

EL COLIHUE CUBIERTA EN ESPACIO PÚBLICO



fau

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

Universidad De Chile
Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Carrera de arquitectura
Antecedentes del proyecto de título

El colihue
Cubierta de espacio público en curarrehue

X semestre, primavera 2021
Estudiante
Alfredo Alejandro Esparza Paillamilla
Profesor guía
Albert Tidy Venegas

Agradecimientos

A mi familia,
A mis amigos,
A mi pareja,
Profundamente.



Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Av. Portugal #84, Santiago de Chile Julio 2022

INDICE

ANTECEDENTES DE PROYECTO

INDICE

CAPÍTULO I: PRESENTACIÓN

Introducción	8
Motivaciones	9
Problema de investigación	10

CAPÍTULO II PROBLEMÁTICA

Disponibilidad	14
Potencial social	15
Potencial de sustentabilidad	16
Potencial formal y estructural	17
Morfología	17
El colihue y el bambú	18
Principales sistemas estructurales	20
Referentes	21
Tecnología	24
Diagnóstico del problema arquitectónico	25
Construcción del argumento proyectual	27

CAPÍTULO III PROGRAMA Y EMPLAZAMIENTO

Curarrehue, análisis general	30
Curarrehue, análisis urbano	32
Imágen Objetivo Plan Regulador	36
Programa	38
Emplazamiento	39

CAPÍTULO IV PROPUESTA

Partido General	44
Estrategias de diseño	46
Planimetría	48

Referencias bibliográficas	53
Referencias de imágenes	54

CAPÍTULO V REFERENCIAS

CAPÍTULO I: PRESENTACIÓN

“EL RUMOR
DE LAS HOJAS DE BAMBÚ.
EXTRAÑANDO A LA GENTE.”

OZAKI HOSAI

INTRODUCCIÓN

La crisis climática es un hecho. El debilitamiento de la capa de ozono, el deshielo de los glaciares, el aumento del nivel del mar y la desaparición de especies animales y vegetales son solo algunas de las consecuencias más visibles (Navarrete, 2013). Si bien el cambio climático es un proceso que se ha dado de forma natural durante miles de años en el planeta, se debe decir que esto se ha visto acelerado vertiginosamente por la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) de origen antrópico (IPCC, 2022). En este contexto se hace prioritario comprender cual es el rol de la arquitectura en esta crisis.

Los edificios están en todas partes. Casi todas las actividades humanas, el consumo de energía y la generación de residuos están en relación con ciudades y edificios. Los edificios demandan más del 50% de la energía mundial y más de un tercio de los flujos de residuos (Pomponi F, Moncaster A. 2016). Es más, se prevé que para el año 2030 las zonas urbanas recibirán a mil millones de personas más, lo que se traduce una cantidad enorme de energía destinada a la construcción. Es por esto por lo que en la actualidad existe una búsqueda por nuevos materiales y tecnologías que logren satisfacer la demanda en construcción y que a la vez sean sustentables.

Como respuesta a la demanda de infraestructura en contexto de crisis climática, este proyecto de título se propone trabajar con el colihue (Chuquea coleou) como material principal en un sistema estructural. Se reconoce un contexto de

poco desarrollo y un estigma en relación con el material, pero también una disponibilidad, un potencial social y un potencial de sustentabilidad.

De esta manera, el proyecto de título busca utilizar las virtudes del material para cambiar su estigma y subvaloración, promoviendo un desarrollo en torno a él. Su crecimiento y distribución, su rol social y sustentable, su morfología característica y sus referentes se estudiarán en el marco teórico del proyecto. Y por otro lado la selección del programa y emplazamiento de la arquitectura estarán en relación con las características y posibilidades estudiada en los antecedentes

MOTIVACIONES

Desde pequeño he tenido una fuerte relación con el campo, no viviendo en él, si no como un asiduo visitante en reuniones familiares. Con el tiempo mis padres se fueron a vivir a una zona rural y comenzaron los trabajos para hacer más habitable el lugar. Siempre hay algo para hacer, nunca es aburrido.

Fue en un contexto de limpieza en que mi padre me dice: - en vez de quemarlos, podrías hacer algo para la universidad o construir algo para la casa-. Con esta idea inicial comenzamos a construir sombreadores y cercos. Con el trabajo me comencé a dar cuenta de algunas de sus virtudes.

Creo que la motivación principal de este proyecto es la búsqueda, desde una perspectiva arquitectónica, de un mayor contenido y escala del material, dando a conocer de esta manera sus bondades

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Se identifica un contexto en torno al material donde:

Existe una disponibilidad. En Chile existen 11 especie de bambú, todas pertenecientes al género Chusquea. Estas cubren una superficie aproximada de 4 millones de hectáreas en distintas densidades, donde 900.000 hectáreas se consideran con potencial productivo, concentrándose el 80% en las regiones de la Araucanía, Los ríos, Los Lagos y Aysén. De todas estas especies, la que cubre mayor superficie es La Chusquea culeou, el colihue (Campos, 2003).

Existe un estigma. Se reconoce a estas especies como una maleza en vez de un potencial producto, resultando en un valor cercano a 0, incluso pagando por su eliminación. Se le asocia con plagas de roedores, incendios forestales y como especie invasiva.

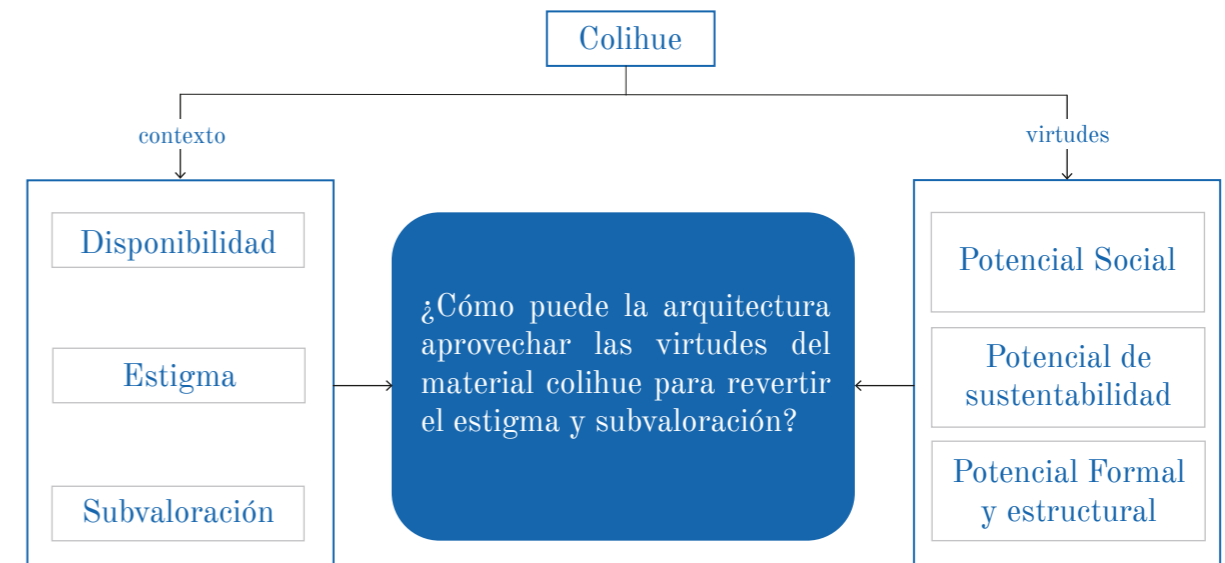
Existe una subvaloración. No existe en Chile un mercado formal y el algún sector puede llegar a tener un costo monetario de 0 o negativo en casos de limpieza remunerada del material. Destaca su uso en la agricultura y minería, pero en arquitectura está más bien enfocado en cerramientos y sombreadores.

Por otra parte, se identifican virtudes en torno al material:

Potencial sustentable. En primera instancia por ser un material biológico que mediante su crecimiento captura CO2, pero que además tiene una tasa de crecimiento elevada, es liviano para su transporte y no requiere de gran cantidad de energía para prepararlo como material de construcción.

Potencial social. Se les considera un producto forestal no maderero (PFNM). El bambú, en conjunto con los PFNM, contribuyen en ecosistemas forestales en: Valorización de bosques nativos; Incrementar ingreso en la población rural; Acortar el periodo de retorno económico; Aumentar la generación de empleos; Facilitar la incorporación de pequeños propietarios; disminuir la presión sobre especie madereras nativas.

Potencial estructural y formal: La constitución morfológica del bambú como respuesta de adaptación al medio donde crece le permite ser eficiente en su respuesta a las fuerzas a las se somete. De esta manera su forma como elemento vara puede desembocar en sistemas estructurales y constructivos que aprovechen sus virtudes.



Esquema 1. Problema de investigación.

De esta manera, se identifica un material con múltiples potenciales aplicables en arquitectura, pero en un contexto que no ha facilitado su desarrollo. de esta manera surge la pregunta:

¿Cómo puede la arquitectura aprovechar las virtudes del material colihue en el contexto actual de Chile?

Objetivo principal

Definir una arquitectura que dé cuenta de las virtudes del material en un contexto propicio para estas y revertir su estigma y subvaloración.

Objetivos Secundarios

Comprender como afecta el contexto en torno al material contrastándolo con su potencial social.

Caracterizar las posibilidades sustentables del material aplicado en la arquitectura.

Caracterizar la planta colihue en relación con su morfología y resistencia a fuerzas contrastándolo con el bambú a nivel mundial para entender la lógica de los sistemas estructurales en los que puede aplicarse.

Estudiar referentes estructurales y constructivos a nivel mundial posibles de aplicar en colihue para identificar su potencial estructural y formal.

CAPÍTULO II: PROBLEMÁTICA



Imagen 1. Colihual

DISPONIBILIDAD

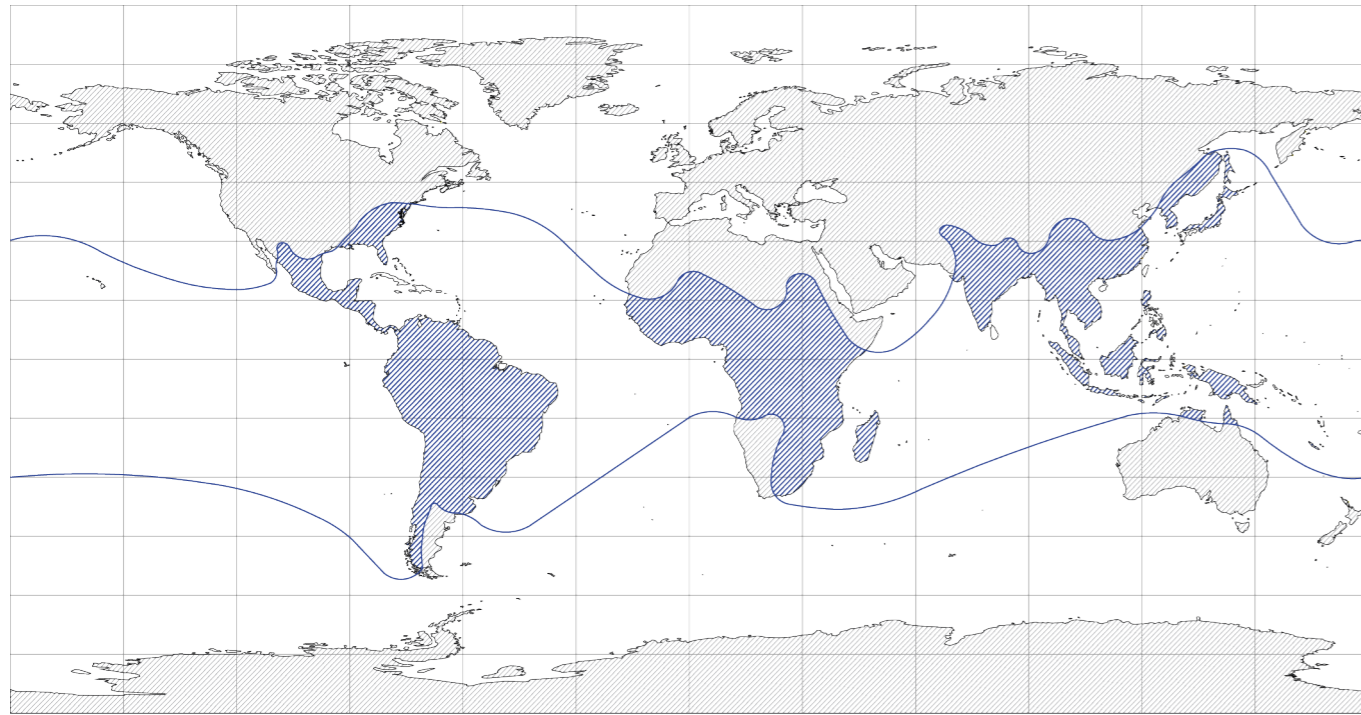


Imagen 2. Distribución del bambú.

Crece naturalmente en todos los continentes a excepción de Europa. En general, su patrón de crecimiento es del 80% en altura el primer mes, después de lo cual comienza a engrosar sus paredes celulares, creciendo hacia adentro. Posee una alta tasa de crecimiento, registrándose en algunas especies hasta 40 cm por día. Por esto juegan un papel relevante en el balance oxígeno y dióxido de carbono en la atmosfera (Hidalgo-López, 2003).

Chile cuenta una abundante presencia de bambúes nativos, todos del género *Chusquea*. Las 11 especies chilenas se distribuyen desde la región de Valparaíso hasta la región de Aysén y desde la cordillera de la costa hasta la cordillera de los Andes. Se estima que existen cerca de 13.5 millones de hectáreas de bosque nativo del cual 3.5 millones de hectáreas tienen presencia de bambúes en diferentes densidades, que

resulta en 26 millones de toneladas de materia prima seca (Campos, 2003).

Destaca la especie *Chusquea culeou* o colihue, puesto que crece en mayor cantidad y superficie, abarcando desde la región del Maule hasta la región de los Lagos. Su velocidad de crecimiento es considerable, llegando a una tasa máxima de 10 cm por día. Crece a modo de matorral, conocido como “coligual” que se suele desarrollar en el sotobosque del bosque nativo. Se caracteriza por poseer culmos erectos de 1-5.5 cm de diámetro y 0.5 a 5 m de alto, los que suelen tener entre 20 a 40 ramificaciones de 5 a 45 cm de largo. De los 26 millones de toneladas de materia prima de bambúes catastradas, 9.8 pertenecerían a *Chusquea culeou* (Campos, 2003).

POTENCIAL SOCIAL

Los seres humanos durante muchos siglos han aprovechado las múltiples aplicaciones del bambú, contando campos como la arquitectura, ingeniería, alimentación, transporte, defensa, trabajo, música, salud y la religión, principalmente en África y Asia (Akinlabi, 2017).

