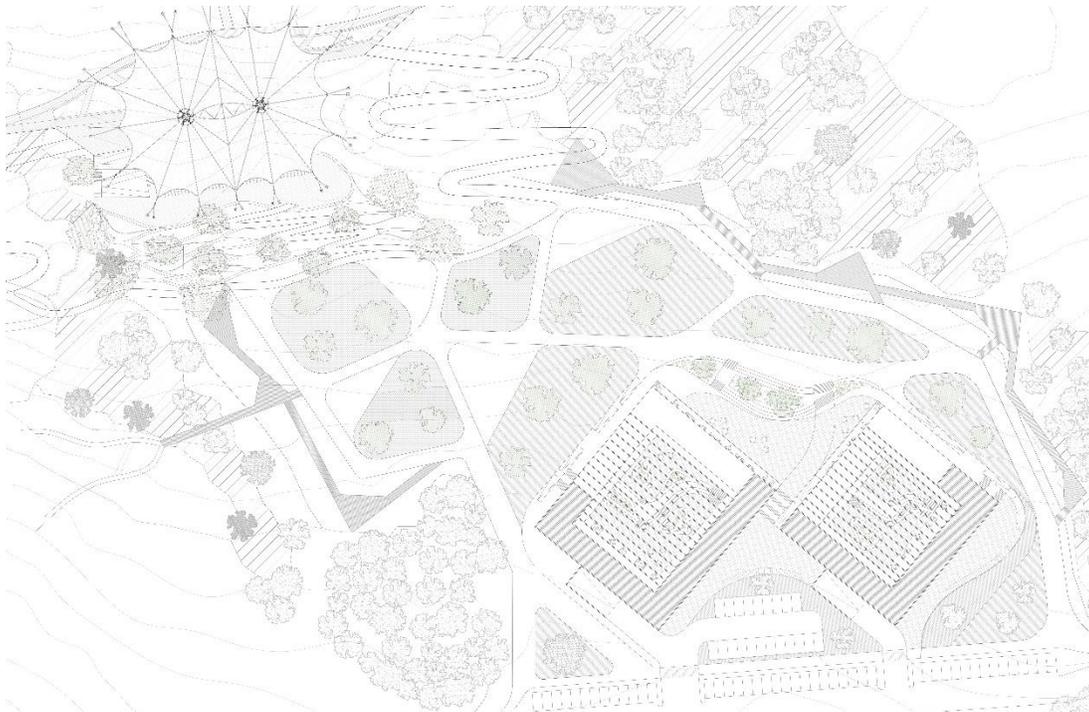
En cuanto al programa de vivienda, el más adecuado frente a las condiciones y problemas sociales actuales de Laja es la vivienda colectiva intergeneracional, ya que, gracias a sus amplios espacios comunes y a la heterogeneidad de sus habitantes, permite fomentar la cohesión social y disminuir el sentimiento de soledad, especialmente en los adultos mayores. Para esto el edificio debe contar con generosos espacios comunes que faciliten la interacción entre sus habitantes.

Se proyecta un edificio a partir de volúmenes en los que se disponen los departamentos en forma perimetral, generando atrios que permiten el ingreso de luz, construyendo espacios comunes con vegetación al interior del edificio que fomentan la cohesión social.

Además, la estructura de madera entarugada expuesta permite generar al interior de los departamentos un ambiente de calma, que facilite las tareas diarias y contribuya así a la disminución del estrés y las consecuencias negativas que este provoca en la salud del ser humano.



