

P . E . I

Parque eco-industrial de Quellón

(Provincia de Chiloé)

Tratamiento

+

Fortalecimiento

+

Rehabilitación

(Residuos sólidos Orgánicos)

(Producción agrícola comunal)

(Ex- vertedero comunal)



MEMORIA DE TÍTULO

ALUMNO: Diego Andrés Rodríguez Parraguez

PROFESOR GUÍA: Manuel Amaya Díaz

CONTACTO: diego.rodriguez.p@ug.uchile.cl

IMÁGENES : Las elaboraciones propias estarán indicadas debajo del título del correspondiente al material adjunto.

Siglas y Significados

RSM: Residuos Sólidos Municipales.

MMA: Ministerio del Medio Ambiente.

MINSAL: Ministerio de Salud

DIA: Declaración de Impacto Ambiental.

SUBDERE: Subsecretaría de Desarrollo Regional.

SEREMI: Secretaria regional Ministerial.

OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.

OCDE: Resolución de Calificación ambiental

PRC: Plan Regulador Comunal

PLADECO: Plan de desarrollo comunal

INDAP: Instituto de Desarrollo Agropecuario

SEA: Servicio de Evaluación Ambiental

SMA: Superintendencia del Medio Ambiente

Contenidos

I Introducción

- Motivaciones personales 6
- Resumen General 6

II Problemática

- Generación de residuos sólidos en Chile 10
- Manejo de residuos sólidos municipales a nivel regional 11
- Manejo de residuos sólidos municipales en Chiloé 12

III Fundamentación teórica

- Riesgos y impactos de un vertedero en el territorio Chilote 16
- Próxima implementación del compostaje a nivel provincial 18
- Compostaje y su aplicación a escala industrial 20
- Síntesis General 25
- Objetivos 25

IV Emplazamiento (Comuna de Quellón)

- Presentación general de Quellón 28
- Estado actual del vertedero comunal de Quellón 30
- Problemas y oportunidades transversales a nivel comunal 31
- Síntesis general del estado comunal actual 33
- Consolidación de las aristas del proyecto 33

V Terreno (Ex-vertedero comunal de Quellón)

- Ubicación del terreno en su contexto inmediato 36
- Descripción de periodo de operatividad (1990-2010) 37
- Proceso de clausura, sellado y saneamiento (2011) 38
- Justificación del terreno 39

VI Proyecto

- Proceso de conceptualización formal 40
- Partido General 41
- Cuadro de superficies 50
- Materialidad, estructura y revestimientos 51
- Planimetrías 52
- Vistas 59
- Referentes de diseño 66

VII Gestión y sostenibilidad del proyecto

- Gestión y financiamiento del proyecto 71
- Sistemas de ahorro hídrico 72
- Sistema de ahorro energético 76

VIII Conclusiones

- 83

IX Bibliografía

- 85

I Introducción

"Se estaba ignagurando una nueva época cultural para Chiloé, pronto veríamos que la modernidad también tomaría la forma de una industria neoliberal, la cual prioriza de la maximización de las utilidades por sobre cualquier otra consideración del lugar."

Edward Rojas V. (Premio nacional de Arquitectura 2019, radicado en Chiloé)

Fuente: Caminando por la cornisa de este planeta llamado Chiloé. (2007)

Imagen: Bitácora programa Chiloé 2018



· Motivaciones personales

Mi interés por la provincia de Chiloé, nace a partir de dos imágenes personales en estado de contraposición una con la otra.

Todo inició con mi primera visita a la isla a través del “Programa Chiloé”, un ramo académico de la facultad, cuya finalidad fue el estudio de las tipologías arquitectónicas y patrimoniales. Esto se desarrolló a través de una ida a terreno, en la cual se recorrieron varias comunas de la provincia, para finalmente desarrollar levantamientos planimétricos de casas tradicionales en el pueblo de Achao. Esta experiencia fue bastante importante para mí, ya que pude observar lo valioso que son su arquitectura patrimonial y paisajes, junto a experiencias académicas que quedarán como un gran recuerdo.

Sin embargo, esta no fue mi única lectura de la zona. A medida que se desenvolvía el viaje y nos trasladábamos desde un punto de interés a otro, nos percatamos de un patrón de asentamientos industriales, los cuales no poseían ninguna relación con el paisaje natural ni con el territorio habitado.

Si bien este no era el enfoque patrimonial que nosotros estábamos abarcando, concluí que Chiloé además de poseer una cara llena de atributos paisajísticos y arquitectónicos que lo caracterizan, posee una cara de desplanificación y de zonas de sacrificio la cual no es oculta sino que socialmente normalizada.

Con el fin de poder orientar mi estudio académico en resolver alguna fracción de las problemáticas territoriales que azotan la isla me encontré con una la cual actualmente esta en estado crítico: La basura.



FIGURA 1:

Foto Grupal de levantamiento de casas patrimoniales Achao. (Programa Chiloé 2018.)



FIGURA 2:

Profesor Luis Goldsack contemplando el impacto industrial de la salmonicultura en el territorio de Achao (Programa Chiloé 2018.)

· Resumen

Producto del alto incremento poblacional justificado por la gran oferta laboral que suponen las actividades industriales en Chiloé, es que sus vertederos comunales han comenzado a colapsar.

Esto en el 2018, ya significó tanto una crisis sanitaria como ambiental en la comuna de Ancud y promete compartir el mismo escenario en los vertederos de las otras comunas de Chiloé, siendo Quellón (lugar de estudio) la próxima en compartir dicha condición, tanto por la vida útil que posee su vertedero actual (2-3 años), como su acotada distancia a su radio urbano (1 km).

En relación con las medidas que adoptaron las municipalidades en el margen de tiempo en el que estalló esta problemática (5 años), estas se caracterizaron por una baja capacidad de organización traducida en una baja elaboración de soluciones prácticas a corto plazo.

Fue recién en el año 2020, cuando el Gobierno Regional de Los Lagos en conjunto con el programa "Reciclo Orgánicos" (Convenio entre Chile-Canadá para combatir la generación de residuos en el país), oficialmente dictaminaron la futura construcción de 3 plantas de compostaje en las 3 comunas con mayor índice poblacional de la isla (Ancud, Castro y Quellón).

Estas instalaciones industriales prometerán gradualmente tratar los residuos orgánicos de cada comuna, cuya descomposición significa el mayor riesgo medioambiental de los vertederos en la isla, y componen el 55% del volumen de la masa total de los mismos.

Si bien el nacimiento de estas nuevas "eco-industrias" en la isla significará la solución de una parte del problema de residuos a nivel provincial, no asegura una buena inserción de este nuevo equipamiento industrial en el paisaje y el territorio que corresponderán los distintos emplazamientos en cada una de las comunas.

Es por esto último que el presente proyecto de título pretende desarrollar técnicamente una de las tres plantas de compostaje planteadas por el programa. Y a través de la arquitectura poder integrarla tanto a las demandas del paisaje como del territorio en un predio definido. Siendo Quellón la comuna a elección debido a las razones particularmente expuestas.

Cabe recordar que Chiloé ha sido una provincia la cual ha sido constantemente azotada por el impacto social de este tipo de instalaciones. Por lo que se espera que la imagen de esta nueva planta signifique una reivindicación de lo industrial en la isla, en el que se priorice tanto la calidad de la habitabilidad en el territorio, como también las utilidades económicas y productivas que puedan llegar a significar este tipo de proyecto.

II Problemática

"Lo que se conoce actualmente es la cara "bonita" de Chiloé. La otra cara de la moneda es diametralmente opuesta, y también muy poco conocida, desde hace al menos 40 años la isla ha sufrido las consecuencias de la falta de un plan de manejo de residuos sólidos municipales."

Cristían Frene (Dr en Ciencias Biológicas U de Chile)

Fuente: La otra cara de Chiloé. (2019)

Imagen: Vertedero de Huicha, comuna de Ancud (2019)



• Generación de residuos sólidos en Chile

La problemática del manejo de residuos sólidos municipales (RSM) a nivel nacional ha sido un factor con tendencia a agravarse a medida que aumentan los niveles de desarrollo social y económico en las ciudades chilenas.

Ya para el año 1980 la generación de estos alcanzaban los 0,7 kg por habitante al día (MMA,2016). Aumentando a 1,22 kg para el año 2017 (SUBDERE,2018).

Esto último se debe a que el desarrollo, si bien ha significado un avance para el país, ha ido acompañado a su vez por un aumento sostenido de la población y de sus actividades de consumo. Lo que ha llevado a un aumento considerable de dichos residuos, cuya realidad se ve reflejada principalmente en los niveles de contaminación ambiental y riesgos de salud para las personas expuestas a los sitios de eliminación.(MMA,2016)

En Chile la responsabilidad de manejar los residuos sólidos domiciliarios y asimilables (RSM) recae en las municipalidades de cada comuna desde 1947. A partir de dicha fecha estas se han caracterizado por manejar sus residuos sólidos municipales bajo una gestión tradicional, entendiendo al residuo como un elemento indiferenciado el cual únicamente debe ser eliminado.

Para el año 1995 se catastró que el 100% de los residuos sólidos municipales en Chile, eran eliminados en vertederos los cuales no poseían tratamientos sanitarios ni ambientales. (CONAMA,2005)

En 2005, junto a la intención por parte del estado de que Chile cumpliera con los requisitos mínimos de sostenibilidad que se le exigían para formar parte de la (OCDE), se promulgó una política para la gestión integral de residuos sólidos municipales, cuyo objetivo principal era minimizar el creciente riesgo que significaban el aumento de estos para el medio ambiente y la salud de las personas.(CONAMA,2005)

A partir de dicha política, se ha ido progresando en la elaboración de iniciativas de valorización, pero sobre todo en medidas de minimización de riesgos. Elaborando rellenos sanitarios los cuales comprometen un manejo más controlado y menos invasivo que los vertederos convencionales. (MMA,2016)

Sin embargo, esto último no significa una solución definitiva al problema. Actualmente, Chile posee una situación crítica frente a Latinoamérica en la producción de residuos sólido municipales, ya que es el que más produce con una tasa de 7.879.221 de toneladas al año (Waste Atlas, 2021).

Definición y Clasificación de residuos sólidos municipales en Chile

¿Qué es un Residuo sólido municipal (RSM) en Chile?

(MMA 2010)

"Residuos sólidos a los cuales les corresponde a la **municipalidad** de cada comuna la obligación de gestionar y manejar su destino final".



FIGURA 3:
Definición y clasificación de residuos sólidos.
(MMA,2010)

Tipologías de zonas disposición final de residuos sólidos en Chile



RELLENO SANITARIO



VERTEDERO



BASURAL

Los Rellenos Sanitarios son definidos como instalaciones de eliminación de RSM de escala industrial. Debido a esto, estos deben cumplir con varias restricciones y requerimientos asociados tanto a su ubicación como también a su funcionamiento, como lo son un constante monitoreo de su impermeabilidad basal y su emisión de gases. Por lo que deben poseer Autorización Sanitaria del Ministerio de Salud (MINSAL), y una Resolución de Calificación Ambiental (RCA) del Ministerio del Medio Ambiente (MMA).

Son ubicados en sitios municipales o concesionados, principalmente para ciudades de gran envergadura y fuera de su radio urbano. Si bien su constante monitoreo se justifica por su gran cantidad de residuos, esto no significará que no posean un impacto, ya que su instalación compromete una degradación en el paisaje y una fracción no menor de gas metano liberada a la atmósfera. (MMA,2016)

Los vertederos son definidos como sitios municipales de eliminación de RSM de escala rural, los cuales cuentan con una autorización sanitaria y una Resolución de Calificación Ambiental (RCA) propiciada por el mismo Ministerio del Medio Ambiente. Sin embargo, estos no cumplen con los requerimientos de monitoreo constante de los rellenos sanitarios debido principalmente a su escala y vacíos normativos.

Estos, a diferencia de los rellenos sanitarios, no significan una infraestructura de escala industrial y generalmente se ubican en pequeñas ciudades o localidades de carácter rural. La problemática más latente en estas instalaciones, es su falta de regulación periódica, lo que genera que en innumerables ocasiones posean filtraciones de líquidos orgánicos o proliferación de plagas y olores que afectan directamente a su contexto, tanto en materias medioambientales como sociales.(MMA,2016).

Los basurales son definidos como la acumulación de RSM en un sitio no autorizado que implica un foco de contaminación y riesgo sanitario inminente, ya que no poseen ningún tipo de control, permiso ni logística en su funcionamiento, por lo que actualmente están bajo el margen de la legalidad.

Estos sitios generalmente están ubicados en espacios residuales ubicados dentro o fuera del radio urbano, y no poseen una autorización sanitaria del Ministerio de Salud (MINSAL) ni una autorización ambiental del Ministerio del Medio Ambiente (MMA).

Dentro de sus efectos más nocivos, se encuentra la proliferación de agentes infecciosos, plagas, la emanación de gases metano, sumado a una absoluta la filtración de líquidos lixiviados en las napas de agua subterráneas, debido a que no poseen una superficie basal impermeable. (MMA,2016)

FIGURA 4:
Tipologías de sitios de disposición final.
(MMA,2013)

Manejo de residuos sólidos municipales a nivel regional

Aunque el gobierno ha estado trabajando desde el 2005 en mejorar las medidas de minimización de riesgos bajo la aplicación de rellenos sanitarios en el país, la aplicación de dichas instalaciones han estado inmersas en una desigualdad a nivel regional.

Actualmente, la región metropolitana posee 3 rellenos sanitarios los cuales abastecen la totalidad de la provincia de Santiago la cual representa el 43% de todos los residuos sólidos municipales en Chile. Mientras que en la totalidad de los RSM generados en las demás regiones, sólo un 17% son depositados en rellenos sanitarios, mientras que el 40% restante (del país) son depositados en vertederos o basurales. (SUBDERE,2019).

Esto último sin lugar a duda evidencia no sólo la centralización de servicios y oportunidades en nuestro país, sino que también una segregación interregional en políticas de gestión y planificación.

Si bien anteriormente se explicó que los RSM son residuos a los cuales les corresponde a las municipalidades de cada comuna su manejo. Esto no significa que los agentes tanto estatales como regionales no tengan una responsabilidad transversal en este asunto.

Dichos agentes son los encargados tanto de la asesoría y fiscalización (sea medioambiental o sanitaria), como también de la provisión de fondos que les permiten a las municipalidades invertir y optimizar la calidad de cada uno de estos sitios. (MMA,2010)

Región de Los Lagos como principal zona de conflicto

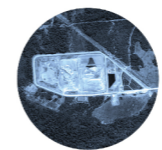
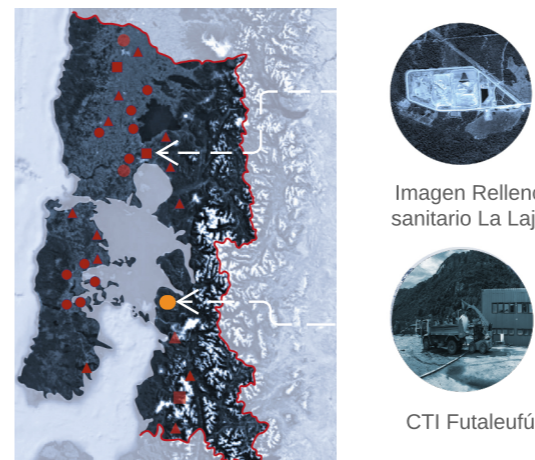


Imagen Relleno sanitario La Laja



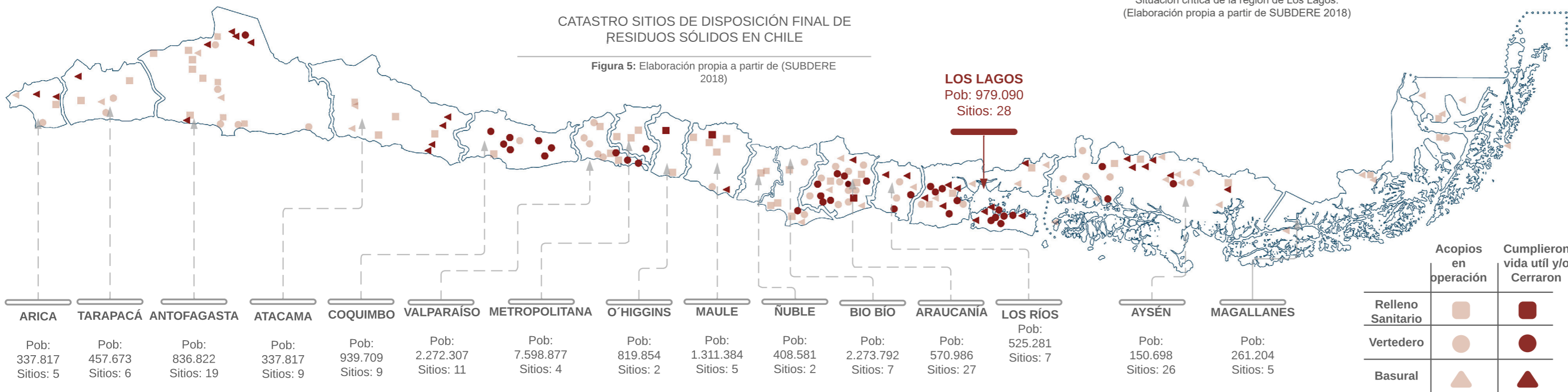
CTI Futaleufú

A partir del catastro de la situación actual a nivel regional de la SUBDERE, se identifica a la región de Los Lagos es la región más crítica. Esta es la que posee la mayor cantidad de vertederos de los cuales 19 de los 28 sitios, legalmente ya cumplieron su vida útil, por lo que entra la discusión de si estos sitios actualmente operarían bajo la definición de vertederos o basurales bajo las definiciones del Ministerio del Medio Ambiente.

Por otra parte, esta región posee solo un relleno sanitario (La Laja) ubicado en Puerto Varas el cual atiende actualmente al 33,77% de la población total de la región. Y el único centro de tratamiento integral ligado a la valorización de los mismos se encuentra en la comuna de Futaleufú con una mínima cobertura del 0,12% de su población comunal. (SUBDERE,2018)

El restante 66,1% de los residuos sólidos de la región están dispersados en vertederos municipales y basurales a lo largo de la región. En el cual su condición de ilegalidad propicia una baja capacidad de fiscalización y anticipación, la cual abre la posibilidad no solamente de impactos sociales y medioambientales sino que también de un inminente colapso por parte de dichas instalaciones de eliminación.

FIGURA 6:
Situación crítica de la región de Los Lagos.
(Elaboración propia a partir de SUBDERE 2018)



Responsabilidad de actores gubernamentales en el manejo de los residuos sólidos municipales (RSM)

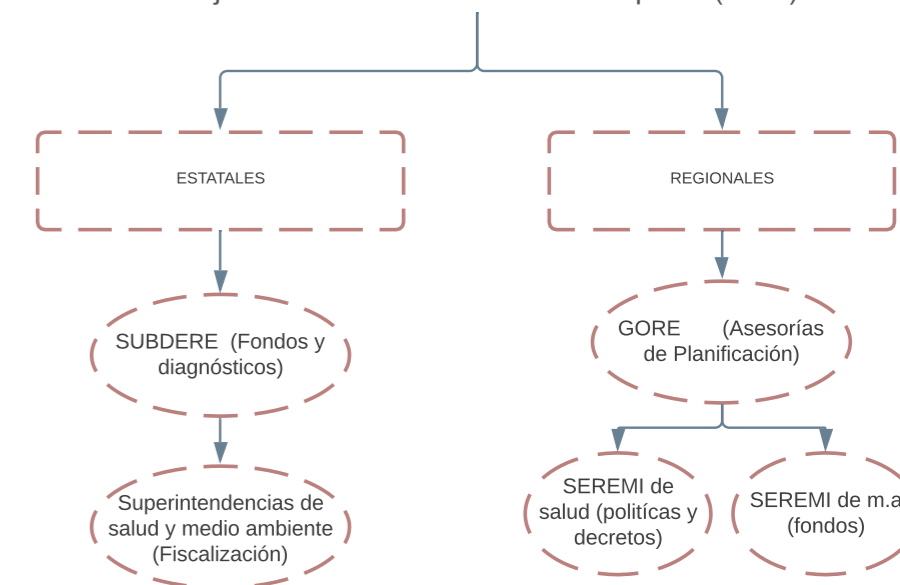


FIGURA 7:
Esquema de actores estatales transversales al manejo de residuos sólidos municipales.
(Elaboración propia a partir de MMA 2010)

Manejo de residuos sólidos municipales en Chiloé

Totalidad de los vertederos en estado de ilegalidad.

Bajo el escenario antes descrito, Chiloé es la provincia con la condición más preocupante de la región, reflejada en el estado de sus vertederos comunales, los cuales han estado inmersos en deficientes acciones de fiscalización por parte de las autoridades regionales y un incumplimiento normativo por parte de las municipalidades de cada comuna.

“La SEREMI de Salud ha permitido que la totalidad de las municipalidades de Chiloé, mantengan en funcionamiento vertederos de residuos sólidos municipales en sus respectivas comunas a pesar de la entrada en vigencia del decreto de Autorización Sanitaria del Ministerio de Salud en 2005. Por lo que los vertederos que funcionaban sin autorización, quedaron en la condición de ilegalidad por no ajustarse a los requerimientos considerados en dicha normativa.”
(Serón, 2019)

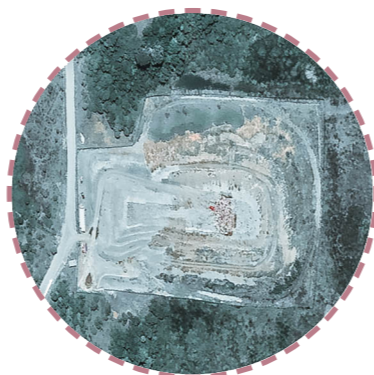
Hasta el día de hoy, las 10 comunas que conforman la isla de Chiloé, comparten esta condición de ilegalidad en sus vertederos.

Actualmente ninguno posee una autorización sanitaria del Ministerio de Salud que asegure condiciones sanitarias mínimas, ni una declaración de impacto ambiental (DIA) que permita la obtención de una resolución de calificación ambiental (RCA) otorgada por el Ministerio del Medio Ambiente para su funcionamiento. (SUBDERE, 2019)



FIGURA 8:
Esquema catastro del estado de los vertederos comunales en Chiloé.
(Elaboración propia a partir de SUBDERE 2019.)

1) Vertedero de Ancud



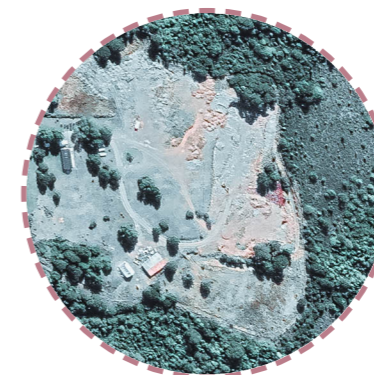
-Estado: COLAPSADO
-Autorización Sanitaria: NO
-Autorización Ambiental: NO
-Población Atendida: 50.124

2) Vertedero de Quemchi



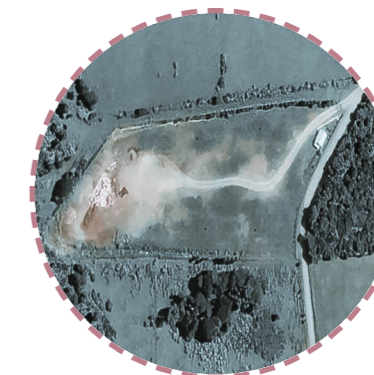
-Estado: Operativo
-Autorización Sanitaria: NO
-Autorización Ambiental: NO
-Población Atendida: 10.485

3) Vertedero de Dalcahue



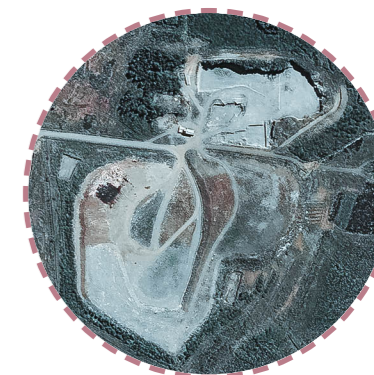
-Estado: Operativo
-Autorización Sanitaria: NO
-Autorización Ambiental: NO
-Población Atendida: 22.488

4) Vertedero de Curaco de Veléz



-Estado: Operativo
-Autorización Sanitaria: NO
-Autorización Ambiental: NO
-Población Atendida: 2.433

5) Vertedero de Castro



-Estado: CERRADO
-Autorización Sanitaria: NO
-Autorización Ambiental: NO
-Población Atendida: 47.756

6) Vertedero de Quinchao



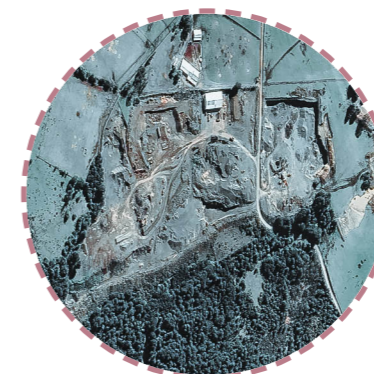
-Estado: Operativo
-Autorización Sanitaria: NO
-Autorización Ambiental: NO
-Población Atendida: 7.306

7) Vertedero de Puqueldón



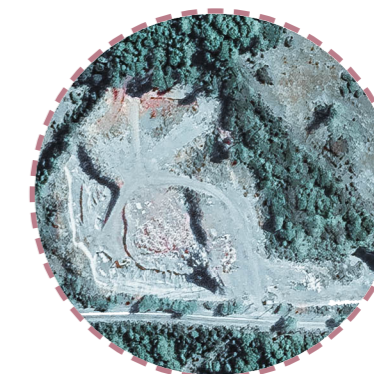
-Estado: Operativo
-Autorización Sanitaria: NO
-Autorización Ambiental: NO
-Población Atendida: 3.981

8) Vertedero de Chonchi



-Estado: Operativo
-Autorización Sanitaria: NO
-Autorización Ambiental: NO
-Población Atendida: 10.485

9) Vertedero de Quellón



-Estado: Operativo
-Autorización Sanitaria: NO
-Autorización Ambiental: NO
-Población Atendida: 4.160

10) Vertedero de Quellón



-Estado: OPERATIVO
-Autorización Sanitaria: NO
-Autorización Ambiental: NO
-Población Atendida: 27.192

· Colapso del vertedero de Ancud y comienzo de la Alerta Sanitaria en Chiloé

Además del estado de ilegalidad de sus vertederos, Chiloé se encuentra actualmente bajo una Emergencia Sanitaria de Residuos Sólidos Municipales, producto del colapso del vertedero municipal de Ancud en abril de 2019, debido a la sobrecarga de su capacidad máxima. Lo cual se atribuye a un nulo seguimiento municipal y fiscalitativo por parte de las autoridades regionales. (DORCH, 2019)

En la etapa final del cierre, el vertedero de Ancud ya estaba completamente colapsado, lo que obligó a la SEREMI de Salud de Los Lagos a iniciar una Alerta Sanitaria en la Provincia. Esta fue fundamentada por el hecho de que se empezaron a desarrollar micro-basurales en toda la comuna, producto de la paralización de los servicios de recolección y traslado debido a la inexistencia de un sitio de eliminación para estos residuos.

(Diario de Osorno, 2019)

Producto a la gravedad de la situación, sumado a una gran presión mediática y local, a la municipalidad de Ancud no le quedó otra solución a corto plazo que ubicar un nuevo vertedero en su comuna, ubicado en la localidad rural de Puntra.

Dicho vertedero quedó en funcionamiento a finales del año 2019, el cual tuvo una agresiva respuesta por parte de los locatarios de la zona, en relación con lo que significaría para el ecosistema de la zona este tipo de instalación.

Actualmente dicho vertedero con una proyección de 15-20 años, sigue operativo pero bajo una constante presión y manifestaciones locales. Debido a que estudios recientes realizados por la Superintendencia del Medio Ambiente revelaron graves deficiencias en su impermeabilidad basal, la cual afectaría directamente al Río Chepu, considerado como un santuario de la naturaleza dentro de la isla. (Diario Futrono, 2021)

Cabe aclarar que aunque se allá destinado un nuevo vertedero para Ancud, la alerta sanitaria sigue vigente. Esto último debido a que las demás comunas poseen un riesgo similar al de Ancud, ya que sus vertederos poseen las mismas condiciones.



FIGURA 9:
Barricada de basura a puertas de la municipalidad de Ancud (2019)



FIGURA 10:
Foto actual vertedero de Puntra
(Radio La Isla, 2021)

· El caso crítico de la Comuna de Quellón

Corto tiempo de vida útil de su vertedero comunal

Dentro de todo el revuelo mediático y político que ha significado esta vigente alerta sanitaria, los medios se han enfatizado no sólo en el nuevo vertedero de Ancud, sino que también en la comuna que podría compartir el escenario de Ancud.

En este sentido, este mismo año se consolidó al vertedero de Quellón como el más próximo a colapsar, debido a una polémica revelación de su alcalde vigente.

“Nuestro vertedero tiene una vida útil de dos a tres años y eso nos preocupa y entonces ¿qué va a pasar allí? ¿vamos a tener que hacer lo mismo que Ancud? , que es lo más probable, comprar otro terreno, hacer un hoyo y tapar porque los municipios no tenemos la capacidad para el manejo de basura. Cristian Ojeda, 2021 (Alcalde de Quellón)

Cercanía del vertedero al radio urbano de la ciudad

Quellón además de lo antes descrito, posee una singularidad, debido a que hasta la actualidad se han utilizado 2 vertederos comunales para la eliminación de sus RSM (Condición que hasta el momento sólo Ancud comparte).

El primero, el cual operó desde (1990-2010), fue clausurado y sellado, producto de una declaración de impacto ambiental (DIA) que evidenció riesgos de contaminación de agentes infecciosos (GORE, 2008)

El segundo y actual, graficado en el catastro de la SUBDERE y que actualmente se encuentra en riesgo de colapso, se instaló de manera ilegal luego del cierre del primero. Funcionando sin ninguna autorización medioambiental ni sanitaria y ubicándose a tan solo 1 km de la Ciudad, lo que lo hace el vertedero más próximo a un radio urbano en Chiloé. (La opinión de Chiloé, 2019)

En resumen, esta situación sitúa a Quellón como un ejemplo clave en el entendimiento de la deficiente autonomía de manejo que poseen las municipalidades de la provincia, y lo deja como un foco prioritario de acción a corto plazo.

III Fundamentación teórica



Fosa de residuos inundada en vertedero comunal de Dalcahue.
(Diario The Clinic, 2020).

· Riesgos y impactos de un vertedero en el territorio Chilote

Riesgos de un vertedero en zona rural

Dado que la problemática antes expuesta se enmarca en los riesgos que puede significar el funcionamiento de los vertederos ilegales en Chiloé, el presente marco teórico dará como apertura inicial y de manera empírica una descripción general de estos.

Según la SNIFA, departamento del Ministerio del Medioambiente encargado de fiscalizar y administrar permisos para la instalación de sitios de disposición final tanto de rellenos sanitarios como vertederos, define los riesgos que podrían significar estos últimos sin un constante seguimiento y acreditación.

Estos riesgos no tienen un campo de acción definido e individual, sino que son pertenecientes a un sistema, en el cual el almacenamiento principalmente de residuos orgánicos y su descomposición (Sólida y Líquida) generan efectos nocivos y entrelazados entre sí. Tanto en las unidades de viviendas rurales como también en las zonas de producción agraria.

Para facilitar el entendimiento de esto último, se recopiló la información brindada por SNIFA y se tradujo personalmente en la siguiente axonométrica que explica de manera sintética el sistema de riesgos.

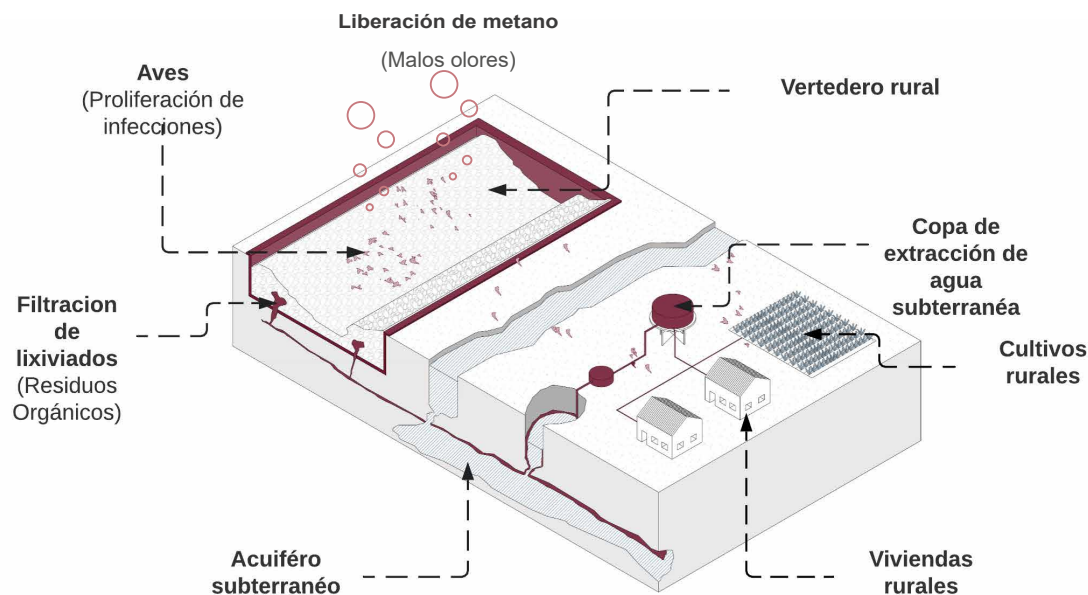


FIGURA 12:
Axonométrica de riesgos de un vertedero en un terreno rural.
(Elaboración propia a partir de SNIFA,2021)

Resumen de imposiciones legales para vertederos rurales

Las entidades gubernamentales que definen si un vertedero esta bajo condiciones de ilegalidad o no son el Ministerio del Medioambiente (MMA), y el Ministerio de Salud (MINSAL).

Las imposiciones que ambos ministerios decretan para la instalación de estos recintos son extensas y técnicas, por lo que en esta instancia se ha optado por describir las más importantes y atingentes.

-Autoridad Sanitaria (MINSAL) define lo siguiente:

- Deberán estar ubicados al menos a 1Km de cualquier zona poblada y estar fuera del radio urbano definido por PRC.

(MINSAL, 2008)

-Autoridad medioambiental (MMA) define lo siguiente:

- Se deberá hacer una declaración de impacto ambiental (DIA) que rectifique, que no se generen impactos mayores al medioambiente, ni que no exista proliferación de plagas o agentes infecciosos dentro del recinto.
- No podrán emplazarse vertederos sobre suelos en los que existan afloramientos de agua y acuíferos subterráneos en un radio mínimo de 400 mts
- Deberán poseer una membrana basal impermeabilizada de geotextil que evite la filtración de líquidos orgánicos, bajo un constante monitoreo y mantención periódica de la misma (MMA-RCA,20216)



FIGURA 13:
Radios de ubicación y condicionantes del emplazamiento para un vertedero rural
(Elaboración propia a partir de definiciones del MMA 2016 y MINSAL,2008)

Impacto medioambiental de los vertederos comunales en Chile

Actualmente, los únicos instrumentos gubernamentales para poder analizar los impactos medioambientales que significa el emplazamiento de cada uno de los vertederos comunales en su territorio son 2: La Superintendencia regional del medioambiente (SMA) y las Declaraciones de Impacto Ambiental (DIA) emitidas directamente por el Ministerio del Medio Ambiente (MMA).

Sin embargo, actualmente existe una irregularidad temporal en el estado de los vertederos y sus impactos medioambientales correspondientes. Para algunos el único registro de impactos que existe son las (DIA), elaboradas para sus clausuras legales en 2010, los cuales evidentemente aún no han sido clausurados y siguen funcionando de manera ilegal independiente de eso.

En el siguiente catastro se recopilaron los impactos medioambientales más importantes según los instrumentos gubernamentales antes mencionados. A excepción de Puquélton del cual no hay registro alguno, y de Quellón la cual es la comuna a elección donde se desarrollará el proyecto de título, cuyos impactos se analizarán con mayor detalle más adelante.

En relación con los impactos, y relacionándolos con la información teórica y legal de la página anterior se denota que la mayor parte de los impactos derivan de la materia orgánica depositada en estos vertederos. Por cuál ya se hace sugerente una línea de acción primordial.