Tiene gran relevancia en cultura asiática, particularmente en China, donde forma parte integral de su tradición. Incluso, su escritura se desarrolló sobre tablas de bambú antes de crear papel en base a celulosa del mismo material. Cumple también una función utilitaria en actos ceremoniales como los rituales de té en Japón o rituales de cremación en Indonesia.

Las bajas inversiones de capital en conjunto a maquinaria especializada de bajo costo potencian la creación de microempresas y la creación de programas de desarrollo en países con necesidad de empleo rural. Entre los países en cuestión, se encuentra China, Filipinas, Indonesia, Tailandia e India (Campos, 2003).

El bambú es considerado un Producto forestal no maderero (PFNM), que se define como un producto de origen biológico distinto a la madera, que puede ser derivado del bosque de otras arboladas o de árboles fuera del bosque (FAO, 1999).

El bambú, en conjunto con los PFNM, contribuyen en ecosistemas forestales de la siguiente manera:

- Valorización de bosques nativos
- Incrementar ingreso en la población rural
- Acortar el periodo de retorno económico
- Aumentar la generación de empleos
- Facilitar la incorporación de pequeños propietarios
- disminuir la presión sobre especie madereras nativas

En el caso de Chile, los bambúes no se suelen reconocer como tal, debido a la creencia por parte de la población que este término es para referirse solamente al bambú de culmo vacío. Como PFNM su mercado es informal, y su uso a nivel industrial es más bien marginal y no se valora su aporte a economías locales rurales, por tanto, no existen estadísticas fidedignas de producción y utilización.

Se reconoce a estas especies como una maleza en vez de un potencial producto, resultando en un valor cercano a 0, incluso pagando por su eliminación. Esto se debe en gran parte por su floración gregaria cada 20 años aproximadamente, donde la planta muere para entregar toda su energía a las semillas de una nueva generación para la especie. Este proceso provoca: Incremento de incendio forestales por acumulación de material combustible seco; Incremento en la población de roedores por aumento de stock de semillas. Su población crece hasta 14 veces; Una vez agotado el stock, aumenta la mortalidad de roedores en los lechos de los ríos, contaminando su agua; Migración de roedores a la ciudad por falta de stock.

POTENCIAL DE SUSTENTABILIDAD

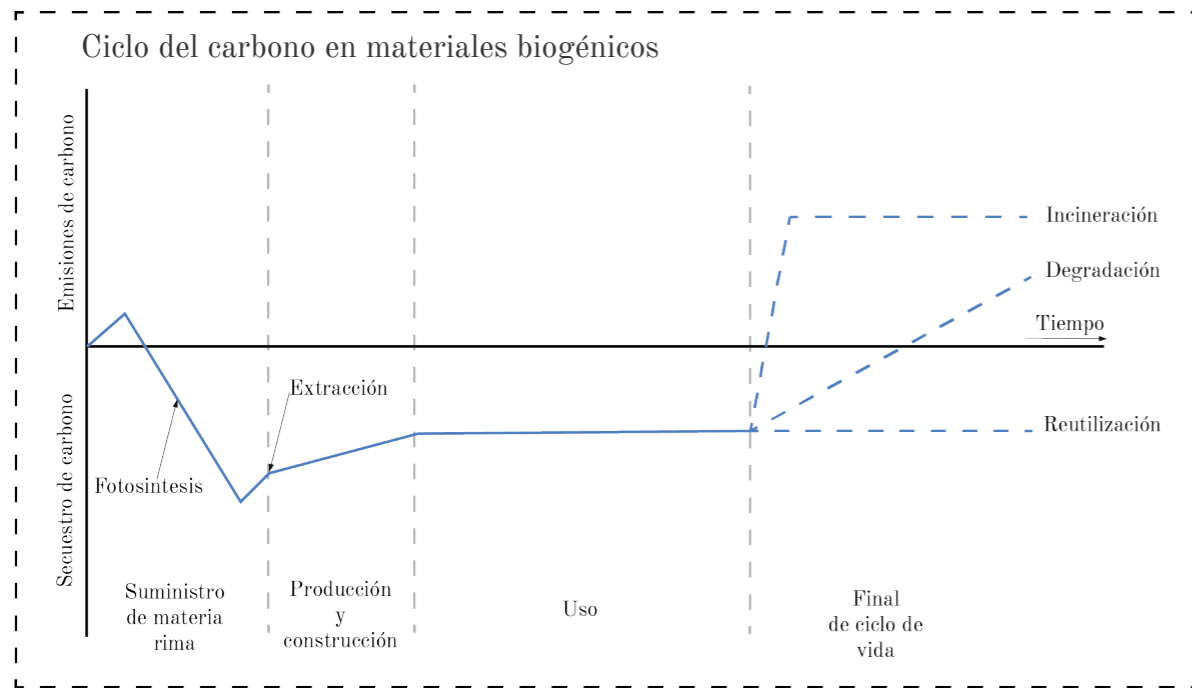


Imagen 3. Ciclo del carbono de materiales biogénicos.

Es indispensable para concebir un proyecto sustentable seleccionar las estrategias de diseño con un enfoque de ciclo de vida. Al ser el colihue un material biogénico, es decir, de origen biológico, las estructuras construidas con él tienen el potencial de ser sumideros de carbono, secuestrándolo y almacenándolo. El término de “secuestro” o “absorción” se refiere directamente al proceso de activo de eliminación de carbono, en este caso, por medio de la fotosíntesis. El término de “almacenamiento” se refiere a la contención del CO₂ en el material por un tiempo determinado, referido directamente a la operación del edificio. (Arehart et al., 2021).

En este contexto, el bambú presenta algunas ventajas por sobre la madera como material de construcción. Primero, las características estructurales y constructivas particulares del bambú le permite un desempeño eficiente en relación con su forma, lo que lo convierte en

un material super liviano, requiriendo menos energía en los procesos de su ciclo de vida. Segundo, la tasa de crecimiento que posee el bambú es mucho mayor a la de la madera, lo que implica que la biomasa extraída del campo crece rápidamente para capturar más CO₂ (Arehart et al., 2021).

Por otro lado, es necesario hacerse cargo del fin de ciclo de vida del material, en el cual se puede elegir 3 caminos, quemar directamente el material, dejar que se degrade poco a poco o extender su ciclo de vida. Este último es el más eficiente, y se le conoce como “cascada de materiales” (Arehart et al., 2021).

POTENCIAL FORMAL Y ESTRUCTURAL

MORFOLOGÍA (AKINLABI, 2017)

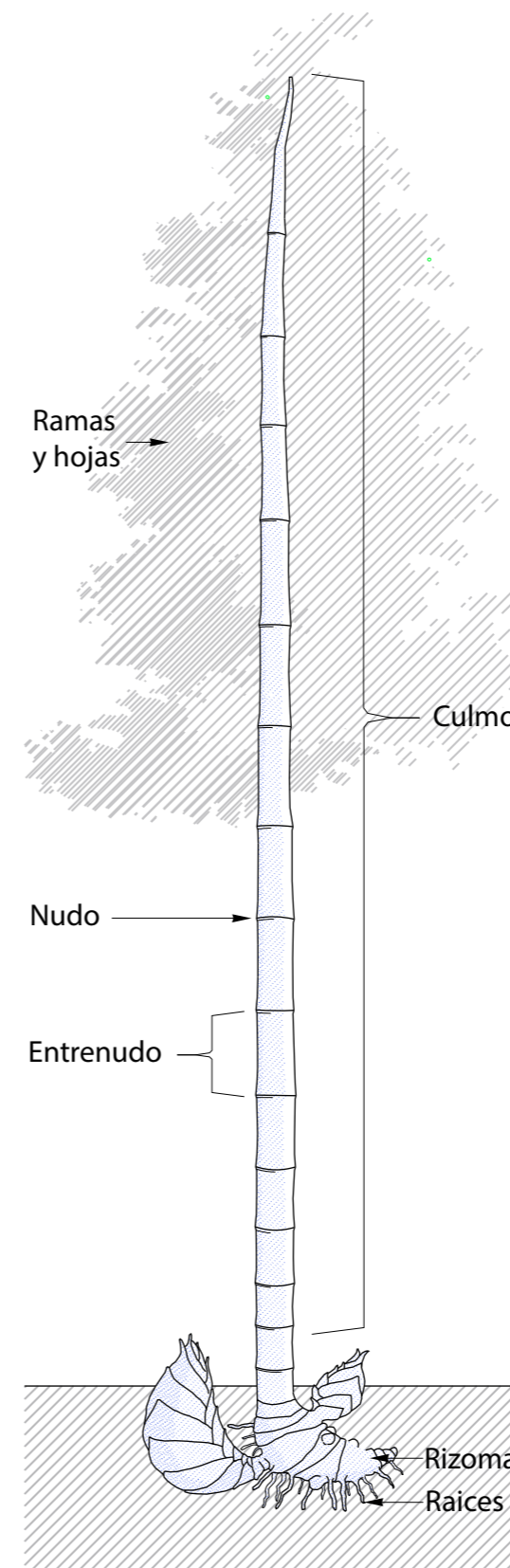


Imagen 4. Morfología del bambú

Culmo: Parte más visible de la planta. Se desarrolla a partir de brotes que emergen de yemas. Aparece como un cilindro alargado con el diámetro ya definido. Los tallos varían en dimensiones, color y olor (a veces) según la especie. Puede ser cónico o elíptico. Está constituido por nudos y entre nudos.

Nodos: Articulaciones intermitentes en el tallo, que separa los entrenudos. Los nudos contribuyen a la relativa rectitud del tallo y permiten almacenar agua y nutrientes.

Entrenudo: Espacio generalmente hueco delimitado en sus extremos por los nudos.

Ramas: Surgen de las yemas laterales en la sección nodal.

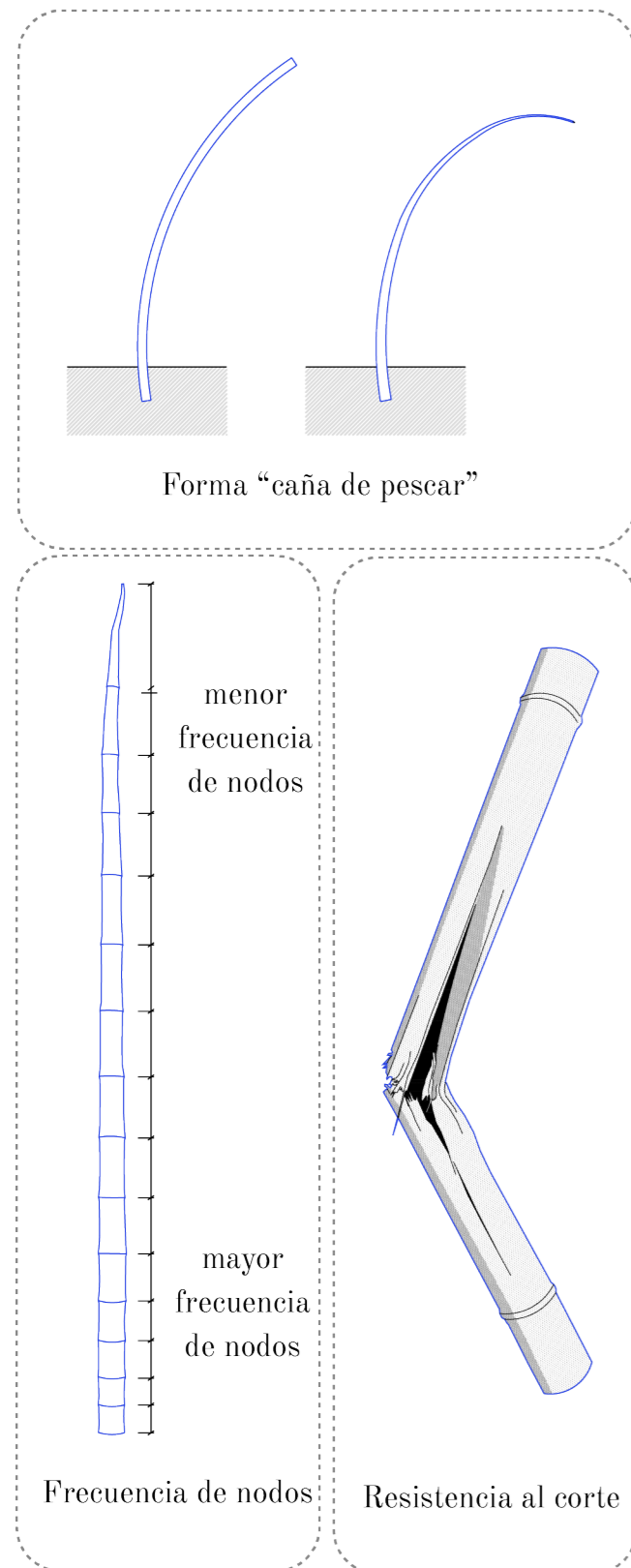
Rizomas: Órgano en la base del culmo con múltiples ramificaciones, encargado de la estructura, estabilidad, almacenamiento de nutrientes de la fotosíntesis y colonización del territorio.

Raíces: Encargadas del transporte y almacenamiento de nutrientes y agua, asegurando además el anclaje estructural. Suelen ser de diámetro relativamente similar en una misma especie.

Hojas: Órgano encargado de la fotosíntesis. Se diferencia de las vainas por ser más delgada y poseer peciolo.

EL COLIHUE Y EL BAMBÚ

Similitudes



Diferencias

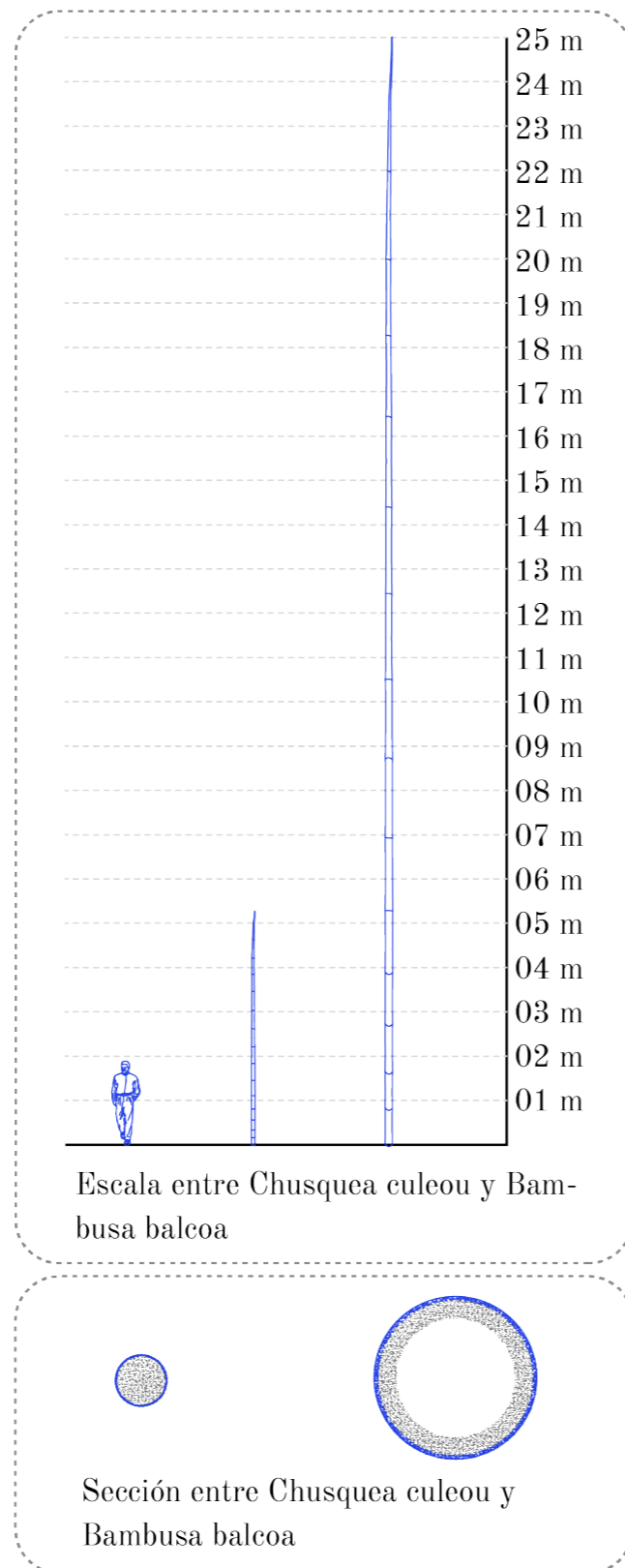


Imagen 5. Similitudes y diferencias.