*Axonométrica de emplazamiento*



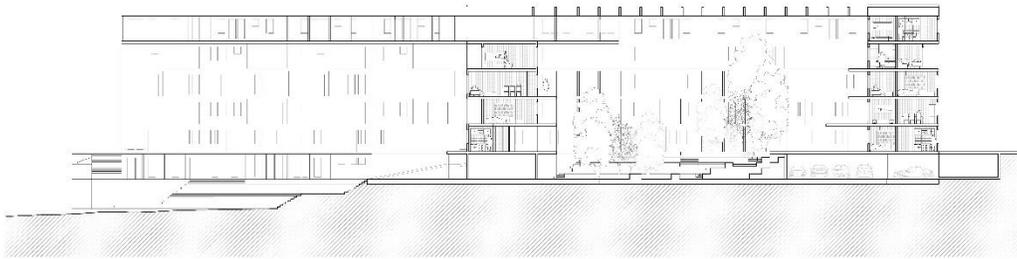
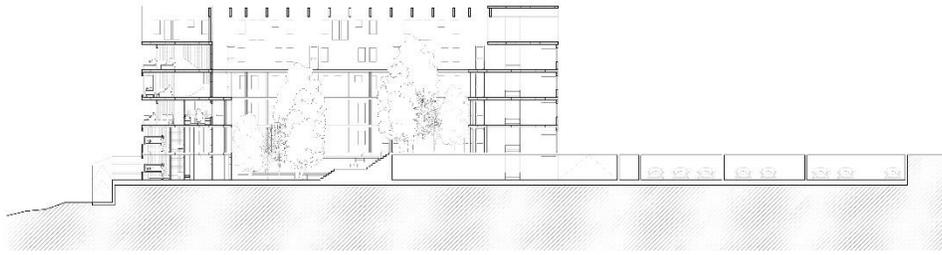
*Planta de emplazamiento*



Planta piso 1



Planta piso -1



*Cortes*



*Imagen azotea*



*Imagen atrio*

## Bibliografía

- ATSDR. (s.f.). *Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades*. Obtenido de Resúmenes de Salud Pública - Formaldehído (Formaldehyde): [https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs111.html](https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs111.html)
- Benohr, J., & Urrutia, P. (11 de mayo de 2017). *Ladera Sur*. Obtenido de Navegantes del sur: la cultura ribereña de los mapuches: <https://laderasur.com/articulo/navegantes-del-sur-la-cultura-riberena-de-los-mapuches/>
- Benohr, J., & Urrutia, P. (5 de julio de 2018). *Ladera Sur*. Obtenido de Río Biobío: una historia de degradación y sacrificio: <https://laderasur.com/articulo/rio-biobio-una-historia-de-degradacion-y-sacrificio/>
- Brundtland, G. (1987). *Informe Brundtland: Our Common Future*. Londres.
- Bustamante, W., & Rozas, Y. (2009). *Guía de diseño para la eficiencia energética en la vivienda social*. Santiago: Ministerio de Vivienda y Urbanismo.
- Centro UC de Innovación en Madera. (2020). Obtenido de Indicadores de la Madera: <https://madera.uc.cl/es/indicadores-de-la-madera#sustentabilidad>
- CONAF. (2021). Obtenido de Ficha Regional Biobío: <http://sit.conaf.cl/>
- Conover, S. (2019). *Illuminating happiness: Developing a therapeutic cohousing community for those affected by SAD*. University of Maryland.
- CORFO. (noviembre de 2019). *Construye 2025*. Obtenido de Escombros de la construcción llenarían 15 veces el Estadio Nacional para 2025 ¿Qué hacemos para evitarlo?: <https://construye2025.cl/2019/11/05/escombros-de-la-construccion-llenarian-15-veces-el-estadio-nacional-para-2025-que-hacemos-para-evitarlo/>
- Corporación Canadiense Hipotecaria y de Vivienda. (1998). *Manual de construcción de viviendas con armadura de madera*.
- De Abrantes, L., Greene, R., & Trimano, L. (27 de junio de 2020). *CIPER*. Obtenido de Huir de la metrópolis y de la pandemia: <https://www.ciperchile.cl/2020/06/27/huir-de-la-metropolis-y-de-la-pandemia/>
- Fulton, J. (27 de junio de 2014). *Private-Private Spaces and Private-Public Spaces*. Obtenido de <https://heyjudesue.medium.com/private-private-spaces-and-private-public-spaces-ba1c15cf690a>
- García, S., & Martí, P. (2014). *Arquitectura Intergeneracional y Espacio Público*. España: Universidad de Alicante.
- Godoy, F. (16 de octubre de 2018). *Ladera Sur*. Obtenido de Arquitectura biofílica: ¿El diseño del futuro?: <https://laderasur.com/mas/arquitectura-biofilica-el-diseno-del-futuro/>
- Hartig, T., Mitchell, R., De Vries, S., & Frumkin, H. (2014). Nature and Health. *Annual Review of Public Health*.
- Hawkley, L., & Capitano, J. (2015). Perceived social isolation, evolutionary fitness and health outcomes: a lifespan approach. *Philosophical Transactions B*.
- Heidegger, M. (1951). *Construir, Habitar, Pensar*.
- Hernández, M., Hernández, M., Mauri, J., & García, V. (2012). *Scielo*. Obtenido de La filosofía, el proceso salud-enfermedad y el medio ambiente: <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script>