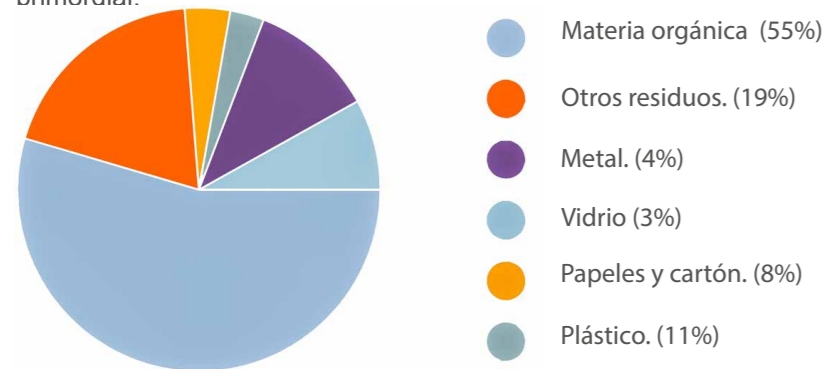


FIGURA 13:
COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES EN CHILOÉ
(SUBDERE,2018)

Nuevo vertedero de Ancud (Puntra)



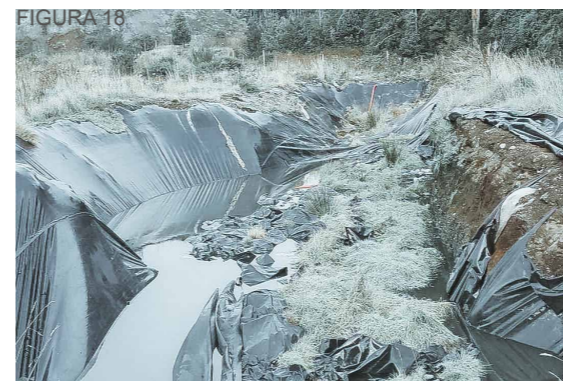
-Actualmente posee graves vectores infecciosos principalmente aves repiña
-No posee un sistema de canalización de aguas lluvia que evite el escurrimiento de lixiviados hacia el Rio Chepu (Santuario de la naturaleza. (SMA.2020)

Vertedero de Quemchi



-Se desarrolla "quema de basura para reducir masa de residuos liberando gases nocivos al entorno.
-No cuenta con un sistema de tratamiento de líquidos lixiviados ni de bio-gas (metano). (DIA,2010)

Vertedero de Dalcahue



-Actualmente es uno de los que peor tratamiento de agua lluvias tiene, sumado a emanación de malos olores, acumulación de lodos, rotura de geomembranas y escurrimiento de lixiviados. (SMA.2019)

Vertedero de Castro



-Actualmente es uno de los que peor tratamiento de agua lluvias tiene, sumado a emanación de malos olores, acumulación de lodos, rotura de geomembranas y escurrimiento de lixiviados. (SMA.2019)

Vertedero de Chonchi



-Posee graves problemas de impermeabilización basal (Practicamente inexistente)
-No posee un tratamiento para líquidos lixiviados ni gases metano (DIA.2010)

Vertedero de Queilén



-Posee graves problemas de distribución de masas de residuos los cuales tiene contacto directo con cuencas superficiales
-No posee un tratamiento para líquidos lixiviados ni gases metano (DIA.2010)

Nuevo vertedero compartido entre las comunas de Quinchao y Curaco de Veléz



-Actualmente poseen cada comuna 2 vertederos independientes en la misma isla, sin embargo desde el colapso del vertedero de Ancud ambas municipalidades optaron por la construcción de un vertedero provisorio compartido, cuyo precio fue la deforestación de aproximadamente 4 hectáreas de bosque nativo. (Canal 13,2019, Mapeo Google Earth)

Respuesta mediática y social

A partir de los impactos medioambientales previamente expuestos, resultaría lógico asumir que actualmente existe un gran revuelo por parte de los habitantes locales de la provincia con el fin de presionar a sus respectivas municipalidades para regularizar esta crisis.

Sin embargo, la realidad dista mucho de ese ideal. Actualmente, el mayor revuelo que existe es mediático, producto de los medios de comunicación tanto locales como nacionales que han evidenciado esta cruda realidad.

Por parte de los pobladores existe una baja iniciativa de movilización. Sumado también a un bajo índice de iniciativas de valorización de residuos a nivel provincial (Subdere,2019).

En relación con la baja movilización local, esta se concentra principalmente en Ancud y su nuevo vertedero comunal, Siendo la ONG independiente "Chiloé sin Basura" la única encargada de manifestarse de manera física y mediática por redes sociales.



FIGURA 21:
Manifestaciones en consecuencia a la instalación del vertedero de Puntra en Ancud (ONG "Chiloé sin Basura", 2020)

Respuestas de las autoridades para frenar la crisis medioambiental de los vertederos comunales en Chiloé

El poder sintetizar todos los intentos fallidos por parte tanto de las municipalidades como de las autoridades estatales para poder frenar la crisis de los Residuos Sólidos en Chiloé es un ejercicio muy extenso para el presente capítulo.

Por lo que se ha optado por elegir sintéticamente las 3 respuestas gubernamentales más relevantes que han transcurrido desde el inicio de la acción mediática de la problemática de los residuos en la provincia hasta la actualidad.

1 Relleno sanitario intercomunal en la comuna de Castro

CONAMA 2008 (RECHAZADO)



Figura 22: Diagrama propuesta relleno sanitario intercomunal de Castro (Elaboración propia a partir de definiciones CONAMA,2008)

En 2008 La Comisión Nacional Del Medioambiente (CONAMA), en conjunto con la Universidad Católica de Valparaíso definieron un plan territorial el cual consistía en convertir los vertederos de cada comuna en instalaciones de almacenamiento transitorio. Para posteriormente llevar todos los residuos sólidos a un nuevo relleno sanitario ubicado en el actual predio del vertedero comunal de Castro. Lamentablemente, producto del rechazo de los habitantes comunales, este proyecto rápidamente fue descartado.

2 Asociaciones de apoyo territorial para enfrentar la crisis de los residuos

GORE 2019 (SIN ACTIVIDAD POST-PANDEMIA)

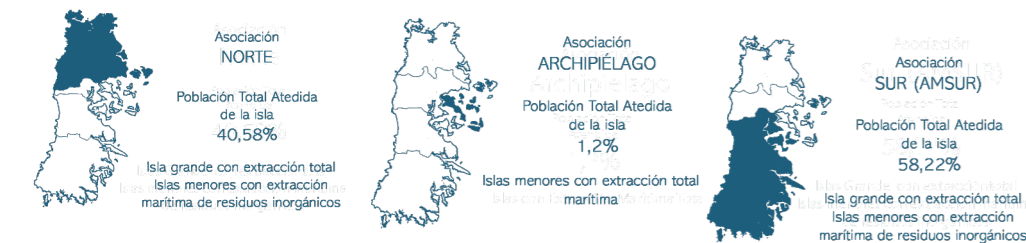
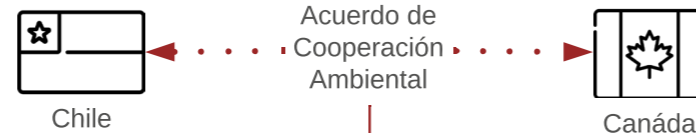


Figura 23: Diagrama distribución de asociaciones de apoyo territorial Chiloé (Elaboración propia a partir de definiciones GORE,2019)

Debido al fracaso del proyecto del relleno sanitario inter comunal en Castro, y principalmente la presión por parte de las entidades fiscalizadoras y sancionadoras estatales (Superintencias), es que en el año 2019 El gobierno Regional de Los Lagos (GORE), y los 10 alcaldes de cada comuna, optaron por formar 3 divisiones comunales. Las cuales pretendían facilitar el diálogo entre las comunas sus problemáticas interinas, para llegar a soluciones tanto a corto como a largo plazo para frenar la crisis de los residuos. Lamentablemente, esta iniciativa desde el comienzo de la Alerta sanitaria por COVID-19 en Chiloé no ha desarrollado ningún proyecto de planificación relevante en ninguna asociación hasta la actualidad.

3

PROGRAMA RECICLO ORGÁNICOS Gobierno de Chile y de Canadá (2020-2022) (APROBADO Y EN VIGENCIA)



Financiamiento internacional de 7 millones de dólares para aplicación del compostaje industrial en Chile

(5,862,780,000 de Pesos chilenos)

12 PROYECTOS DE PLANTAS DE COMPOSTAJE YA FINANCIADOS Y EN DESARROLLO A NIVEL PAÍS

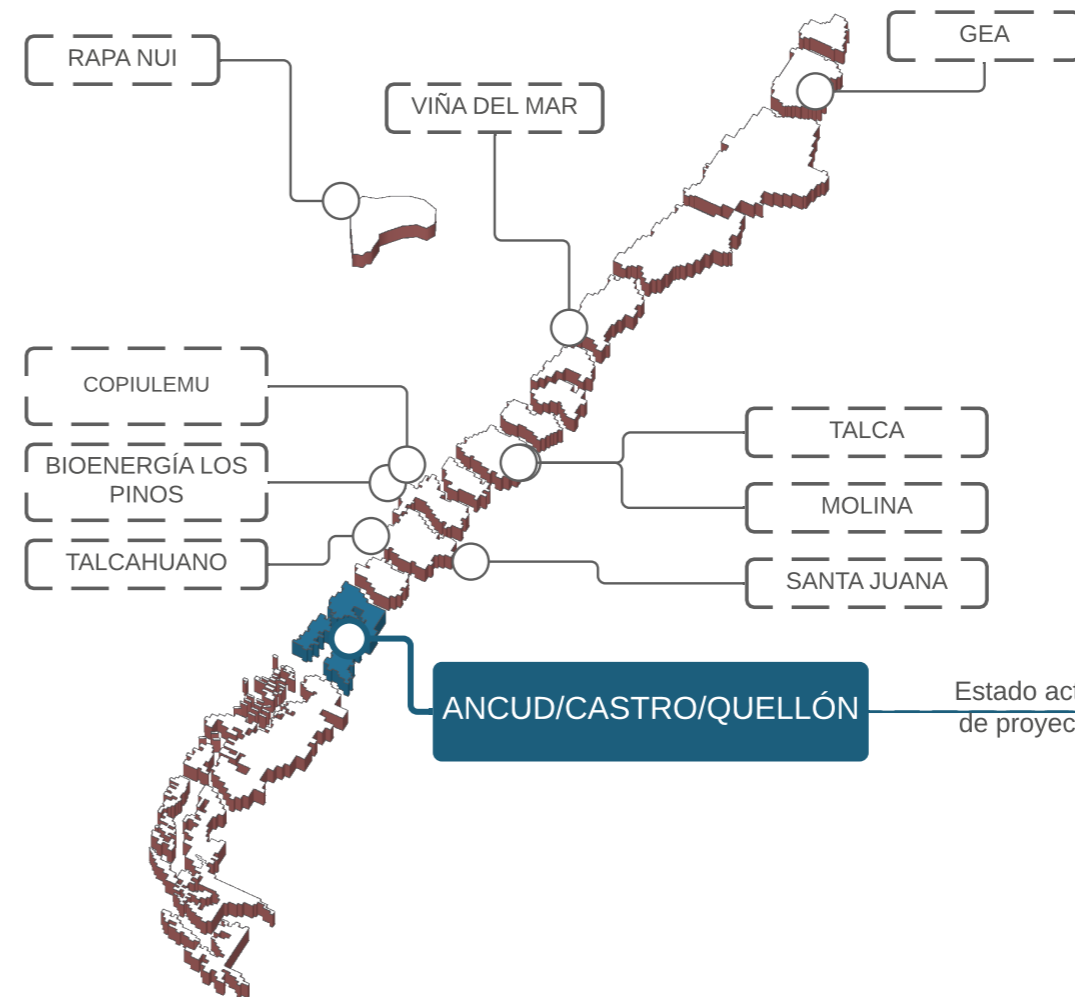


Figura 24: Diagrama de proyectos de plantas de compostaje financiados en el país (Elaboración propia a partir de definiciones Convenio Reciclo Orgánicos,2021)

El compostaje industrial como una solución real para Chiloé

Como se mencionó anteriormente en el presente capítulo. Los impactos medioambientales que poseen los vertederos, como también el volumen de masa almacenado en ellos, es principalmente de materia orgánica (58%).

Por lo que el proyecto de Reciclo Orgánicos ya no es una iniciativa, sino que es la única respuesta de peso que ha tenido la provincia en todo lo que ha durado esta problemática. Si bien este proyecto actualmente solamente contempla ha financiado plantas de compostaje en las comunas de Ancud, Castro y Quellón, estas son que tienen más población y por ende una mayor generación de residuos sólidos municipales (69,3 %) del total residuos sólidos municipales en Chiloé. (SUBDERE,2019)

ANCUD:
·Estado actual: en trámite administrativo con predio (NO DEFINIDO)
·Contribución del programa: Asesorías para construcción-operación y recolección de residuos
·Fondos accesibles: Hasta de 637.000.000 pesos Chilenos

CASTRO:
·Estado actual: en trámite administrativo con predio (DEFINIDO)
·Contribución del programa: Asesorías para construcción-operación y recolección de residuos
·Fondos accesibles: Hasta de 637.000.000 pesos Chilenos

QUELLÓN:
·Estado actual: en trámite administrativo con predio (NO DEFINIDO)
·Contribución del programa: Asesorías para construcción-operación y recolección de residuos
·Fondos accesibles: Hasta de 637.000.000 pesos Chilenos



- Compostaje y su aplicación a escala industrial

Descripción general del Compostaje

En rasgos generales el compostaje es un proceso de degradación y descomposición lineal que simula el proceso cíclico natural de la materia orgánica, pero ejecutado de una manera optimizada y controlada.

Este es considerado a nivel mundial como un proceso biotecnológico el cual requiere de un equipamiento inicial generalmente de bajo coste que permite transformar los desechos y subproductos orgánicos en un producto estable. Este sirve tanto como abono directo para la tierra como sustrato independiente de aplicación directa para las plantas sin necesidad de un suelo fijo, lo cual reemplaza fertilizantes sintéticos disminuyendo el impacto medioambiental de los mismos.

Este es un proceso biooxidativo controlado aplicado sobre desechos orgánicos en estado sólido, en los cuales a través de una actividad lineal y secuencial de una basta cantidad de microorganismos presentes en los mismos desechos conforman una masa biológicamente nutritiva llamado compost.

Este proceso lineal en terminos generales, esta compuesto principalmente de 3 etapas:



FIGURA 25:

Detalle proceso de compostaje.

(Elaboración propia a partir de definiciones de (Convenio Reciclo Orgánicos, 2021)

Condicionantes generales en el proceso industrial

1) Clasificación orgánica y volumen de masas: Al ser el compostaje sometido a una producción sistemática y de gran escala, la organización comunal y la disposición de los locatarios en separar los residuos orgánicos con los inorgánicos es fundamental para optimizar el proceso y por ende sus ganancias.

En relación con los volúmenes de masa, toda instalación industrial sea de compostaje como de otro servicio requiere una inversión inicial en equipamiento, por lo que el volumen de residuos orgánicos ingresado debe ser equiparable al gasto. (KMD empresas,2021)

2) Temperatura ambiental: Los microorganismos que provocan la fermentación y degradación de enzimas se activan de manera óptima sobre los 25 °C - 30 °C. Por lo que la temperatura ambiente en el caso de los sistemas industriales abiertos, es fundamental en la producción. Esto debido a que a menor temperatura, más lenta se produce la fermentación y por ende menos rentable es la producción del compost en relación con la demanda. PD: La temperatura promedio en Chiloé es de 15 °C (Weatherspark,2021)

3) Humedad relativa: El afloramiento y reproducción de los microorganismos y bacterias responsables de la fermentación requiere de agua al igual que cualquier ser vivo. Por lo que un grado optimo de humedad ambiente desde el 60%, favorece la aplicación del agua de manera natural reduciendo el gasto de este recurso a diferencia de ambientes secos. PD: El porcentaje de humedad en el aire promedio en Chiloé es de 83% (Weatherspark,2021)

3) Oxigenación pasiva o controlada: El oxígeno para todo ser vivo es una fuente de energía celular (ATP), por lo que el gasto energético que aplican los microorganismos al degradar los residuos orgánicos se compensa mediante la absorción periódica de oxígeno.

En el caso de sistemas industriales abiertos no requieren de una inyección de oxígeno forzada por lo que no demandan un gasto energético, mientras que los cerrados si requieren de una red energética en algunos casos no menor. (KMD empresas,2021)

Sistemas de compostaje industrial existentes

Al igual que cualquier mercado industrial, existen múltiples mecanismos y formas para poder procesar el compost.

Por suerte dichos mecanismos y formas son contabilizables en esta instancia. Estos están divididos en 2 grupos, los cuales se diferencian completamente en su tiempo de proceso, los recursos tanto energéticos como hídricos que demandan, como también en su respuesta a factores ambientales preconcebidos por el terreno de su

A) Sistemas Abiertos

1) Pilas estáticas:

Esta correspondería a la técnica industrial más básica y artesanal, por lo que su inversión inicial es la más baja de todas. En relación con las pilas, estas pueden bordear los 2 m de ancho, pero sin superar una coronación superior de 1,5 m de alto.

En este sistema no se desarrollan volteos para la oxigenación ni ninguna técnica para controlar los factores de temperatura y humedad, por lo que su producción está directamente condicionada con el entorno.

En relación con la calidad de compost, este cumple con los requerimientos básicos, sin embargo, no son los óptimos para un mercado exigente a gran escala.

Sistemas Abiertos:

Estos sistemas son los que requieren una menor inversión inicial, ya que requieren una infraestructura poco elaborada de base para su ejecución, sin embargo, en algunos casos están expuestos a temperaturas y humedad poco óptimas para la fermentación, por lo que a veces requerirían un suministro energético y de abundante agua.

Por otra parte, estos sistemas al ser abiertos generan malos olores y lixiviados por lo cual generalmente deben ubicarse de preferencia en sitios alejados de viviendas y con una gran extensión de predio y mano de obra para desarrollar sus actividades productivas.

Sistemas Cerrados:

A diferencia de los sistemas abiertos, estos son desarrollados en instalaciones herméticas. Las cuales requieren de una mayor inversión inicial, si no tienen un sistema modular. Por otra parte, dichas instalaciones al ser herméticas, no generan malos olores y por lo general en el caso de los dinámicos no generan lixiviados debido a una reincorporación constante de los mismos.

En relación con el gasto energético, estos sistemas no se ven afectados por condicionantes ambientales como la temperatura ambiental, la humedad o el oxígeno, por lo que significan un gasto energético mayor para adquirir dicho beneficio.



FIGURA 26: Tipología de pilas estáticas (Elaboración propia a partir de Compost Systems, 2021)

1) Pilas volteadas:

Este sistema es parecido al de pilas estáticas, pero con diferencias que aumentan su productividad.

En estas se utilizan máquinas volteadoras que oxigenan constantemente la masa de residuos en su estado de maduración. Lo que reduce considerablemente el tiempo del proceso y también su calidad final en comparación con la estática.

Por otra parte, esta técnica al igual que la primera está condicionada a agentes ambientales, por lo que la duración del proceso estará condicionado a estos.



FIGURA 27: Tipología de pilas por volteo. (Elaboración propia a partir de Compost Systems, 2021)

1) Pilas con aireación forzada:

Este sistema abierto es el más eficiente. A diferencia de las pilas volteadas, este oxigena la materia mediante tubos conectados a una bomba de aire.

Dichos tubos se componen de 2 categorías. Los inyectores los cuales provén de un gran caudal de oxígeno, permitiendo una rápida fermentación. Los eyectores son los que eliminan los malos olores y lixiviados concentrados principalmente en la superficie de la pila.

Sin embargo, este sistema es el que consume más energía de todos y sigue condicionado a aunque a menor medida a los agentes ambientales externos.



FIGURA 28: Tipologías de pila con aeración forzada. (Elaboración propia a partir de Compost Systems, 2021)

B) Sistemas cerrados

1) Reactores estáticos:

Este corresponde al sistema con la infraestructura más básica de todos los cerrados, por lo que su inversión inicial por módulo es bastante baja.

Este sistema al igual que todos los cerrados, no le afecta los agentes ambientales externos, por lo que si requiere un gasto no menor de energía en su acondicionamiento. A su vez este sistema al ser hermético, no genera olores pero si lixiviados en su área basal. Sumado a una calidad y cantidad de almacenamiento de compost inferior a los demás sistemas cerrados a escala industrial.



FIGURA 29: Tipología de Reactores Estáticos.
(Elaboración propia a partir de Compost Systems,2021)

2) Reactores Dinámicos:

A diferencia de los reactores estáticos estos poseen una infraestructura muy elaborada y por ende una gran inversión inicial y mantenimiento. Sin embargo, estos poseen sistemas de volteo periódico que sumado a una aeración forzada optimizan su productividad.

Al igual que todos los sistemas cerrados este no es afectado por los agentes externos de la naturaleza, por lo cual demanda una gran cantidad de energía para su control. También este sistema no genera lixiviados, no requiere de mano de obra y posee una calidad y capacidad de compost elevado para los estándares a gran escala.



FIGURA 30: Tipología de Reactores Dinámicos.
(Elaboración propia a partir de Compost Systems,2021)

3) Sistema modular de tanques de fermentación herméticos (VCU)



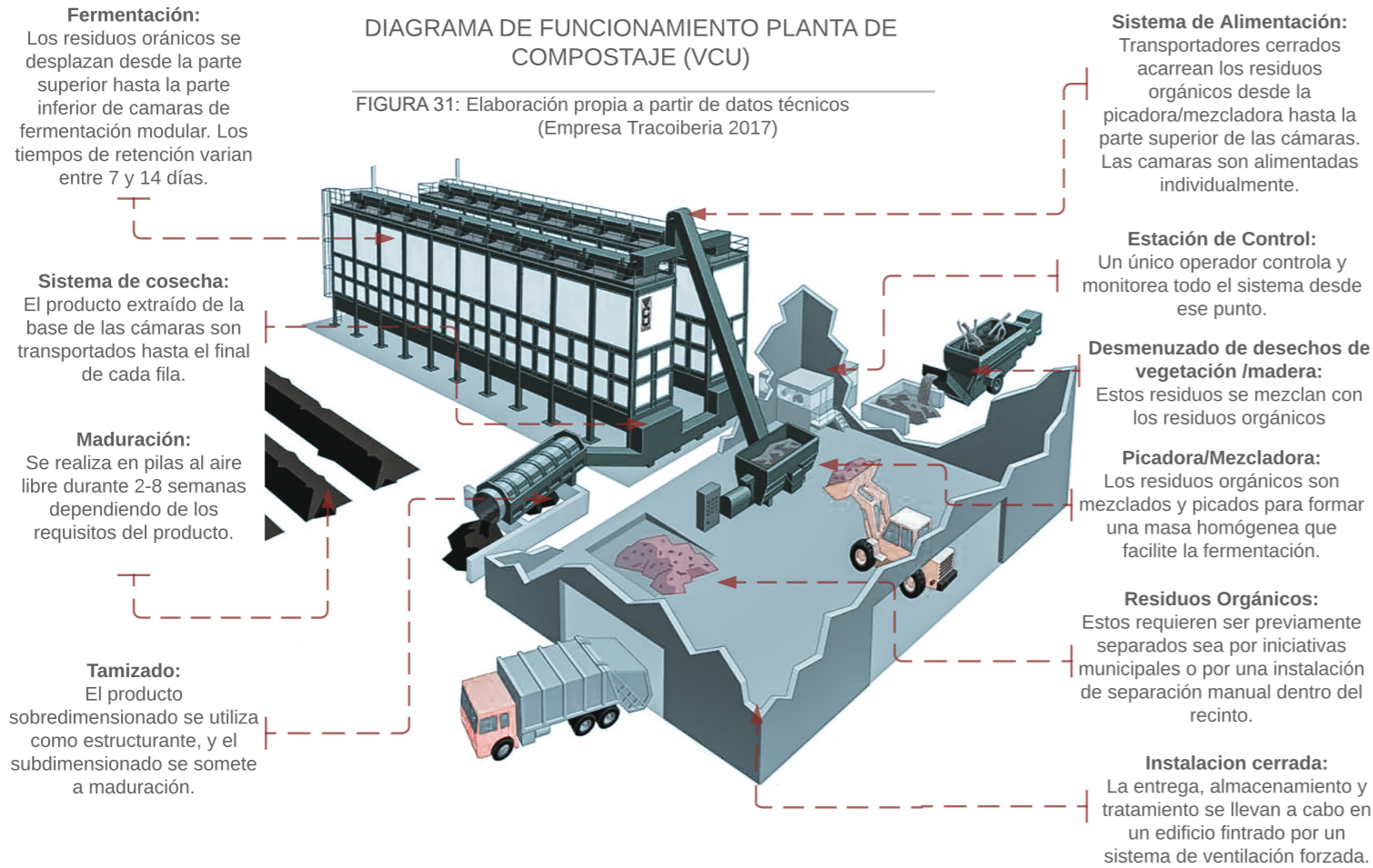
Descripción general del sistema

El sistema VCU es un sistema aeróbico cerrado de compostaje el cual se desarrolla dentro de cámaras verticales de fermentación con una capacidad hasta de 6 toneladas de residuos orgánicos al día, y un volumen de 25m3 por unidad.

Su orientación vertical intensifica por gravedad el proceso natural de fermentación del compost, por lo cual no requiere un movimiento activo de la masa de compost en esta etapa la cual es la que genera los malos olores dentro del proceso.

En relación al origen de esta sistema vanguardista, esta nace de la iniciativa de Traco Iberia, la cual es una empresa española que desde el 2002 lleva desarrollando soluciones para el tratamiento de residuos sólidos orgánicos, principalmente para municipalidades de pequeña, mediana y gran escala en España.

Si bien este sistema relativamente nuevo, entre el periodo del (2015-2021) se han instalado 8 plantas ubicadas en municipalidades españolas e inglesas, y cuya tecnología es aprobada por la unión europea para su aplicación incluso dentro del radio urbano.



Fases de cámara de fermentación

1) Pre-procesamiento:

Una vez separados los residuos orgánicos, estos se desmenuzan y se mezclan para posteriormente ingresar a un sistema de alimentación por paletas cual genera una alimentación constante permitiendo un ingreso todos los días.

2) Fase de alta temperatura:

La alta temperatura generada por la actividad microbiana (70°C) derrite grasas, ceras y celulosa, ablandando el material para la degradación microbiana permitiendo la fermentación de residuos de procedencia vegetal como animal.

3) Fase Termógena:

La variación de temperatura de esta fase (al estar al medio de la cámara) da espacio a la proliferación de hongos y bacterias que degradan sustratos de alta energía como proteínas y azúcares. Los cuales son los componentes más complicados de compostar

4) Fase de alta aereación:

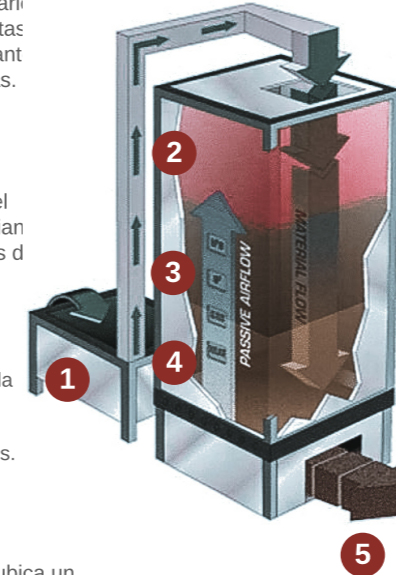
En la parte inferior de la cámara se ubica un sistema de circulación de aire pasivo lo cual permite bajar la temperatura del proceso (30-40°C), generando la proliferación de bacterias mesofílicas que generan la curación del hummus.

Beneficios en la aplicación municipal

En relación a los requerimientos que comprenden la aplicación del compostaje industrial a nivel comunal, este sistema se caracteriza por ser flexible y rentable

-La modularidad permite que una instalación inicial se pueda expandir cuando se prueban los sistemas de recolección y se incrementan los volúmenes de residuos.

-Los costos de operación son relativamente económicos en comparación a los otros sistemas de compostaje cerrados y frecuentemente se convierten en un factor clave en la compra y ampliación progresiva bajo una proyección temporal a largo plazo para una municipalidad de pequeña, mediana o gran escala.



5) Material procesado:

una vez extraído el hummus (condición previa a la maduración), este se encuentra libre de olores y patógenos, el tiempo que esta el material dentro de la cámara es de alrededor de 14 días. A esta altura el material ya puede ser utilizado como abono para la estabilización de tierra, sin embargo para el cultivo de especias requiere una maduración exterior mínima de 2 semanas una vez extraído.

Recirculación interior de aire

La variación térmica dentro de la cámara genera una poderosa corriente de convección la cual en conjunto con la actividad microbiana y el ingreso pasivo de aire evita la generación de malos olores provenientes de la escotilla basal.

Vaporización de lixiviados

La temperatura de la cámara permite la vaporización de lixiviados los cuales se condensan como vapor de agua en la parte superior de la cámara ayudando a humedecer el proceso.



Figura 32 Proceso de montaje de módulos de fermentación. (Empresa Traco Iberia, 2021)

Referentes de aplicación Municipal



FIGURA 33: Aplicación industrial en pequeña escala (Empresa Traco Iberia 2017)

•Planta de Bailén (Comuna de España)
 -Pob: 17.820 hab. (2018)
 -Residuos sólidos Orgánicos generados al día= 11.5 Ton
 -Capacidad máxima de planta = 10Ton/día

86,9% de Residuos Orgánicos reciclados



FIGURA 34: Aplicación industrial en pequeña escala (Empresa Traco Iberia 2017)

•Planta de Pinto (Comuna de España)
 -Pob: 51.541 hab. (2018)
 -Residuos sólidos Orgánicos generados al día= 33.8 Ton
 -Capacidad máxima de planta = 20Ton/día

59,2% de Residuos Orgánicos reciclados



FIGURA 35: Aplicación industrial en pequeña escala (Empresa Traco Iberia 2017)

•Planta de Burgos (Comuna de España)
 -Pob: 175.921 hab. (2018)
 -Residuos sólidos Orgánicos generados al día= 135.2 Ton
 -Capacidad máxima de planta = 60Ton/día

44,3% de Residuos Orgánicos reciclados

Referentes de plantas de compostaje en Chile

Si bien el compostaje a nivel mundial es un proceso bastante conocido y aplicado en varias zonas del mundo, en Chile aún es un proceso incipiente al menos a escala industrial.

Existen muy pocas comunas cuyas municipalidades poseen infraestructura de compostaje que disminuyan de manera sustancial la generación de residuos sólidos orgánicos municipales y por ende una reducción de esta masa en sus vertederos o rellenos sanitarios correspondientes.

Por otra parte, el ministerio del medioambiente ha desarrollado bastas iniciativas y fondos para fomentar la educación ambiental y la separación de residuos orgánicos. Pero las cifras a nivel nacional aún son muy bajas para considerarlo como una solución a nivel estructural para las comunas del país lo que dista mucho en comparación con países desarrollados, principalmente europeos.

Como bien se sabe, Chile es un país con una evidente centralización. No solo en servicios y oportunidades, sino que también es infraestructura de residuos. La ciudad de Santiago es la única cuyos residuos sólidos municipales se depositan en rellenos sanitarios controlados y centralizados. Por lo que no es de esperarse que también la mayor cantidad de infraestructura de plantas de tratamiento del país se ubiquen en su región.

En relación con las principales instalaciones de compostaje en Chile y sus técnicas industriales, estas únicamente funcionan a partir de sistemas abiertos de pila estática, por lo que aún se consideran como infraestructura arcaica en comparación a los sistemas existentes a nivel mundial.

En esta instancia se describirán las principales plantas de compostaje industrial en Chile ubicadas en la zona central del país. Sumado a su localización urbana, generación per cápita y su impacto tanto productivo como social en sus respectivas comunas.

Planta de compostaje El Romeral (5.000 m² de superficie) (Región del Maule)

- Pob comunal: 15.187 hab. (2017)
- Residuos Orgánicos generados al día: 9,9 Ton
- Capacidad máxima de planta: 3 Ton/día
- Ubicación: Fuera del radio del PRC
- Sistema de compostaje industrial: Pilas estáticas

Esta planta es la más artesanal de todas la cuál opera en un pequeño predio agrícola a las afueras de la comuna.

Producto de que la escala de la comuna es pequeña, la producción y dimensiones de esta planta, permiten consolidarla como respuesta contundente en la reducción de residuos. Pero no en la inserción en un mercado a gran escala.

30,3% de Residuos
Orgánicos municipale
reciclables

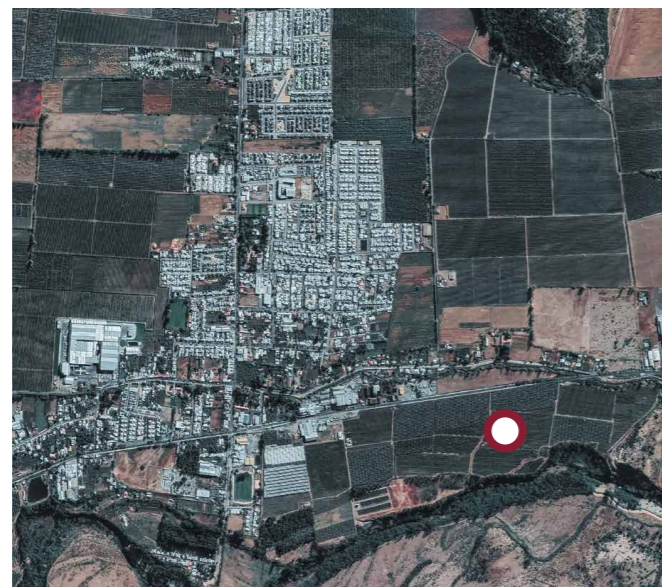


FIGURA 36:
Planta de compostaje el Romeral (Google Earth,2021)

Planta de compostaje La Pintana (8.500 m² de superficie) (Region Metropolitana)

- Pob comunal: 117.335 hab. (2017)
- Residuos Orgánicos generados al día: 77 Ton
- Capacidad máxima de planta: 6 Ton/día
- Ubicación: Dentro del radio del PRC
- Sistema de compostaje industrial: Pilas estáticas

Esta planta se caracteriza por funcionar mediante una unidad de apoyo vecinal. Sumado un programa de difusión ambiental (única en Chile). Sin embargo al estar dentro del radio urbano supondría la generación de malos olores en su contexto, situación la cual se desconoce. Por otra parte la producción de esta planta es suficiente para incertarse a un mercado. Pero no cubre de manera sustancial la demanda comunal.

7,79% de Residuos
Orgánicos municipales
reciclables

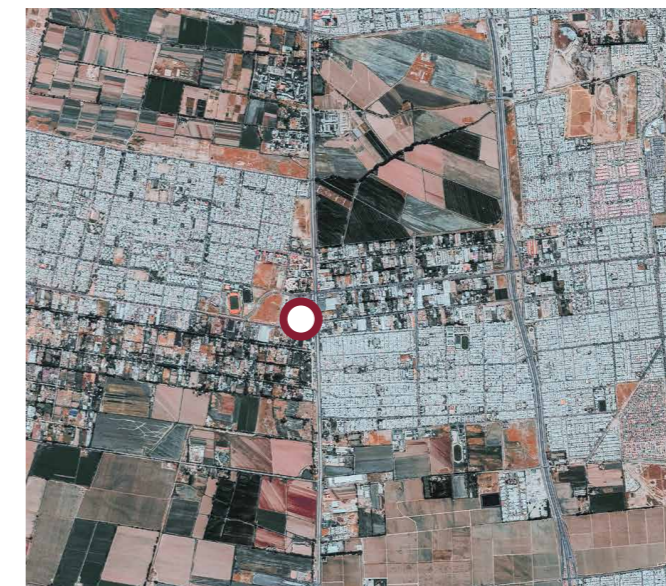


FIGURA 37:
Planta de compostaje La Pintana (Google Earth,2021)

Planta de compostaje Pudahuel (124.851 m² de superficie) (Region Metropolitana)

- Pob comunal: 230.293 hab. (2017)
- Residuos Orgánicos generados al día: 151,2 Ton
- Capacidad máxima de planta: 50 Ton/día
- Ubicación: Fuera del radio del PRC
- Sistema de compostaje industrial: Pilas estáticas

Esta comuna esta dentro de las 5 más pobladas de Santiago. Por lo que esta planta también es la más grande en el país. Si bien esta posee un sistema de pila estática al igual que todas las demás, su gran extensión permite recaudar una gran cantidad de residuos orgánicos al día pudiendo siendo un aporte relevante a nivel comunal.

33,3% de Residuos
Orgánicos municipales
reciclables

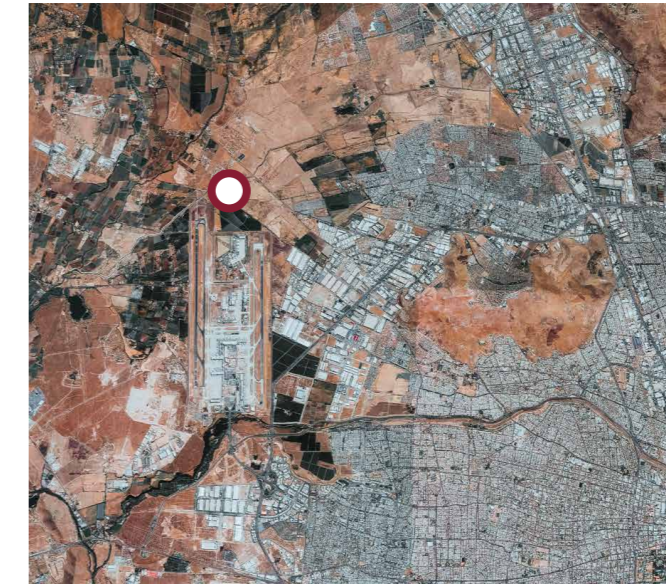


FIGURA 38:
Planta de compostaje Pudahuel (Google Earth,2021)

· Síntesis teórica

A partir del despliegue teórico antes expuesto se desarrollan las siguientes afirmaciones.

- Se asume el impacto medioambiental real que significan los vertederos comunales en el paisaje Chilote, como también los riesgos a los que están sometidos los pobladores locales del territorio. Esto más allá de sus estados latentes de ilegalidad.
- Se posiciona a los residuos sólidos orgánicos como los principales responsables de estos impactos y riesgos, entendiendo que después de varios intentos por parte de las autoridades de frenar la crisis sanitaria por fin se ha llegado a una solución real que es el compostaje industrial.