EL COLIHUE Y EL BAMBÚ

SIMILITUDES

La relación entre altura y sección transversal del bambú está determinada por su patrón de crecimiento, morfología y composición del material, las que conducen a propiedades mecánicas específicas.

Compuesto por una agrupación de tubos vasculares huecos paralelos a la longitud de la vara, que actúan de manera eficiente para resistir a la flexión. La planta necesita de esta resistencia para lograr la altura suficiente para captar el sol, en cual se ve expuesta además al viento. La relación resistencia-peso del bambú se aproxima a la del acero, y sus propiedades de resistencia a la flexión son comparables a aleaciones de aluminio de alta resistencia (Hidalgo López, 1974).

La planta resiste la deflexión típica de un voladizo columna (que suele ubicarse en la parte baja de esta) aumentando su sección transversal en la parte inferior, provocando un cambio en el perfil de deflexión. Debido al perfil cónico de la vara de bambú, la exposición al viento en la parte superior y el follaje, el patrón de deflexión es aún más exagerado (Dunkelberg, 1985). Además, la resistencia aumenta en la medida en que disminuye la longitud entre cada nodo, concentrando más resistencia en la parte inferior.

Por otra parte, el bambú al igual que la madera, posee mayor resistencia al corte de

manera transversal comparada a la manera longitudinal, esto debido a la forma en que se agrupan sus células, las cuales conforma tubos longitudinales por donde ocurre el intercambio de nutrientes y agua, y donde la capa de lignina que los agrupa es débil. Sin embargo, los diafragmas del bambú y nudos periódicos restringe la propagación de un corte más allá de un nudo (Hidalgo López 1974).

DIFERENCIAS

La escala de la planta es la principal diferencia que presenta el colihue frente a bambúes con consecuencias en la escala de su arquitectura. La longitud máxima de 5 metros aprox del colihue no se comparan, por ejemplo, con los 24 mts que puede alcanzar la Bambusa Balcoa, una de las especies con la que se construye en China. Una posible estrategia a adoptar es el apilamiento y ensamble de varas de colihue para alcanzar las escalas del bambú con el que se construye a nivel mundial.

Por otra parte, el bambú en general se caracteriza por poseer un culmo vacío, a la diferencia del colihue que lo posee lleno. Debido a esto, el bambú de culmo vacío es más vulnerable al corte en la medida que se le hagan perforaciones o aserrado versus el colihue que posee mayor trabajabilidad (observación del autor).

PRINCIPALES SISTEMAS ESTRUCTURALES

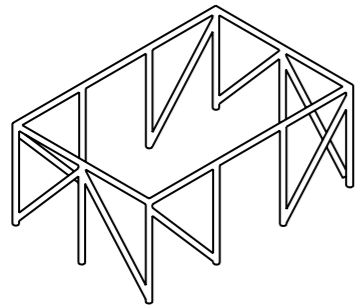


Imagen 6. Estructura reticulada.

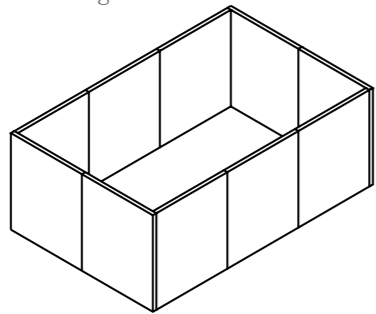


Imagen 7. Estructura de paneles.

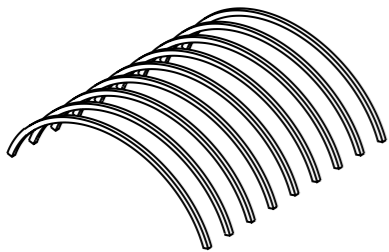


Imagen 7. Estructura de paneles.



Imagen 9. Estructura de cáscara de rejilla

Estructuras reticuladas: Red de elementos ensamblados con relleno entre ellos cuando es necesario. Sus uniones pueden ser fijas o articuladas dependiendo de las necesidades estructurales. Es altamente eficiente en bambúes con grandes secciones. Se utiliza el culmo a modo de vara recta. Se identifica este sistema estructural como el más común.

Estructuras de paneles: Se procesa el bambú para la manufactura de paneles. De esta manera se cambia la naturaleza del material para tener certeza de su comportamiento frente a las fuerzas ejercidas en él. Es producto del primer acercamiento por parte de la alta tecnología.

Estructuras de arcos: Red de elementos curvados ensamblados. A diferencia de estructuras de arcos en base a otros materiales que trabajan a compresión, estos elementos se estructuran por su resistencia a la flexión.

Estructuras de cáscaras de rejilla: Red de elementos ensamblados de tal manera de formar una estructura que resista las cargas impuestas a través de su forma tridimensional continua mínima. Al utilizar el bambú se aprovecha al máximo su poco peso y su flexibilidad. Existen variadas investigaciones de alta tecnología en el último tiempo aplicada cubiertas.

Debido a las similitudes que comparte el colihue con su homónimo mundial en relación a su comportamiento frente a fuerzas, se cree que todos estos sistemas estructurales son aplicables en colihue. Es por esto que a continuación se presentarán 3 referentes estructurales con mayor potencial de aplicar en el material estudiado.

REFERENTES



Imagen 10. Andamios de bambú.

REFERENTES



Imagen 11. Centro de Bienvenida Grand World Phu Quoc

Centro de Bienvenida Grand World Phu Quoc

Es una estructura a modo de portal para el plan maestro del complejo turístico Grand World Phu Quoc, ubicada en Phu Quoc, Vietnam. Sus arquitectos son VTN Architects. Su objetivo es encarnar la cultura vietnamita y ser símbolo del plan maestro. Para esto se proyecta una estructura de bambú con dos espacios en forma de loto y un tambor de bronce, símbolos de la cultura vietnamita.

Estructura

Su estructura es híbrida, combinando estructuras reticuladas, arcos y cáscaras de rejilla. El espacio es abierto y transparente. Se utilizan únicamente clavijas y cuerdas como conectores.

Análisis

Se reconoce como un referente por la capacidad que posee la estructura reticulada de conformar un volumen pregnante como espacio público. El espacio abierto, la transparencia, la ventilación natural y la iluminación son las principales características posibles de abordar en un proyecto en colihue. Además, a pesar de ser una estructura pixelada rígida y racional, logra una percepción de desvanecimiento con su entorno.



Imagen 12. Bamboo Forest

Bamboo forest

Es un pabellón construido para la exposición del aniversario nro. 30 de "The Asian Everyday: Possibilities in the Shifting World" en TOTO GALERIA MA, una de las galerías más importantes en Japón. Está ubicada en la sucursal principal de la galería, en Tokio, Japón. Sus arquitectos son Vo Trong Nghia Architects (VTN Architects). Tiene como objetivo mostrar el proceso habitual de la realización de sus estructuras de bambú.

Estructura

La estructura está compuesta por 3 tipos de elementos: Trama tridimensional reticulada para conformar un volumen; Arcos que intersecan la trama para crear un espacio abierto; 31 cajas a modo de macetero para solidificar toda la estructura. Se utilizan únicamente clavijas y cuerdas como conectores.

Análisis

Se reconoce como un referente debido a la utilización de un bambú más cercano a la escala que posee el colihue y la utilización de la estructura como un soporte para objetos, en este caso, maceteros, es decir, se identifica el potencial de mueble.



Imagen 13. Pabellón M.A.P.

Pabellón M.A.P

Es un pabellón ganador de un concurso para artistas lanzado por la organización cultural BABEL. De carácter temporal, está ubicado en el campus de la Universidad de Macao en Hengqin island, China. Sus arquitectos son Impromptu Projects. Su objetivo es romper con la arquitectura dura basado en concreto en el espacio público a través de la abstracción de 3 árboles, activando actividades al aire libre de una comunidad local.

Estructura

Su estructura es una trama tridimensional reticulada que se une a través de las copas de los árboles, permitiendo la creación de arcos naturales y otorgando la solidez estructural a la instalación. Los límites exteriores de la cubierta se aseguran a las columnas mediante diagonales entrecruzadas.

Análisis

Se reconoce como un referente por la utilización de un modulo capaz de replicarse y adaptarse a las necesidades que tenga un emplazamiento. Además, la estrategia de una columna con cubierta en sus 360° se reconoce como apta para evadir la exposición del sistema estructural a las condiciones climáticas en un proyecto de carácter permanente. Por otra parte, a pesar de ser una estructura pixelada rígida y racional, logra una percepción de desvanecimiento con su entorno.

TECNOLOGÍA

La tecnología en relación con el material está dada en función de su comportamiento imprevisible frente a fuerzas. Podemos clasificarlas según su nivel de desarrollo en:

Baja tecnología: Se refiere a tecnología sencilla, ligada a la tradición, artesanía y herramientas caseras. La arquitectura en bambú está en gran medida mediada por este tipo de tecnología debido al arraigo en culturas asiáticas o africana. La sencillez de las técnicas permite una adaptabilidad eficiente al momento de trabajar con la imprevisibilidad del material, debido a que se da proceso dialógico entre el maestro y el material. Como cada vara de bambú es única, cada unión entre varas también será única. (Kamath, 2013).



Imagen 14. Unión baja tecnología

Alta tecnología: Se refiere a la tecnología más avanzada disponible. En relación con la construcción en bambú, está ligada principalmente a programas de modelamiento y fabricación digitales. La alta tecnología permite una mayor exploración formal a través de algoritmos, pero necesita trabajar con

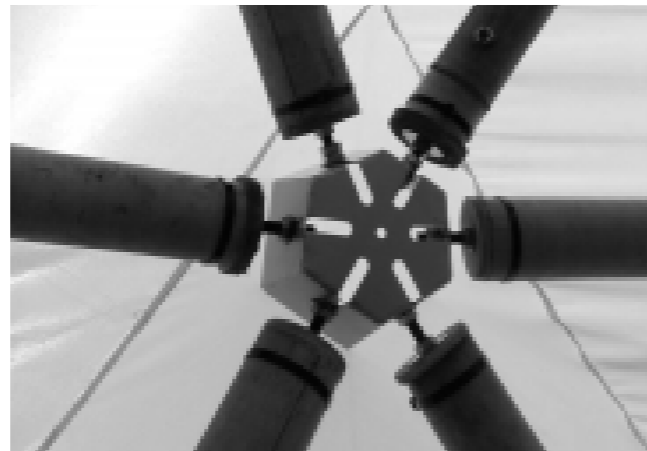


Imagen 15. Unión alta tecnología

materiales de los cuales conozca sus propiedades físicas y mecánicas específicamente, donde el bambú se aleja diametralmente (Kamath, 2013).

Debido a la imprevisibilidad del material, la aplicación de nuevas tecnologías en el campo de la arquitectura con bambú requiere de una metodología específica de diseño para poder aplicarlas. Para esto, se acude al termino “flujo de trabajo”, definido como:

“Herramientas que automatizan los procesos de la organización, coordinando e integrando todos sus elementos (usuarios, actividades y recursos) en un mismo entorno para conseguir una mayor efectividad y eficiencia en los procesos” (Rodríguez Muñoz J.,2002)

Bajo este concepto, se ha buscado hace uso de ambas tecnologías, tomando lo mejor de cada una. Por un lado, el conocimiento práctico de maestros y artesanos en bambú, aplicado a proyectos que integren en alguna de sus fases tecnologías avanzadas.

DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA ARQUITECTÓNICO

Se reconoce una disponibilidad del material en algunas partes del país. Se decide que la mejor ubicación para un proyecto en colihue es un lugar con abundancia del material por: 1) Existe una cercanía con el material de parte de la población a la que estaría destinado el proyecto 2) Se disminuyen los trayectos de transporte del material para reducir emisiones de CO2 y potenciar aún más su carácter sustentable.

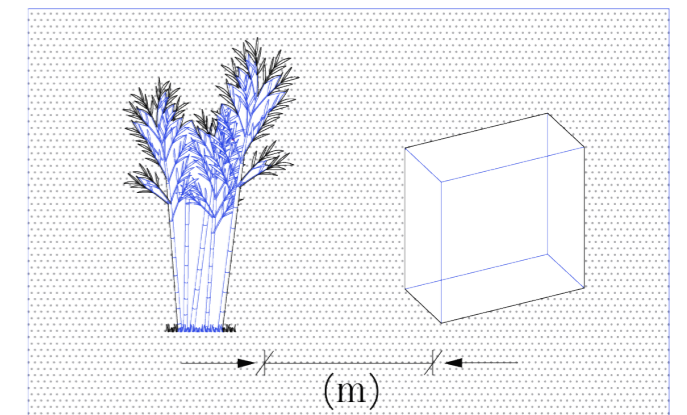


Imagen 16. Cercanía entre material y pro

Se reconoce una morfología distintiva que desemboca en comportamientos particulares a fuerzas. Las diferencias que posee el colihue (escala menor y culmo lleno) desembocarán en estrategias constructivas diferentes a los referentes estudiados. Se cree que la estrategia por acumulación de varas puede salvar las diferencias de escala que existen.