- =sci\_arttext&pid=S1729-519X2012000500019
- Ilustre Municipalidad de Laja. (2014). *Pladeco Comuna de Laja*.
- INGELAM. (04 de 2021). Obtenido de <https://ingelam.cl/madera-laminada/>
- Instituto Nacional de Estadísticas de Chile. (2021). *Boletín complementario N°5. Remuneraciones y costo de la mano de obra*.
- Iñiguez, A. (19 de Julio de 2021). *Utopía Senior: Una nueva forma de habitar para los adultos mayores en Buenos Aires*. Obtenido de Plataforma Arquitectura: [https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/965093/utopia-senior-una-nueva-forma-de-habitar-para-los-adultos-mayores-en-buenos-aires?ad\\_medium=gallery](https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/965093/utopia-senior-una-nueva-forma-de-habitar-para-los-adultos-mayores-en-buenos-aires?ad_medium=gallery)
- Joye, Y. (2007). Architectural Lessons from Environmental Psychology: The Case of Biophilic Architecture. *Review of General Psychology*, 305-328.
- Kazuo Shigue, E., & Ino, A. (2020). *What do we actually know about the benefits of wood in human health?* WCTE.
- Keizer Koopmans . (2020). *Co-Living Madrid*. Obtenido de <https://www.keizerkoopmans.com/portfolio/co-living-madrid/>
- Madera 21. (21 de noviembre de 2019). Obtenido de ¿Cómo es de sustentable la madera masiva como material de construcción?: <https://www.madera21.cl/blog/2019/11/21/madera-masiva-sustentable/>
- Madera 21. (13 de abril de 2020). Obtenido de "Proyecto refugio": Una vivienda a los pies del volcán Chillan con DLT para resistir las bajas temperatura.: <https://www.madera21.cl/blog/2020/04/13/proyecto-refugio-una-vivienda-a-los-pies-del-volcan-chillan-con-dlt-para-resistir-las-bajas-temperaturas/>
- Madera21. (23 de 03 de 2017). Obtenido de Qué pasa con el CLT en Chile: <https://www.madera21.cl/blog/2017/03/23/que-pasa-con-el-clt-en-chile/>
- Mapocho Consultores. (2016). *Actualización Plan Desarrollo Comunal San Rosendo*.
- McLaughlin, K. (15 de Febrero de 2020). *College students and senior citizens living together? It's more common than you'd think*. Obtenido de Insider: <https://www.insider.com/intergenerational-living-senior-citizens-college-students-2020-1>
- MEA. (2005). *Ecosystems and Human Well-being*. Washington, DC: Island Press.
- Memoria Chilena: Biblioteca Nacional de Chile. (2021). Obtenido de Pehuenches y Pehuelches: <http://www.memoriachilena.gob.cl/602/w3-article-772.html>
- Memoria Chilena: Biblioteca Nacional de Chile. (2021). Obtenido de Fortificaciones militares: <http://www.memoriachilena.gob.cl/602/w3-article-92957.html>
- Memoria Chilena: Biblioteca Nacional de Chile. (2021). Obtenido de La Guerra de Arauco (1550-1656): <http://www.memoriachilena.gob.cl/602/w3-article-691.html>
- Messer, N. (2019). Patrimonio único e invaluable: Los Fuertes de la frontera del Biobío. *Revista Nos. Recuperado de* <https://www.revistanos.cl/patrimonio-unico-e-invaluable-los-fuertes-de-la-frontera-del-biobio/>.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2020). *Ley N°21.202, Decreto 15*.