En el cual el convenio Reciclo Orgánicos financiará la construcción de 3 plantas de compostaje en las 3 comunas con el mayor índice de generación de residuos orgánicos de la provincia.

- Se comprende que para desarrollar una planta de compostaje industrial es necesario considerar no sólo lo urgente de su instalación, sino que existen muchos sistemas con múltiples beneficios y desventajas acordes a las características geográficas económicas del territorio.
- Se concluye que el Sistema Modular de Tanques Herméticos (VCU) es la solución más acorde a las condicionantes climáticas y medioambientales del territorio y a la realidad económica que representaría una comuna en Chiloé.
- Se visualiza al compostaje industrial en el escenario nacional como una solución aun incipiente, tanto en la cantidad de instalaciones existentes como en sus técnicas de producción, por lo que la aplicación del sistema (VCU), sería una solución vanguardista a nivel nacional.

· Objetivos

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una de las tres plantas de compostaje financiadas por el convenio internacional "Reciclo Orgánicos" en Chiloé, y a través de la arquitectura desarrollar un proyecto integral que responda de manera positiva a los componentes que conformen el paisaje y territorio del emplazamiento a elección.

Objetivos específicos

- Elegir un terreno en el cual el proyecto se logre integrar y no afecte de manera negativa al territorio preexistente.
- Resolver técnica y arquitectónicamente el sistema de compostaje industrial que más se adapte a las características y requerimientos del lugar a intervenir (VCU).
- Considerar dentro del proyecto, un plan de sostenibilidad que minimice al máximo el consumo de recursos locales y que facilite su funcionamiento y gestión.

IV Emplazamiento (Comuna de Quellón)

“Nuestro vertedero tiene una vida útil de dos a tres años y eso nos preocupa y entonces ¿qué va a pasar allí? ¿vamos a tener que hacer lo mismo que Ancud?, que es lo más probable, comprar otro terreno, hacer un hoyo y tapar porque los municipios no tenemos la capacidad para el manejo de basura”

Cristfán Ojeda (Alcalde vigente comuna de Quellón)

Fuente: Periódico El insular. (20201)



Foto aérea de la ciudad de Quellón (Naviera Austral, 2016).

· Presentación de Quellón

Condición geográfica

Quellón es una de las diez comunas que conforman la provincia de Chiloé, ubicada en la Región de Los Lagos. Caracterizándose por ser la que mayor tamaño posee en la isla, ocupando con sus 3442 km² de extensión, un 35% del total del territorio chilote. Esta se ubica en el sector más austral de la misma, abarcando tanto el área insular, como también un grupo de islotes los cuales bordean el sudeste de la comuna. (PLADECO, 2012)

Condición demográfica-económica

Quellón es una comuna en la cual se puede visualizar una gran transformación generada principalmente por la industria pesquera de la extracción del salmón, la cual ha generado que en los últimos 17 años, esta sea la tercera comuna con mayor crecimiento demográfico después de Castro y Ancud. La cual ha pasado de ser una comuna conformada únicamente por pequeños poblados y comunidades indígenas de alrededor de 15.055 habitantes en 1990, al ser en el año 2017 una comuna con 27.192 habitantes (INE,2017).

Quellón como punto de conexión

Este aumento demográfico que experimentó Quellón, producto del crecimiento económico de la industria del salmón, se debe a que esta comuna se convirtió en un punto de conexión estratégico para el desarrollo de la provincia, la región y el país desde la construcción de la Ruta 5. Esta última, cuya construcción finalizó en 1966, es actualmente la principal arteria de comunicación terrestre a nivel nacional, recorriendo 3.364 km desde el límite con el Perú hasta la comuna de Quellón, permitiendo que tanto la producción local de salmones de la isla, como otras de carácter regional como continental salgan directamente desde Quellón hacia el extranjero a través de buques de carga arribados en la Ciudad de Quellón, la cual es la actual capital de la comuna.

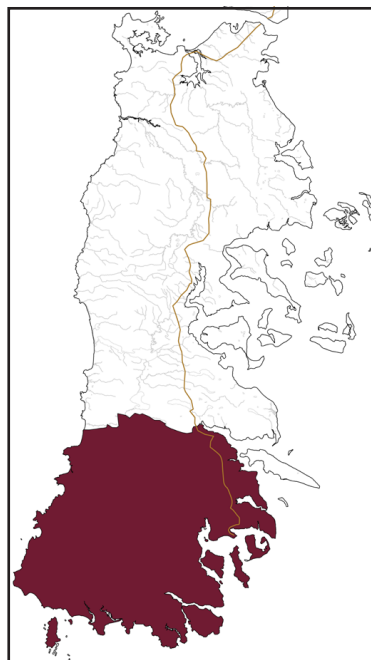


FIGURA 39: Cuadro limitación fronteriza comunal(Elaboración propia a partir de mapa digital GORE Los Lagos).

Quellón y sus localidades

La ubicación de las localidades de Quellón poseen una condición parecida a las comunas que componen la isla de Chiloé. Esta última posee una densidad importante de bosque frondoso en su centro y en toda su costa oeste. Lo que ha generado que la mayoría de sus localidades se ubiquen en las costas del mar continental, mientras que la localidad de Inio es el único poblado ubicado frente a las costas del mar sudoeste.

En relación a estas, se visualiza un evidente desequilibrio poblacional, aunque estén aparentemente concentradas en la misma zona. Las localidades rurales ubicadas en el terreno peninsular de la isla sumado a los islotes de Coldita, Laitec y Cailín no suman más de 4.335 habitantes, lo que vendría siendo solo el 15,9% de la población total, mientras que la Ciudad de Quellón al ser un punto de conexión económico clave como previamente se comentó, brinda debido a su condición de puerto, una mayor posibilidad de acceso a empleos y servicios, lo que justifica que su radio urbano comprenda el 84,1 % de la población total de la comuna, con 22.857 hab. (GORE,2017).

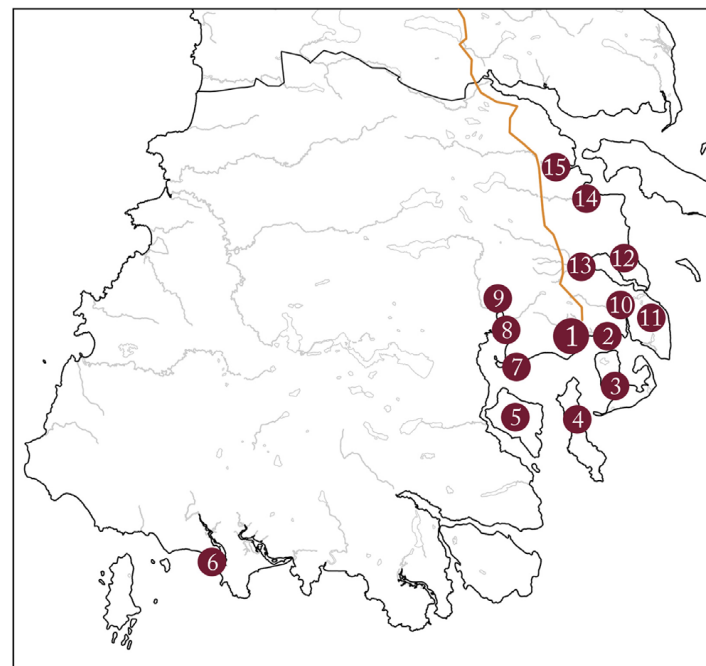


FIGURA 40: Localidades de la comuna de Quellón y su índice poblacional. (Elaboración propia a partir de PLADECO Quellón y datos INE 2017).

- 1) Ciudad de Quellón = 22.857 hab.
- 2) Barrio Costero = 482 hab.
- 3) Isla Cailín = 240 hab.
- 4) Isla Laitec = 216 hab.
- 5) Isla Coldita = 498 hab.
- 6) Inio = 125 hab.
- 7) Trincao = 200 hab.
- 8) Yaldad = 420 hab.
- 9) Incopulli = 107 hab.
- 10) Oqueldán = 110 hab.
- 11) Chaiguao = 204 hab.
- 12) Auchac = 430 hab.
- 13) Coinco = 102 hab.
- 14) Chadmo = 678 hab.

· Descripción urbana de la Ciudad de Quellón

-Configuración del entramado urbano

·**Quellón viejo:** Corresponde a la zona poniente de la ciudad y a su trama fundacional, partió en 1905 con una pequeña industria de destiladora y un puertecillo de mariscos. Se caracteriza por la irregularidad de sus asentamientos y a su poca densificación de viviendas. Sumado que es la ubicación tanto del ex vertedero comunal como también del actual.

·**Quellón Nuevo:** Corresponde a la zona oriente de la ciudad, surgió a partir de la necesidad de reconstrucción de viviendas producto del terremoto de 1960. Esta posee un casco histórico y una estructura regular de damero. Sumado a un pequeño parque el cual es el único espacio público consolidado en la ciudad.

-Conectividad interna:

·**Costanera Manuel Montt:** Su importancia radica en ser el eje conector principal del sistema portuario de la Ciudad. Sin embargo, actualmente no posee ningún tratamiento de espacio público.

·**Camino a Yaldad:** Esta ruta, cuyo comienzo se origina dentro del radio urbano de la zona de Quellón Viejo, además de albergar los sitios de eliminación de RSM en la comuna (vertederos). Es una vía de conexión entre la localidad rural de Yaldad y la ciudad.

·**Juan Ladrilleros:** Es la principal avenida comercial de la ciudad, la cual es la proyección de la ruta 5 y conecta Quellón Nuevo con Quellón Viejo.

-Conectividad Externa:

·**Ruta 5:** Además de la importancia que posee a escala local, esta ruta es la única que permite a la ciudad puerto de Quellón y las demás localidades de la comuna una conexión terrestre con el resto de las comunas de la isla. Por otra parte, el Hito 0 es el término de esta ruta internacional y está ubicado en extremo sur de la ciudad (Principal hito turístico)

·**Aeródromo de Quellón:** Único conector por vía aérea de la comuna el cual está destinado únicamente a vuelos comerciales nacionales.

·**Sistema portuario:** El sistema de conectividad de la Ciudad de Quellón más importante sin lugar a dudas es su sistema portuario ubicado en Quellón Nuevo.

Este posee tanto terminales pesqueros municipales y privados, como también intermodales tanto de locatarios dentro de la provincia como para turismo internacional.

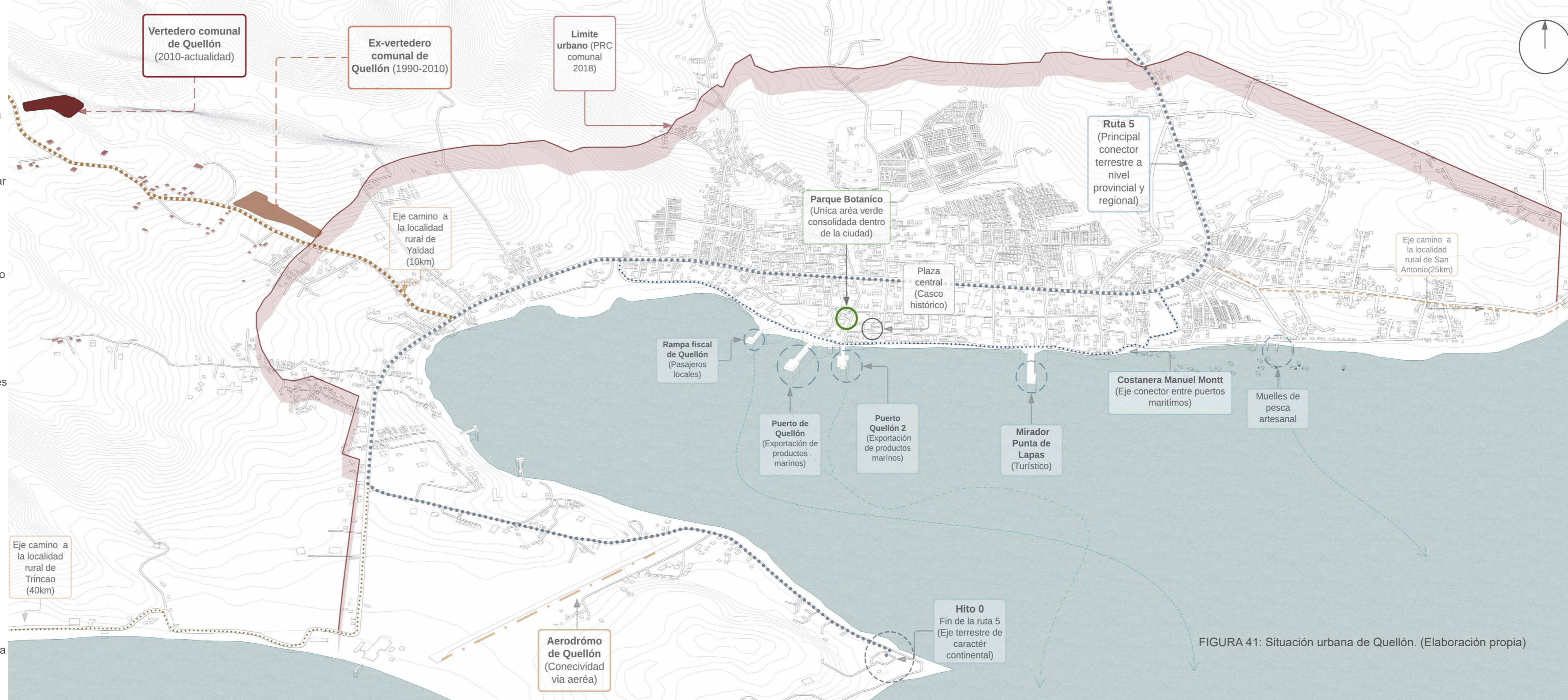


FIGURA 41: Situación urbana de Quellón. (Elaboración propia)

Estado actual del vertedero comunal de Quellón

Al revisar los datos proporcionados al final del capítulo de problemática, en el cual se expone que el vertedero posee solamente (2-3años) de vida útil, sumado a que a nivel provincial, es el más cercano a un radio urbano. Se tendería a pensar que dichas problemáticas fundamentan completamente su estado crítico.

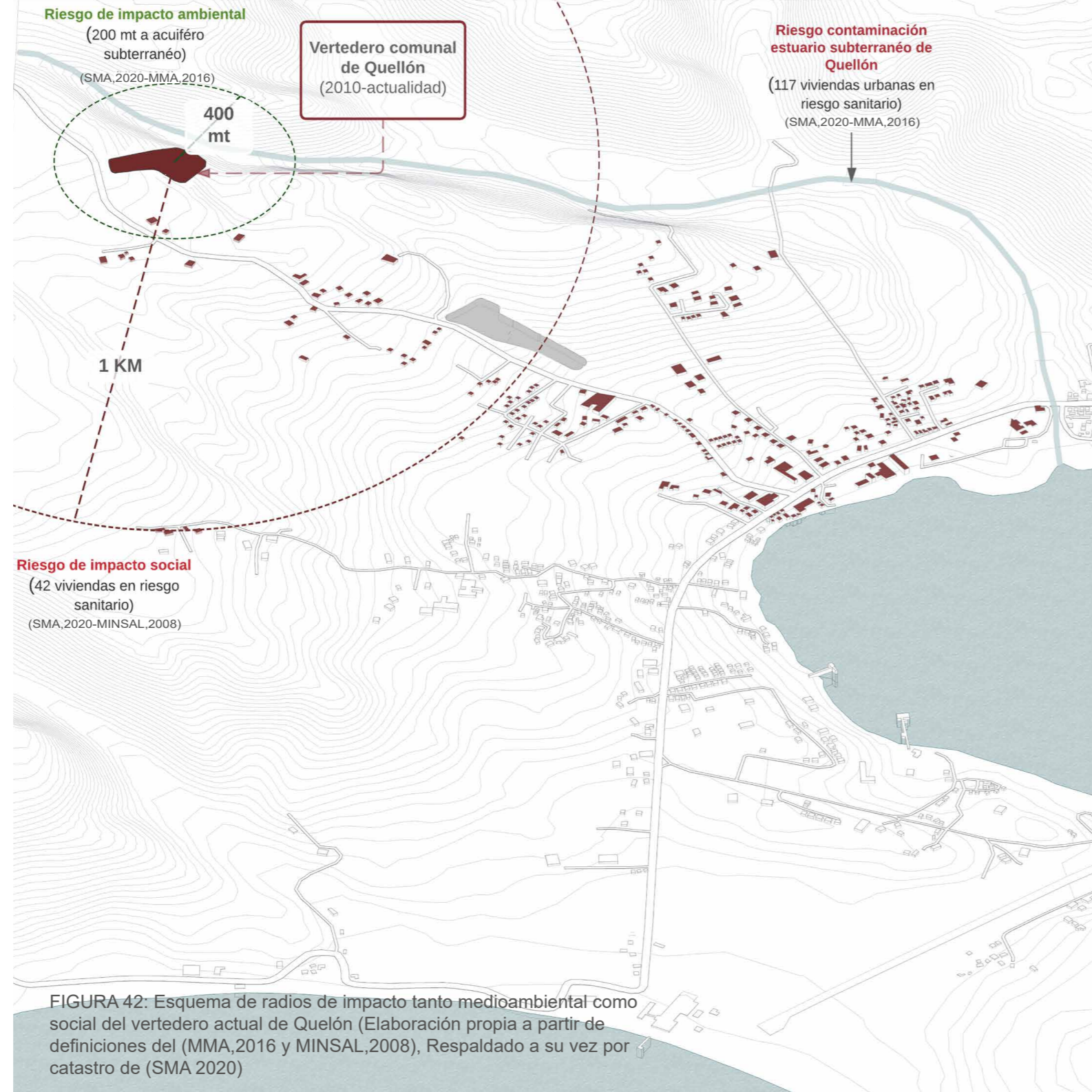
Sin embargo existen más problemáticas dentro del predio que definen sin lugar a dudas al vertedero de Quellón como el más crítico de toda la provincia.

Dichas problemáticas son las siguientes:

- 1) **Radio de impacto social 1km:** Según el radio de impacto definido por el (MINSAL), el vertedero de Quellón compromete a 42 viviendas rurales, con riesgo de contaminación por filtración de lixiviados, lo cual bajo la fiscalización de la (SEA), actualmente si existe dicha filtración.
- 2) **Radio de impacto medioambiental 400 mt:** Según el radio de impacto definido por el (MMA), esta impactando directamente con el estuario (Río subterráneo), principal de la ciudad (a sólo 200mt).

Esto ultimo sumado a que la empinada pendiente del terreno esta en dirección a la ciudad, podría afectar a 117 viviendas urbanas con riesgo de contaminación de lixiviados sumado a un impacto nosivo en los predios agrícolas de la zona.(SMA,2019)

- 3) **Impacto tajante en el turismo comunal:** El predio del vertedero actual esta ubicado dentro de zona ZOIT (Zona de Interés Turístico) definido por el Ministerio de Turismo, por lo cual la existencia de este vertedero imposibilita la opción de inversión en turismo en todo ese eje el cuál proyectado a 10 kilometros hacia el poniente conecta con la localidad rural de Yaldad (420 hab), la cual vive principalmente de la temporada de turismo.



Presencia de vectores infecciosos



FIGURA 43: Existe la presencia de vectores principalmente aves (jotes,gaviotas y tuiques) tanto dentro como afuera del recinto (SMA,2020,Pág 3)

Presencia de basura desbordada



FIGURA 46: Existe la presencia de basura desbordada tanto dentro como afuera del cerco perimetral del recinto (SMA,2020,Pág 5)

Presencia de animales dentro del recinto



FIGURA 44: Existe la presencia de perros callejeros dentro del recinto (SMA,2020,Pág 3)

Presencia de lixiviados



FIGURA 45: Existe la presencia de afloramiento de lixiviados líquidos (Orgánicos) en el perímetro circundante del recinto. (SMA,2020,Pág 7)

Vertedero dentro de zona de interés Turístico (ZOIT)

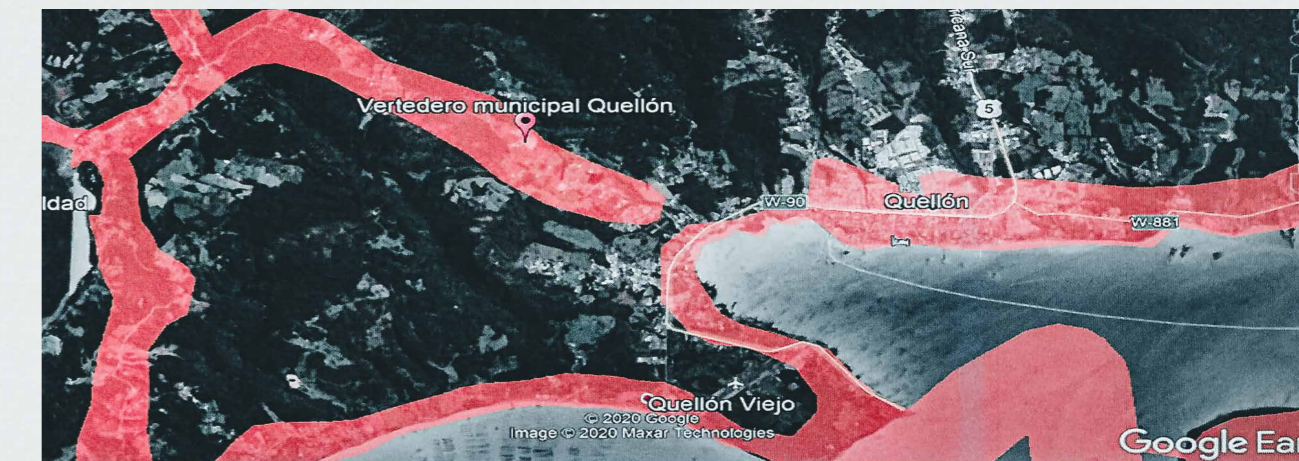


FIGURA 47: Se muestra la ubicación del vertedero, el cual se encuentra dentro de la Zona de Interés Turístico (ZOIT) declarada mediante Decreto N 145/2019, la cual esta representada por las marcadas en color rojo (SMA,2020,Pág 9)

· Problemáticas transversales a nivel comunal

Crisis hídrica en Chiloé

Como si la crisis sanitaria de los residuos sólidos municipales no fuera necesario para situar a Chiloé en una de las Provincias mas devastadas en el panorama nacional, la crisis hídrica que asota la isla es por lejos la más crítica.

Si bien Chiloé se caracteriza por tener precipitaciones constantes a lo largo del año, las reservas de agua útiles tanto para la agricultura como para el consumo personal se extraen únicamente de las napas subterráneas.

Estas últimas, producto de factores como el consumo de agua de las forestales, las cementeras y múltiples industrias instaladas en el territorio, han generado que dichos pozos se estén secando y pierdan sus propiedades de absorción y almacenamiento.

Cabe recordar que Chiloé a diferencia de otras zonas de Chile, este no posee una cordillera que almacene agua durante el año. Por lo que durante las temporadas de verano es cuando la sequía de pozos más afecta sus ciclos productivos

Esto ha afectado a la industria agraria de todas las comunas de Chiloé. Principalmente la de Quellón en la cual para el año 2020, 100 pymes agrícolas en la comuna no tenían acceso a agua de riego. (INDAP,2020)



FIGURA 48: Superávit de aguas lluvias en Chonchi. (CFCN U Chile,2017)



FIGURA 49: Asistencia municipal de agua de riego para cultivos en Quellón (INDAP,2020)

Agricultura de Quellón subdesarrollada e incipiente

Cultivar especies exógenas en Chiloé (No originarias) es una tarea ardua y difícil. Especialmente en invierno en el cual las bajas temperaturas no permiten la germinación de la mayoría de los cultivos de consumo diario. Principalmente de hortalizas, las cuales componen vegetales tales como la lechuga, la acelga, el repollo etc.

En este sentido el rol que cumplen los invernaderos de cultivo cerrado es fundamental. Ya que utilizan el mismo calor del dióxido de carbono generado por las plantas para mantener una temperatura ideal. En la mayoría de las comunas en Chiloé existe un importante rubro agronómico siendo una parte importante de sus economías. Por lo que tanto las industrias a gran escala como las locales en la mayoría poseen este tipo de equipamientos.

Sin embargo, Quellón al ser el segundo puerto más importante después del de Castro. Ha generado que la mayoría de los trabajos e institutos técnicos estén focalizados en la actividad productiva del salmón. Siendo el rubro de la agricultura poco fomentado y en la mayoría de las veces, ejecutado con técnicas tradicionales a campo abierto que únicamente permiten el cultivo de especies endógenas (Originarias). (INDAP,2020).

En este sentido INDAP Quellón ha desarrollado múltiples fondos concursables para adquisición de este tipo de equipamientos. Sin embargo, aún no existen instancias reales de capacitación escolar, sobre el funcionamiento de los ciclos de germinación en los invernaderos y tampoco sobre técnicas de maximización de agua de riego que respondan a la crisis hídrica.



FIGURA 50: Cuadro limitación frontera comunal (Elaboración propia a partir de mapa digital GORE Los Lagos).

Crecimiento demográfico y expansión urbana en Quellón

Quellón actualmente es en conjunto con Ancud, las comunas con la explosión demográfica más grandes en la isla.

En caso puntual de Quellón se debe principalmente a las ofertas laborales tanto del rubro agropecuario como la silvicultura. Pasando de tener 16.851 hab el 2012 a tener 27.182 en 2021. Esto a su vez a significado un aumento de un 33,2% de residuos orgánicos.

Por otra parte, este crecimiento demográfico se ha reflejado a su vez en una notable expansión urbana horizontal de su ciudad, caracterizada principalmente por la construcción de viviendas urbanas unifamiliares. (PLADECO,2012)

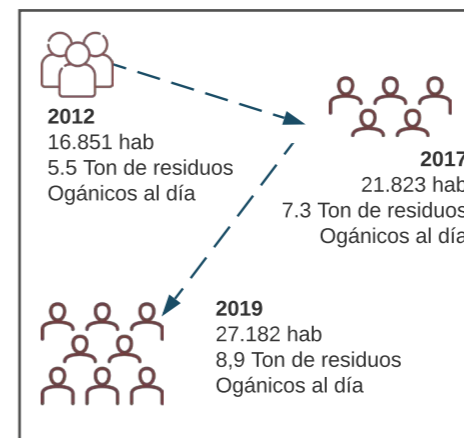


FIGURA 51: Crecimiento Demográfico Quellón. (Censo 2012-2017, SUBDERE 2019).



FIGURA 52: Imagen Ciudad de Quellón 2012 (Google Earth,2012).

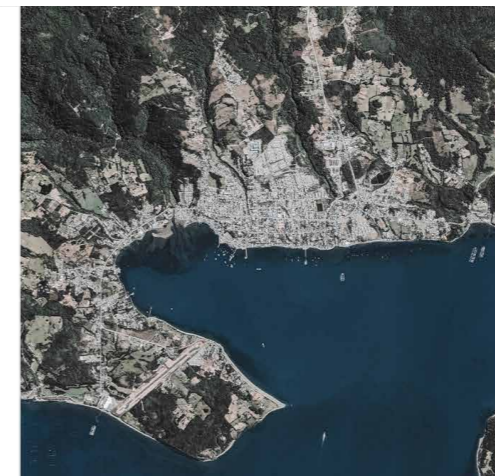


FIGURA 53: Imagen Ciudad de Quellón 2020 (Google Earth,2021).

Deficit de espacio público en Quellón

Según declaraciones del SERVIU, La Ciudad de Quellón es la ciudad con menos área de espacio público por habitante en la Provincia de Chiloé.

Actualmente la única área de esparcimiento consolidada esta ubicado en su casco histórico, el cual posee apenas 323 m². Si a esto ultimo se le suma la población actual de la ciudad (22.857 hab.), resulta la despreciable suma de 0,014m² de espacio público por habitante en Quellón. El cual es incluso más bajo que la Ciudad de Santiago 5,2m².

Por otra parte surge la necesidad de aclarar la diferencia entre deficit de espacio público y deficit de área verde.

El primero cumple un rol fundamental en el esparcimiento y el desarrollo tanto cultural como turístico de una comuna, mientras que el segundo también cumple un rol turístico pero con la diferencia de que en el caso de las ciudades cumple un rol de amortiguación de contaminantes liberados a la atmósfera.

En el caso de la Ciudad de Quellón, esta rodeada por un frondoso bosque de especies nativas (Área verde), pero no posee un espacio público relevante para su escala ni un tratamiento urbanístico de borde costero que compense dicha demanda.

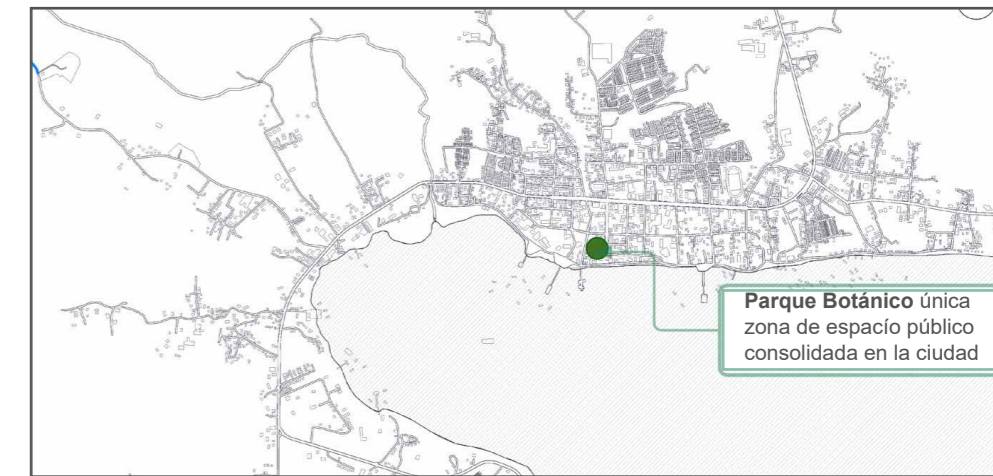
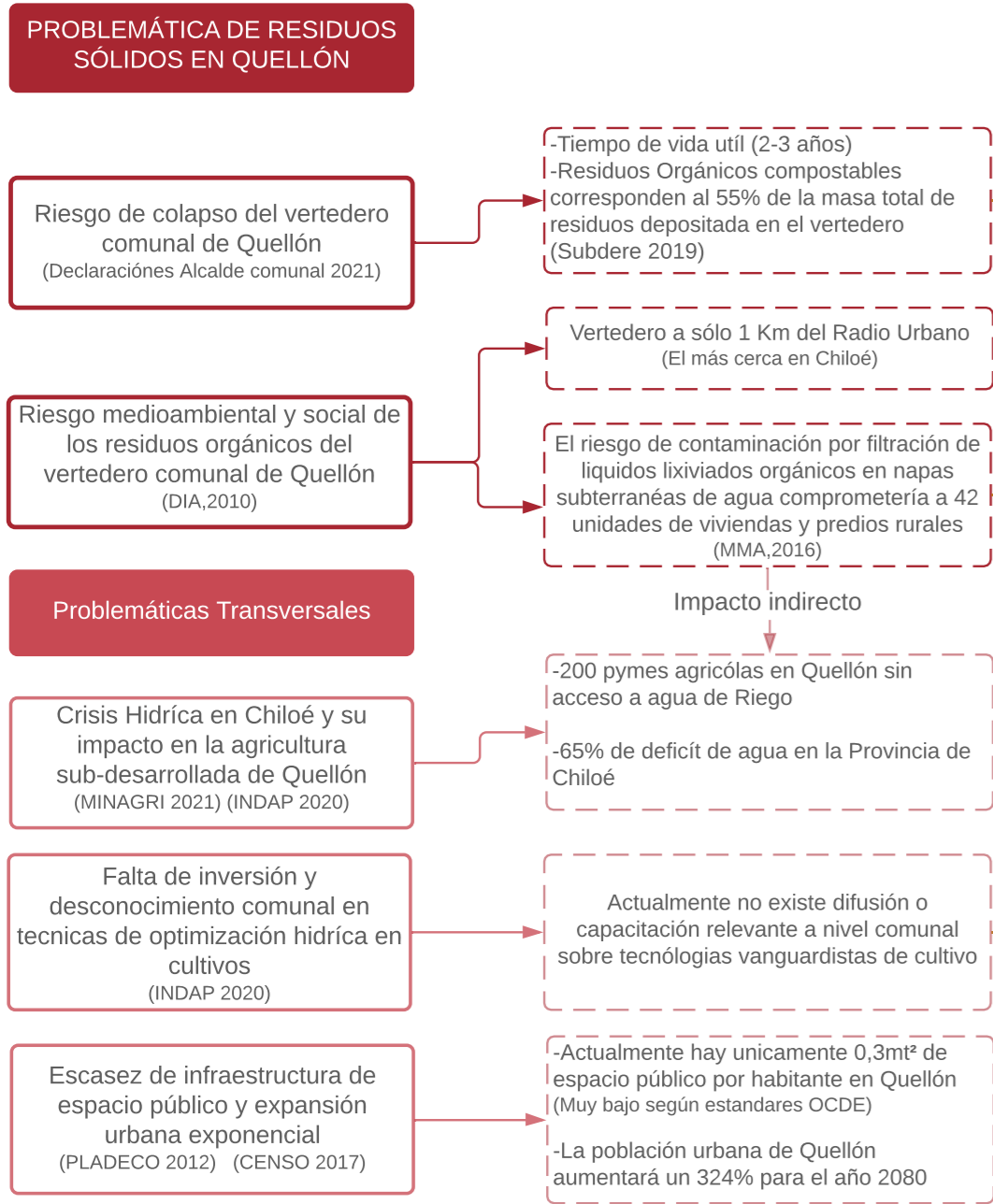
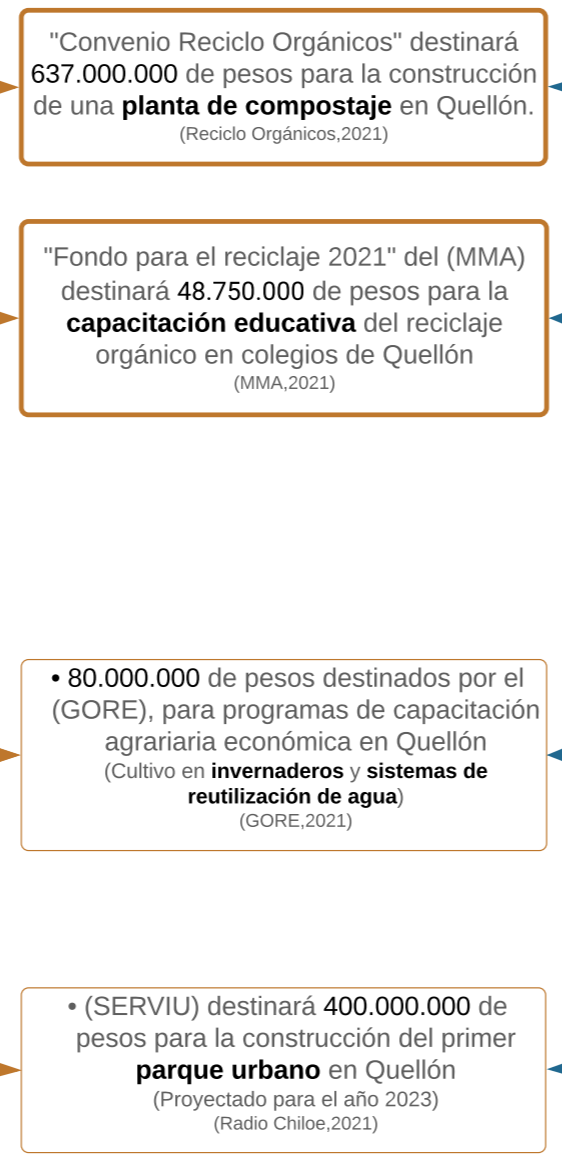


FIGURA 54: Cuadro limitación frontera comunal (Elaboración propia a partir de mapa digital GORE Los Lagos).

Síntesis general del estado comunal actual



FONDOS COMUNALES EXISTENTES



PROGRAMAS SUGERENTES



PROYECTO DE TÍTULO



FIGURA 55:
Esquema consolidación de las aristas del proyecto (Elaboración propia)

Consolidación de las aristas del proyecto

Al analizar tanto las problemáticas asociadas al impacto del vertedero como también las transversales a él. Se llega a la conclusión de que el escenario comunal está inmerso en una crisis multi-sectorial.

Cabe recordar que una parte de los objetivos planteados en el capítulo anterior consta en desarrollar un proyecto integral que responda de manera positiva a las condicionantes del territorio. Por lo que para lograr dicho objetivo y una integración real, es necesario que éste de respuesta a otras necesidades que tenga la comuna más allá de la crisis de los residuos y solución industrial de la elaboración del compost.

En una primera instancia se hace énfasis en la expansión demográfica que está viviendo la comuna sumada al déficit de espacio público per cápita. Por lo cual se hace necesaria la creación de un Parque Comunal para Quellón.

¿Existirá la posibilidad de que estas demandas, tanto del tratamiento de residuos, como las transversales a ellas se puedan integrar y dar solución en un mismo Parque?. ¿Puede este parque comunal brindar espacio público pero a su vez tener un carácter industrial?.

Actualmente, existen los fondos para cubrir cada una de las problemáticas tanto principales como las transversales. Por lo que se han definido 3 programas que compondrán el proyecto.