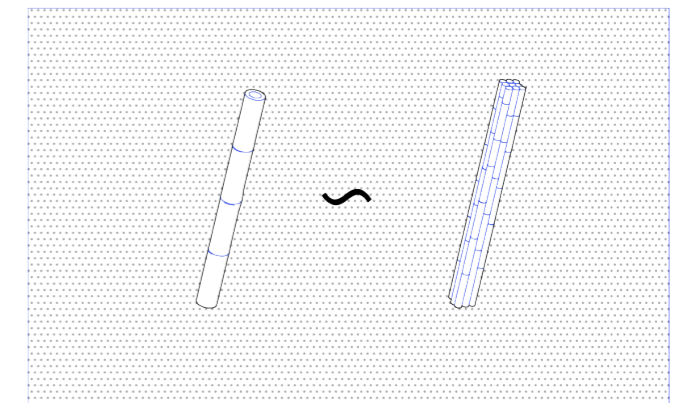


Imagen 17. Equivalencia por apilamiento.

Se identifica además la relación que tiene el bambú con la alta y baja tecnología. Se cree que ambas son potenciales de uso frente a un proyecto en colihue en un mismo proyecto, dependiendo la complejidad de la unión.

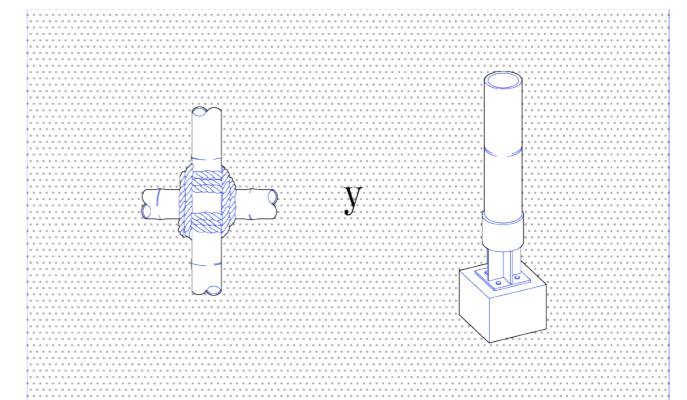


Imagen 18. Utilización de baja y alta tecnología.

Por otra parte, se identifica los sistemas estructurales más utilizados en bambú. Se concluye que cualquiera de estos sistemas constructivos puede ser aplicado en colihue, pero que el sistema de entramado hace más práctico el trabajo para una mano de obra inexistente en Chile. Se estudian referentes y se consideran sus estrategias en relación con la estructura.

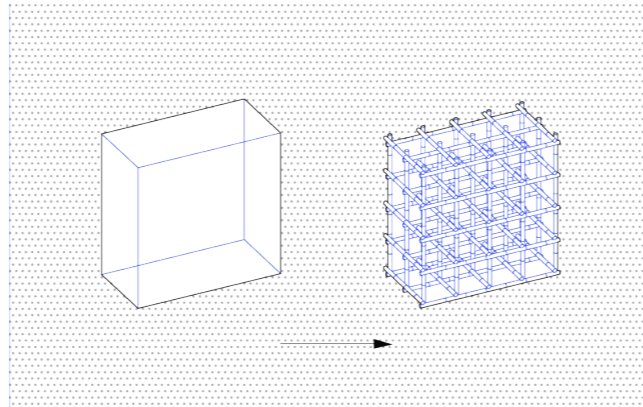


Imagen 18. Sistema reticulado como mejor opción

Se identifica que por el solo hecho de trabajar con colihue como principal material de construcción existe una gran capacidad para disminuir las emisiones de CO2, pero que es necesario hacerse cargo del fin de ciclo de vida del material. Por esto se hace relevante una estrategia de reutilización del material. La asociación con una empresa que manufacture paneles de colihue es una potencial estrategia para incorporar en el modelo de gestión.

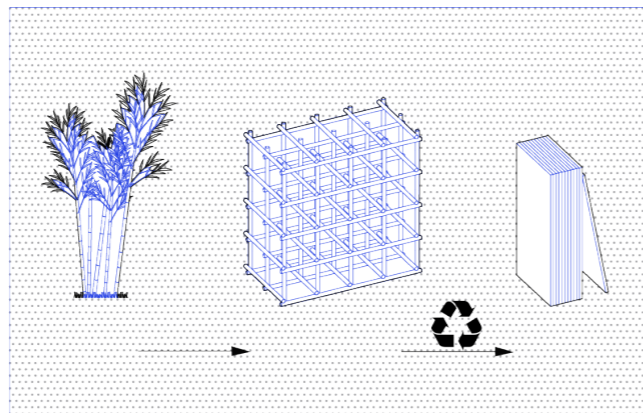


Imagen 19. Reciclaje de colihue

CONSTRUCCIÓN DEL ARGUMENTO PROYECTUAL

Para la selección del programa, se toma como principal referencia la necesidad de cambiar la perspectiva negativa de la población con respecto al material. Se cree que un proyecto de espacio público tiene la capacidad de generar identidad y apropiación por parte de los habitantes y con esto revertir el estigma y la subvaloración. Si bien las personas tienen la capacidad de transformar los lugares que habitan, estos también poseen la capacidad de transformar a las personas (Garriz E., Schroeder R. 2014).

Debido a la naturaleza del material, orgánico y liviano, se identifican las estructuras de cubierta como el destino apropiado para que el material pueda relucir su potencial formal y estructural. De esta manera, el proyecto se constituye como una cubierta en espacio público. Frente a esto, cabe preguntarse ¿qué problema arquitectónico puede ser resuelto por una cubierta en el espacio público y que a su vez potencie el cambio de perspectiva sobre el material colihue?

La dimensión social del espacio público llama a la apropiación de este por parte de la comunidad, y por lo tanto se hace relevante su valoración frente a la solución de un problema en específico (Garriz E., Schroeder R. 2014). De esta manera, se identifica como un problema la necesidad de un espacio público que permita la realización de actividades durante todas las estaciones del año, sobre todo al sur del país, lugar donde además crece el colihue. Así, la lluvia, como condición climática inherente a un lugar, es un factor/problema para sus

habitantes, puesto que coarta el acceso a la ciudad y sus distintas actividades al aire libre.



Imagen 20. Utilización del espacio público

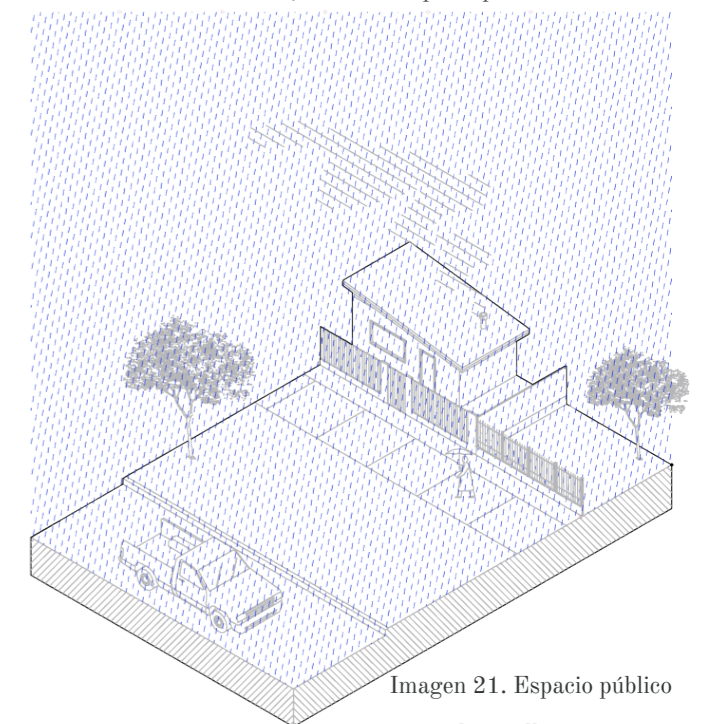


Imagen 21. Espacio público coartado por lluvia.

De esta manera, la localización del lugar estará definida en primera instancia por un territorio donde exista abundancia del material y donde exista la necesidad de un proyecto de cubierta para la lluvia.

La definición del programa afectado por la lluvia se concluirá de un análisis previo para

identificar una problemática local que de cuenta de las principales necesidades de la comuna. De esta manera se asegura una influencia a nivel comunal aumentando las posibilidades de un cambio de perspectiva en torno al material. El emplazamiento del proyecto estará en función del programa identificado y de las posibilidades de solucionarlo con una cubierta de colihue.

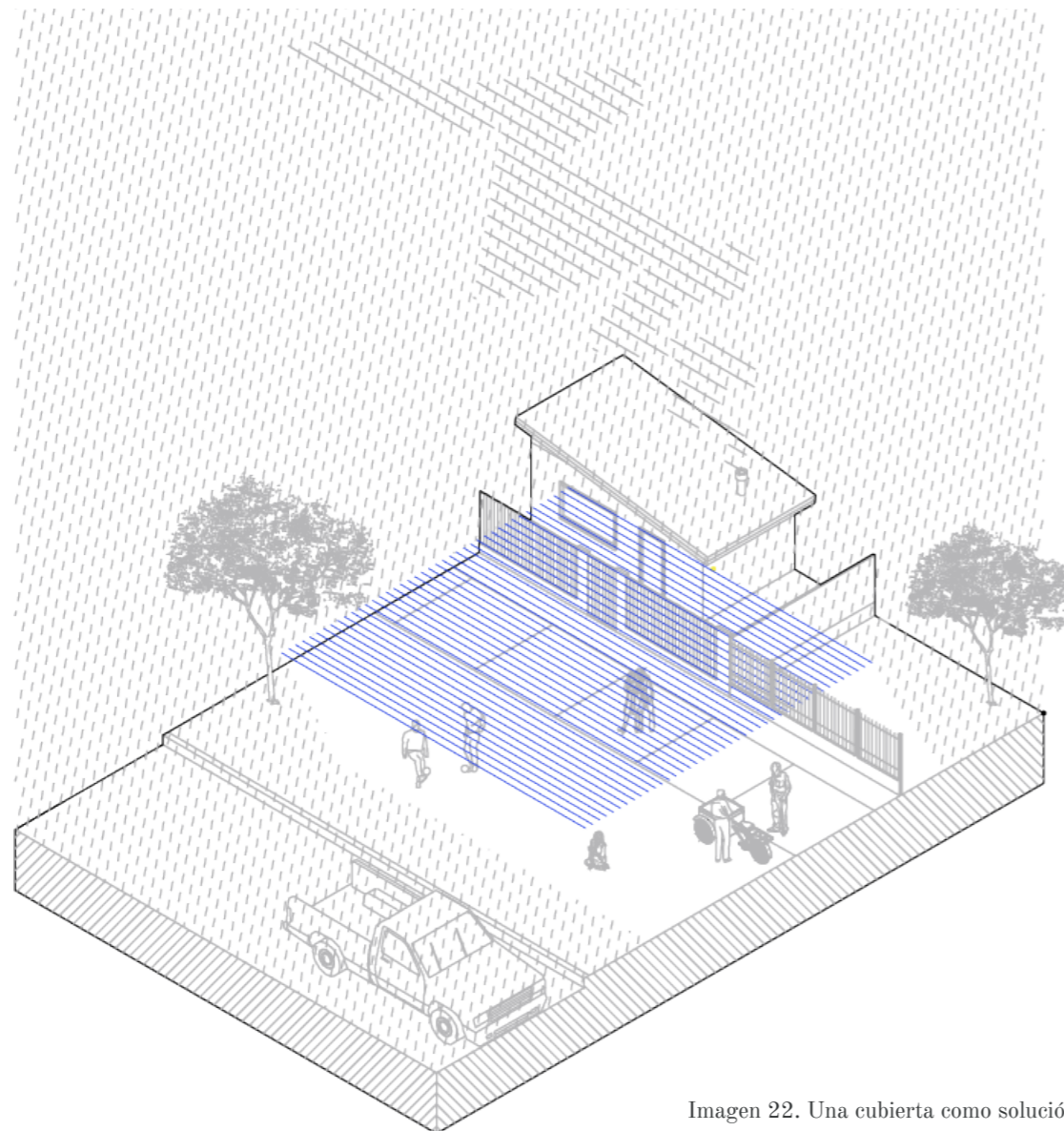
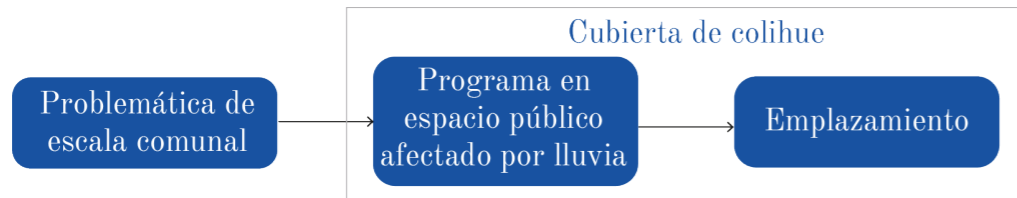
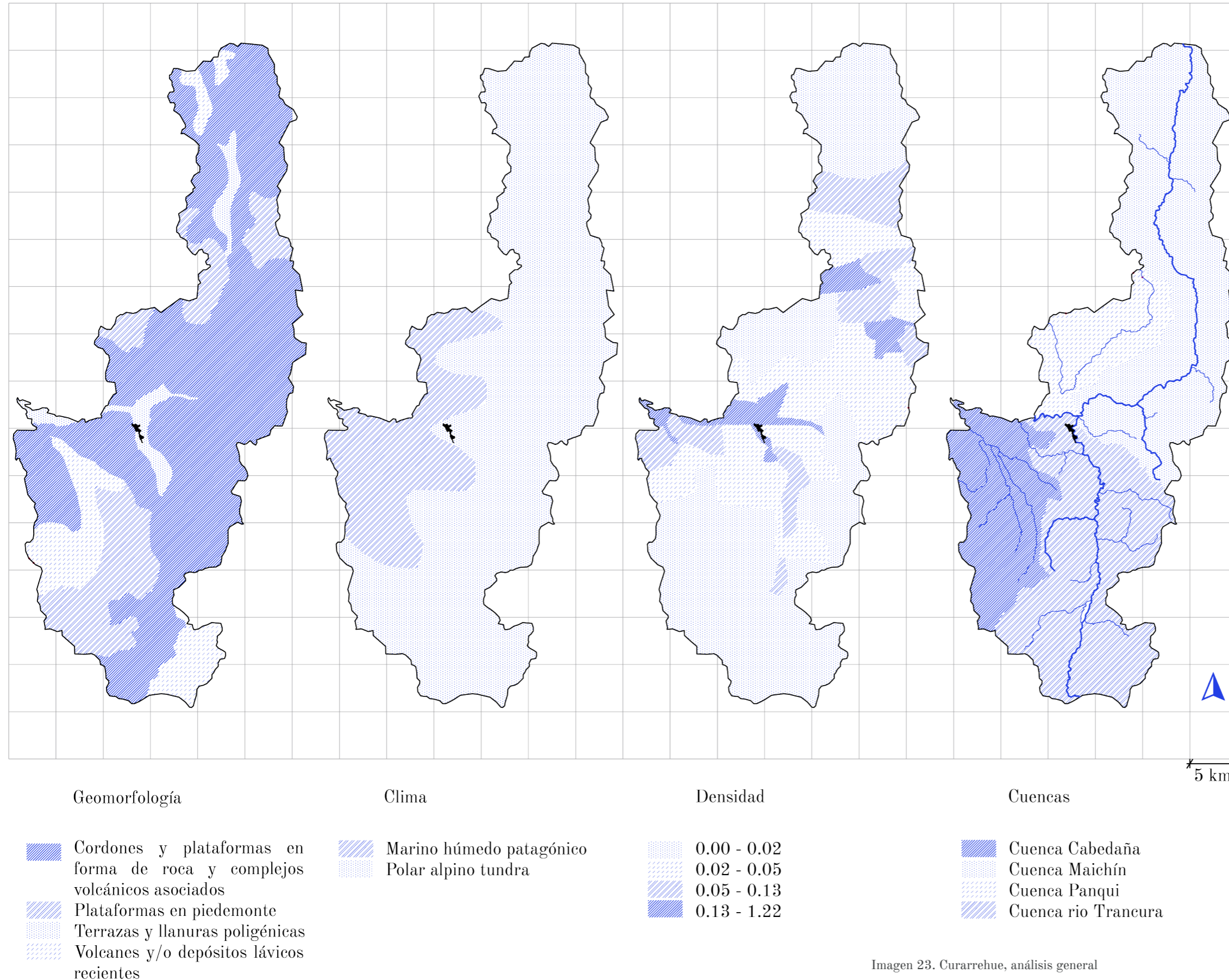


Imagen 22. Una cubierta como solución

CAPÍTULO III: PROGRAMA Y LOCALIZACIÓN

CURARREHUE, ANÁLISIS GENERAL



Curarrehue se ubica en la región de la Araucanía, provincia de Cautín, hacia la cordillera, en el sector del bosque de Trancura, río en el que se emplaza la zona urbana. Al ser un territorio cordillerano tiene grandes diferencias de altitud. Su geografía es resultado de efectos erosivos, volcánicos, glaciares y fluviales.