- Muni Laja. (21 de octubre de 2020). Obtenido de Alcalde de Laja logra el compromiso de recursos y gestión para concretar soluciones habitacionales en la comuna: <http://munilaja.cl/w/alcalde-de-laja-logra-el-compromiso-de-recursos-y-gestion-para-concretar-soluciones-habitacionales-en-la-comuna/>
- Museo Chileno de Arte Precolombino. (2021). *Chile Precolombino*. Obtenido de Culto y Funebria: <http://chileprecolombino.cl/pueblos-originarios/mapuche/culto-y-funebria/>
- Naciones Unidas. (2002). *Declaración Política y Plan de Acción Internacional de Madrid sobre el Envejecimiento*. Madrid: Segunda Asamblea Mundial sobre el Envejecimiento.
- Nguyen, P. (2017). *Collaborative living 2.0: An alternative model of living in the sharing city*. University of Washington.
- Noticias UDD. (18 de enero de 2021). *Universidad del Desarrollo*. Obtenido de Estudio UDD: Habitantes de la Región Metropolitana migran a regiones por la pandemia: <https://www.udd.cl/noticias/2021/01/18/habitantes-de-la-region-metropolitana-hacen-migracion-interna-en-tiempos-de-covid-segun-instituto-de-data-science-udd/>
- OMS. (1946). *Constitución de la Organización Mundial de la Salud*. Nueva York.
- OMS. (1992). *Our Planet, Our Health*. Ginebra.
- Ovalle, M. (15 de junio de 2018). *Ladera Sur*. Obtenido de 14 impactantes cifras sobre el deterioro del medio ambiente.: <https://laderasur.com/articulo/14-impactantes-cifras-sobre-el-deterioro-del-medio-ambiente/>
- Patagua, Fundación Legado Chile & Pontificia Universidad Católica de Chile. (2021). *Ciudades sensibles al agua. Guía de drenaje Urbano Sostenible para la Macrozona Sur de Chile*.
- Prado, J. (2019). "Los bosques son el principal instrumento de captura de carbono a nivel nacional". (R. San Martín, Entrevistador)
- Sakuragawa, S. (2005). *Change in the impression of rooms with interior wood finishes arranged differently: questionnaire survey with the use of photographs for the analysis of impressions of rooms concerning living activities*. The Japan Wood Research Society.
- Salvemos la Señoraza, lucha ambiental por el humedal de Laja. (2021). *Full Outdoor*.
- Shigue, E. K., & Ino, A. (2021). What do we actually know about the benefits of wood in human health? *World Conference on Timber Engineering*.
- Souza, E. (28 de marzo de 2021). *Invernaderos como espacios de convivencia entre el ser humano y la naturaleza*. Obtenido de Plataforma Arquitectura: <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/959115/invernaderos-como-espacios-de-convivencia-entre-el-ser-humano-y-la-naturaleza>
- Stairs, D. (1997). Biophilia and Technophilia: Examining the Nature/Culture Split in Design Theory. *Design Issue*, 37-44.
- StructureCraft. (2018). *Design and profile guide: Dowel Laminated Timber*.
- Suárez, C. (13 de enero de 2021). *Red 2030*. Obtenido de El "coliving" como nueva forma sostenible de vivir: <https://red2030.com/el-coliving-como-nueva-forma-sostenible-de-vivir/>

- Think Wood. (2020). *Designing Beneficial Spaces for Living, Working and Well-being*. Adults. American Sociological Association.
- Tsunetsugu, Y., Miyazaki, Y., & Sato, H. (2006). *Physiological effects in humans induced by the visual stimulation of room interiors with different wood quantities*. The Japan Wood Research Society.
- UNEP. (2021). *Making Peace with Nature*.
- Valdovinos, C., & Parra, O. (2006). *La Cuenca del Biobío: Historia Natural de un Ecosistema de uso Múltiple*. Obtenido de Centro de Ciencias Ambientales de la Universidad de Concepción:  
<http://www.eula.cl/images/stories/documentos/3.pdf>
- Verhetsel, A., Kessels, R., Zijlstra, T., & Van Bavel, M. (2017). Housing preferences among students: collective housing versus individual accommodations? A stated preference study in Antwerp (Belgium). *Journal of Housing and the Built Environment*, 449-470.
- Victorero, F. (2021). *Construcción en madera y oportunidad Chilena*. Santiago.
- WeatherSpark. (s.f.). *El clima promedio en Laja, Chile en todo el año*. Obtenido de  
<https://es.weatherspark.com/y/25135/Clima-promedio-en-La-Laja-Chile-durante-todo-el-a%C3%B1o>
- Williams, S. M. (1994). *Environment and Mental Health*. Chichester: John Wiley & Sons Ltd.
- Woodproducts. (s.f.). Obtenido de Propiedades fisiológicas.:  
<https://www.woodproducts.fi/es/content/propiedades-fisiologicas>
- York Cornwell, E., & Waite, L. (2009). *Social Disconnectedness, Perceived Isolation, and health among Older*