El primero es la planta de compostaje, la cual tendrá como función solucionar la problemática de los residuos orgánicos en Quellón.

El segundo será un invernadero educativo, el cual tendrá como finalidad enseñar, mediante la experiencia del habitar, tanto la importancia del compost en la producción agrícola de cultivos como también el correcto uso del recurso del agua. Lo cual sería un fomento tanto para futuras pymes agrícolas como también a los jóvenes locales.

El tercero que es el parque, el cual mediante su vocación pública, englobará estos 2 programas productivos relacionándolos con el territorio, bajo la imperante necesidad de que este proyecto sea eco-responsable con el paisaje de la comuna, el cual esta bajo un riesgo tanto sanitario como medioambiental.

La próxima etapa será encontrar el terreno ideal para que se desarrolle este nuevo parque con carácter productivo. El parque Eco-industrial de Quellón (PEI).

V Terreno (Ex-vertedero comunal de Quellón)



Imagen Satelital ex-vertedero comunal de Quellón.
(Google Earth, 2020)

· Ubicación del terreno en su contexto

El ex-vertedero comunal de Quellón es un predio municipal de 30.556 m², el cual desde el año 1994 cumplió la tarea de ser el único predio consolidado para la disposición de residuos sólidos municipales en Quellón. Los cuales previamente se depositaban únicamente en mico basurales a lo largo de la comuna.

Este se ubica en la calle llamada Camino a Yaldad. Un polígono rural conformado por alrededor de 42 viviendas y un centro educativo, los cuales están localizados entre los límites que conforman tanto el predio del ex vertedero comunal como el del actual.

El polígono se caracteriza por estar inmerso en un frondoso bosque de especies nativas principalmente de Coihué y Canelo, las cuales se posan sobre una pronunciada pendiente hacia la Ciudad y el mar.

Según antecedentes históricos del pladeco comunal, los habitantes que comprenden este polígono son principalmente campesinos de ascendencia Huilliche, los cuales se radicaron en este territorio a principios del siglo XX, mucho antes de la existencia de este vertedero.

Si bien durante los años en el que esté estuvo operativo la densidad de viviendas era considerablemente menor, su funcionamiento fue altamente reprochado los locatarios.

Estos reclamaban que su funcionamiento afectaba directamente el desarrollo turístico de la zona principalmente de Yaldad. Localidad de 420 habitantes ubicada a 10 km del vertedero, en el cual la calle en el que está emplazado, era y es su conexión con la Ciudad de Quellón y su población flotante (turistas).

A su vez acusaban la existencia de malos olores y una proliferación de aves rapiña. Las cuales extraían restos orgánicos del vertedero y los esparcían a lo largo de la zona. Significando un riesgo tanto sanitario como medioambiental, el cual fue rectificado por una Declaración de Impacto Ambiental que justifico su clausura para el año 2010. (DIA,2010)

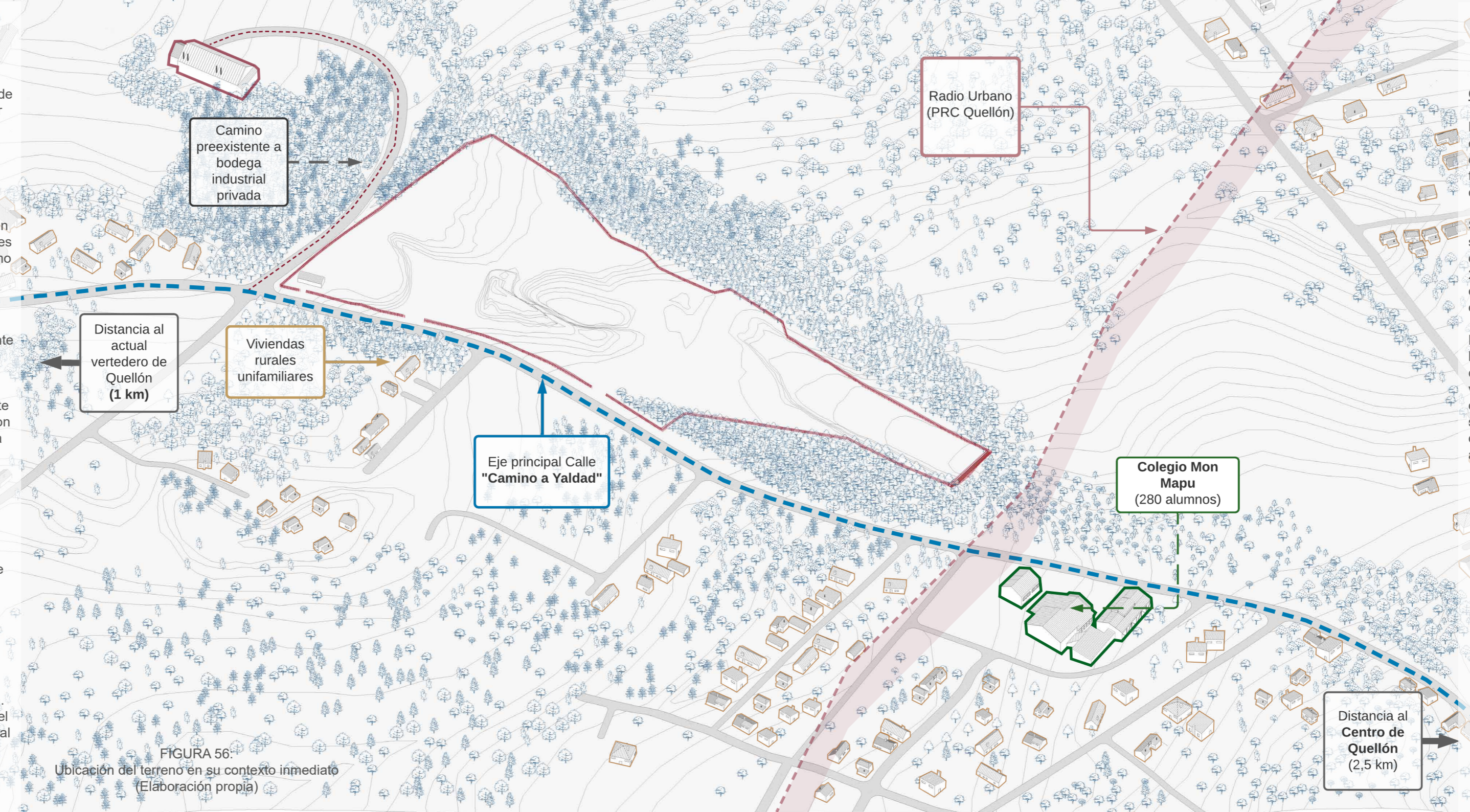


FIGURA 56: Ubicación del terreno en su contexto inmediato (Elaboración propia)

Camino a Yaldad como polígono de sacrificio ambiental

Desde la instalación del ex vertedero de Quellón, hasta el funcionamiento de su predecesor en la actualidad, la comunidad rural de Camino a Yaldad ha sido categorizada tanto por medios de comunicación como testimonios locales como una zona de sacrificio ambiental a nivel comunal.

Su directa conexión con el centro de la Ciudad de Quellón y su desprotección normativa al estar fuera del radio urbano y de la ordenanza local, han propiciado la existencia de estos 2 vertederos. De los cuales ambos han sido instalados bajo el margen de la ilegalidad tanto por las condiciones que exige el Ministerio de Salud como las del Medio Ambiente.

Por otra parte, las manifestaciones organizadas por los locatarios en la actualidad, han estado conformadas por contantes barricadas y cortes de calle en el acceso del vertedero vigente. Cuyo principal fundamento es el riesgo que este posee en la contaminación de los cauces de agua subterráneos. Lo cual sumado a la crisis hídrica afectaría directamente tanto al consumo diario como a las actividades agrícolas. (La opinión de Chiloé,2019)



FIGURA 57: Manifestaciones en actual vertedero de Quellón. (La opinión de Chiloé,2019)

Descripción de periodo de operatividad (1994-2010)

La extensión de tiempo en la cual este vertedero se mantuvo activo, fue muy acotada en relación con el periodo de vida que han tenido este tipo de instalaciones en la isla. De las cuales todas a excepción de Ancud, aún no han cerrado considerando que la mayoría tenían una fecha proyectada de cierre para el año 2010. (DIA,2010)

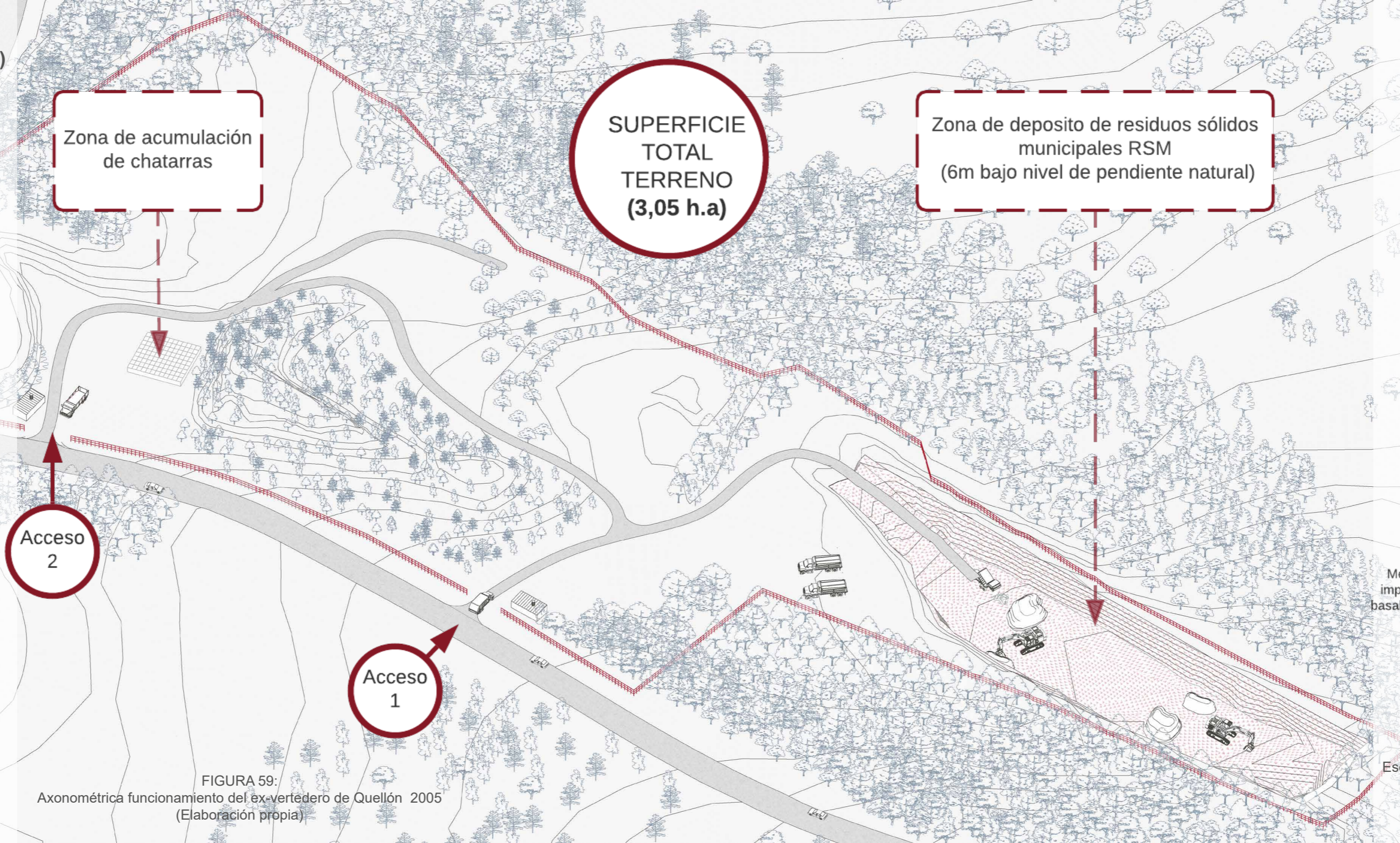
Por otra parte, el área de ocupación también fue bastante acotada. Esto último debido a que previo a su adquisición municipal este predio correspondía a una zona de extracción de áridos. En la cual se utilizó una zanja preexistente reducida a un área de 5.600 m² correspondiendo únicamente al 18% de la superficie total del predio.

El sistema de disposición consistió en un apilamiento sistemático de fajos de residuos sobre una membrana impermeable a basal, los cuales no superaban un 1 m de altura.

Posteriormente dichos residuos eran tapados con un relleno de arena del mismo alto, la cual era superpuesta por una nueva capa. Configurando así una masa final de 6 m de altura sobre el nivel de la zanja preexistente. (DIA,2010)



FIGURA 58:
Foto aérea ex-vertedero de Quellón en funcionamiento
(Google Earth,2005)



Zona de acumulación de chatarras

SUPERFICIE TOTAL TERRENO (3,05 h.a)

Zona de deposito de residuos sólidos municipales RSM (6m bajo nivel de pendiente natural)

Acceso 2

Acceso 1

FIGURA 59:
Axonométrica funcionamiento del ex-vertedero de Quellón 2005
(Elaboración propia)

Procedimiento legal de clausura

Como se mencionó anteriormente, actualmente todos los vertederos comunales que se mantienen vigentes en la isla poseían una fecha de cierre para el año 2010. Por lo que esté vertedero fue el único que cumplió con dicha fecha incluso sin haber llegado al 100% de su capacidad total.

Esto último fue debido a la corta distancia que poseía con el centro de la ciudad, sumado a que en la declaración de impacto emitida se comprobó que la contaminación de residuos por parte de la proliferación de aves no estaba afectando únicamente a su contexto inmediato. Si no que también a ciertos sectores de la ciudad.

Una vez se involucraron las superintendencias en su clausura oficial a la municipalidad no le quedo otra opción que comprar rápidamente un nuevo predio.

El cual estaría ubicado únicamente a 1 km del vertedero clausurado y sin ninguna autorización gubernamental, funcionando en ese estado de ilegalidad hasta el día de hoy.

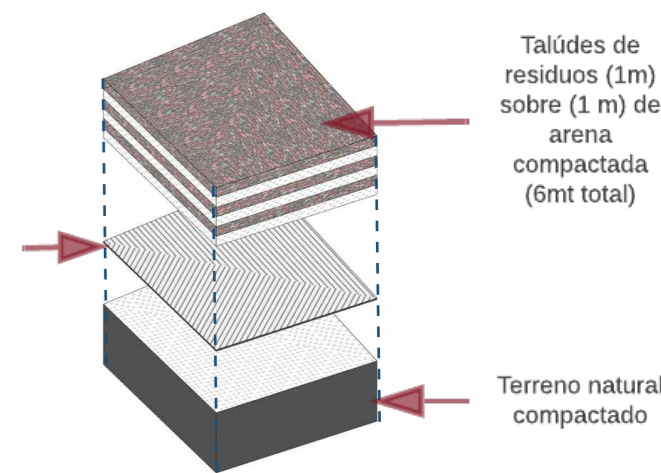


FIGURA 60:
Esquema estado del ex-vertedero en el momento de su clausura.
(Elaboración propia a partir de datos DIA,2010)

Proceso de sellado y saneamiento (2010-2011)

Una vez comenzado el proceso de saneamiento del vertedero se realizó una erradicación tanto de la materia vegetal que aún estaba presente en el predio, como también un recubrimiento completo del área de residuos

La finalidad por parte de las autoridades municipales de ejecutar dicha labor, fue erradicar por completo la presencia de los vectores infecciosos que significaba la existencia de residuos expuestos en la zona. Como también permitir que este predio tuviera las condiciones óptimas para ser utilizado con otro propósito en el futuro.

Una vez finalizado este proceso el sitio fue cerrado quedando en condición de espacio residual hasta el día de hoy. En el cual no se desarrolla ningún tipo de actividad más allá de un monitoreo anual de sus condiciones sanitarias.

Según los datos extraídos de su proceso de cierre y sellado, una vez transcurrido 10 años de su cierre, este estaría en condiciones óptimas para ser rehabilitado. Ya que la materia orgánica sellada ya cumpliría su proceso de fermentación natural y no emitiría gases metano que pongan en riesgo su posible habitabilidad. (DIA,2010)

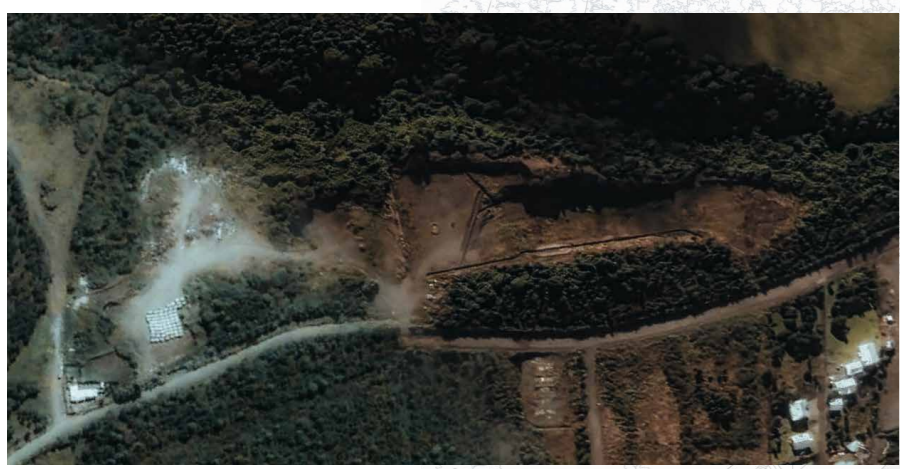


FIGURA 61:
Foto aérea ex-vertedero de Quellón en proceso de sellado.
(Google Earth,2010)

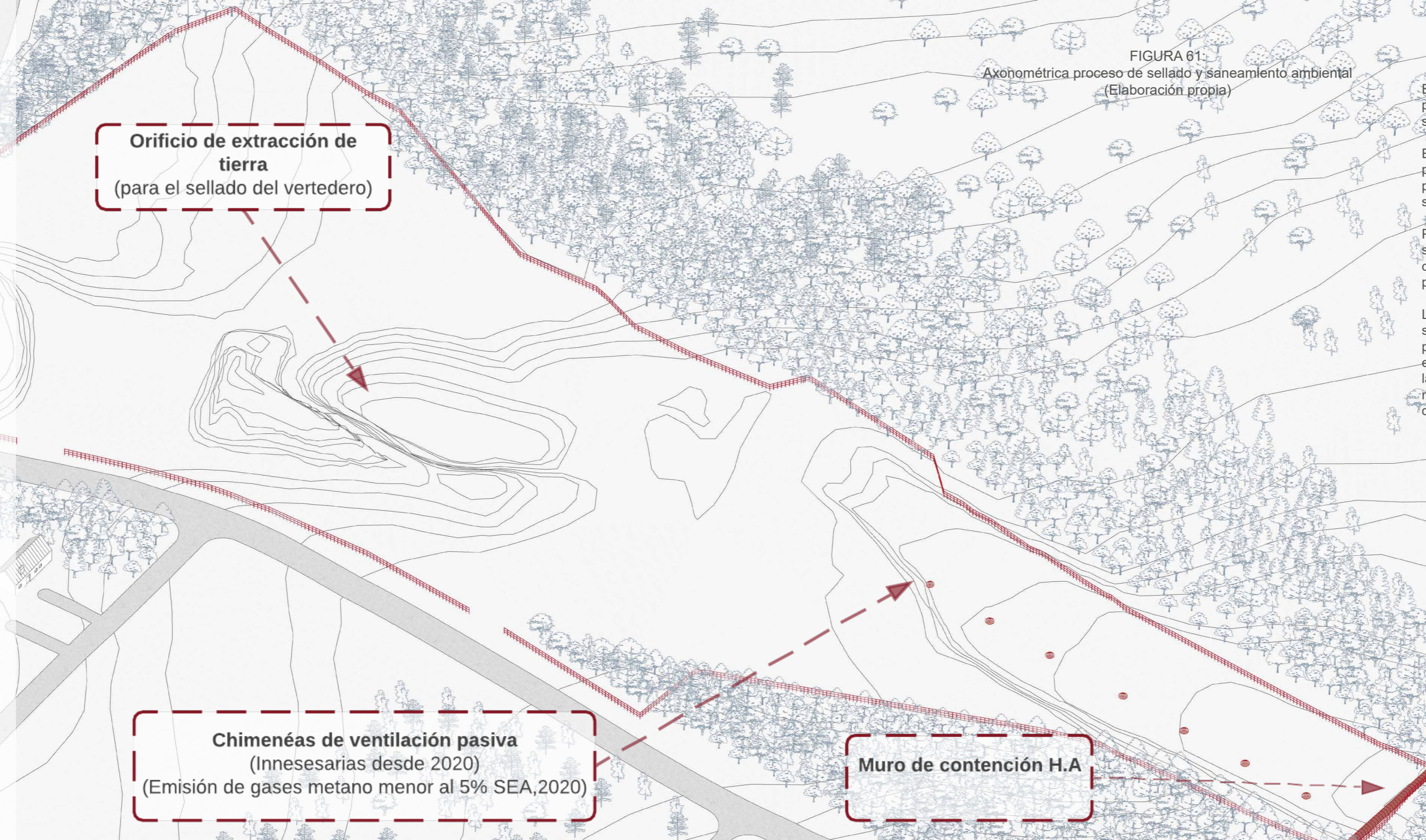


FIGURA 61:
Axonométrica proceso de sellado y saneamiento ambiental
(Elaboración propia)

Detalle de sellado y saneamiento

En rasgos generales el proceso de saneamiento de la superficie utilizada para disposición de residuos sólidos fue la siguiente.

En una primera instancia se reacomodaron los residuos preexistentes verificando si la membrana impermeable basal, poseía alguna filtración que pusiera en riesgo los acuíferos subterráneos del lugar.

Posteriormente, la masa de residuos fue cubierta por una segunda membrana impermeable la cual fue ocultada por una capa de tierra extraída del mismo predio la cual posee una profundidad de 3 m.

La extracción de gases metano acumulados en su interior se realizó mediante un sistema de chimeneas de ventilación pasiva microperforadas, las cuales fueron inyectadas hasta el interior de la masa de residuos permitiendo así una ventilación constante. Según el expediente técnico dichas chimeneas tendrían una vida útil de 10 años, por lo que posterior a dicha fecha podrían ser retiradas. (DIA,2010)

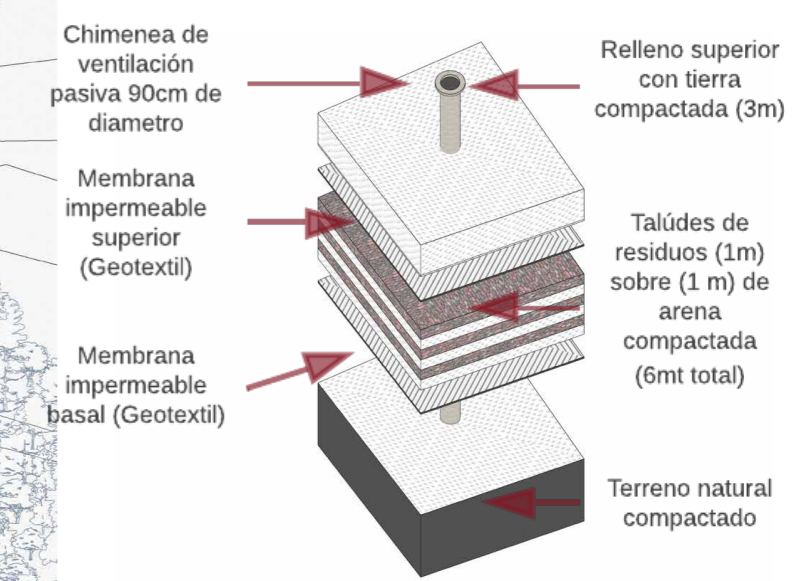


FIGURA 62:
Esquema sellado ex-vertedero comunal de Quellón.
(Elaboración propia a partir de datos DIA,2010)

Chimeneas de ventilación pasiva
(Innesarias desde 2020)
(Emisión de gases metano menor al 5% SEA,2020)

Muro de contención H.A



Figura 63: Vista panorámica del extremo oriente del terreno durante su proceso de sellado. (DIA,2010)



Figura 64: Vista proceso de saneamiento ambiental. (DIA,2010)



Figura 66: Vista acceso poniente del predio. (DIA,2010)



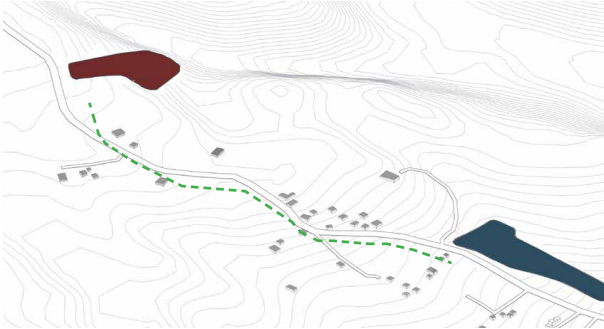
Figura 65: Vista poniente desde fosa de extracción de aridos. (DIA,2010)



Figura 67: Vista Interior fosa de extracción de aridos. (DIA,2010)

· Justificación del terreno

1) Conectividad con el vertedero actual



Como el proyecto consta de una planta de compostaje, la ubicación de esta debe tener una buena conectividad con el vertedero actual de tal manera de poder despachar de manera directa residuos que no califiquen para ser valorizados.

2) Predio de propiedad municipal



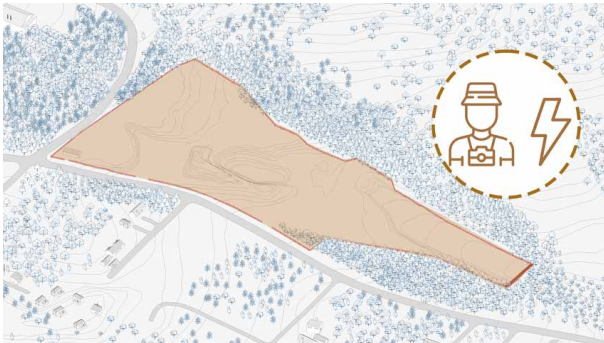
El hecho de que el predio del ex-vertedero comunal sea de propiedad municipal, evita que esta última tenga que expropiar o invertir recursos económicos para la adquisición de un terreno privado para la construcción del proyecto.

3) Proximidad con el radio urbano



El predio del ex-vertedero comunal está justo en el borde externo del radio definido por el PRC. Por lo que no hay exigencias por parte de la ordenanza municipal, y a vez posee una conexión directa con el público, servicios y equipamiento que la Ciudad ofrece.

4) Rehabilitación de espacio residual en zona ZOIT



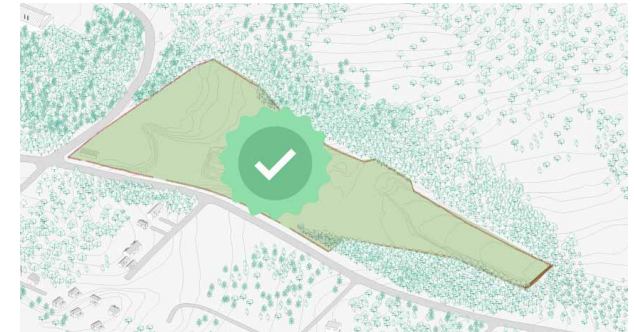
Como se mencionó anteriormente, este predio ha adquirido una imagen negativa por parte de la comunidad local, y al mismo tiempo está legalmente dentro de una zona de interés turístico, por lo cual existe la posibilidad de transformar la imagen del predio y acceder a fondos estatales relacionados al fomento turístico local.

5) Buffer entre el vertedero y la ciudad



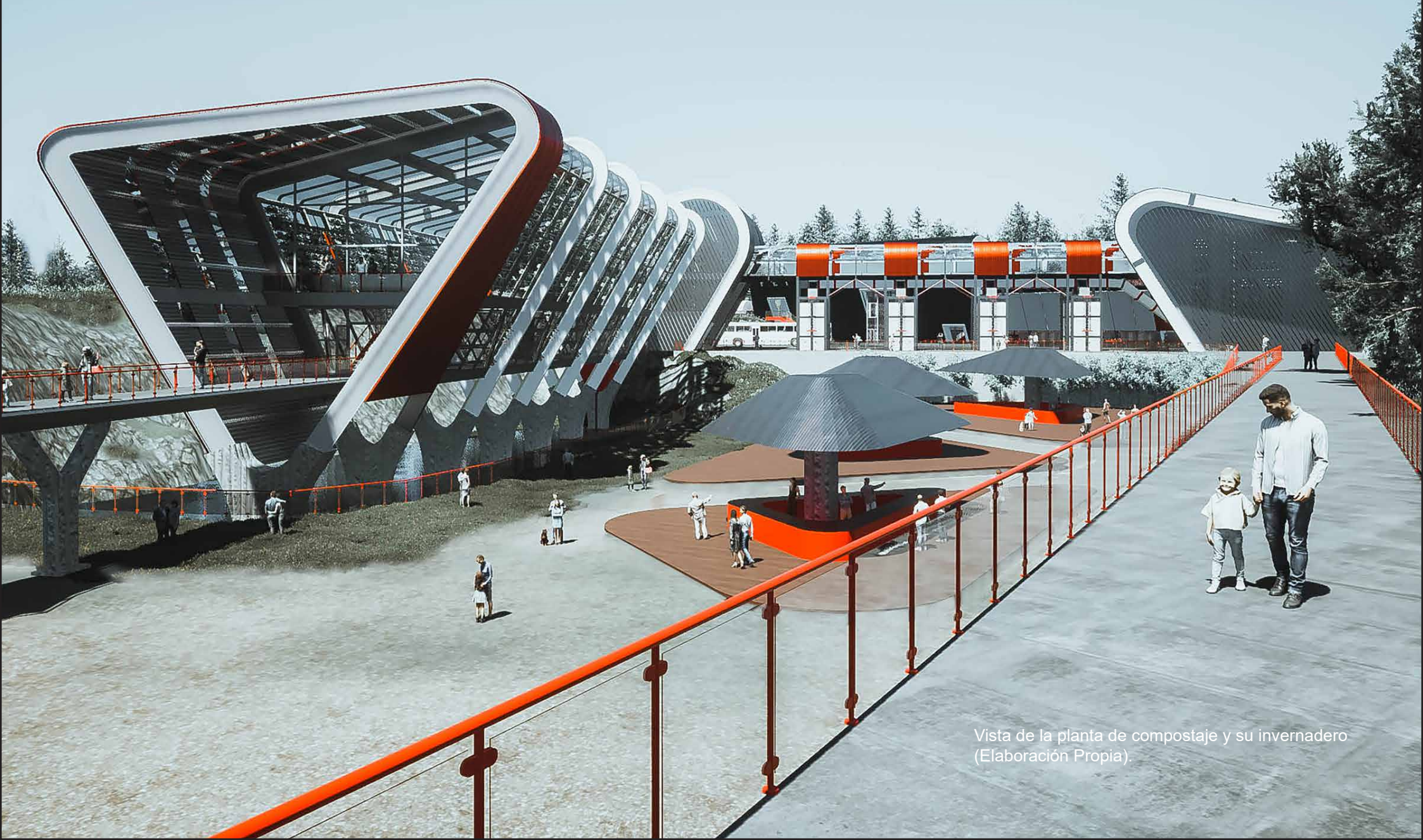
Como se mencionó anteriormente, la filtración de los residuos orgánicos en el vertedero actual posee un impacto negativo de contaminación para la ciudad. Por lo que la construcción del proyecto en este terreno significaría un buffer de mitigación no sólo a nivel de reducción de contaminantes, sino que también podría ser a nivel de imagen urbana.

6) No requiere deforestación predial



El estado actual del predio se encuentra completamente erosionado, lo cual evidentemente es una situación lamentable. Sin embargo a su vez no requiere la deforestación de bosque nativo para la construcción del proyecto, lo cual es un punto a favor al momento de elegir un terreno rural.

VI Proyecto



Vista de la planta de compostaje y su invernadero
(Elaboración Propia).

· Proceso de conceptualización formal

El proceso de creación del presente proyecto de título fue en sus inicios bastante complicado, ya que no se conocía con certeza la composición topográfica del terreno. Debido a que se pudieron conseguir los planos reales del predio recién a la mitad del proceso.

A esto ultimó se le suma una intensa y extensa exploración conceptual y formal para poder llegar al resultado final.

En esta instancia se describirán los componentes, condicionantes y reflexiones que significaron cada una de las transformaciones del proyecto, sumado a una reflexión personal.

Etapa 1: Primer acercamiento a la relación conceptual (Inercia -Vida).

Desde el inicio del proyecto se definió la necesidad de proyectar una planta de compostaje en el terreno, la cual a nivel conceptual hace referencia a una transformación lineal desde lo inerte (basura) a lo vivo.

Por lo que a partir de la necesidad de la comuna por fomentar la educación ambiental y fomentar las técnicas de cultivo en el sector agrario, se opta por un invernadero. El cual significaría el remate del proceso en el cual se da origen a un ser vivo en este caso el cultivo.

En la **Imagen 1** se puede apreciar la forma inicial, la cual estaba compuesta por un volumen polarizado. En donde la industria representaba lo opaco y técnico, mientras que el invernadero lo transparente y libre. Este último pretendía ser la cara visible para la comunidad local.

El problema de esta propuesta a grandes rasgos era su timidez formal. En la cual se tomó por literal la morfología arquitectónica patrimonial de la zona y se obvió por completo el terreno. Ya que no se conocía con exactitud su topografía ni las condicionantes que definían el vertedero.

Etapa 2: Fragmentación del proyecto y la aparición del espacio público.

Debido a los problemas antes mencionados, el proyecto en esta instancia tomó un giro. Se descartó estrategia de relación literal de un volumen compactado y se optó por una separación física de los polos (Industria-invernadero), esta vez con una relación virtual y visual en torno a un centro. El cual tendría el carácter público del proyecto **Imagen 2**.

El problema de esta propuesta al igual que la primera era su timidez. Si bien ya no era una relación tan literal como la primera, seguía siendo un proyecto muy compacto y rígido. Sumado a que aún no existía el atrevimiento de utilizar todo el terreno considerando el área sellada del vertedero. Esto último justificado a que aún no se encontraba la forma de saber a ciencia exacta la composición del predio.

Etapa 3: Inserción real del proyecto en el terreno y consolidación de su morfología lineal.

Una vez conseguidos los planos reales del terreno, el proyecto tomó un nuevo giro, en mi opinión el más importante del proceso.

Una vez analizada la topografía surgieron varias sorpresas. La primera fue su topografía irregular la cual tenía una pendiente entre extremos de casi un 10% . Por lo que cambió de ser un proyecto compacto y tímido, en uno que se moldeaba al terreno y explotaba al máximo sus cualidades preexistentes.

Se utilizaron las diferencias de nivel y la vegetación perimetral preexistente para mitigar el impacto de la escala industrial que poseía el proyecto en el lugar, sumado a una diferenciación de accesos definidos prácticamente por la forma del mismo terreno.

A su vez evolucionó el concepto de transición de lo inerte a lo vivo y se acopló al funcionamiento lineal que posee el propio sistema industrial de compostaje. Sumado a la creación de un recorrido educacional que recorre de manera visual todas las etapas del proceso.

También se seleccionaron los elementos industriales más importantes y vistosos entre ellos los (tanques de fermentación) y se expusieron e integraron a la morfología lineal del proyecto con la finalidad de darle un carácter industrial y atractivo **Imagen 3**.

El problema de esta propuesta era que aún se seguía manteniendo de manera literal y ortodoxa la tipología de volumen Chilote, y aún no existía una exploración que lograría integrar la forma, con la imagen industrial y orgánica que demandaba tanto el tipo de proceso que se desarrolla (Compost), y las cualidades orgánicas (irregulares) del terreno y la vegetación.

Etapa 4: Fusión final con el paisaje y instauración del carácter orgánico-industrial

Esta etapa se caracteriza por una profunda reinterpretación formal. La tipología simple y elemental de la volumetría de la arquitectura Chilota, es abstraída por una silueta curva y continua, conformando una envolvente suave, la cual hace alegoría tanto al proceso orgánico de la industria como a hojas posadas sobre el terreno. **Imagen 4**

También se utilizaron pilares sobre agua en el invernadero elevado. Simulando palafitos, pero a su vez relacionándose visualmente con los troncos de los árboles del paisaje.

Por último se desarrolló un parque de cultivo abierto conectado directamente con el volumen del invernadero. Ubicándose sobre la zona sellada del vertedero, el cual pasó de ser algo inerte, al remate final del proyecto y por ende la vida.