Su clima es del tipo templado cálido con estación seca corta. Debido a su ubicación en la cordillera, presenta un aumento de las precipitaciones y un descenso de las temperaturas con respecto al nivel regional.

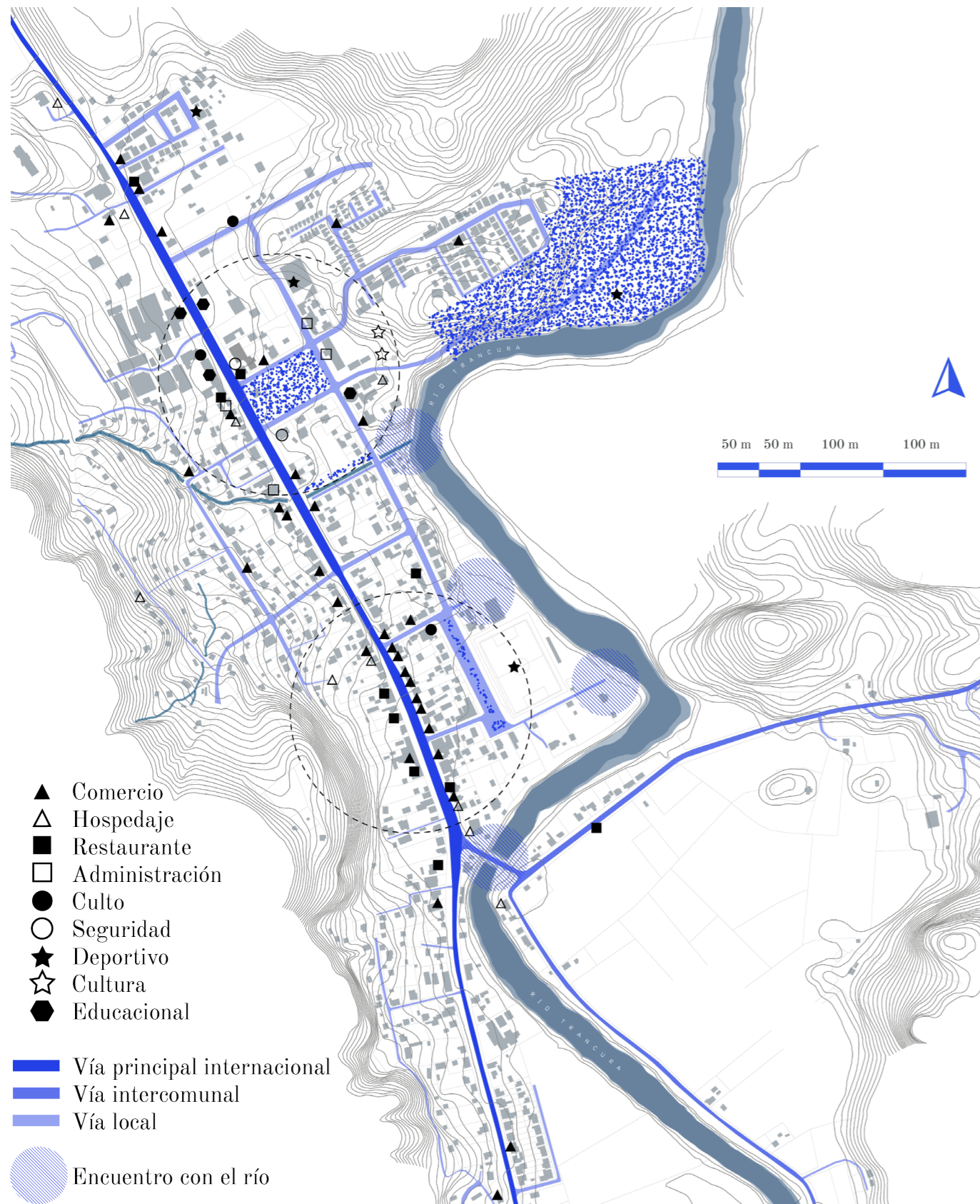
Su Hidrografía se compone principalmente por los ríos Trancura, Maichín y Pucón, todos ellos de régimen mixto de carácter torrencial debido a las numerosas precipitaciones. Las zonas rurales se administran en relación a sus cuencas.

Su vegetación es abundante, tomando especial relevancia las áreas silvestres protegidas por el Estado (SNASPE), ocupando el 74% de la superficie comunal. Posée cerca de 6797 hectáreas con presencia de colihue que se traducen en 1.001.630 toneladas (Campos, 2003).

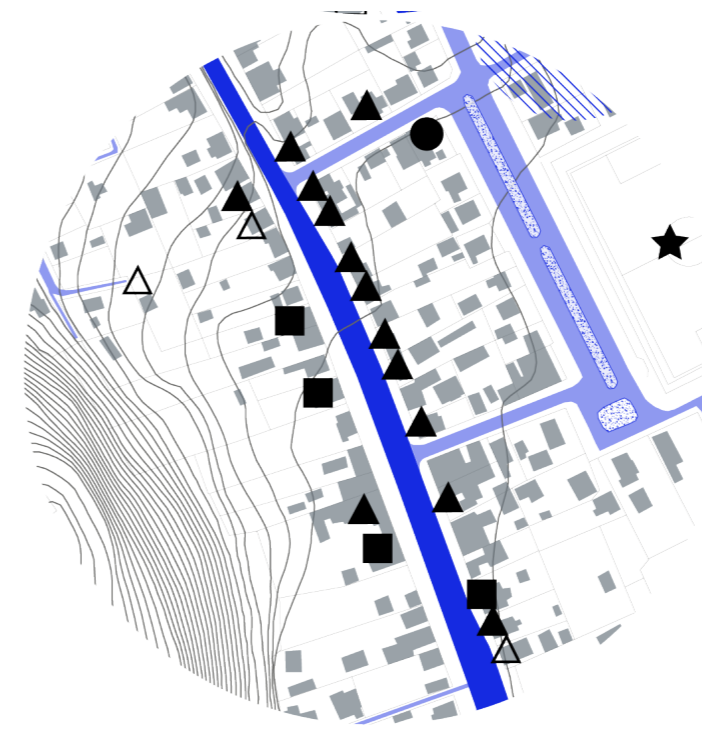
Su población es de 7.489 personas donde el 72% es población rural. Se puede identificar como un territorio intercultural con énfasis en una cultura campesina rural y una cultura mapuche pehuenche.

Imagen 23. Curarrehue, análisis general

CURARREHUE, ANÁLISIS URBANO



Sector cívico



Sector comercial

La zona urbana de Curarrehue se emplaza a orillas del río Trancura. Posee una geografía accidentada que desemboca en diferencias de terreno importantes a considerar.

Posee una vía principal, Av. Bernardo O'Higgins, que conecta hacia el paso fronterizo Mamuil Malal, en torno a la cual se encuentran casi la totalidad de los equipamientos. En torno a esta vía se identifica una trama ortogonal de las manzanas, pero que cambia dependiendo de su geografía en la hacia el oriente y poniente. Se identifican dos sectores con vocaciones distintas respecto sus equipamientos: Un sector cívico compuesto por la plaza de armas, Municipalidad, biblioteca y recintos culturales, y otro sector de vocación más bien comercial.

Posee 4 áreas verdes en el espacio pública: La llamada "cancha en el bosque", parque de envergadura considerable, pero difícil de mantener en seguridad y limpieza por parte del municipio; La plaza de armas, principal espacio público de la comuna; Un bandejón central continuo frente al estadio, con maquinas para hacer ejercicio; El paseo Pulongo, vía peatonal paralela al canal Pulongo, donde comerciantes venden sus productos durante el año.

Se identifica que la comuna le da la espalda al río, sin vías peatonales o vehiculares que lleguen a su orilla, a excepción del puente que conecta con el poblado de Reigolil.

Imagen 24, 25 y 26. Curarrehue, análisis general

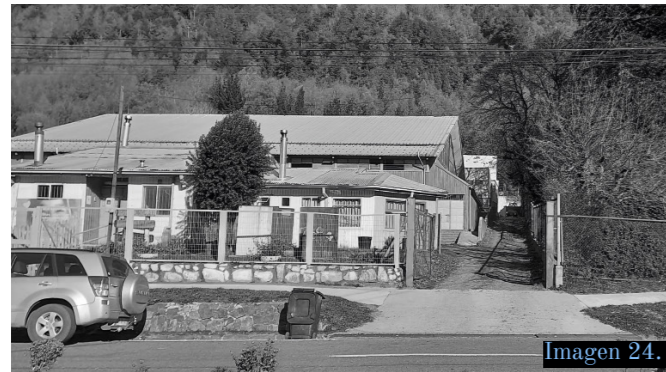


Imagen 24.



Imagen 28.



Imagen 25.



Imagen 29.



Imagen 26.



Imagen 30.



Imagen 27.



Imagen 31.

Geografía accidentada

Inaccessibilidad al río

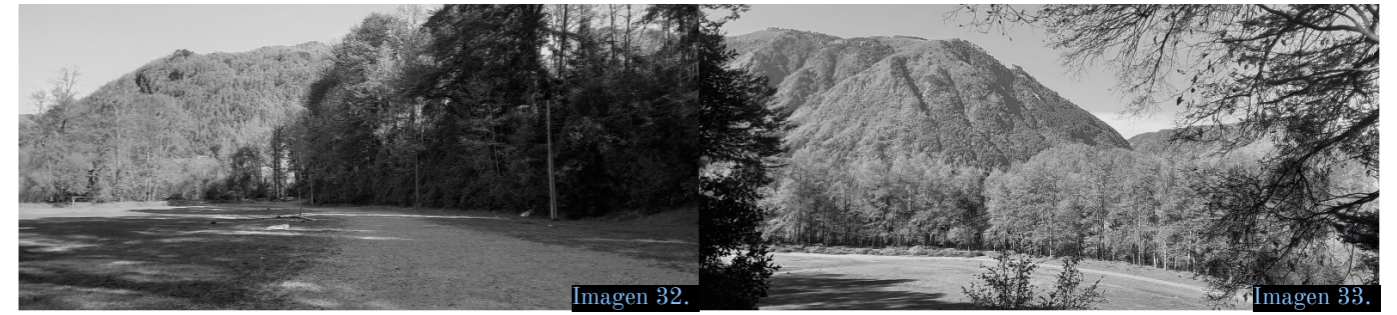


Imagen 32.

Imagen 33.

La cancha en el bosque



Imagen 34.

Imagen 35.

Plaza de armas

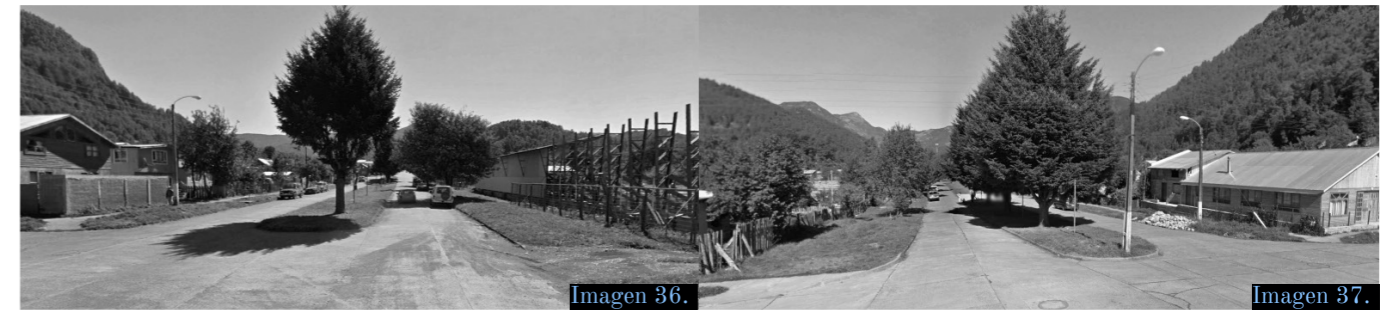


Imagen 36.

Imagen 37.

Bandejón central frente a estadio municipal

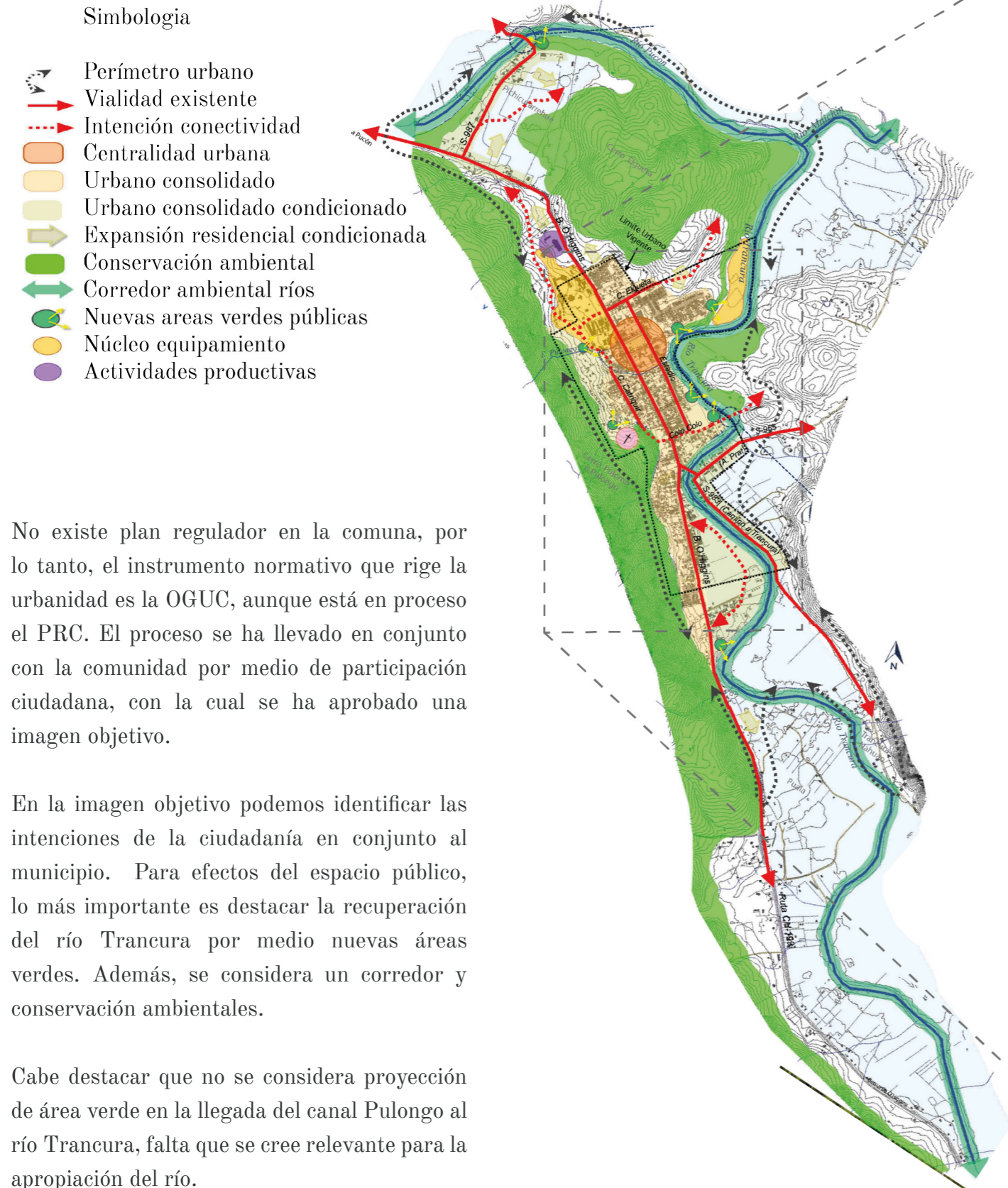


Imagen 38.

Imagen 39.

Paseo pulongo

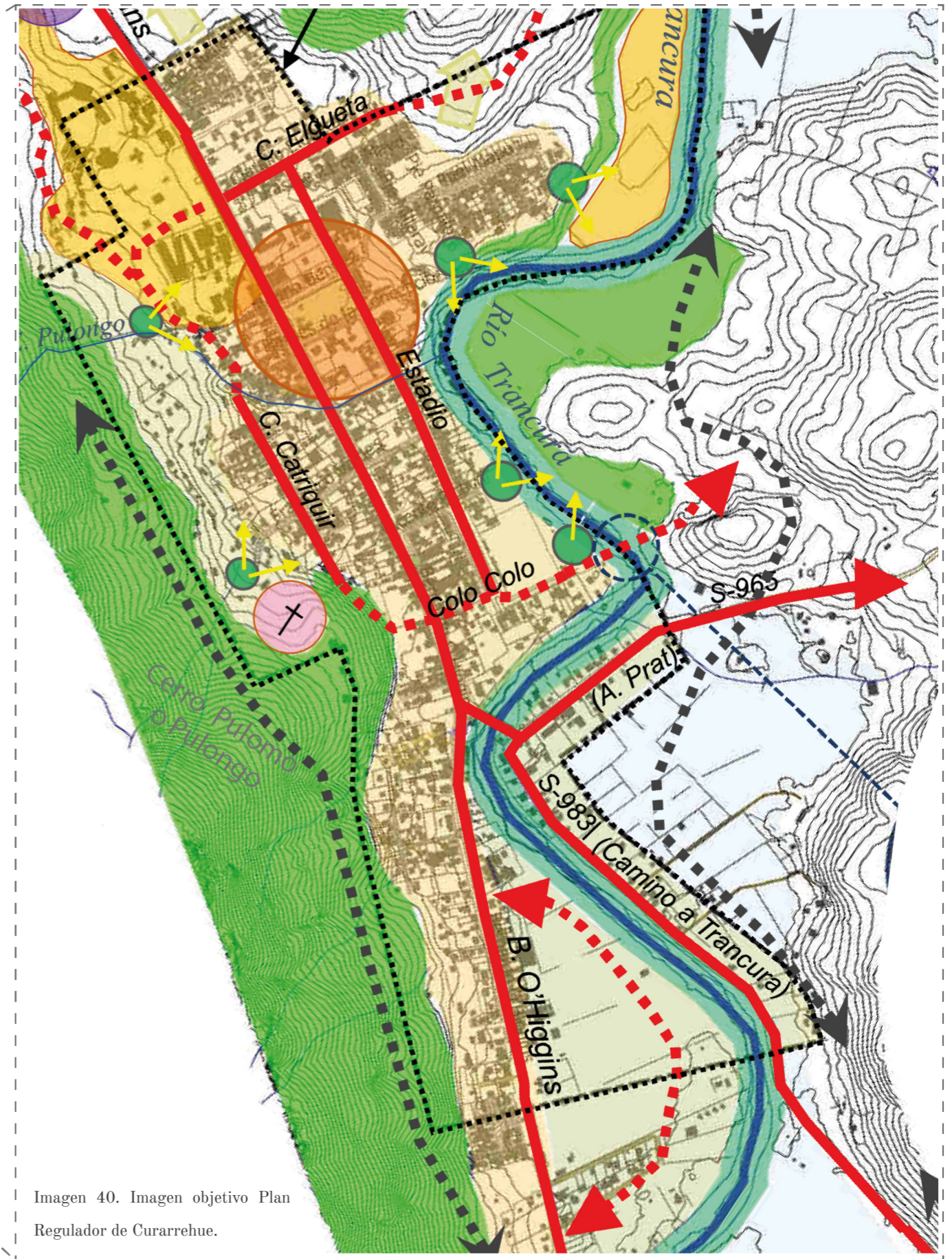
IMAGEN OBJETIVO PLAN REGULADOR CURARREHUE



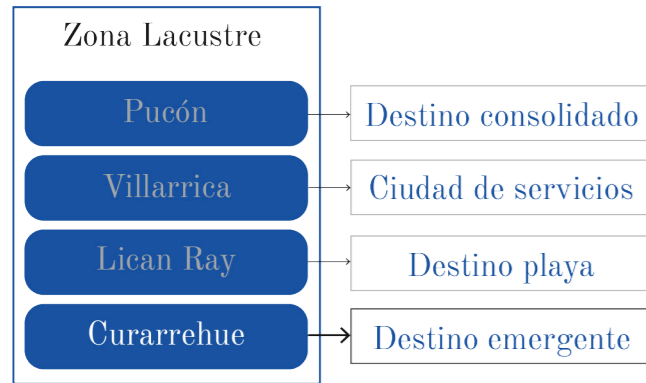
No existe plan regulador en la comuna, por lo tanto, el instrumento normativo que rige la urbanidad es la OGUC, aunque está en proceso el PRC. El proceso se ha llevado en conjunto con la comunidad por medio de participación ciudadana, con la cual se ha aprobado una imagen objetivo.

En la imagen objetivo podemos identificar las intenciones de la ciudadanía en conjunto al municipio. Para efectos del espacio público, lo más importante es destacar la recuperación del río Trancura por medio nuevas áreas verdes. Además, se considera un corredor y conservación ambientales.

Cabe destacar que no se considera proyección de área verde en la llegada del canal Pulongo al río Trancura, falta que se cree relevante para la apropiación del río.



PROGRAMA



Esquema 2. Zona lacustre.

Una de las principales vulnerabilidades frente a la crisis climática es el **desarrollo incontrolado del turismo** en el contexto cercano a la comuna. Se ubica en la zona lacustre, una de las áreas de mayor desarrollo turístico del país.

Las negatividades que trae consigo el turismo según Cruz Moreno (2017) son: Carácter inflacionista; Expulsión de población activa sin competencia en el turismo; La alta población flotante presiona mercados sensibles como el alimento y la vivienda; Impacto ambiental.

Bajo este contexto se debe decir que la comuna de Curarrehue no se ha visto interesada de desarrollar un turismo como el de sus comunas vecinas. Según el PLADECO 2018-2022, en base a una encuesta ciudadana hecha por la municipalidad, el enfoque debería estar en promover el desarrollo del turismo cultural y rural medioambientalmente responsable. **Así, se define actividades en torno al turismo como parte del programa del proyecto**

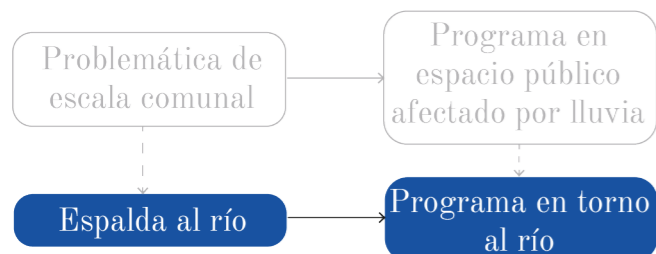


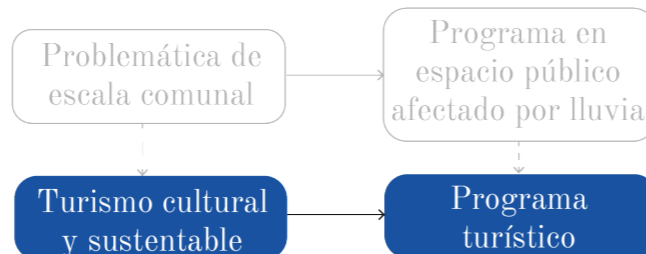
Imagen 41. Contaminación del río Trancura.

Una segunda gran vulnerabilidad es **falta de una planta de tratamiento de aguas servidas** para la comuna y la consecuente evacuación de estas al río Trancura. Existe un sistema de alcantarillado que conecta 800 viviendas el cual desemboca en 7 tuberías que descargan sus aguas servidas directamente al río.

Es esta la principal razón por la cual la ciudad le ha dado la espalda al río, no reconociendo su potencial paisajístico, ambiental, social y turístico.

En relación con la solución del problema, actualmente se está haciendo un estudio de prefactibilidad para una planta de tratamiento de aguas servidas. Aunque la solución está en camino, aún debe considerarse la manera en que la ciudad volverá a apropiarse de las orillas del río de manera sustentable y sostenible. **Así se define actividades en torno al río como la otra parte del programa del proyecto.**

Esquema 3 y 4 respectivaente. Programa

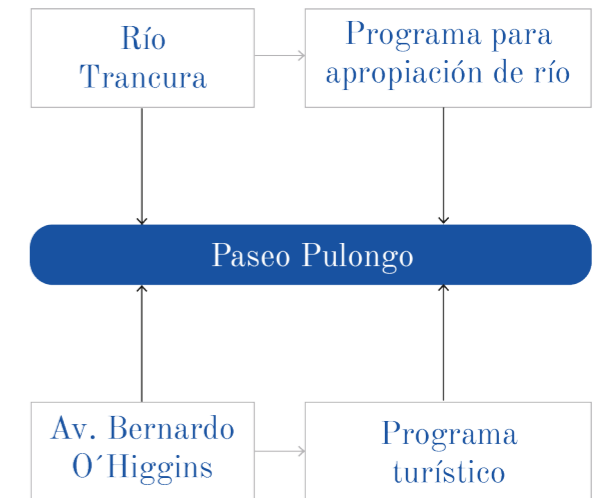


Definición de emplazamiento

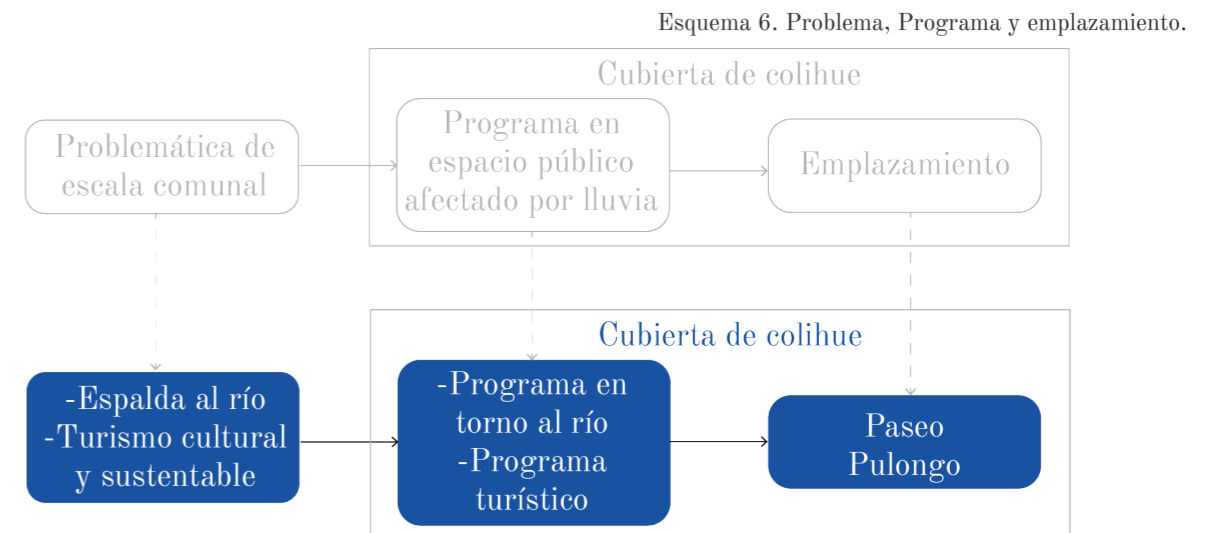
Ya identificados los principales problemas de espacio público en Curarrehue (El desarrollo descontrolado del turismo y la espalda al río) se busca que el emplazamiento de cuenta de ambos. Se identifica que cada problema tiene desarrollo en lugares distintos de la comuna. La zona con mayor alcance turístico es la vía principal, Av. Bernardo O'Higgins, y la espalda al río se da en su contexto inmediato.