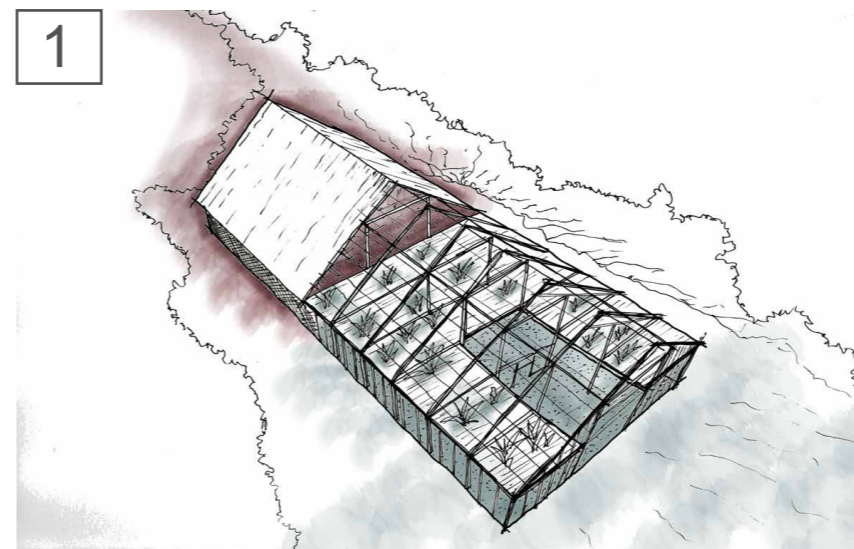


FIGURA 68: Croquis Etapa 1
(Elaboración propia)

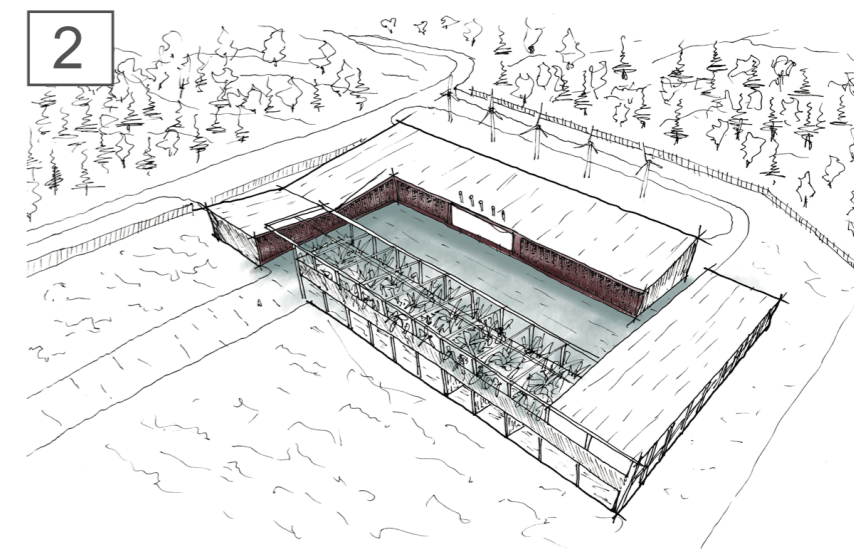


FIGURA 69: Croquis Etapa 2
(Elaboración propia)

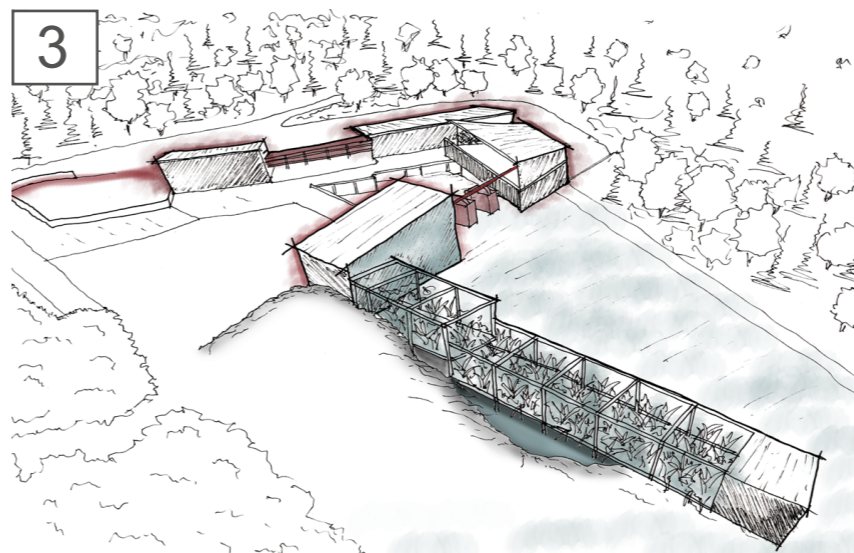


FIGURA 70: Croquis Etapa 3
(Elaboración propia)

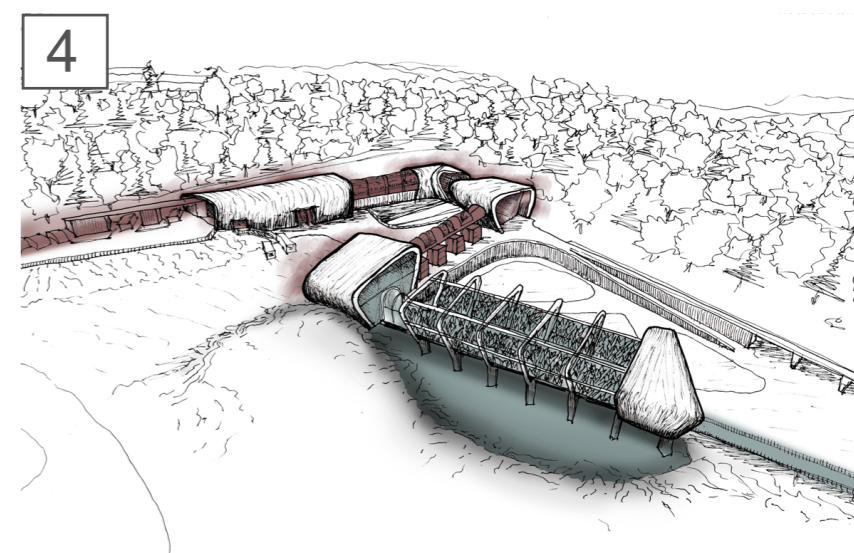


FIGURA 71 : Croquis Etapa 4
(Elaboración propia)

· Partido General

"Lo **INERTE** y su **TRANSICIÓN** a la **VIDA** "

El compostaje industrial es un proceso lineal de transformación de materia orgánica. El cual después de sucesivas etapas productivas da origen al compost, una sustancia inerte que una vez entra en contacto con las raíces es capaz de fomentar la vida en los cultivos.

A partir de esta premisa el proyecto adquiere arquitectónicamente una expresión formal lineal. La cual se va adaptando a las cualidades geográficas del terreno y fundiéndose en él.

El proyecto posee 3 accesos correspondientes a las 3 zonas que representan cada uno de los conceptos que posee el partido general, definiendo así el masterplan.

PLANTA DE COMPOSTAJE INDUSTRIAL:

Esta se ubicará en el extremo poniente del terreno, el cual posee la planicie más regular. Su acceso y salida única se conecta de manera directa con una calle secundaria preexistente. Liberando así la calle principal.

El volumen que la compone a nivel conceptual simboliza el proceso productivo lineal de la materia inerte. La cual pasa de ser un desecho a un recurso capaz de fomentar la vida.

RECORRIDO INDUSTRIAL Y INVERNADERO DE GERMINACIÓN :

Ambos programas que componen esta zona representan la transición. El primero es un recorrido académico dirigido a todos los establecimientos educacionales de Chiloé en el cual se puede visualizar internamente el proceso productivo de cada una de las etapas de la planta pudiendo así visualizar la transición entre el residuo orgánico al compost.

El segundo, el cual es el volumen del invernadero, es el remate del recorrido educativo, y a su vez a nivel conceptual el articulador entre la planta de compostaje y el parque. En este los cultivos son sometidos a una instalación de escala industrial y al sustrato del compost para facilitar su germinación y posterior trasplante a la tierra.

PARQUE PÚBLICO COMUNAL:

Esta es la zona en el remate del proyecto. Se ubicará sobre la superficie y perímetro de la zona sellada y sanitizada del vertedero. En el cual se desarrollará tanto la vida local como la vida de las áreas verdes y cultivos expuestos a la intemperie.

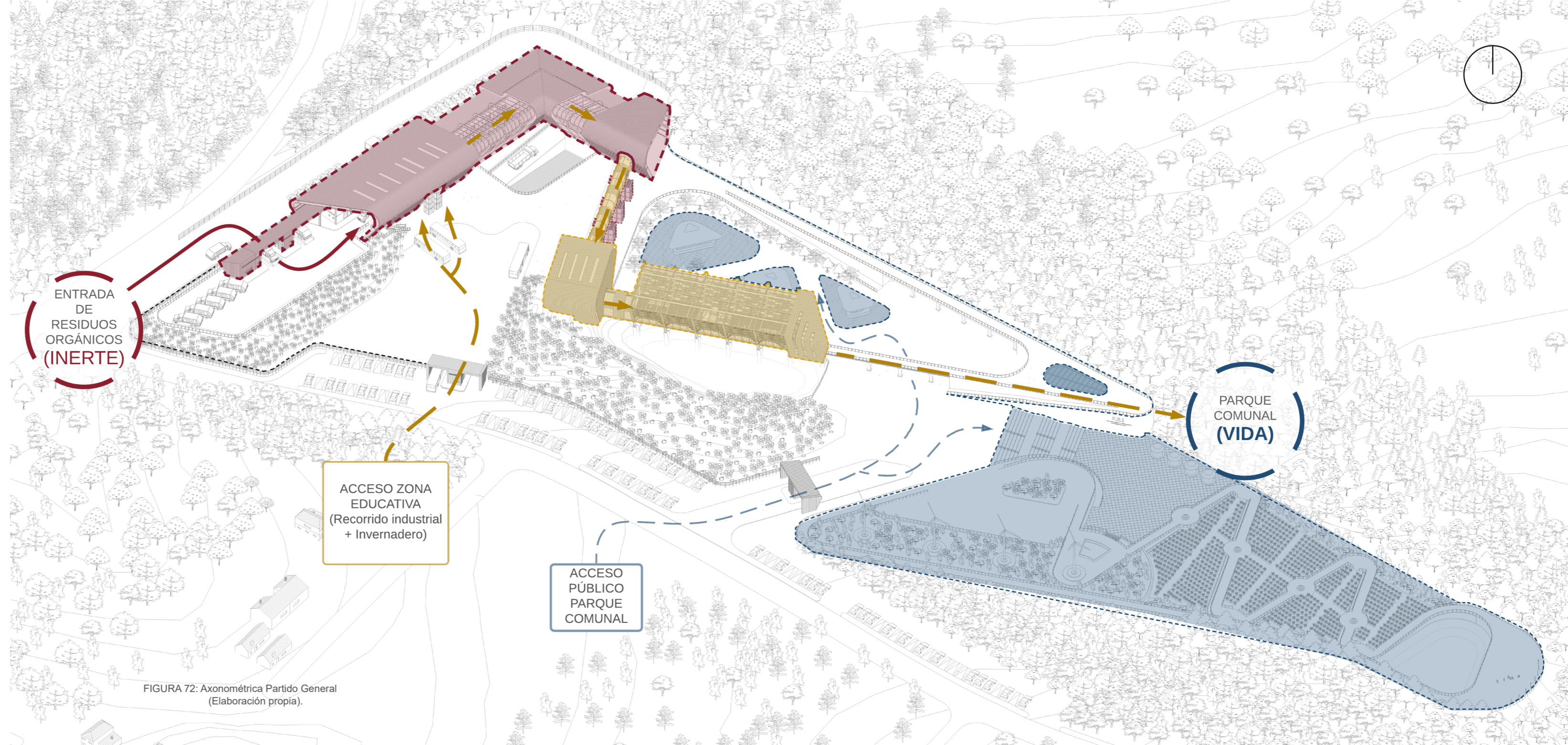


FIGURA 72: Axonométrica Partido General
(Elaboración propia).

Etapa 1 (Planta de compostaje comunal)

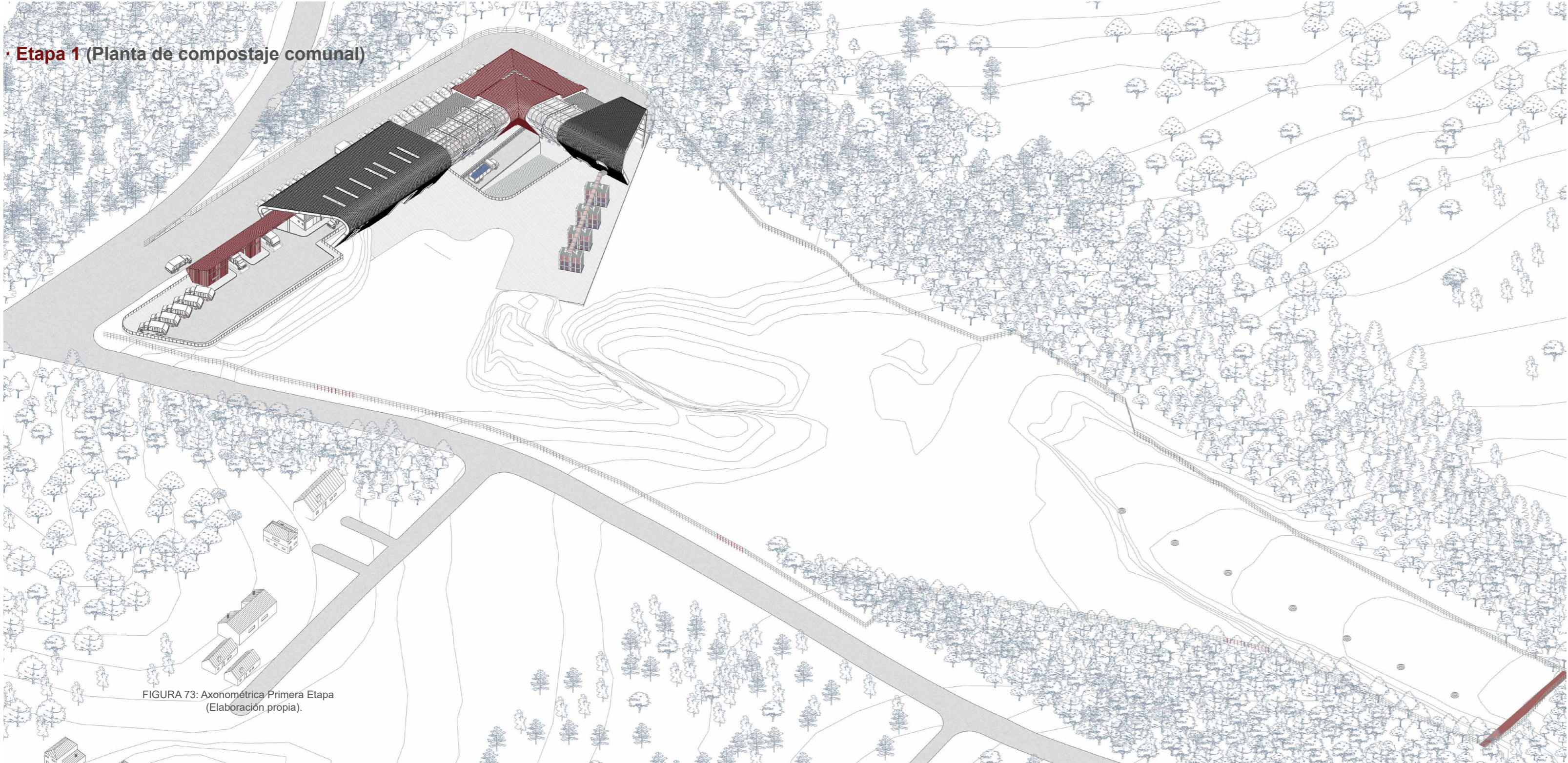
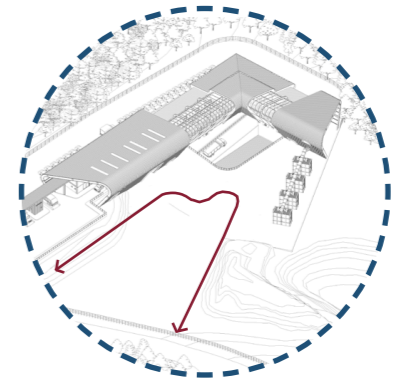
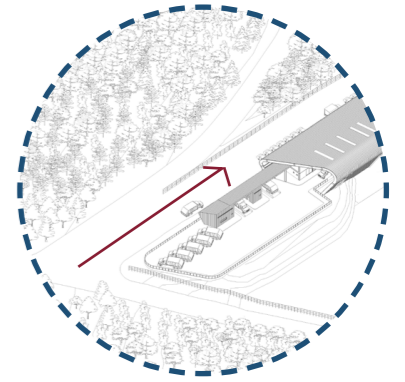


FIGURA 73: Axonométrica Primera Etapa (Elaboración propia).

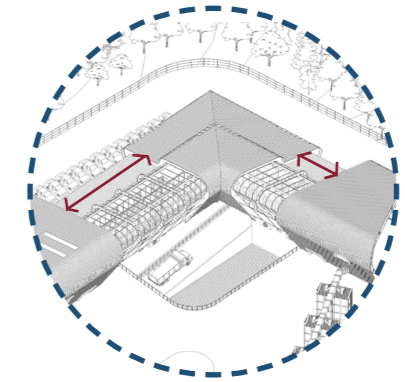
Estrategias de diseño



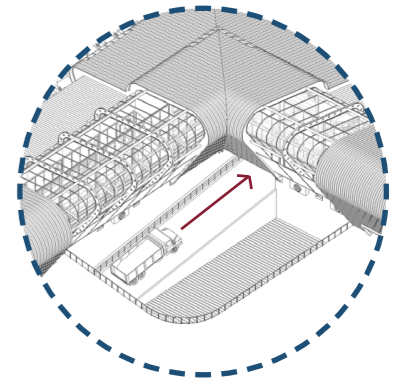
Retranqueo al eje principal de la calle para amortiguar la escala industrial con el paisaje.



Aceso y salida unicós mediante bifurcación de calle secundaria.



Fragmentación volumétrica para ingresar luz natural al recinto.



Abertura central de ventilación subterráneo de maduración de compost y también salida de camiones con el producto.

Funcionamiento planta de compostaje

1) Plataforma de salida y entrada de camiones de basura:

Esta plataforma es la única área de circulación que poseen los camiones de basura. Una vez entran son registrados y pesados por una báscula para posteriormente descargar sus residuos.

2) Pozo de descarga de residuos orgánicos:

Una vez pesado el camión en la plataforma, este hace una maniobra entrando marcha atrás a un pozo de descarga bajo nivel. El cual conecta directamente con una cinta mecánica. La incorporación de residuos en este pozo permite controlar los malos olores hacia el exterior de la planta.

3) Cinta de rectificación orgánica:

Para que pueda funcionar el sistema debe haberse realizado una previa diferenciación por parte de los habitantes. Sin embargo, para asegurar la calidad del compost se requiere una cinta manual que se cerciore de que los únicos residuos ingresados sean orgánicos. Compuesta aproximadamente por 8 funcionarios.

4) Cinta de almacenamiento modulada:

Una vez pasados por esa cinta de control, los residuos son montados en una cinta modular de mayor envergadura que la primera. La cual permite tanto almacenarlos como dividirlos en porciones iguales de tal forma de facilitar su trituración.

5) Máquina picadora / mezcladora:

Una vez pasado el residuo por la segunda cinta, este es depositado en una máquina la cual a través de dientes mecanizados tritura los residuos creando una maza consiste y homogénea. En el cual un motor impulsor la trasladada por un tubo de alimentación distribuyéndola a cada uno de los módulos herméticos de fermentación.

6) Tanques de fermentación modulares:

Estos silos modulares de 90 m³ de volumen son los encargados de fermentar la materia orgánica. La cual por gravedad se irá decantando progresivamente hacia su base con un ciclo de retención aproximado de 7 a 14 días. Posteriormente dichos residuos son extraídos de cada módulo a través de cintas de transición que los conectan entre sí para llevarlos a la tamización.

7) Máquina tamizadora:

En esta etapa la materia orgánica ya es considerada como compost, por lo que es completamente inoloro. Sin embargo, es necesario pasarlo por esta máquina cuya función es desgranar y filtrar las partículas formando fragmentos finos que faciliten la oxigenación y su posterior contacto con las raíces de las los cultivos.

8) Cinta de maduración con vibración asistida:

Una vez pasa por la tamizadora, el compost debe expuesto al aire libre bajo cubierta y en un constante movimiento de sus partículas asegurando su oxigenación final. Este se realiza a través de una cinta elevada la cual lo retiene por un periodo de 4 semanas. Posteriormente dicha cinta descarga directamente en el camión de despacho.

9) Báscula de carga a granel:

Dado que el compost elaborado en esta planta es principalmente para pequeños agricultores de la zona. No se hace necesario una zona de empaquetamiento. Una vez la cinta de maduración descarga sobre el camión de despacho. Este es llevado directamente a los predios rurales que tengan un convenio directo con la planta.

10) Rampa de entrada y salida de camiones de compost :

Una vez cargado y pesado el camión de despacho, este se retira por una rampa de acceso y salida únicos la cual lo lleva al patio trasero de la planta conectándolo directamente con la salida de las instalaciones.

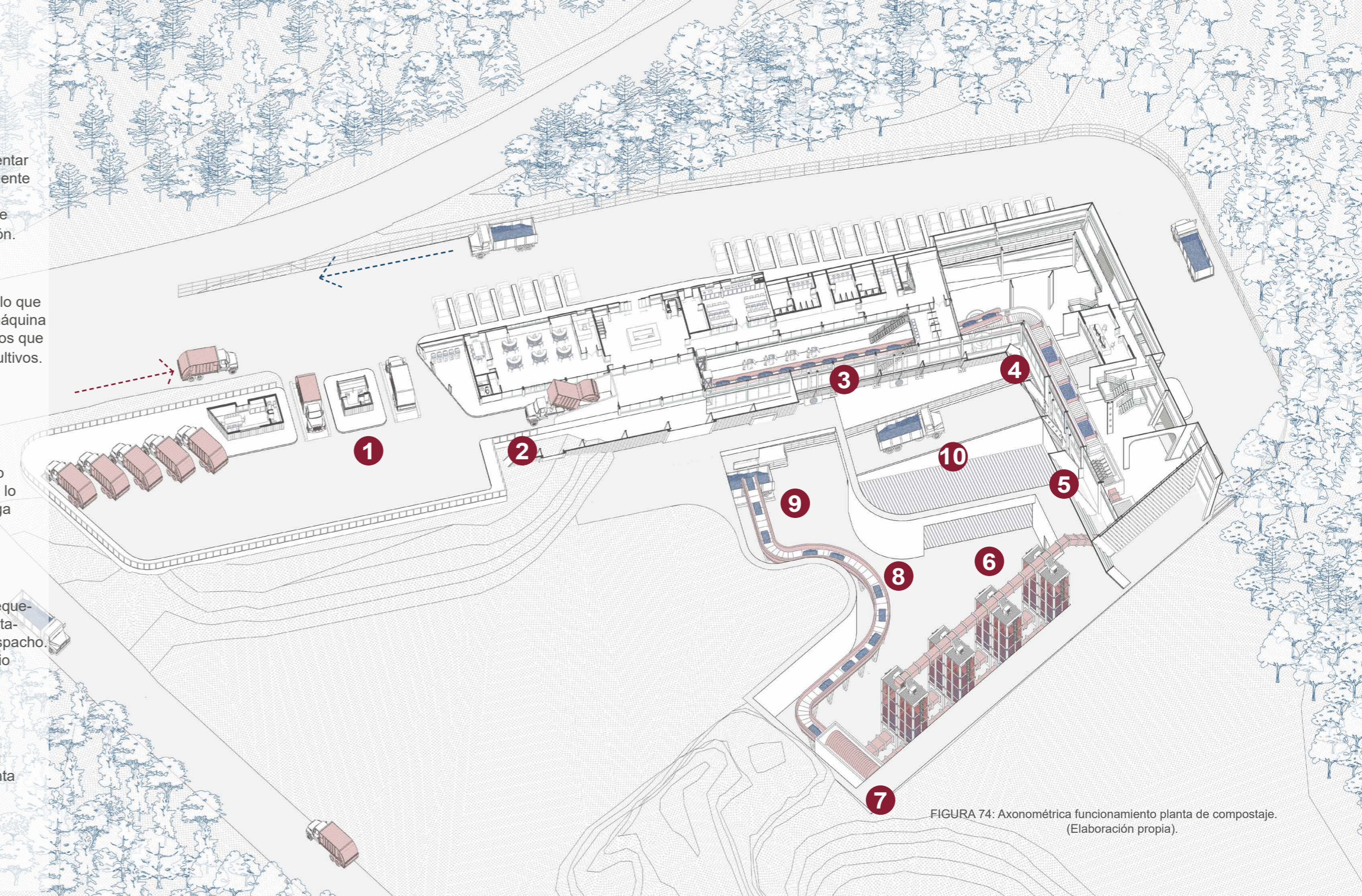


FIGURA 74: Axonométrica funcionamiento planta de compostaje. (Elaboración propia).

Distribución de recintos del personal planta de compostaje

1) Hall de acceso y salida de funcionarios de la planta:

Este es el espacio central de recibimiento el cual divide la planta en 2 áreas. La administrativa hacia el ala izquierda, y la que contiene los servicios y los procesos productivos en la derecha.

2) Oficinas administrativas:

Esta oficina compuesta tanto por funcionarios del departamento de Aseo y Ornato como del Medioambiente de la Municipalidad de Quellón, es la encargada de las finanzas y la gestión general de la planta.

3) Caseta de control camiones de basura:

En este recinto operan 2 funcionarios los cuales se encargan de pesar y controlar tanto el ingreso como la salida de los camiones de basura.

4) Caseta de descanso camioneros:

Una vez ingreso el camión a la plataforma este debe estacionarse y esperar que los camiones previamente ingresados desarrollen su proceso de descarga.

Mientras esto ocurre, los camioneros en este espacio pueden descansar, tomarse un café o realizar sus comidas diarias.

5) Casino del personal:

Este es el casino utilizado tanto por los oficinistas como por los funcionarios del área productiva de la planta. El cual tendrá un convenio directo con una empresa distribuidora de alimentos. Por lo que no tendrá necesidad de tener hornillos o instalaciones para preparar las comidas in situ.

7) Camarines y baños personal:

Esta zona comprende tanto los baños y camarines como los lockers de pertenencia de los funcionarios del área productiva de la planta.

8) Rampa de conexión sobre nivel:

Esta rampa elevada cumple la función de conectar el ala izquierda de la planta la cual contiene todos los servicios para sus funcionarios con el ala derecha la cual contiene tanto la maquinaria pesada del proceso productivo como su caseta de control.

9) Caseta de control de maquinaria:

Operada por 2 funcionarios, esta caseta es la encargada de controlar todos los sistemas automatizados de la planta los cuales están compuestos tanto por las 4 cintas transportadoras, como también los módulos de fermentación herméticos.

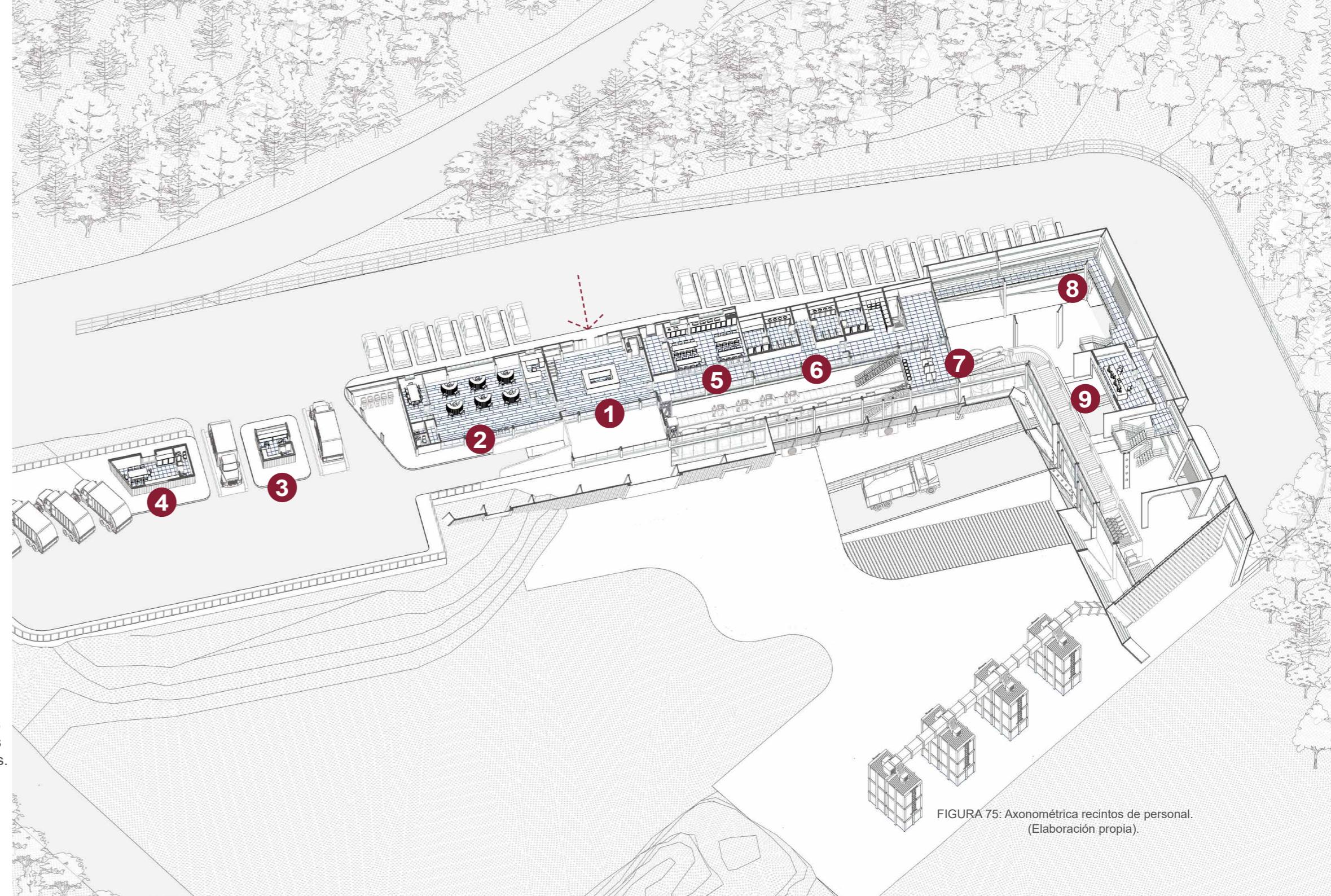


FIGURA 75: Axonométrica recintos de personal. (Elaboración propia).

Proyección temporal planta de compostaje

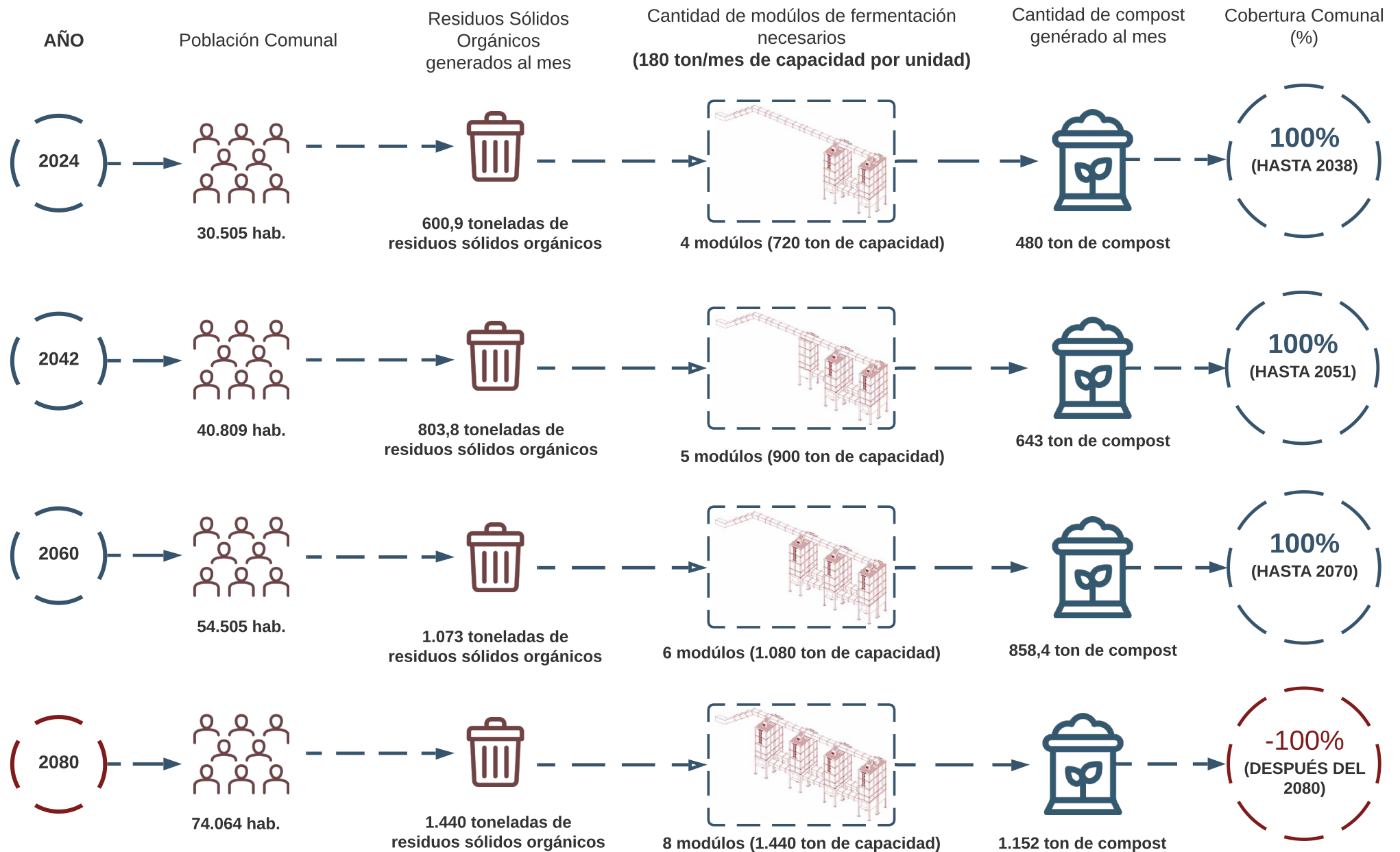


FIGURA 76: Esquema proyección temporal planta de compostaje. (Elaboración propia).

Etapa 2
(Difusión escolar + Invernadero educativo)

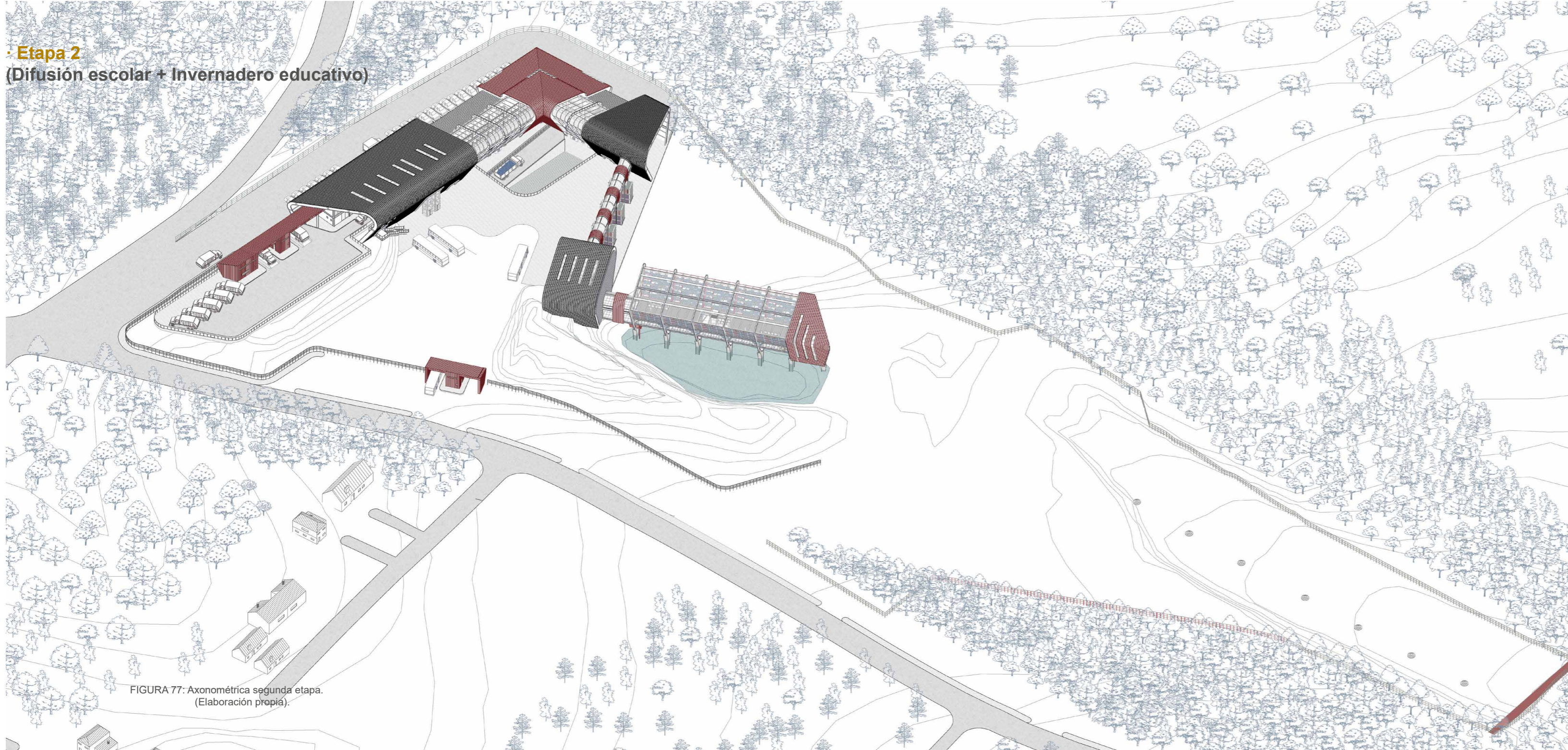
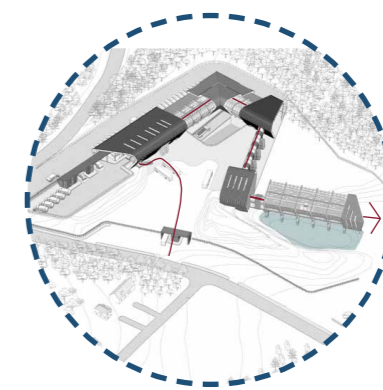
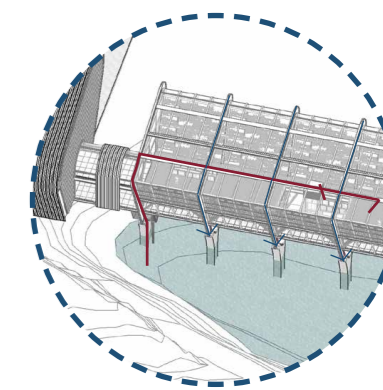


FIGURA 77: Axonométrica segunda etapa.
(Elaboración propia).