Se decide que el emplazamiento ha de unir el río con la vía principal, de manera de poder dar solución a ambas problemáticas. La relación de los programas de apropiación del río y el desarrollo del turismo son dialogantes entre sí, potenciando uno al otro.

Se identifica el paseo Pulongo como el conector ideal entre las situaciones mencionadas, debido a su marcado carácter geográfico (atribuido al canal del mismo nombre) y al actual desarrollo de actividades comerciales.



Esquema 5. Emplazamiento.



Esquema 6. Problema, Programa y emplazamiento.

PASEO PULONGO

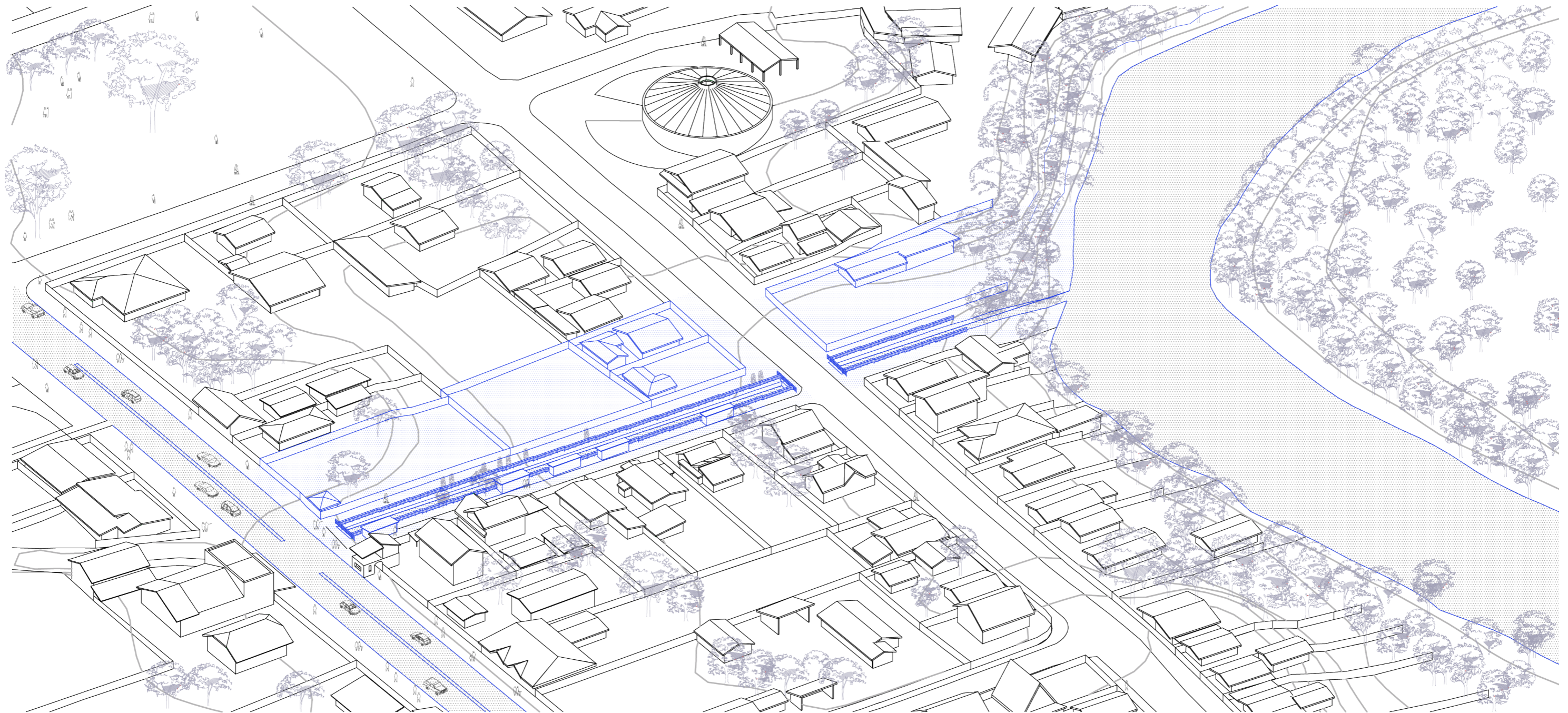


Imagen 42. Emplazamiento.



Imagen 43. Paseo Pulongo.

CAPÍTULO IV: PROPUESTA

PARTIDO GENERAL

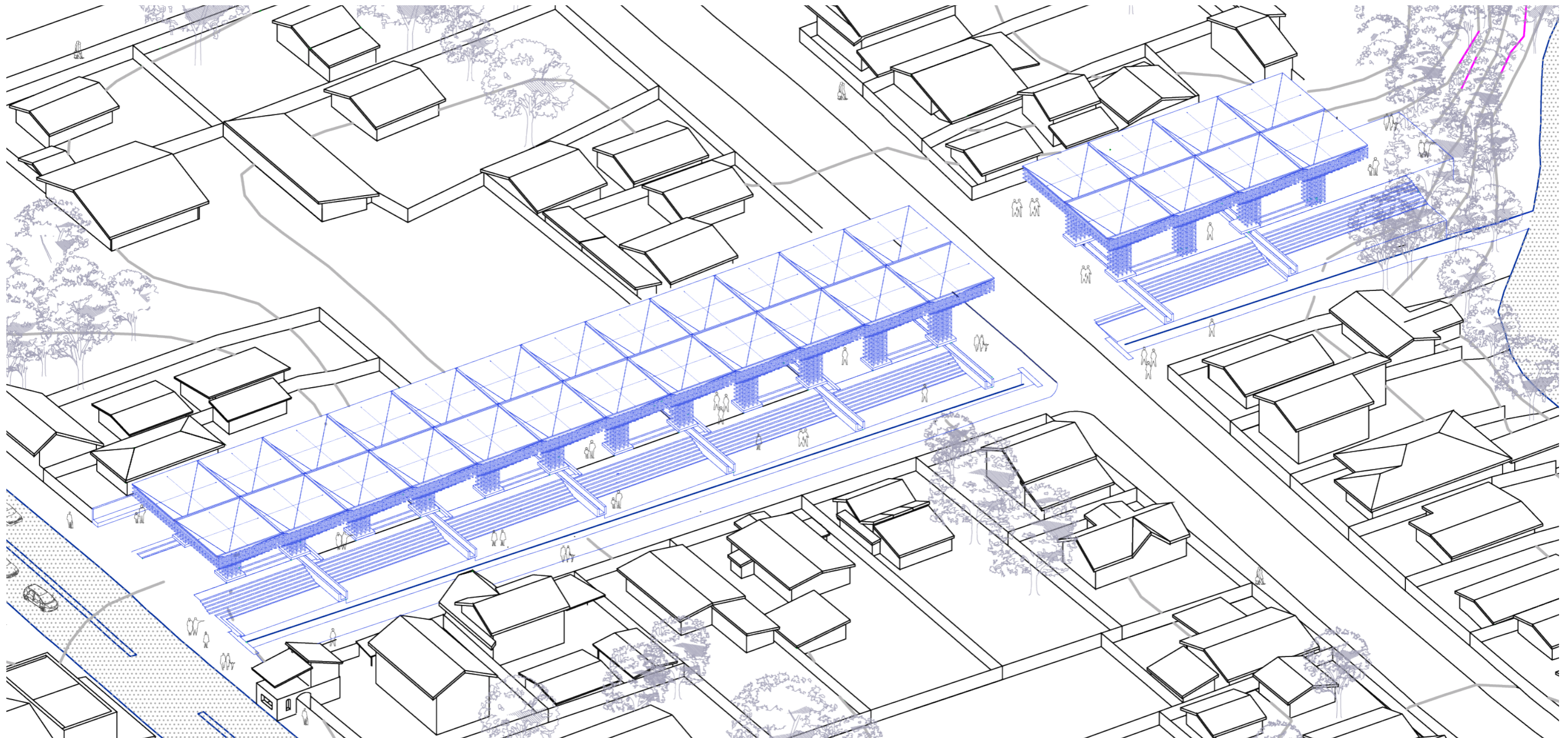
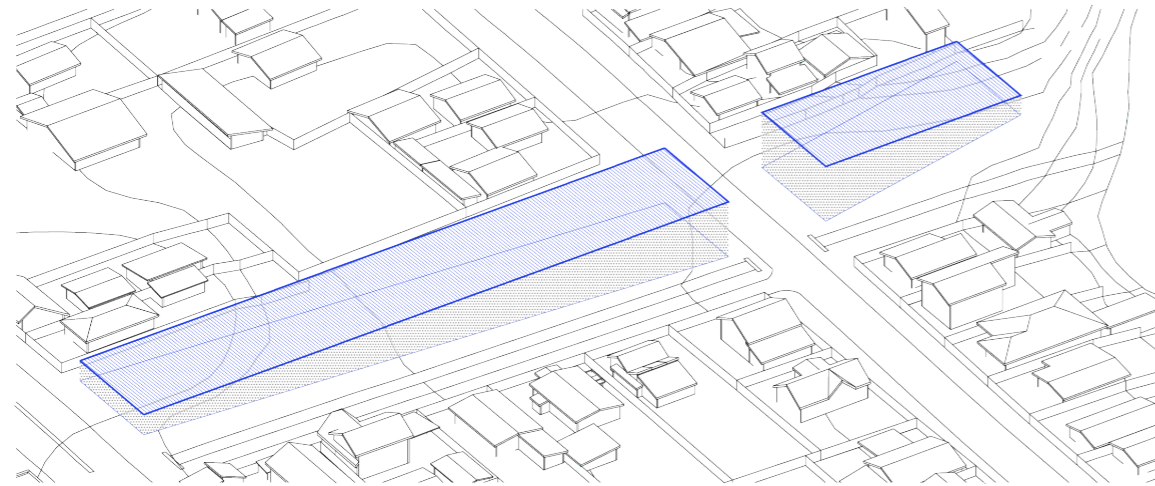


Imagen 44. Paseo Axonométrica partido general.

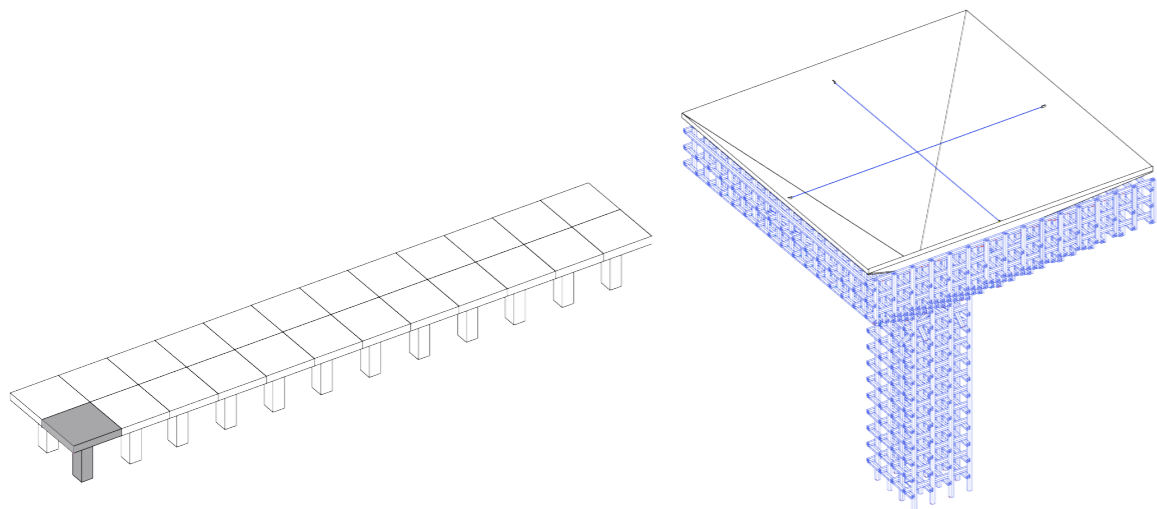
ESTRATEGIAS DE DISEÑO

El pasillo



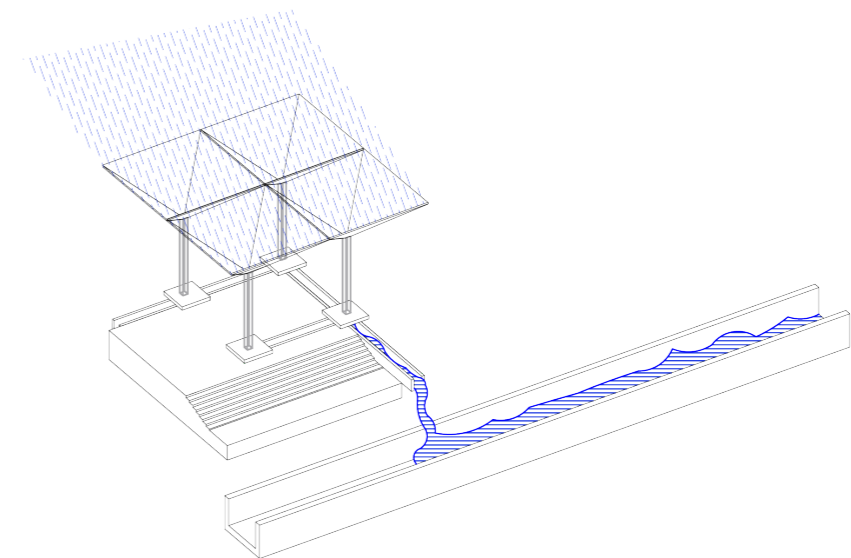
Se configura un pasillo techado por medio de dos cubiertas de manera paralela al canal Pulongo. Se dispone en el centro del eje longitudinal, evitando invadir violentamente a los vecinos y entregando espacio hacia el canal para ponerlo en valor. Mantiene una altura constante independiente la topografía del terreno, de manera tal de reconocerla como un contrapunto, permitiendo el cambio de altura de la cubierta y demostrando las capacidades estructurales del material colihue.

El módulo



Se modularizan las cubiertas en un elemento fácil de replicar. Se busca que los elementos estructurales estén protegidos de la lluvia y el sol, por tanto, se decide ubicar la columna al centro. El módulo se estructura con un entramado reticulado, posibilitando la apropiación de los intersticios por parte de los habitantes. De esta manera, la arquitectura se también se habita como un mueble.

La lluvia



Se arquitecturiza la lluvia para dar valor al ciclo del agua y como un símbolo de la reapropiación del río Trancura. Para esto el módulo se configura como un embudo. Luego, a través de una serie de canales se lleva el agua canal Pulongo. De esta manera no solo la cubierta recibe el agua, sino también la topografía. Se busca que el movimiento del agua sea siempre percibido.