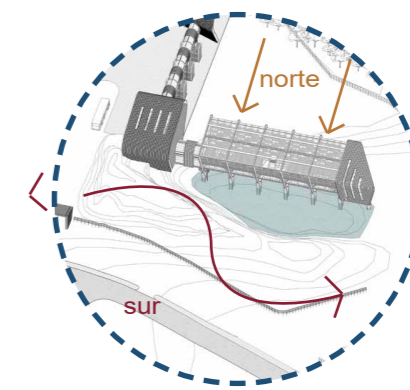
Estrategias de diseño



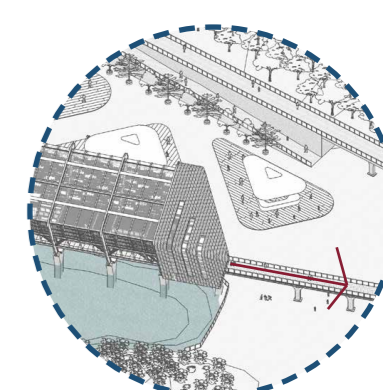
Acceso y salida únicos a recorrido educativo para visualizar las etapas productivas de la planta. Rematando con el invernadero.



Laguna artificial de agua lluvia sobre orificio pre-existente del terreno, la cual posee un sistema cíclico de reutilización de agua en el invernadero.



Orientación norte del invernadero, optimizando al máximo la entrada de luz. Hacia el sur se mantiene cerro pre-existente para amortiguar la escala industrial con el paisaje.



Se proyecta una futura conexión pública entre el invernadero y el parque comunal (Etapa 3).

Recintos recorrido + invernadero educativo

1) Caseta de acceso y salida buses escolares:

Este es el principal acceso y salida de los buses escolares que provienen de los principales establecimientos educacionales de Chiloé.

2) Plataforma de llegada de buses y acceso al recorrido de la planta:

Una vez los buses se estacionan en la plataforma de ingreso. Los estudiantes suben por una escalera la cual recorre de manera visual tanto la plataforma de entrada de camiones, como el pozo de descarga. Conectando con el hall principal.

3) Hall de recibimiento escolares:

Este hall es el comienzo del recorrido educativo en el cual se le da la bienvenida a los estudiantes y se les prepara para la inducción general de la planta.

4) Sala de inducción y presentación de la planta:

En esta sala se les explica a los estudiantes toda la base teórica que comprende tanto la historia de la planta, como también en que consisten los procesos productivos de esta.

6) Pasarela de recorrido elevada:

Una vez concluida la inducción, los estudiantes recorren los procesos productivos de la planta a través de una pasarela elevada. Pudiendo entender visualmente la transición desde la llegada de la materia orgánica hasta su transformación en los módulos de fermentación.

7) Foyer de acceso y salida del invernadero de germinación:

Este es el espacio articulador entre el recorrido educativo de la pasarela elevada, con las instalaciones del invernadero.

Dentro de su equipamiento se consideran baños públicos para los estudiantes como también una bodega de almacenamiento de semillas vidriada. En la cual los estudiantes pueden apreciar los distintos tipos de semillas que se germinan en el invernadero. También este foyer es la salida de buses del recorrido una vez los estudiantes recorren sus instalaciones.

8) Invernadero de germinación:

Este invernadero de carácter educativo es en el que se desarrollan cultivos los cuales debido a las condiciones climáticas de la zona no pueden desarrollar su crecimiento ideal.

Este está compuesto tanto por hortalizas (Segundo nivel) como por enredaderas frutales (primer nivel), las cuales son nutridas por el compost producido por la planta y regadas por un sistema cíclico de reutilización de aguas lluvia.

9) Plataforma de salida de buses escolares:

Una vez los estudiantes recorren los dos niveles que comprenden el invernadero, estos acceden al primer nivel del foyer, el cual tiene un control de salida que conecta nuevamente con la plataforma de buses dando por terminado el recorrido.

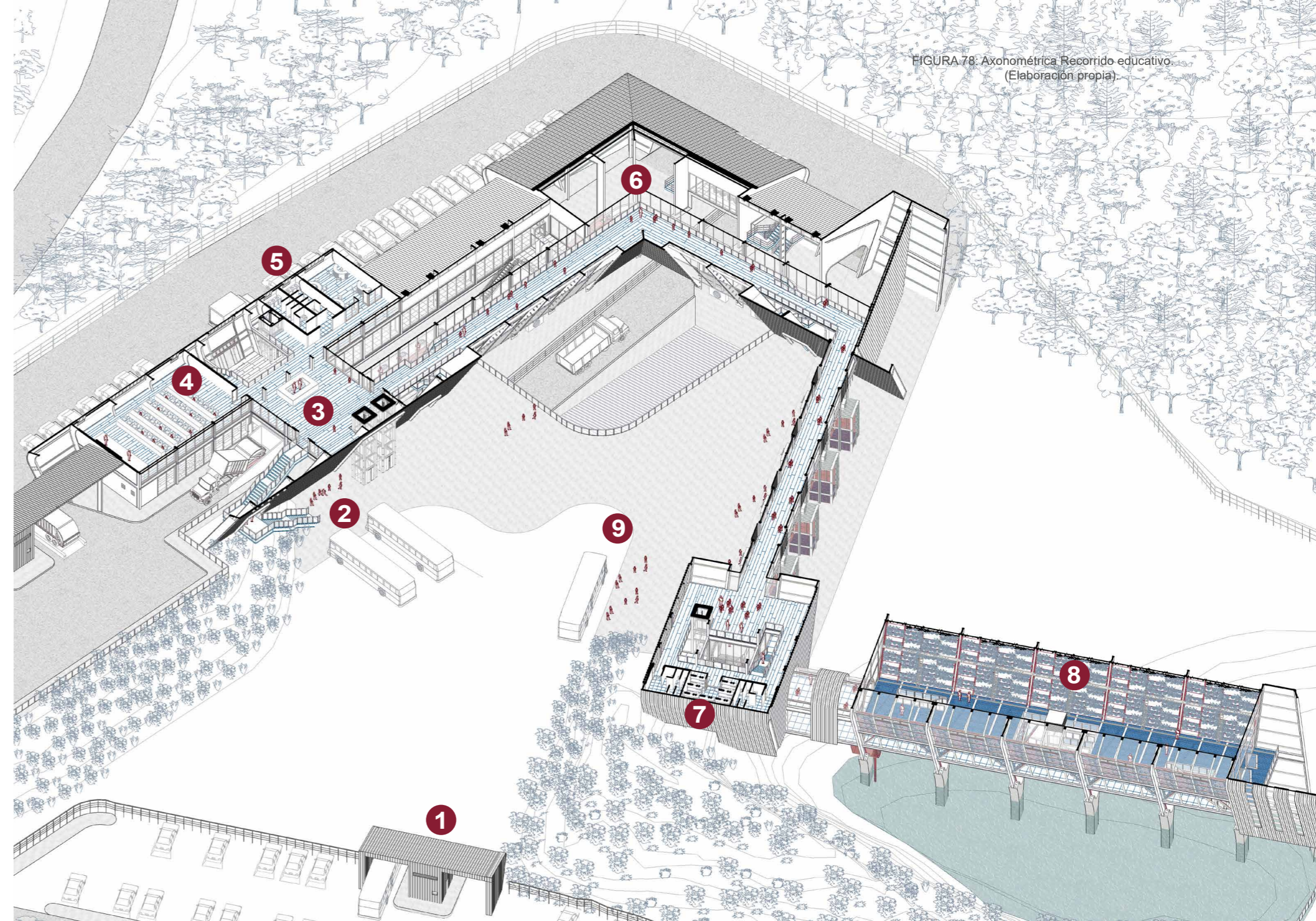


FIGURA 78: Axonométrica Recorrido educativo.
(Elaboración propia)

Invernadero de germinación con sistema de reutilización de agua lluvias.

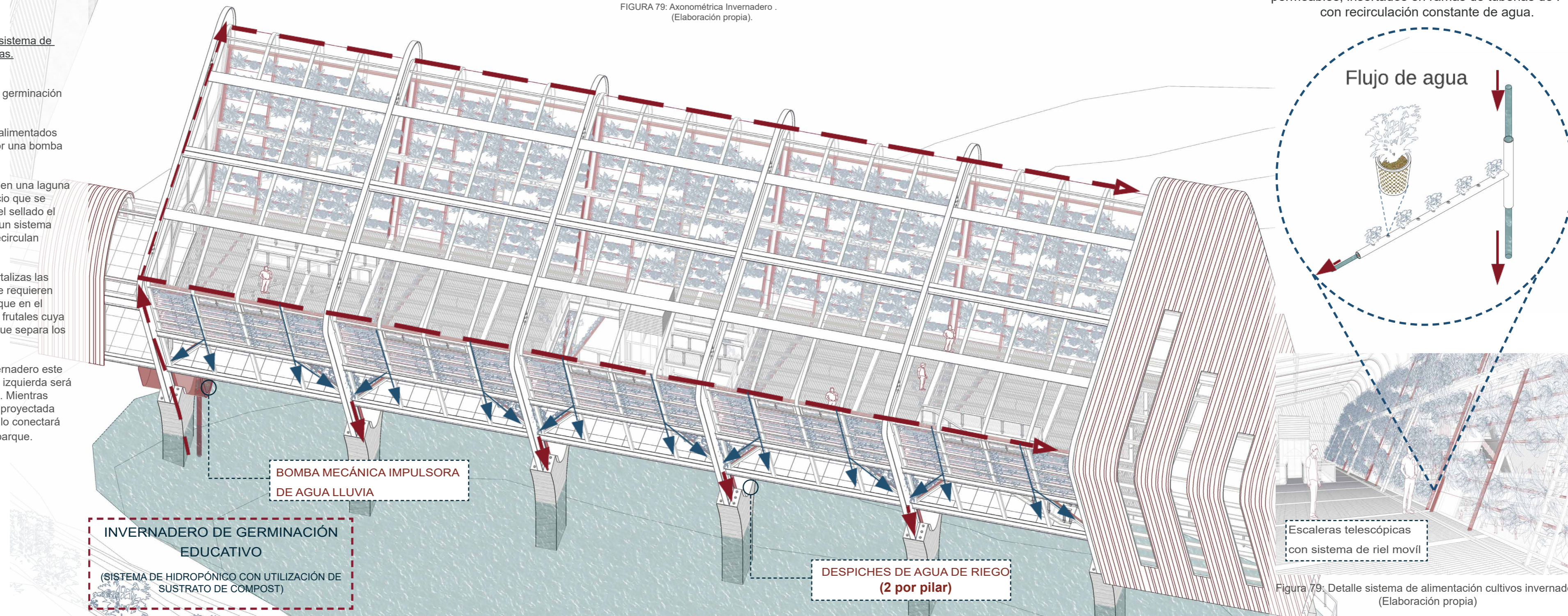
El funcionamiento del invernadero de germinación en grandes rasgos es el siguiente.

Este posee 2 niveles, los cuales son alimentados por un sistema de riego impulsado por una bomba de agua.

Esta extrae el agua lluvia acumulada en una laguna artificial proyectada en el mismo orificio que se utilizó para la extracción de tierra en el sellado el vertedero. Bombeándola a través de un sistema capilar de tubos de PVC los cuales recirculan constantemente el flujo de agua.

En su segundo nivel se cultivarán hortalizas las cuales son una especie de cultivo que requieren grandes cantidades de luz, mientras que en el primer nivel se ubicarán enredaderas frutales cuya luz ingresa por una losa translúcida que separa los dos niveles.

En relación con la circulación del invernadero este tendrá 2 ingresos. El primero hacia la izquierda será mediante su foyer de ingreso y salida. Mientras que en su ala derecha o remate será proyectada una pasarela que en la tercera etapa lo conectará directamente con el flujo público del parque.



Etapa 3 (Parque comunal)

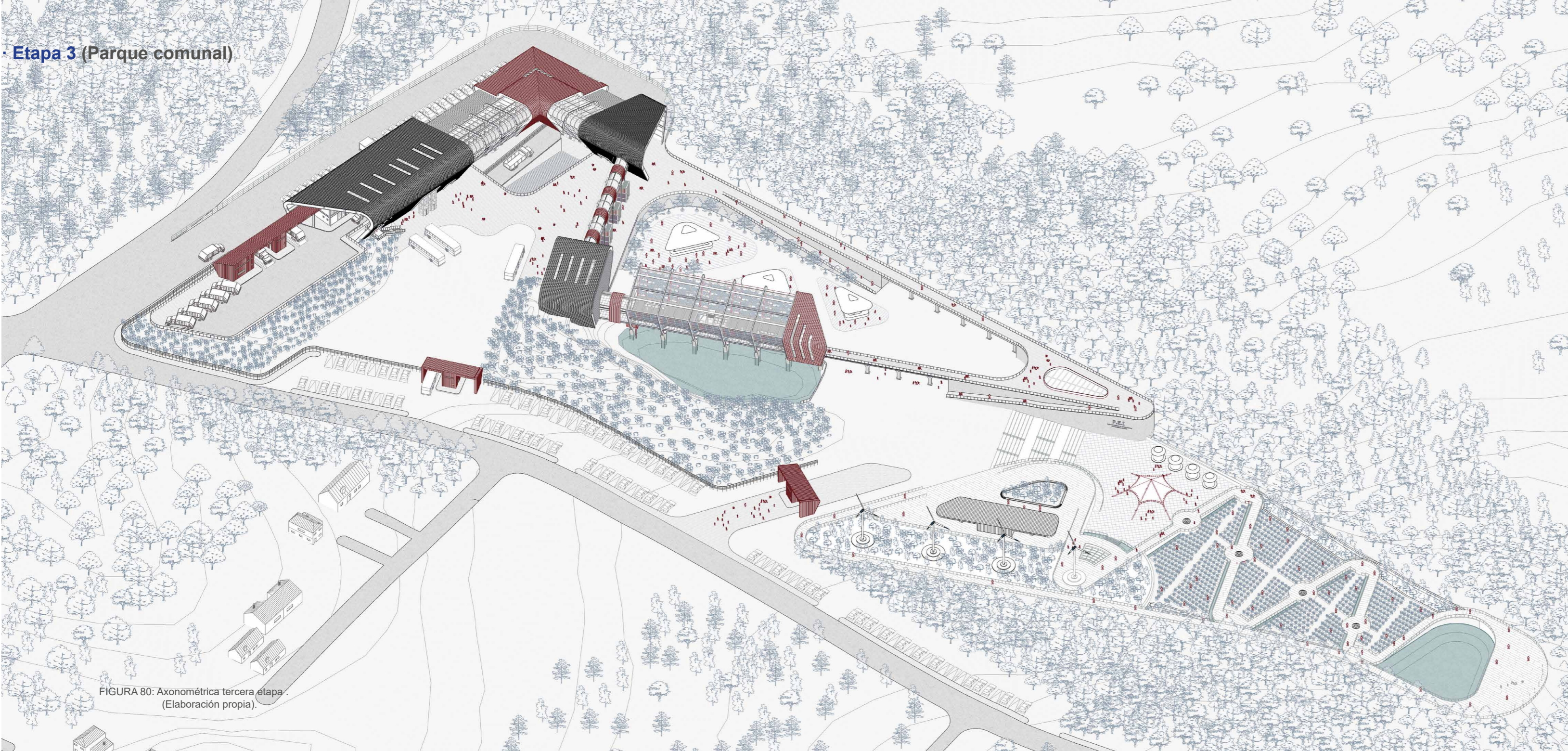
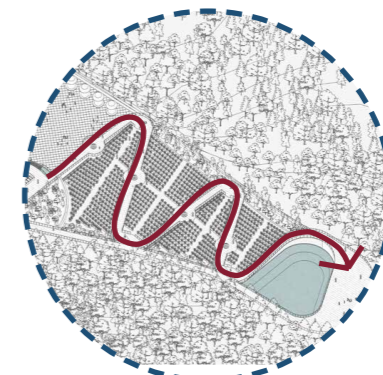
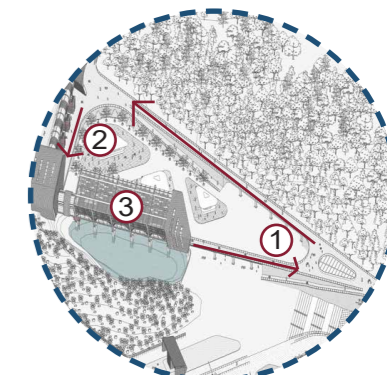


FIGURA 80: Axonométrica tercera etapa. (Elaboración propia).

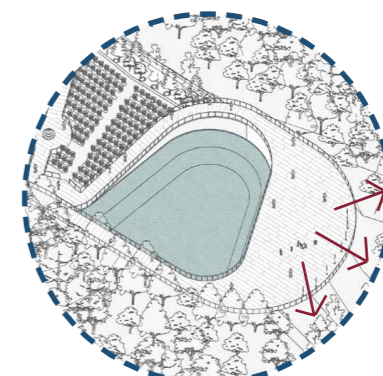
Estrategias de diseño



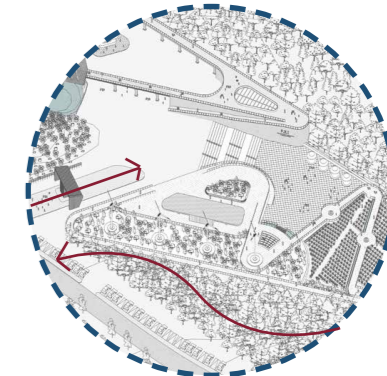
Sistema de canalización de aguas lluvias y recorrido público en Zig Zag, en zona de cultivos abiertos sobre capa sellada del ex-vertedero.



Anillo de circulación que comprende los 3 componentes del ciclo del desarrollo sostenible
 1) Social: Alula de divulgación local
 2) Económico: Módulos comerciales
 3) Ambiental : Invernadero educativo



Se utiliza el muro de contención preexistente en la punta del vertedero para construir un mirador que será el remate final del proyecto con vista panorámica a toda la ciudad. "Es la ciudad el fin que justifica todo este proceso"



El parque posee un acceso y salida unicos. Aprovechando el paredón de arboles nativos preexistentes para amortiguar la escala del parque y hacer que este ultimo se funda con el paisaje pre-existente.

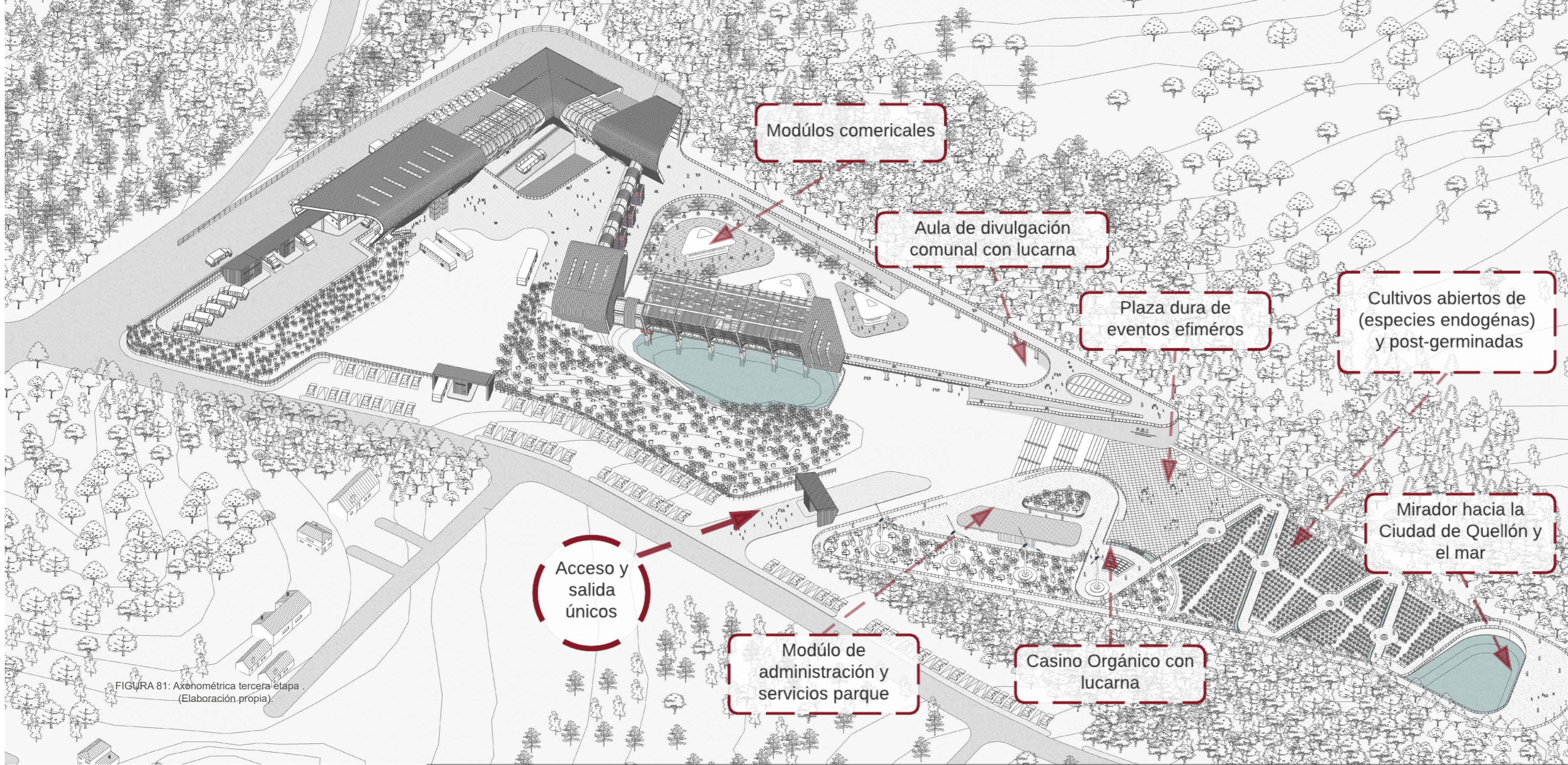


FIGURA 81: Axonométrica tercera etapa. (Elaboración propia).

Sistema de utilización de superficie de ex-vertedero

Sobre la viga de fundación se instalará un deck WPC resistente al agua (mezcla de resina con madera reciclada)

Una vez relleno con hormón el tambor de la chimenea de ventilación discontinuada, esta quedará como un hito en el recorrido

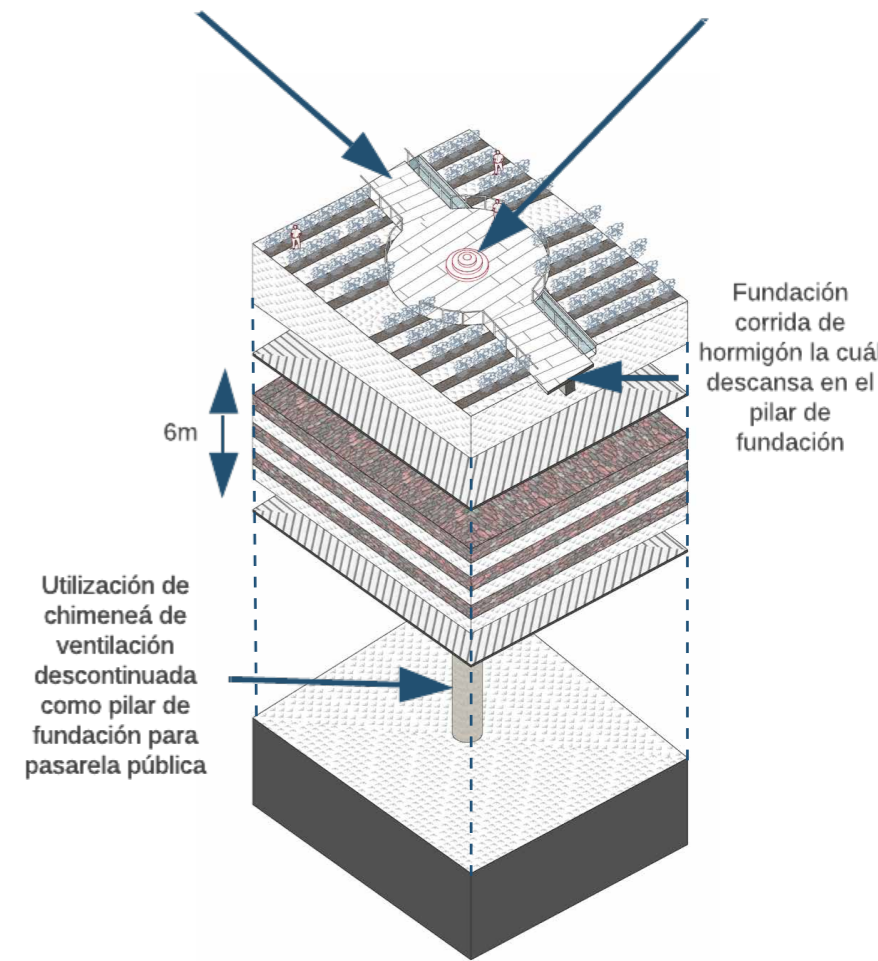


FIGURA 82: Sistema Constructivo de intervención sobre vertedero (Elaboración propia).

· Cuadro de superficies

SUPERFICIE TOTAL TERRENO = 30.556 mt² (3,05 ha)					
ETAPA 1 (PLANTA DE COMPOSTAJE COMUNAL)		ETAPA 2 (RECORRIDO EDUCACIONAL + INVERNADERO EDUCATIVO)		ETAPA 3 (PARQUE COMUNAL)	
-Plataforma de ingreso camiones de basura	1.386 m ²	-Caseta control acceso y salida de buses	27 m ²	-Caseta de acceso público general	27 m ²
-Caseta de control acceso y salida de camiones	16 m ²	-Plataforma de llegada buses escolares	1.245 m ²	-Módulo de administración	45 m ²
-Caseta de descanso camioneros	30 m ²	-Hall de recibimiento estudiantes	143 m ²	-Aula de difusión comunal	600 m ²
-Oficinas administrativas	162 m ²	-Sala de inducción estudiantes	170 m ²	-Módulos de comercio definido	250 m ²
-Hall de acceso funcionarios	108 m ²	-Oficina de educación ambiental	48 m ²	-Plaza dura de eventos efímeros	1.220 m ²
-Casino funcionarios	84 m ²	-Baños sala de inducción	45 m ²	-Casino orgánico	420 m ²
-Camarines + Baños funcionarios	74 m ²	-Foyer de acceso al invernadero	173 m ²	-Zona de cultivo en pendiente	4.225 m ²
-Sala de lockers funcionarios	9 m ²	-Bodega de semillas exógenas	27,2 m ²	-Mirador hacia la ciudad y el mar	450 m ²
-Zona de valorización orgánica	180 m ²	-Baños invernadero	40,4 m ²	-Bodega parque	30 m ²
-Sala almacenamiento de residuos de rechazo	70 m ²	-Hall de salida invernadero	202 m ²	-Bodega almacenamiento cultivos	165 m ²
-Zona de sanitización personal	38 m ²	-Bodega de equipamentos invernadero	25 m ²	-Módulo de baños	35 m ²
-Sala de control de maquinaria	24 m ²	-Primer piso invernadero	250 m ²	-Circulaciones	3.856 m ²
-Subterráneo de carga de compost	1.500 m ²	-Segundo piso invernadero	405 m ²	-Estacionamientos público	3.352 m ²
-Bodega del subterráneo	65 m ²	-Circulaciones	366 m ²		
-Caseta de control subterráneo	12 m ²				
-Circulaciones personal	207 m ²				
-Estacionamientos funcionarios	420 m ²				
-Circulaciones vehiculares	2.136 m ²				
SUPERFICIE TOTAL CONSTRUIDA	6.521 m²	SUPERFICIE TOTAL CONSTRUIDA	3.166 m²	SUPERFICIE TOTAL CONSTRUIDA	14.675 m²

Materialidad, estructura y revestimientos

Acero como material mas sostenible y práctico dentro del escenario local

Al momento de decidir la materialidad, hay que considerar no solo el material más factible para el proyecto, sino que también hay que considerar el impacto medioambiental que significa su extracción, sobre todo en zonas con una geografía tan aislada como es la isla de Chiloé.

Si bien la madera es el material más utilizado en la zona por excelencia, la producción de las industrias forestales han sido en parte culpables de la crisis hídrica en Chiloé. Principalmente por la cantidad de agua requerida para las plantaciones de pino.

Es por esto último que se opta por el acero. El cual es un material liviano y a la vez resistente que logra cubrir grandes luces. Actualmente, existen varias industrias de siderurgia en Puerto Montt, comuna continental la cual tiene conexión directa con el Puerto de Quellón lo cual facilitaría su transporte (4 horas aprox en barcaza).

El sistema estructural que se propone en rasgos generales, es una sucesión de marcos prefabricados de acero IPE los cuales se posan con pletinas metálicas sobre fundaciones corridas y muros de contención compuestos de hormigón armado. A esto se le suman vigas IPE desmontables que unen dichos marcos para que trabajen de manera conjunta.

Futuro puente de Chacao (2025) y la facilidad de llegada de materiales a la isla

Por otra parte, la mega construcción del puente de Chacao proyectado para el 2025, unirá la Ciudad de Puerto Montt con la comuna de Ancud, permitiendo un fácil ingreso de materiales de construcción a la comuna (3 horas desde Puerto Montt a Quellón). Lo cual es beneficioso para el desarrollo constructivo de las etapas del proyecto tanto como en revestimientos, cerramientos y sobre todo los componentes del hormigón. Si bien en Chiloé existen múltiples canteras de áridos de las cuales se extrae tanto cemento como gravilla,

la cantidad de agua que se utiliza en la extracción de estos minerales en la isla es abismante.

Por lo que tanto la conectividad marítima del Puerto de Quellón como la futura conexión terrestre del Puente de Chacao serán factores claves tanto en la futura construcción de cada una de las etapas del proyecto como en la disminución de los impactos medioambientales.

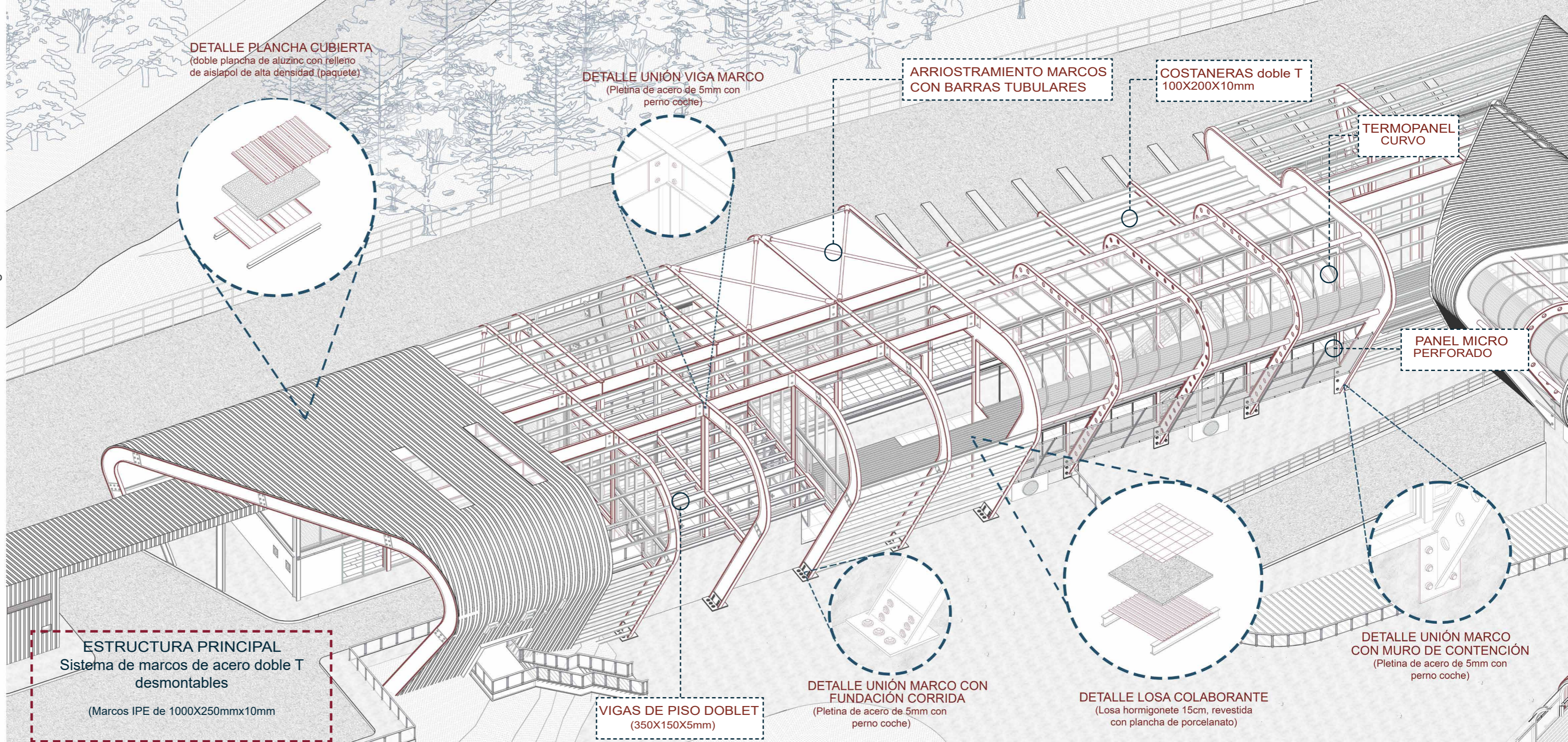
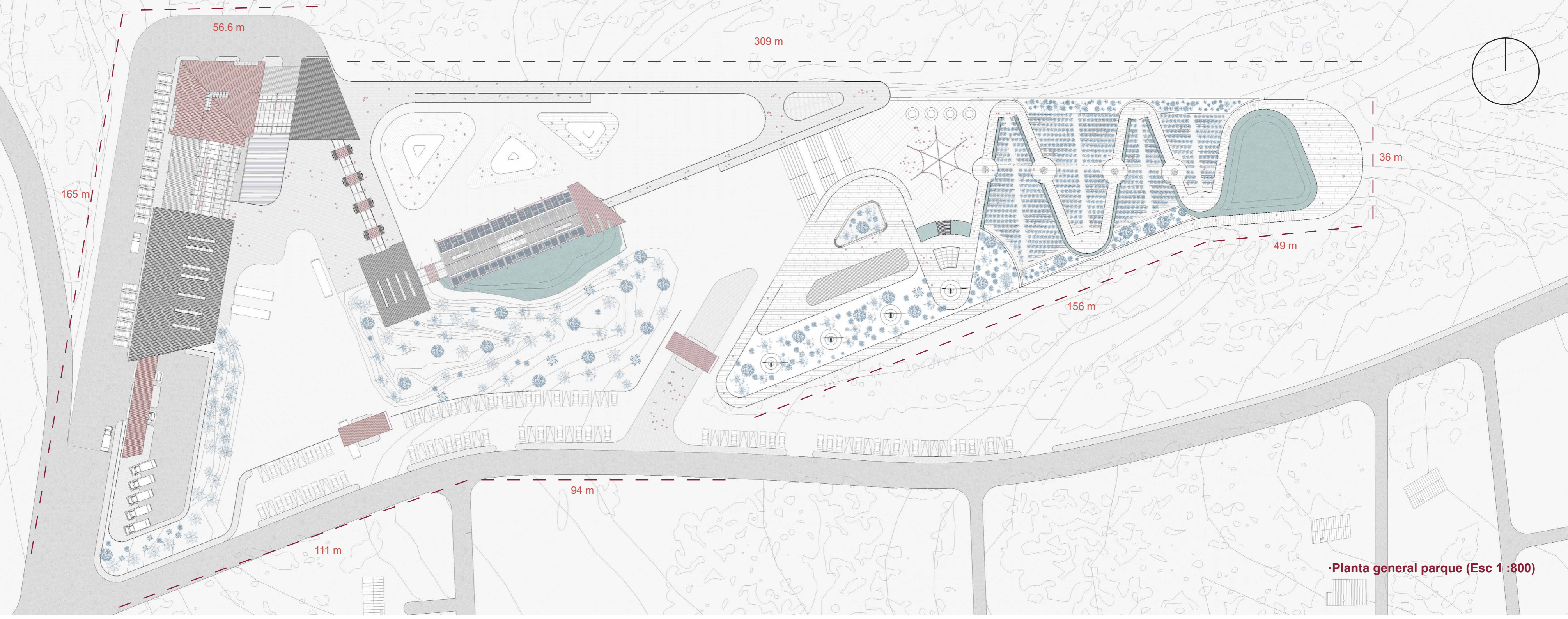
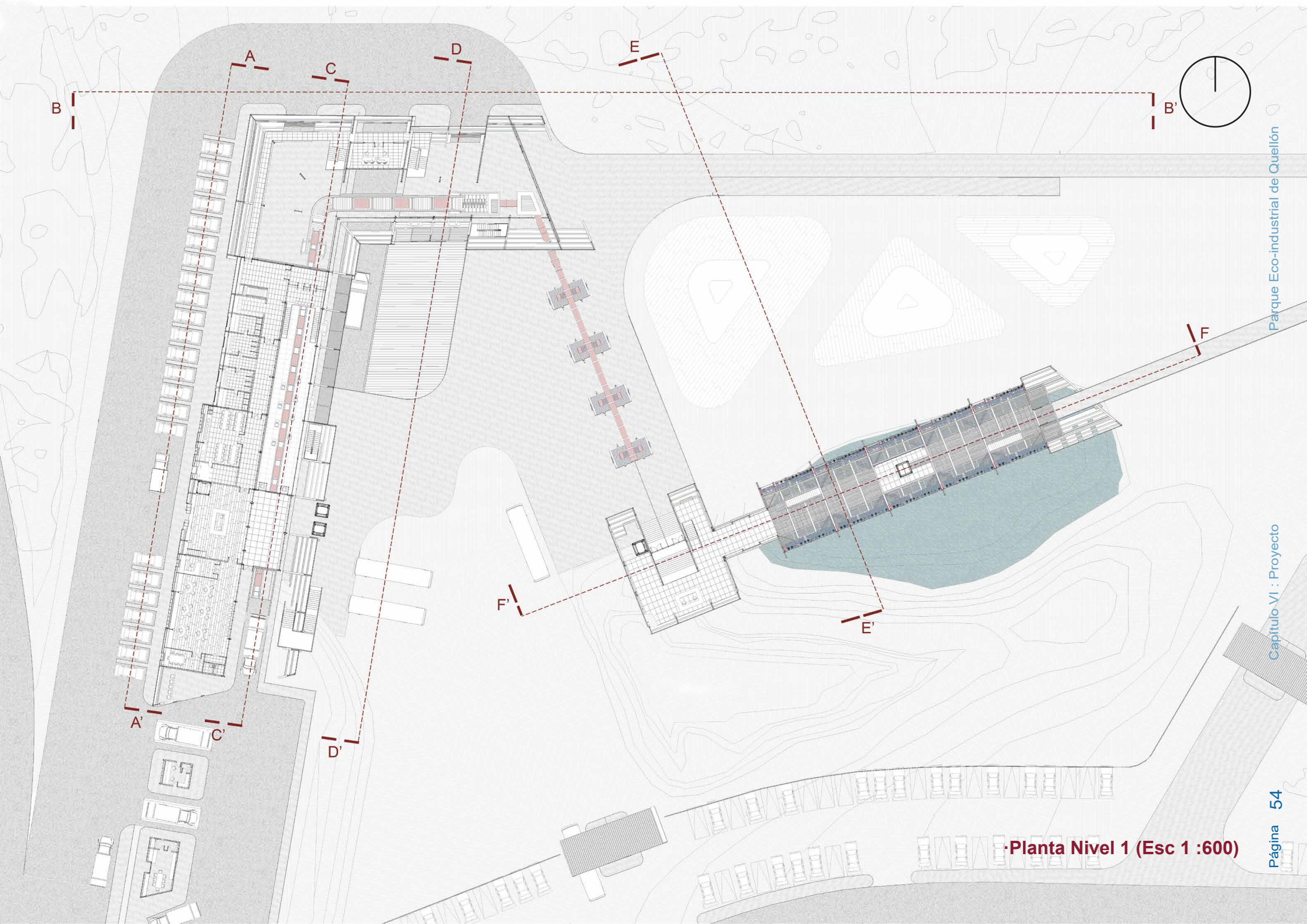