PLANIMETRÍA

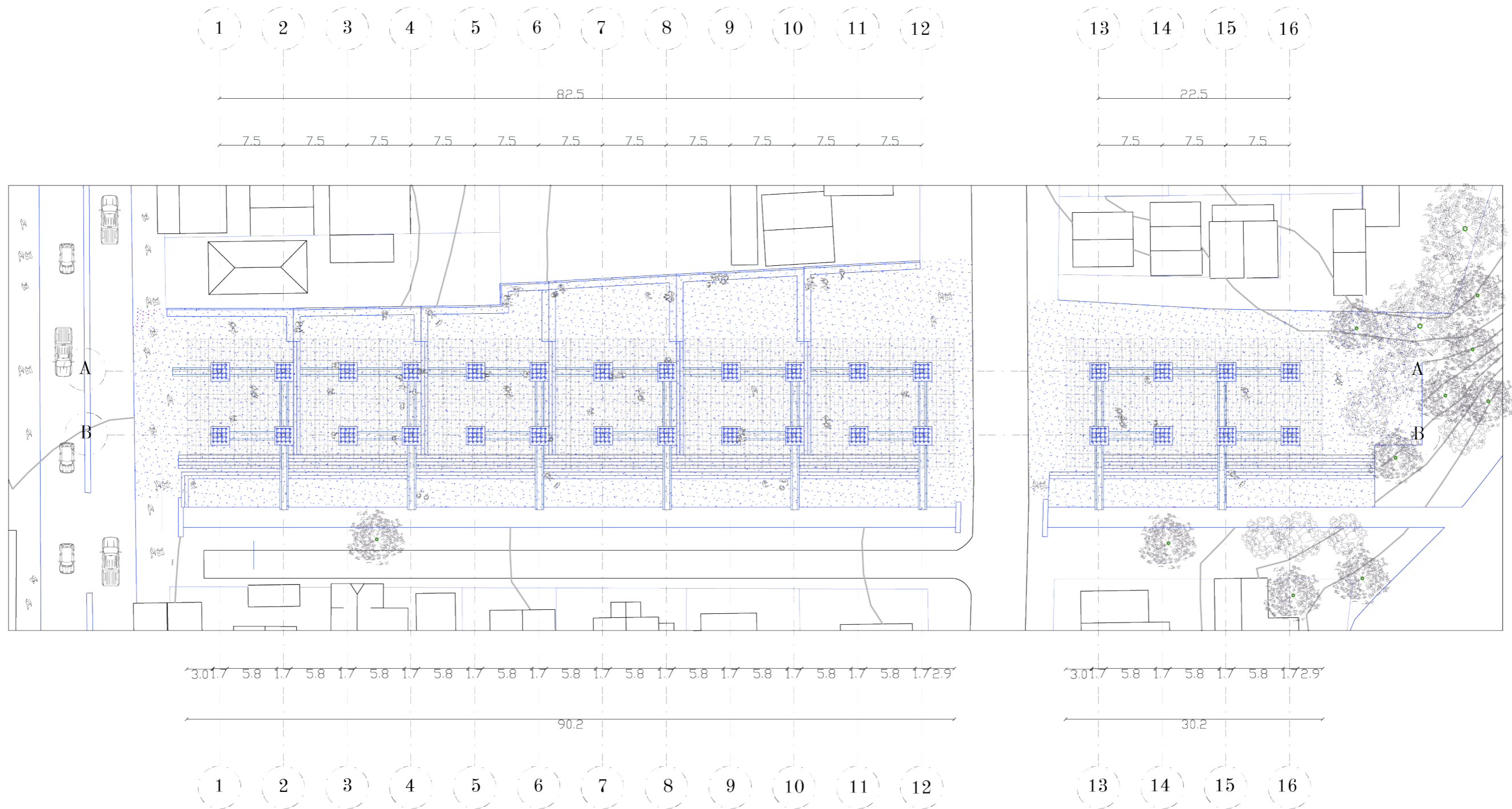


Imagen 48. Planta primer piso

PLANIMETRÍA

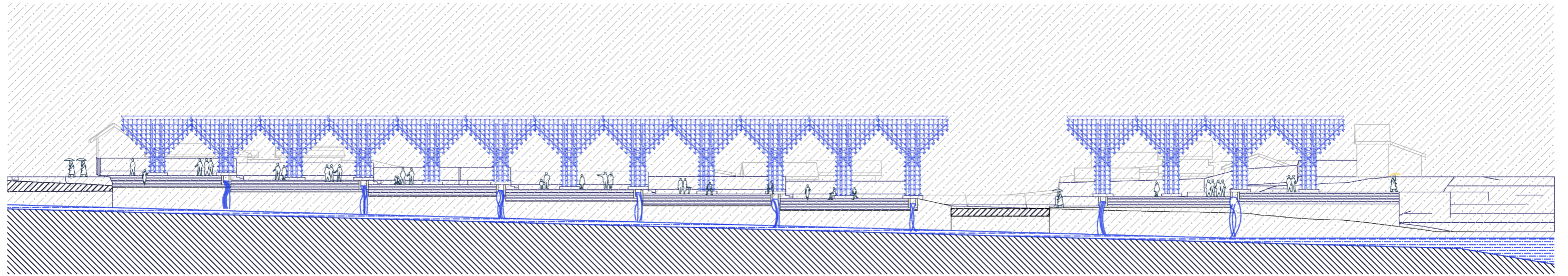


Imagen 49. Elevación sur-oriente

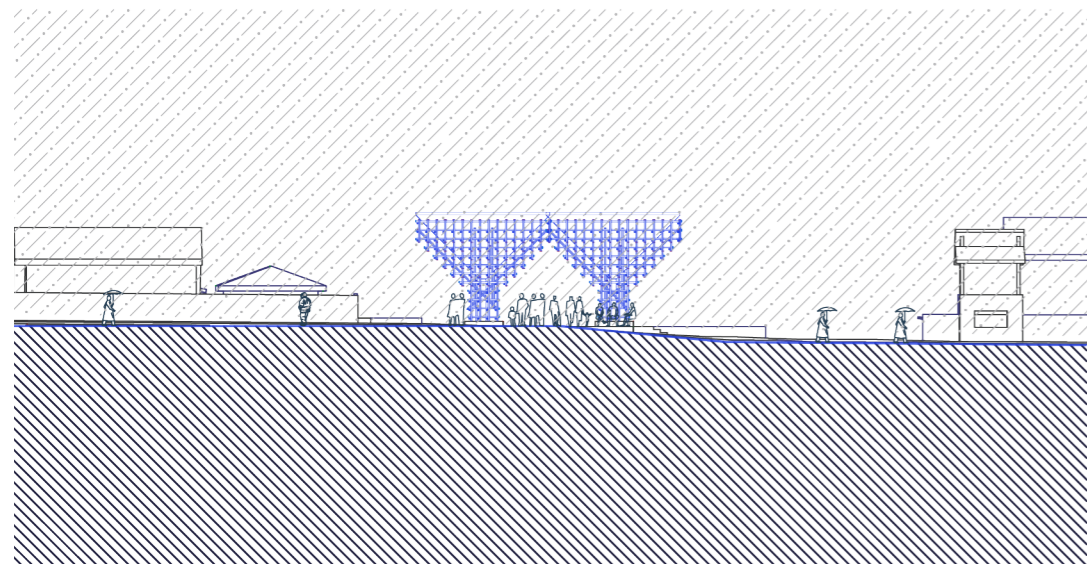


Imagen 50. Elevación sur-poniente

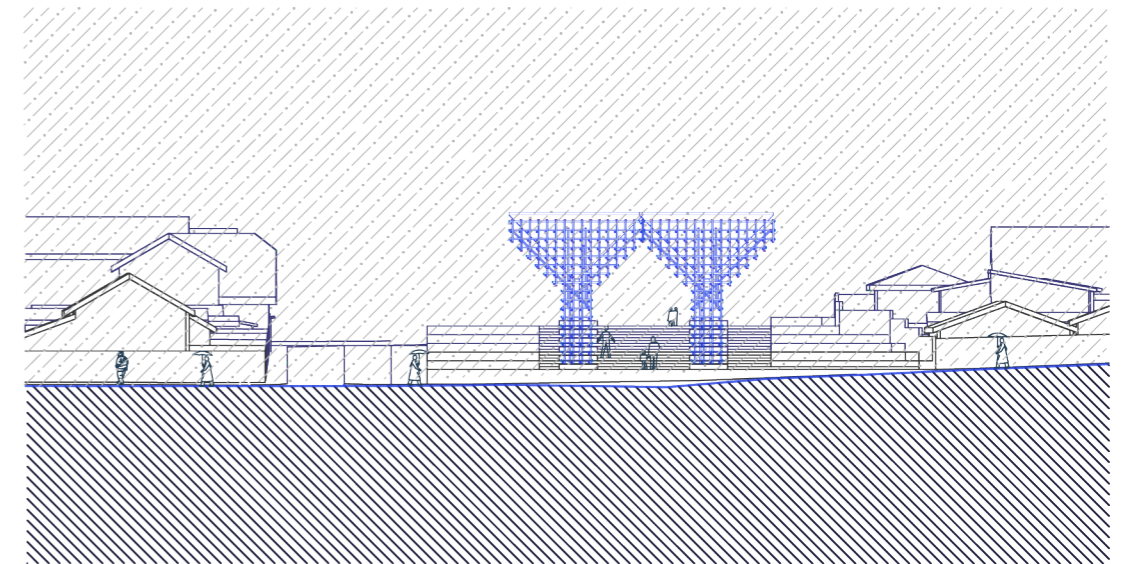


Imagen 51. Elevación nor-oriente

CAPÍTULO V: REFERENCIAS

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Akinlabi, E. T., Anane-Fenin, K., & Akwada, D. R. (2017). Bamboo [electronic resource] : The Multipurpose Plant (1st ed. 2017.). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-56808-9>.

Arehart, J. H., Hart, J., Pomponi, F., & D'Amico, B. (2021). Carbon sequestration and storage in the built environment. *Sustainable Production and Consumption*, 27, 1047-1063. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.02.028>.

Campos R., J. (2003). Bambú en Chile . INTEC.

Dunkelberg, K. 1985. IL31 Bamboo. Bambus als Baustoff. Bauen mit pflanzlichen Stäben. Stuttgart: Institute for Lightweight Structures, University of Stuttgart.

FAO. 1999. Towards a harmonized definition of nonwood forest products. *Nonwood Forest Products and Income Generation*. Unasylva N° 198, 1999. FAO.

Garriz, E. J., & Schroder, R. V. (2014). Dimensiones del espacio público y su importancia en el ámbito urbano. *Revista Científica Guillermo de Ockham*, 12(2), 25-30.

Hidalgo López, O. 1974. Bambu: su cultivo y aplicaciones en: fabricacion de papel, construccion, arquitectura, ingenieria, artesanía. Colombia: Estudios Técnicos Colombianos.

IPCC_AR6_WGIII_SummaryForPolicymakers.pdf. (s. f.). Recuperado 26 de mayo de 2022, de https://report.ipcc.ch/ar6wg3/pdf/IPCC_AR6_WGIII_SummaryForPolicymakers.pdf.

Kamath, Ayodh V. (15-18 de mayo de 2013). Construido con formas arquitectónicas de diseño digital utilizando fabricación basada en manualidades: tejiendo una superficie compleja como una cáscara reticulada de bambú. CAADRIA 2013, Singapur.

Municipalidad de Curarrehue. (2018). Actualización PLADECO Curarrehue 2018-2022.

Navarrete Escobedo, David. “Sustentabilidad, calentamiento global y turismo en grandes metrópolis.” *Cultura científica y tecnología* 50 (2013): 25–32. Print.

Pomponi F, Moncaster A. 2016 Embodied carbon mitigation and reduction in the built

environment – What does the evidence say? *J. Environ. Manage.* 181, 687– 700. (doi:10. 1016/j. jenvman.2016.08.036)

Rodriguez Munoz, Jose Vicente, and Jesus Gonzalez Lorca. “integración de las tecnologías de flujo de trabajo y gestión documental para la optimización de los procesos de negocio.” *Ciencias de la información* 33.3 (2002): 17–. Print.

REFERENCIA DE IMÁGENES

Imágenes desde la 1 hasta la 8: Elaboración propia

Imagen 9: Ma, Chun Yu, Chan, Yan Yu Jennifer and Crolla, Kristof. 2021. Expanding Bending-Active Bamboo Gridshell Structures’ Design Solution Space Through Hybrid Assembly Systems. A. Globa, J. van Ameijde, A. Fingrut, N. Kim, T.T.S. Lo (eds.), *PROJECTIONS - Proceedings of the 26th CAADRIA Conference - Volume 1, The Chinese University of Hong Kong and Online, Hong Kong, 29 March - 1 April 2021*, pp. 331-340.

Imagen 10: Vídeo: Andamios de bambú en la construcción de rascacielos en Hong Kong” [Watch How Bamboo Scaffolding Was Used to Build Hong Kong’s Skyscrapers] 20 ago 2016. Plataforma Arquitectura. (Trad. Yunis, Natalia) Accedido el 15 Jul 2022. <<https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/793698/video-andamios-de-bambu-en-la-construccion-de-rascacielos-en-hong-kong>> ISSN 0719-8914.

Imagen 11: Centro de Bienvenida Grand World Phu Quoc / VTN Architects” [Grand World Phu Quoc Welcome Center / VTN Architects] 19 abr 2022. Plataforma Arquitectura. Accedido el 04 de mayo 2022. <<https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/980368/centro-de-bienvenida-grand-world-phu-quoc-vtn-architects>> ISSN 0719-8914

Imagen 12: Bamboo Forest / Vo Trong Nghia Architects” [Bamboo Forest / VTN Architects] 06 nov 2015. Plataforma Arquitectura. Accedido el 14 de Junio 2022. <<https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/776674/bamboo-forest-vo-trong-nghia-architects>> ISSN 0719-8914.

Imagen 13: Pabellón M.A.P. / Impromptu Projects” [M.A.P. Pavilion / Impromptu Projects] 07 feb 2016. Plataforma Arquitectura. Accedido el 14 Junio 2022. <<https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/781289/pabellon-map-impromptu-projects>> ISSN 0719-8914.

Imagen 14: Rockwood, D. (2015). *Cáscaras de rejilla de bambú*. Londres Nueva York: Routledge, Taylor & Francis Group.

Imagen 15: Aditra, Rakhmat F. y Andry Widjowijatnoko. (30 de marzo a 2 de abril de 2016). *Combinación de personalización masiva y construcción convencional: un estudio de caso de cúpula de bambú geodésica*. CAADRIA 2016, Melbourne.

Imágenes desde la 16 a la 28: Elaboración propia.

Imágenes 29, 30, 31, 36 y 37: desde Street view.

Imágenes desde la 32 hasta la 35 e imagen 38: Elaboración propia.

Imagen 39: Municipalidad de Curarrehue. Plano imagen objetivo. Recuperado el 24 de mayo de 2022 de https://curarrehue.cl/on/wp-content/uploads/2022/03/4_Plano-Imagen-Objetivo-Final.pdf.

Imágenes desde la 40 hasta la 51: Elaboración propia.