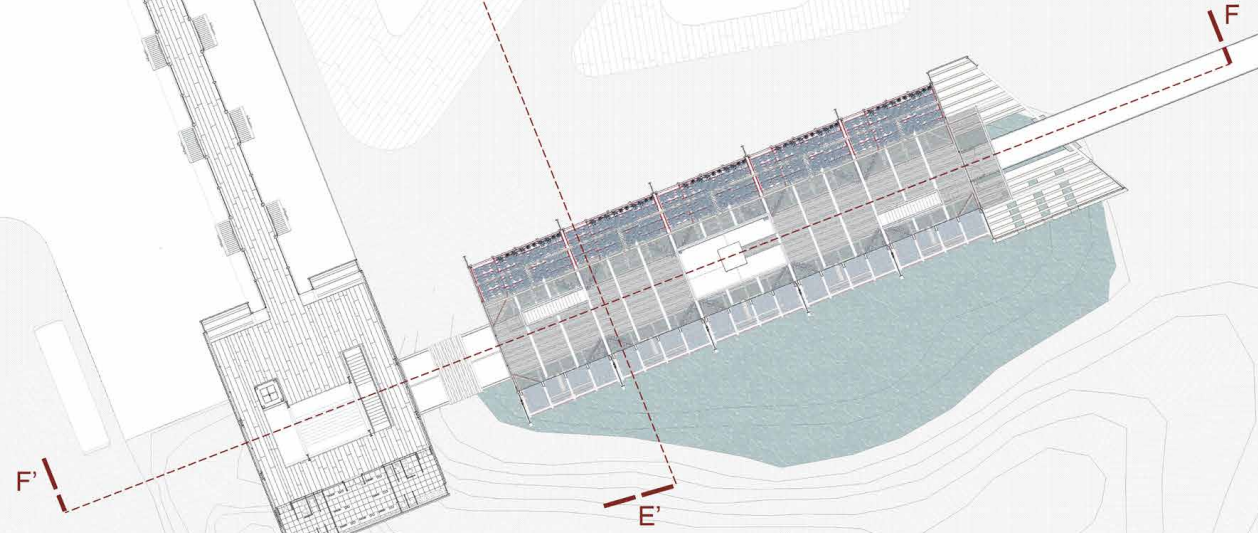
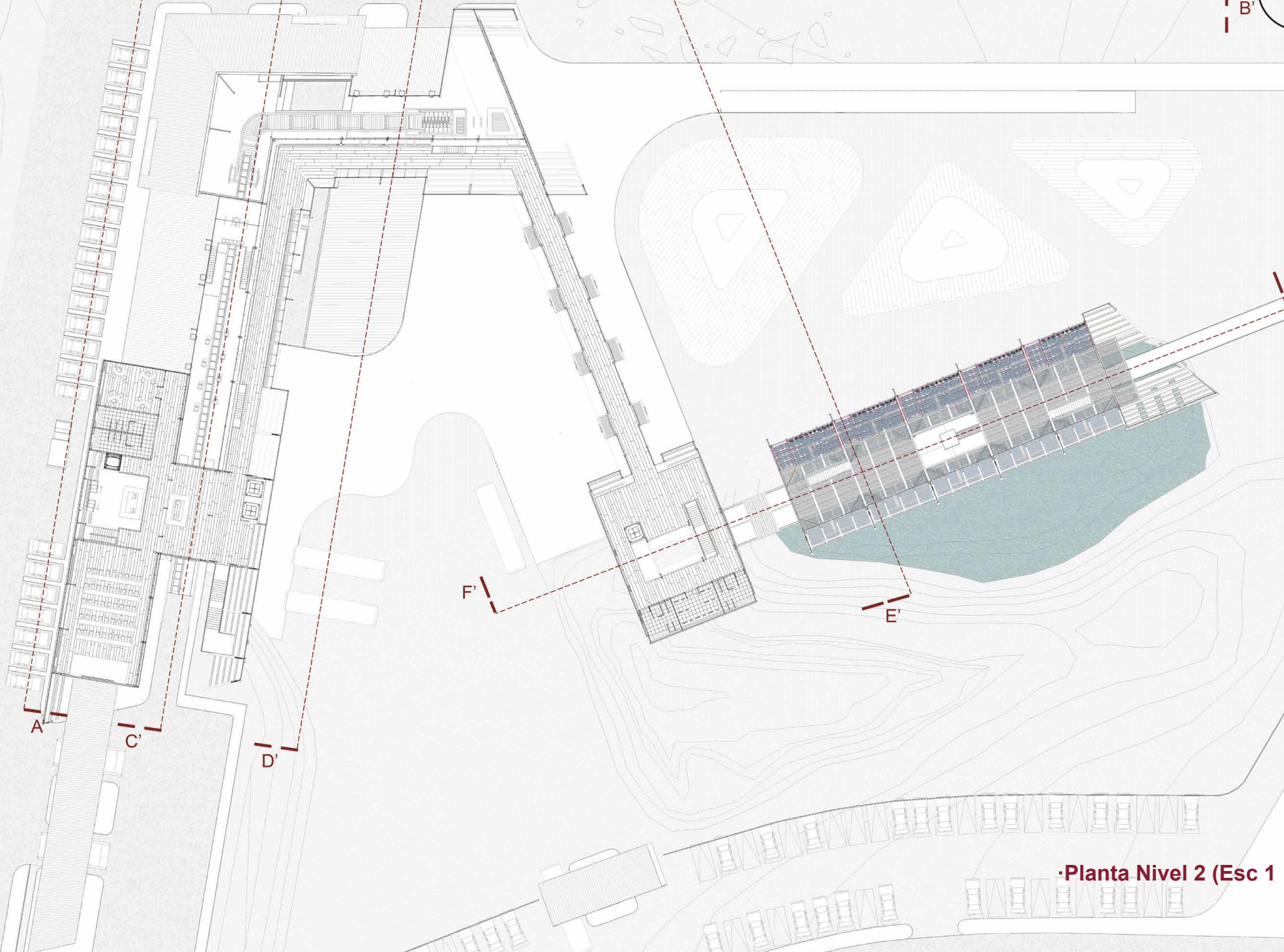
FIGURA 83: Construcción puente de Chacao.
(Fuente: Pan-americans 2021)

· Planimetrías

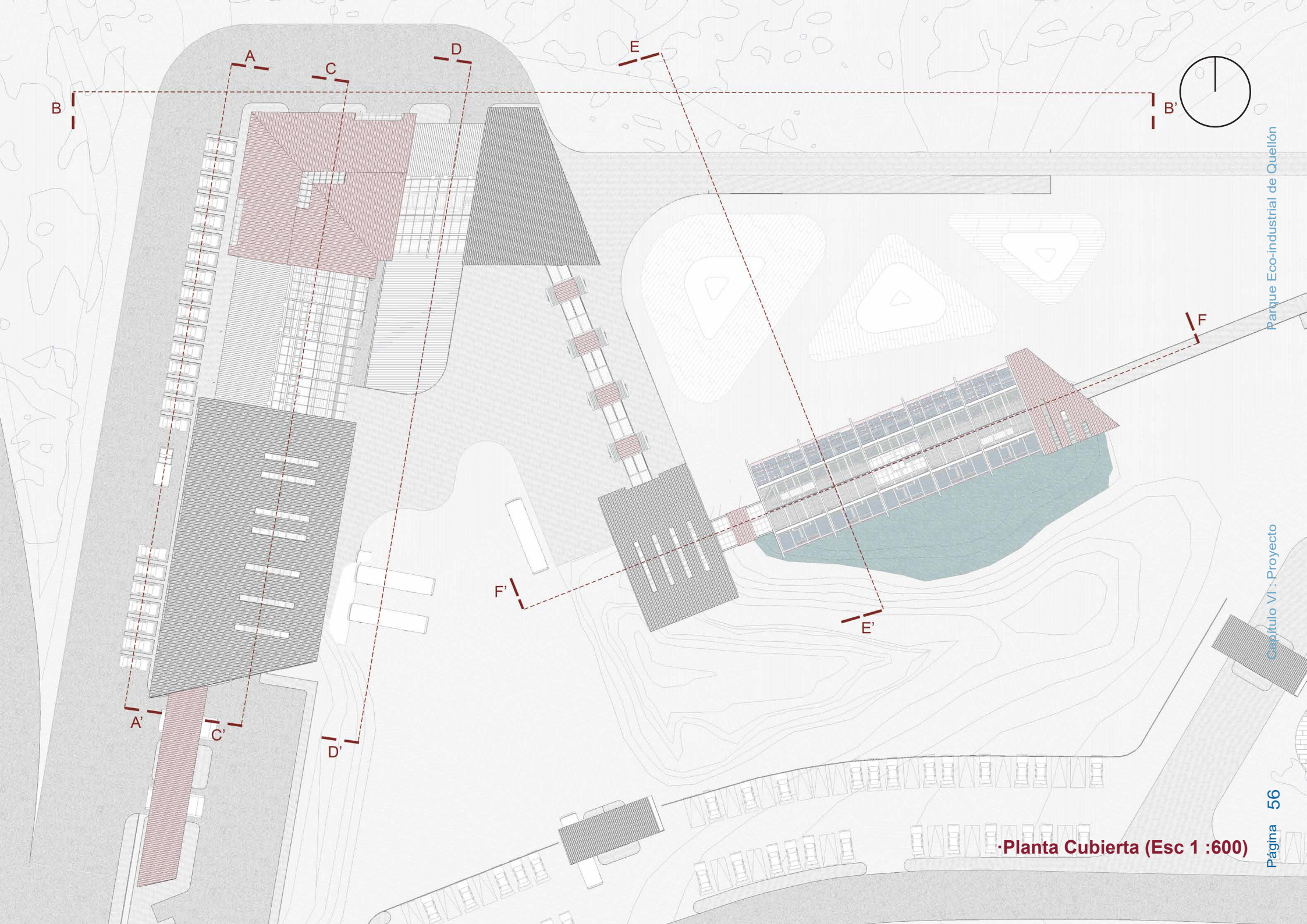




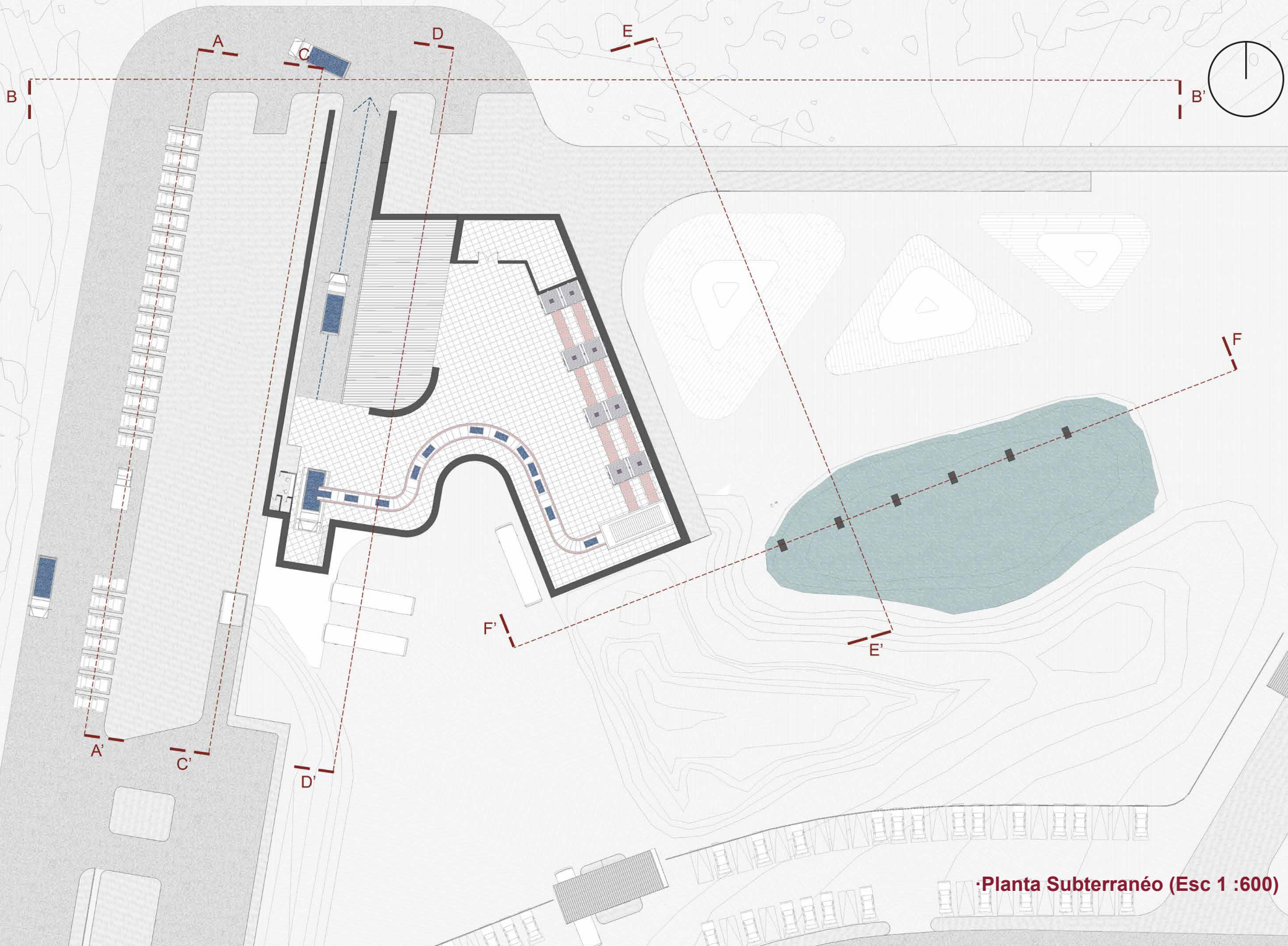
Planta Nivel 1 (Esc 1 :600)



·Planta Nivel 2 (Esc 1 :600)



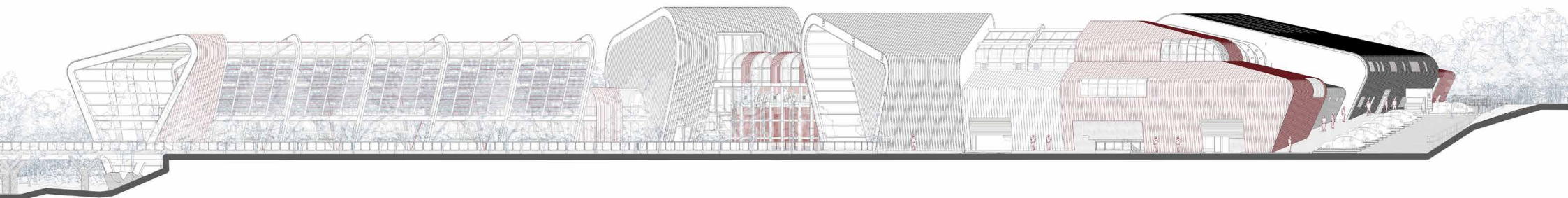
-Planta Cubierta (Esc 1 :600)



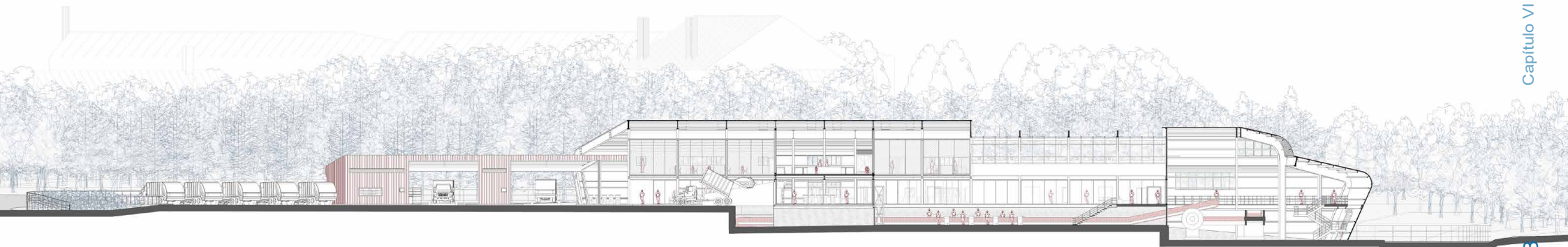
·Planta Subterráneo (Esc 1 : 600)



-Elevación A-A' (Esc 1 :600)

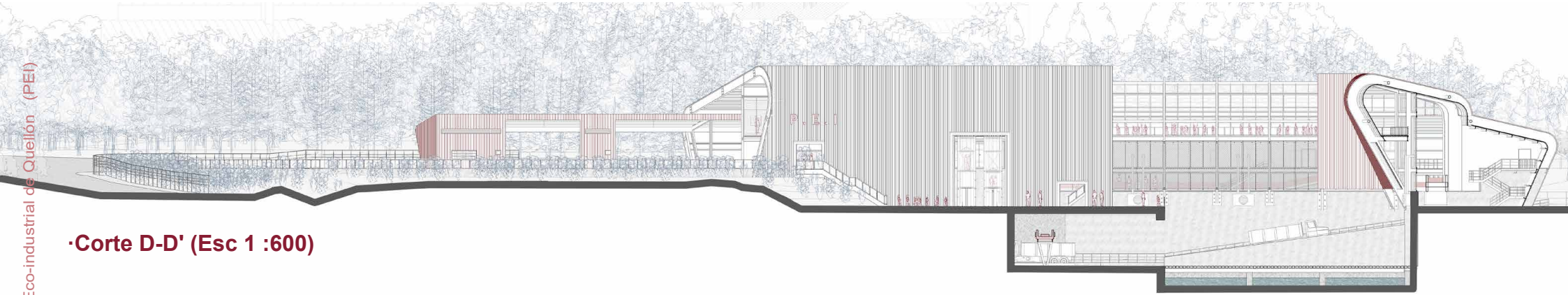


-Elevación B-B' (Esc 1 :600)

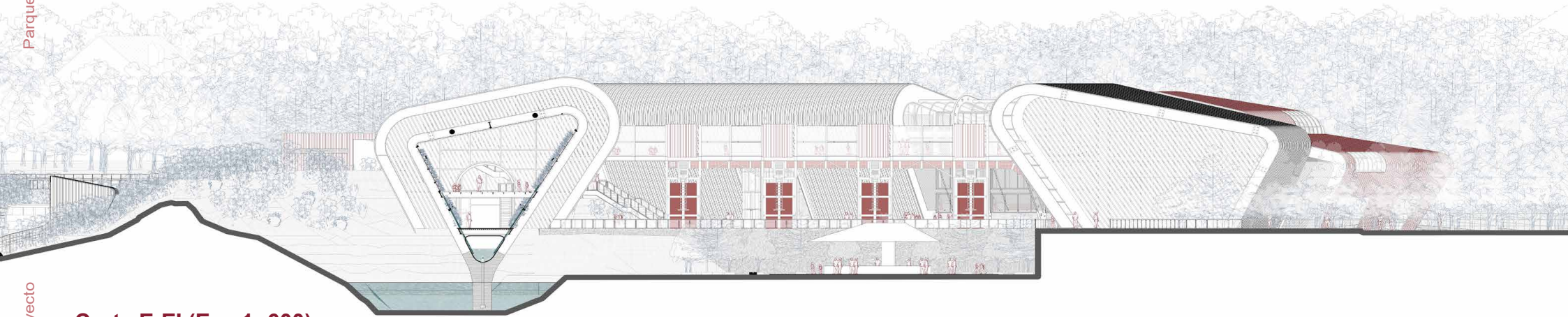


-Corte C-C (Esc 1 :600)

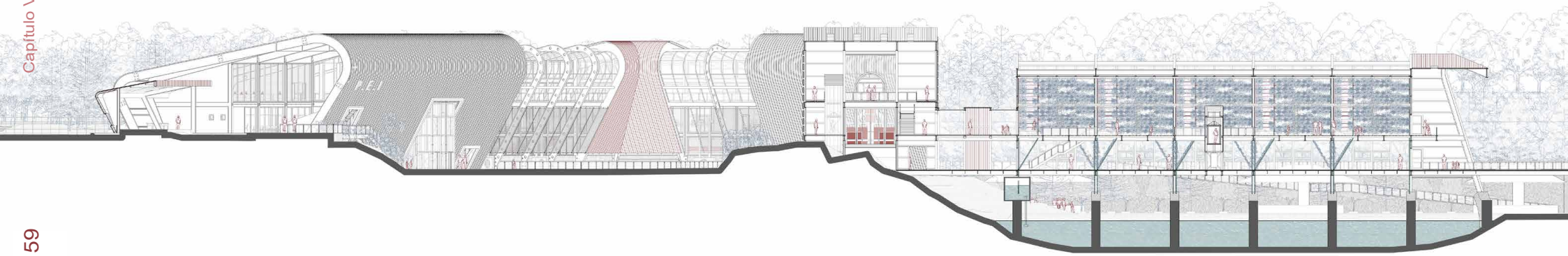
-Corte D-D' (Esc 1 :600)



-Corte E-E' (Esc 1 :600)



-Corte F-F' (Esc 1 :600)





Vista aérea general del proyecto
(Elaboración Propia)

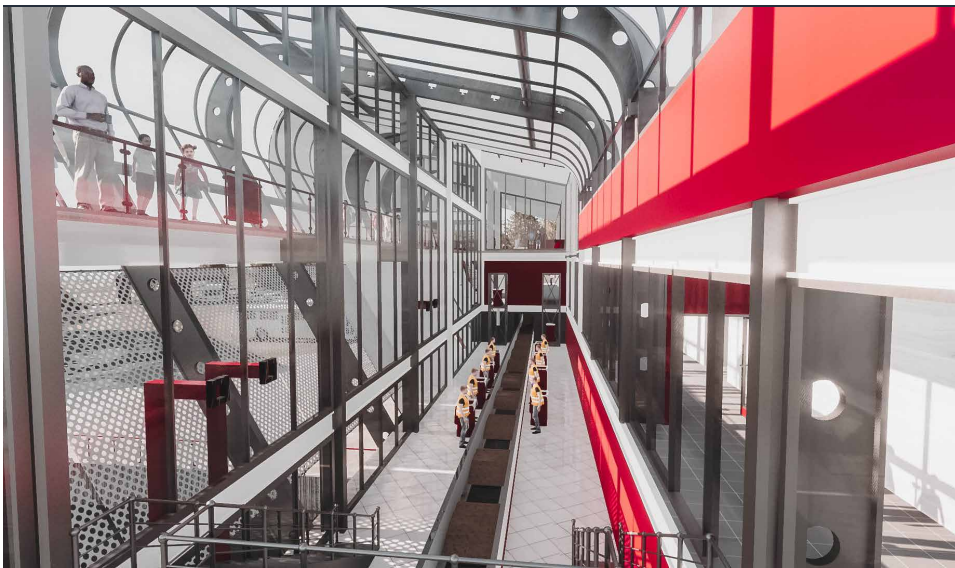
Vistas proceso Planta de compostaje



1) Entrada y control de camiones



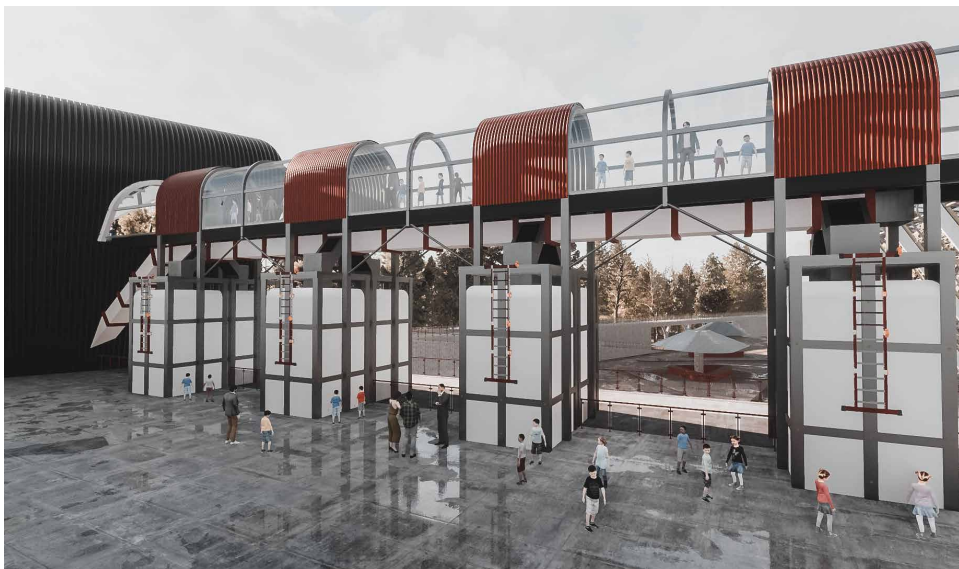
2) Descarga camiones



3) Cinta de rectificación orgánica



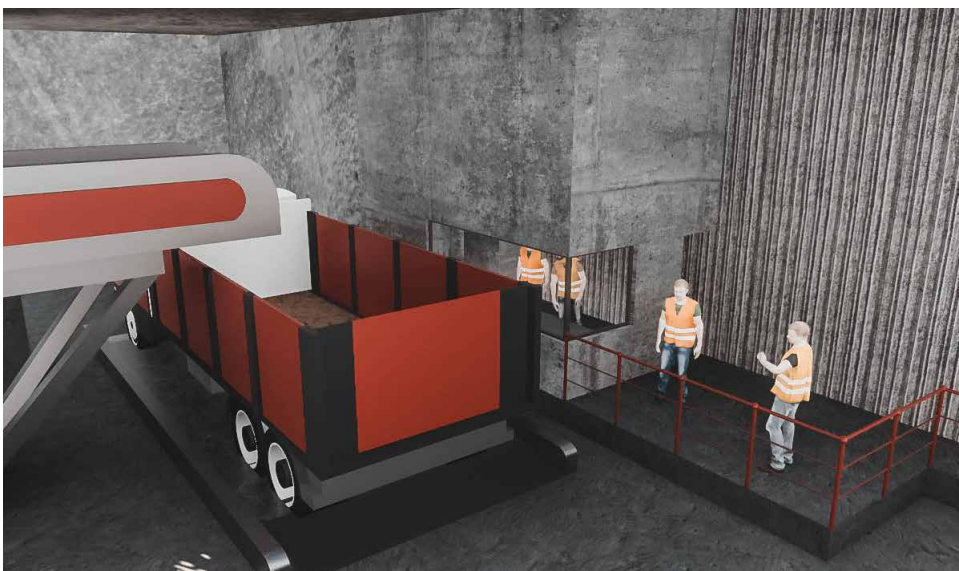
4) Cinta de almacenamiento modular + maquina trituradora (izquierda)



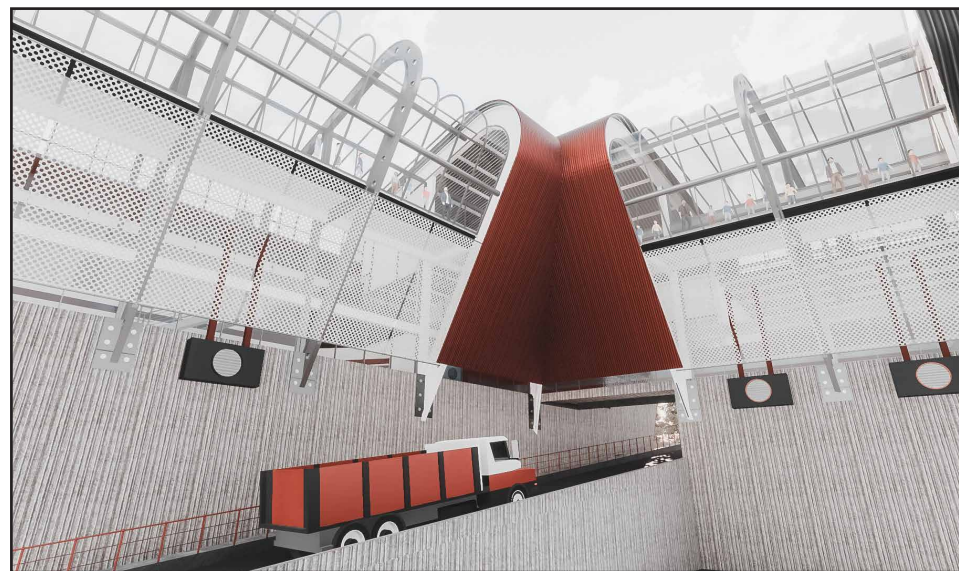
5) Tanques de fermentación herméticos



6) Tamizadora + Cinta de maduración



7) Zona de control y pesaje de carga de compost



8) Rampa de salida camiones con compost

Vistas de recintos personal de Planta de compostaje



Hall central acceso personal



Oficinas Administrativas



Casino personal de trabajo



Sala general de control de maquinaria

Vistas recorrido educativo



Zona acceso buses (primer nivel)



Hall de llegada estudiantes (segundo nivel)



Sala de presentaciones (segundo nivel)



Recorrido por pasarela elevada (segundo nivel)



Foyer de acceso invernadero (Segundo nivel)



Conexión del invernadero al parque comunal (primer nivel)



Invernadero educativo (segundo nivel)



Foyer de salida a buses escolares (primer nivel)

Vistas Parque



Vista acceso parque



Vista Plaza inundable y casino orgánico



Vista zona de módulos comerciales



Vista zona de cultivo abierto (Vista inferior)

· Referentes de diseño

Aerodrómo de Castro (Iglesis Arquitectos)

Este referente local construido en 2008, fue el referente más importante en el estudio de las envolventes curvas del proyecto y de la fusión formal del volumen chilote de grandes aguas con una forma sinuosa y moderna. Dándole una caracter tanto tradicional como industrial.

La curva trasera corta el flujo de agua creando un espacio de circulación lineal de alrededor de 2 metros de ancho en el cual los pasajeros pueden cubrirse rápidamente en el caso de una oportuna lluvia.



FIGURA 84: Imágenes del Aerodrómo de Castro (Elaboración propia 2018).

Aeropuerto de Balmaceda (MOP)

Este aeródromo construido en 1997 fue utilizado como referente principal en la elección pictórica del proyecto. Según los antecedentes históricos registrados por el MOP, la elección del color del aeródromo está ligado a los colores primarios de las primeras pinturas rupestres Huilliches descubiertas en Aysén, la cual a su vez es la etnia indígena predominante en Chiloé.

Por otra parte, sus colores primarios, contrastan con la vegetación local resaltándola al igual que sus componentes con carácter industrial.



FIGURA 85: Imágenes del Aerodrómo de Balmaceda (DGAC,2015).

Planta Carozzi (Guillermo Hevia)

Este icono de la arquitectura industrial en Chile se utilizó como referente debido a la relación que posee la forma curva de su cubierta con el proceso interior de la planta (Fideos), como también con el accidente geográfico más importante en el paisaje chileno (La cordillera). Dicha fusión de la industria con los factores tanto internos como externos a ella fue el motor impulsor en la búsqueda formal. Sumado también a su trabajo pictórico que al igual que el aeródromo de Balmaceda, se incorporaron de manera directa en el proyecto.



FIGURA 86: Centro de producción e investigación Carozzi. (Plataforma de arquitectura 2016).

"Sky Greens" Hidropinic and compost substrate vertical farm (Jack Ng Architect)

Este edificio construido en 2010 en Singapur, sigue siendo vanguardista en materias de germinación de cultivos en el mundo. En este proyecto, el sistema de cultivo que se desarrolla es el hidropónico. A grandes rasgos es un sistema de cultivo sin suelo y con una recirculación constante de agua.

Por otra parte, a través de una aplicación vertical, maximiza el uso de suelo y la erosión del terreno que significaría una plantación agrícola convencional. Este sistema a su vez usa al compost como sustrato fijo. El cual se deposita en copas basales de cada uno de los cultivos hasta que alcancen su etapa de germinación.

Este referente fue la base técnica para desarrollar el invernadero. En el cual se rescata el uso del compost como sustrato hidropónico y el sistema de reutilización constante de agua. Por otra parte, la técnica de cultivo vertical también se aplicó en el invernadero, maximizando su capacidad y liberando su espacio central.

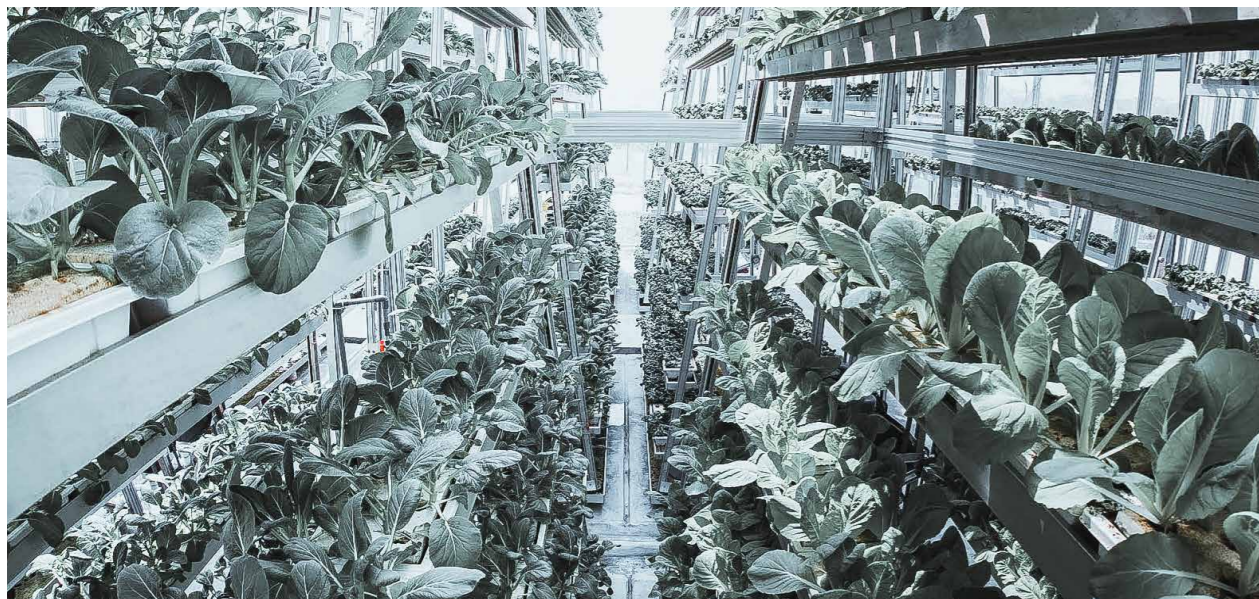
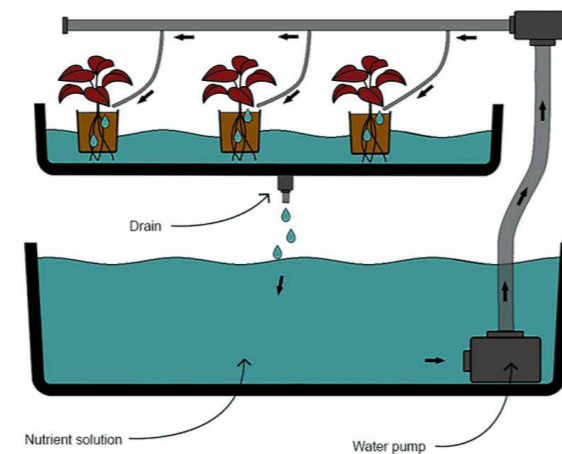


FIGURA 87: Sistema de cultivo vertical SkyGreens (Archdaily,2012).

Drip System

- A water pump draws water from a nutrient solution and drips it continuously onto the plants.
- The drain returns the water to the nutrient solution (or discards it in some systems).



Aeroponics

- A water pump draws water out of a nutrient solution and sprays mist directly onto the roots of the plants.

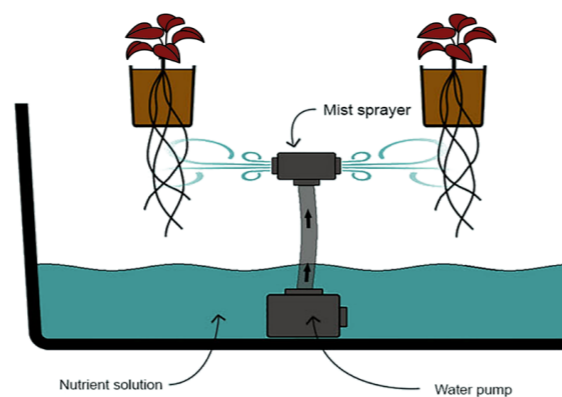


FIGURA 88: Sistemas hidróponicos utilizados en Sky Greens (Skunkology,2021).

Schoolgarden " De Buitenkans" RO&AD Architects

Esta escuela rural construida en 2017 en los Países Bajos es un volumen de 110 m de largo, que posee diversas aulas y salas de divulgación interconectadas con invernaderos intermedios temáticos. Respondiendo a una transición lineal en el aprendizaje de siembra de cultivos.

De este referente se rescató la relación externa entre el volumen lineal con el paisaje, lo cual dio pie a estudiar dicha relación en el caso puntual del invernadero del proyecto.

También se utilizó la relación interna entre el volumen acristalado de los invernaderos con los remates sólidos. Estrategia que se aplicó en el proyecto.

Sin embargo, lo más importante es que posee un recorrido educativo lineal que representa una transición. Lo cual es una de las 3 partes fundamentales del partido general.



FIGURA 90: Imagen lateral Schoolgarden. (ArchDaily, 2017).

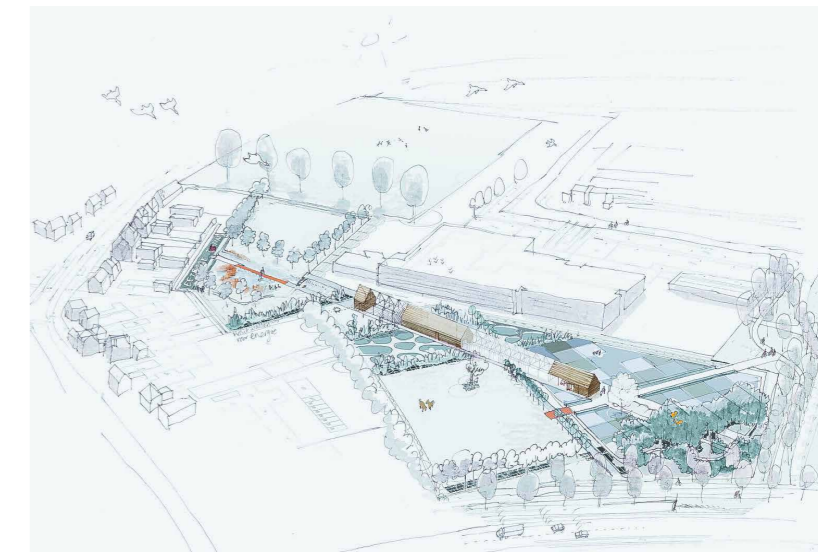


FIGURA 89: Croquis Schoolgarden. (ArchDaily, 2017).

Rehabilitación del vertedero de Barcelona (Batlle i Roig Arquitectes)

Este gran proyecto paisajístico se desarrolló sobre los cimientos de residuos sólidos municipales del ex-vertedero comunal de Barcelona. El cual después de 30 años de funcionamiento fue cerrado y sellado en el año 2004. A través de este proyecto se lograron rehabilitar 85 hectáreas de concavidad natural para convertirse en un parque público de escala comunal el cual fue inaugurado el año 2010.

Este referente posee un sistema de reutilización de aguas lluvias las cuales son canalizadas a través de un circuito en Zig-Zag. El cual va decantando en números lagunas artificiales. Estas lagunas fueron instaladas directamente sobre la capa de relleno de los residuos en la cual se utilizó un sistema de membranas impermeables para evitar una posible filtración.

Este proyecto fue fundamental en el diseño del parque de cultivo abierto del proyecto. El cual se ubica sobre la capa de sellado del ex-vertedero de Quellón.

Si bien las proporciones de este vertedero son muy distantes al de Quellón. Las operaciones que se usaron en el proyecto son casi idénticas. Por un lado, se rescató la estrategia de riego por pendiente (Recorrido en Zig-Zag), como también el uso de lagunas artificiales para la captación de agua lluvia.



FIGURA 91: Imagen aérea Parque ex- vertedero comunal de Barcelona. (ArchDaily,2012).



FIGURA 92: Recorrido público parque ex-vertedero comunal de Barcelona.

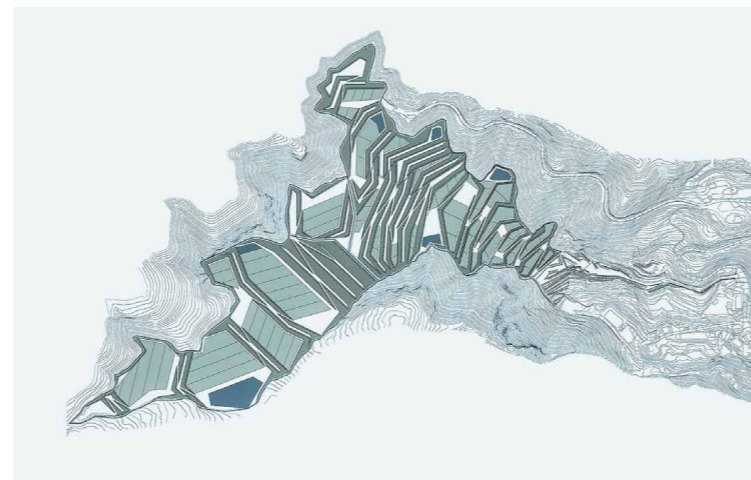


FIGURA 93: Planta parque ex-vertedero comunal de Barcelona. (ArchDaily,2012).

Sistema de sellado y construcción sobre residuos

El sistema constructivo utilizado en este referente está compuesto por una sucesión de capas que van desde el contacto directo del residuo con el suelo, hasta su capa superior habitable de vegetación y espacio público.

El contacto de los residuos con el suelo se solucionó con una membrana impermeable geotextil sumado a un sistema de canalización de lixiviados. Misma solución que se aplicó para el sellado del vertedero comunal de Quellón en 2010.

Por otra parte, sobre los residuos expuestos se aplicó una gruesa capa de arena (3 m aprox.), sobre la cual se le aplicó una segunda membrana impermeable la cual sostiene una combinación de tierra y compost que reconstituyo progresivamente la vegetación del lugar.

Cabe aclarar que el sistema de sellado y relleno que se usó en el proyecto es prácticamente idéntico al que se utilizó en este referente.



FIGURA 95: Sistema constructivo que se utilizó en el parque ex-vertedero comunal de Barcelona. (Plataforma de Arquitectura,2012).



FIGURA 94: Proceso de sellado ex-vertedero comunal de Barcelona. (ArchDaily,2012).



FIGURA 96: Sistema de lagunas artificiales del Parque ex-vertedero comunal de Barcelona. (ArchDaily,2012).

VII Gestión y sostenibilidad del proyecto



· Gestión y financiamiento del proyecto

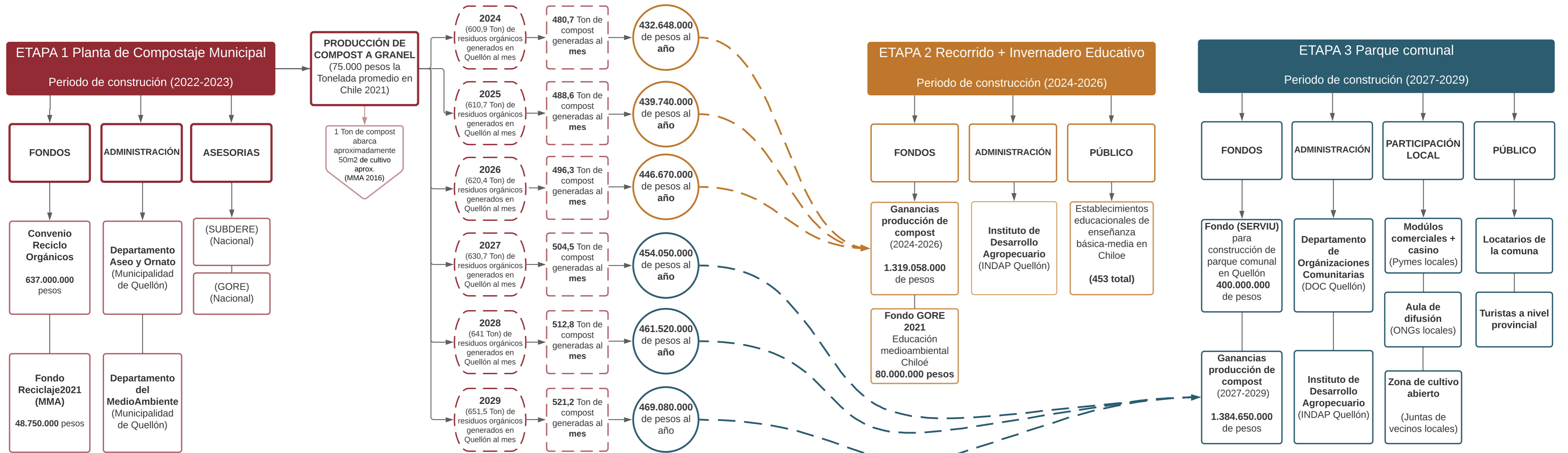


FIGURA 97: Diagrama de gestión P.E.I. (Elaboración propia).

- Sistemas de ahorro hídrico

Descripción general de las precipitaciones en Quellón

Como se ha mencionado anteriormente en el emplazamiento, es que Chiloé actualmente está pasando por una crisis hídrica, la cual afectando tanto a las personas como a la producción agraria incipiente.

Por otra parte, según los datos climáticos de (Weatherspark) Quellón es una de las comunas con mayores precipitaciones durante el año llegando a una precipitación máxima de 180 mm de agua por m² de terreno al mes, Lo que equivale a 180 litros de agua lluvia desperdiciada.

Para desarrollar de manera óptima sistemas de captación en el proyecto, se considerará la media más baja la cual es 71 mm (equivalente a 71 litros de agua por m² al mes. (Weatherspark,2021)

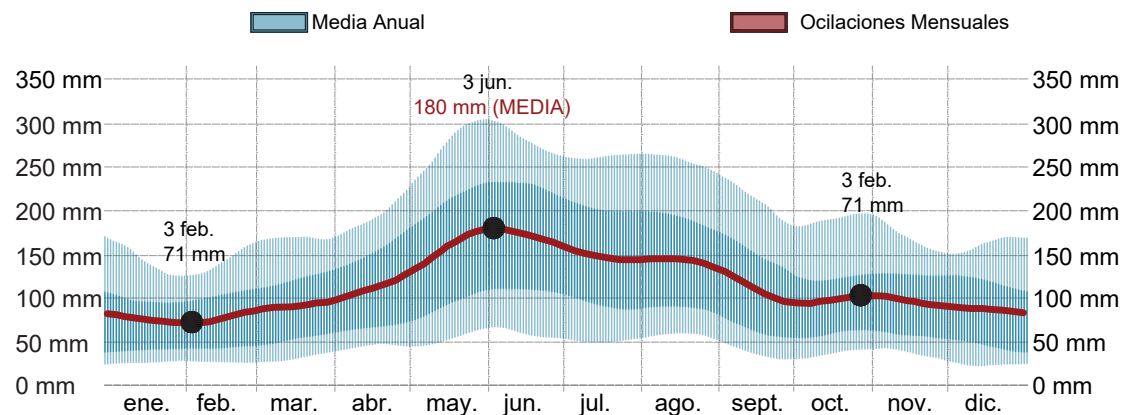


FIGURA 98: Precipitación media Quellón. (Weatherspark,2021)

Requerimientos de agua para cultivos y riego del proyecto

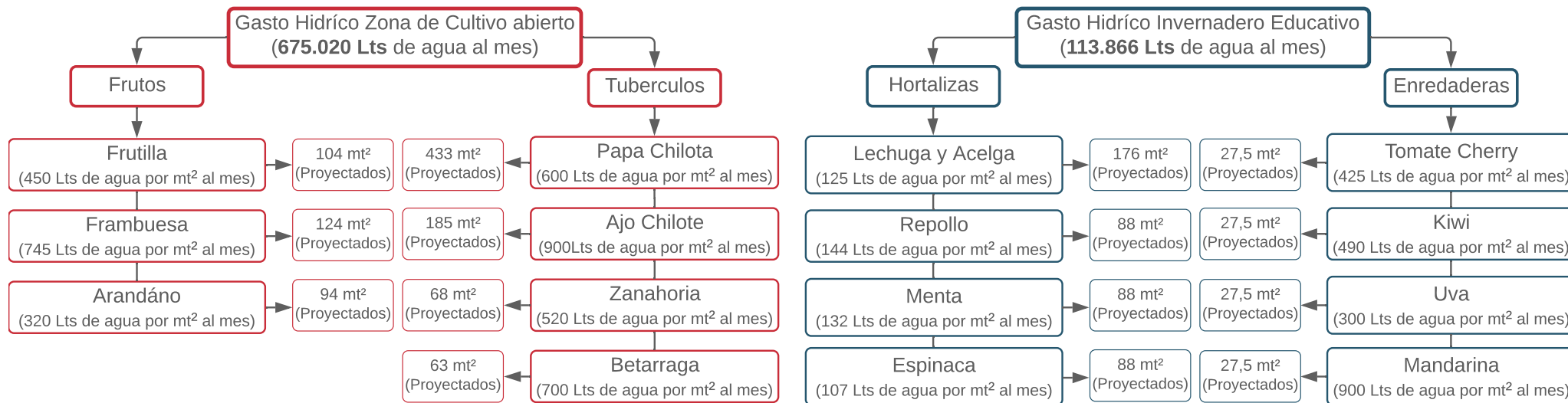


FIGURA 99: Gasto hídrico cultivos. (Elaboración propia)

Descripción general de los sistemas de recaudación

Los sistemas de recaudación están diseñados a partir de del gasto hídrico que requieren los distintos cultivos en relación con los m² proyectados para cada plantación lo cual está graficado en el esquema anterior. En el cual se concluye que el gasto total hídrico de todos los cultivos del proyecto al mes es de 788.886 litros de agua al mes

1) Rejillas de captación: El primer sistema de recaudación considera toda la superficie de cubiertas que posee el proyecto lo cual corresponde a 3.991 m², significando 240.761 litros de agua lluvia al mes (17%) de la demanda total. Esta agua se rescata a través de rejillas basales las cuales conectan de manera directa a un dren general de absorción.

2) Dren de captación general en apertura de subterráneo: La apertura del subterráneo de maduración y carga de compost de la planta, no solamente cumple una función de ventilación para el reposo del compost. Si no que posee un dren que capta y almacena tanto las aguas lluvias de la cubierta como la plataforma de buses 2.141 m² significando 152.011 litros de agua lluvia al mes (10,7%) de la demanda total.

3) Pendiente de terreno hacia laguna artificial invernadero:La laguna artificial que alimenta el sistema de reutilización de aguas del invernadero a su vez es un importante estanque de almacenamiento de las aguas lluvias del área que compone la zona comercial. La cual a partir de una pendiente del 4% cubre 6.603 m² significando 468.813 litros de agua lluvia al mes (33,1%) de la demanda total.

4) Plaza dura con sistema de captación en pendiente: La plaza dura que contiene tanto los eventos efímeros como al casino orgánico posee un pozo de captación el cual a través de una pendiente del 4% cubre 3.256 m² significando 231.170 litros de agua lluvia al mes (16,3%) de la demanda total. Los cuales van directamente al sistema de canalización de cultivos en pendiente.

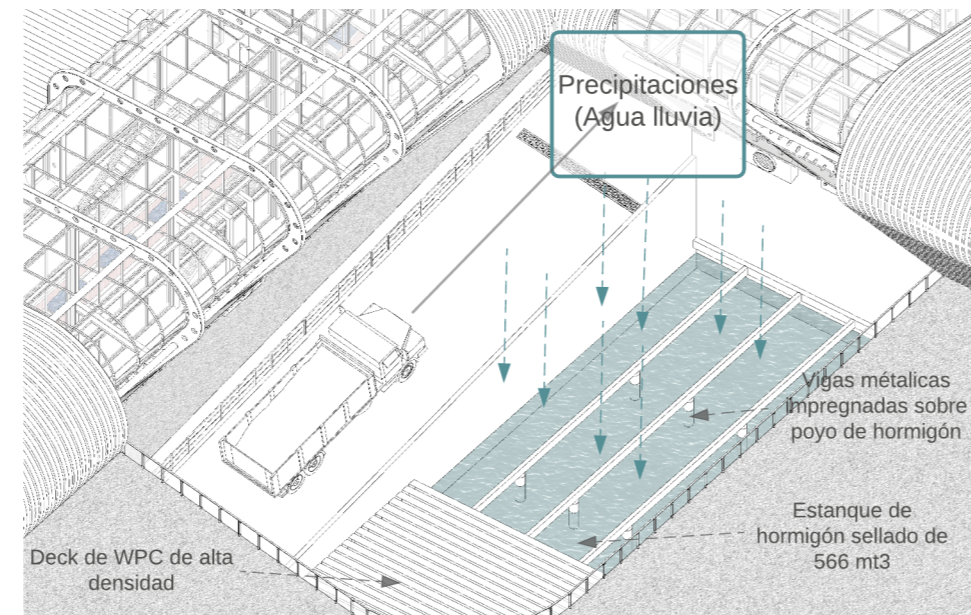
5) Canalización de riego de cultivos abiertos en pendiente: El sistema de canalización de riego además de conducir el agua a través de los cultivos posee un sistema de represas que estancan el agua en cada uno de sus tramos, elaborando un sistema de riego controlado por desbordamiento. A su vez cubre toda la superficie de cultivos 3.090 m² significando 219.390 litros de agua lluvia al mes (15,4%) de la demanda total.

6) Laguna de captación final de agua en pendiente: Este es el pozo final y remate del proyecto, en cuál decanta todo el exceso de aguas lluvias de la canalización de riego. Este cubre 1.490 m² significando 103.589 litros de agua lluvia al mes (7,3%) de la demanda total. El porcentaje del exceso de agua capturada en relación con la demanda inicial es del 79,4% por lo que quedarían 626 litros de agua extras que pueden ser utilizadas para otro fin.

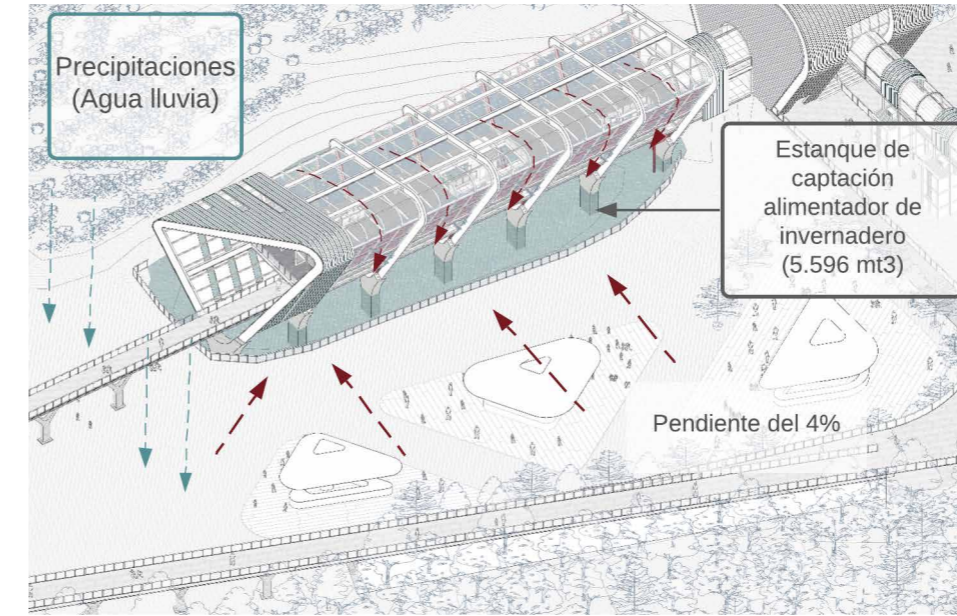
Sistema 1: Regillas de captación (Superficies de techumbre)



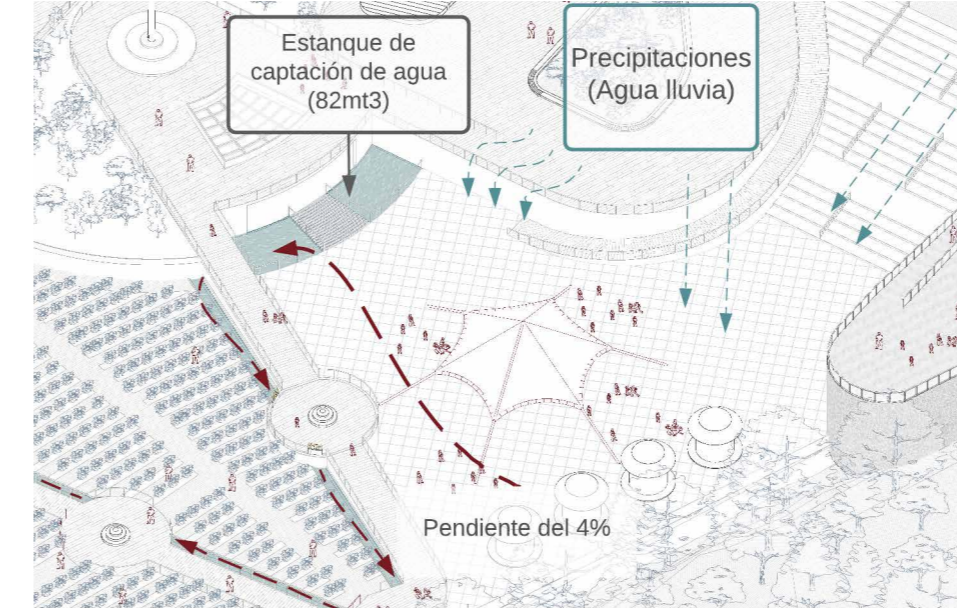
Sistema 2: Dren de captación en apertura de ventilación subterráneo



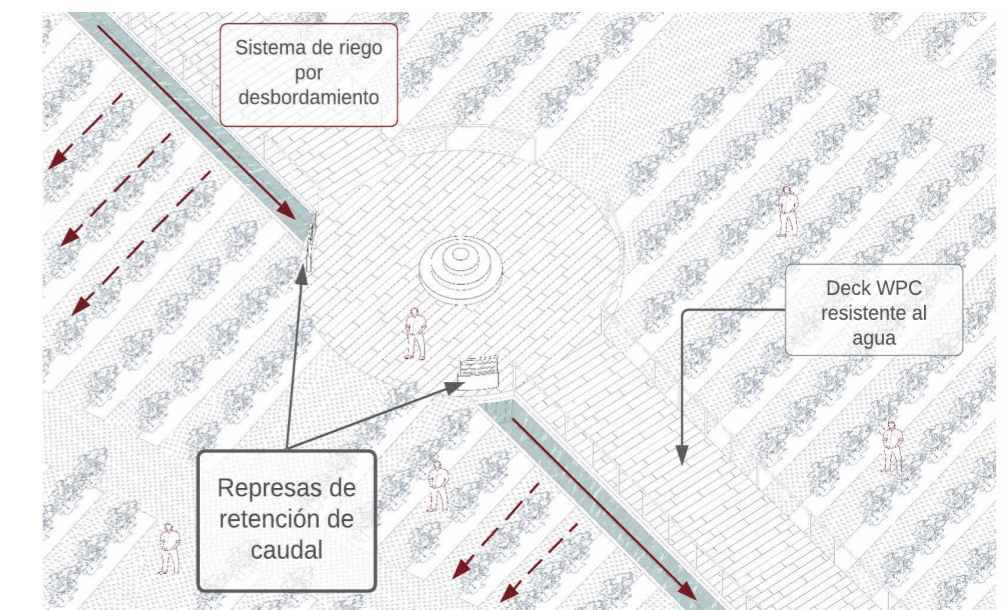
Sistema 3: Pendiente de terreno hacia laguna artificial de invernadero



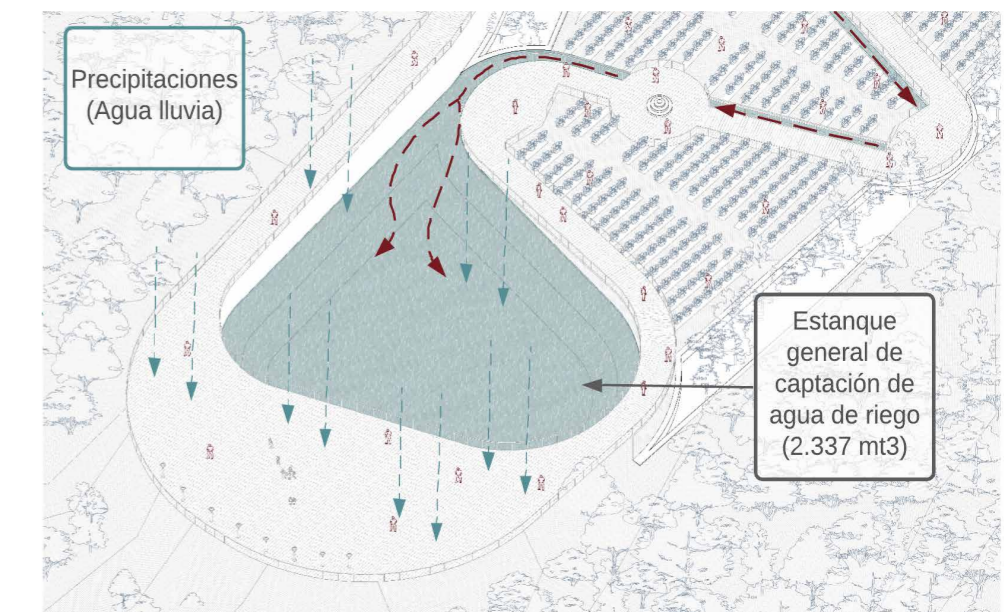
Sistema 4: Plaza dura con pozo de captación en pendiente



Sistema 5: Canalización de riego de cultivos abiertos en pendiente



Sistema 6: Laguna de captación final de agua en pendiente



Resumen de la cantidad de agua lluvia recolectada por cada sistema en el proyecto

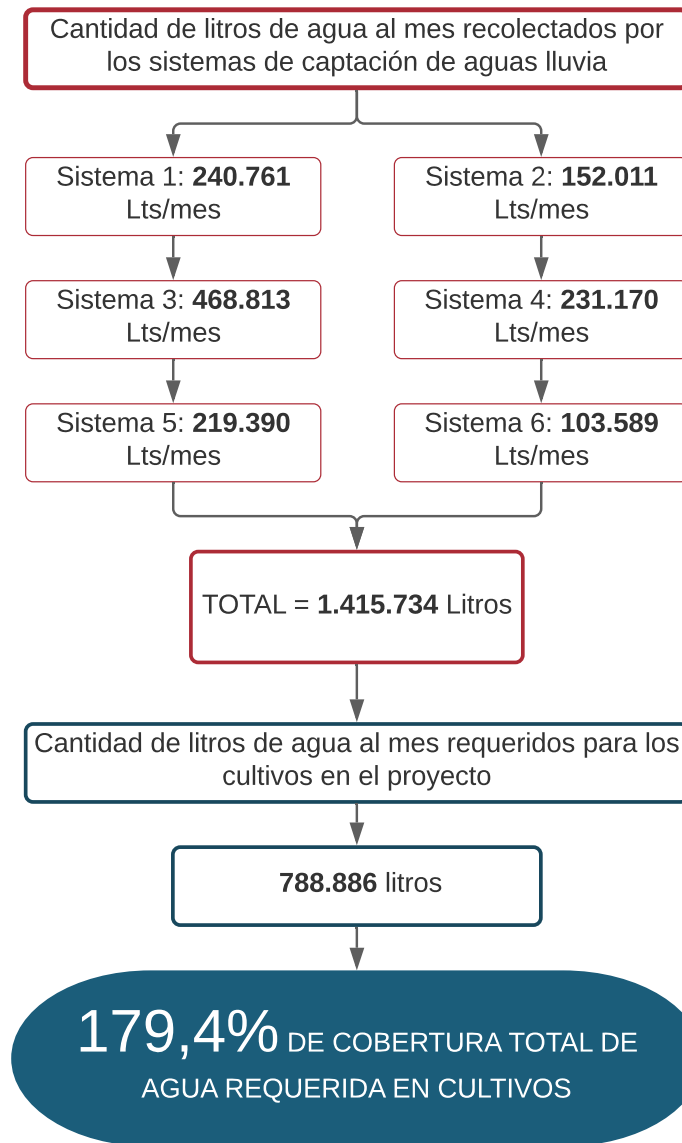








FIGURA 106: Cobertura gasto hídrico.
(Elaboración propia).

Planta de superficies de captación de agua por cada sistema

 Sistema 1: 3.391 m ² = 240.761 Lts/mes	 Sistema 2: 2.141 m ² = 152.011 Lts/mes	 Sistema 3: 6.603 m ² = 468.813 Lts/mes	 Sistema 4 : 3.256 m ² = 231.170 Lts/mes	 Sistema 5: 3.090 m ² = 219.390 Lts/mes	 Sistema 6: 1.459 m ² = 103.589 Lts/mes
---	--	--	---	--	--

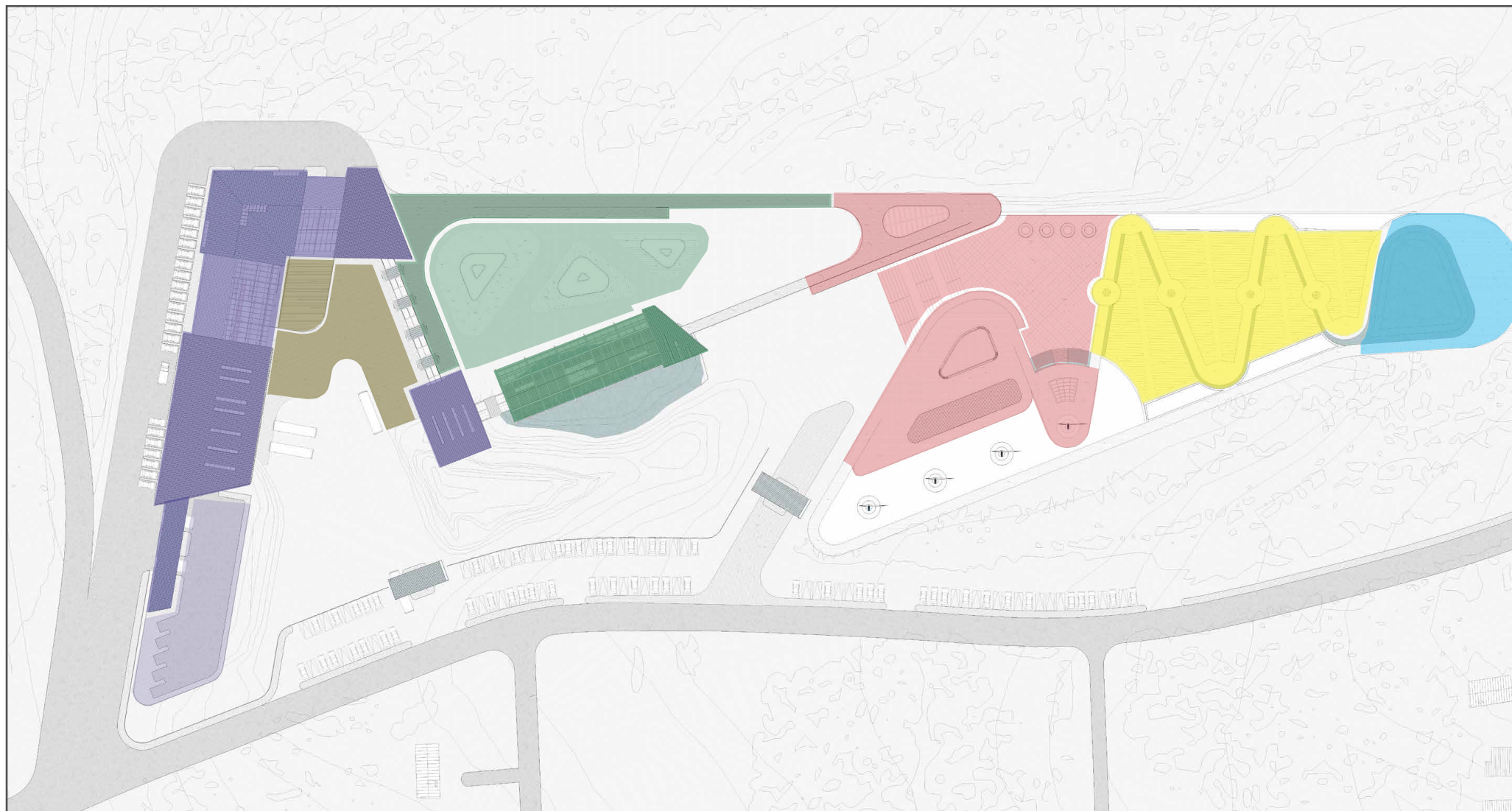


FIGURA 107: Planta superficie de captación de aguas lluvia.
(Elaboración propia).

· Sistema de ahorro energético

Elección del sistema de ahorro energético

Como se ha mencionado anteriormente el sistema de compostaje industrial que compone el proyecto es el más acorde a las condiciones climáticas de Chiloé. Sin embargo, este consume cantidades no menores de electricidad, por lo que se hace necesario que la extracción de dicho recurso no sea a costa de los propios recursos locales.

Es por esto que se tomó el desafío de encontrar un sistema de ahorro energético que disminuya al máximo la demanda de este recurso en sus actividades productivas.

En el siguiente gráfico realizado por el análisis de factibilidad online de la empresa de aerogeneradores ENAIR, se comparan las 2 fuentes de energía renovables aplicables en Quellón. Sumado a su generación eléctrica al día durante los distintos meses del año. Concluyendo que la energía eólica es por lejos la más factible a nivel comunal.

(ENAIR,2021)

Descripción general de la velocidad del viento en Quellón

La eólica es un tipo de energía la cual se capta a partir de aerogeneradores, cuyo funcionamiento y eficiencia de captación energética está directamente relacionado con la velocidad media del viento en su emplazamiento.

En este sentido, según la información brindada por la plataforma de datos climáticos (Weatherspark), se concluye que Quellón es la comuna con mayor velocidad y caudal eólico en todo Chiloé, alcanzando promedios de vientos mensuales de hasta 27 km/h.

Sin embargo, para tener una certeza real del aporte energético que brindaría la instalación de aerogeneradores en el proyecto, se utilizara la velocidad media de los meses más desfavorable en este último año, la cual es 15,7 km/h lo que equivale a 4,5 m/s. (ENAIR,2021)

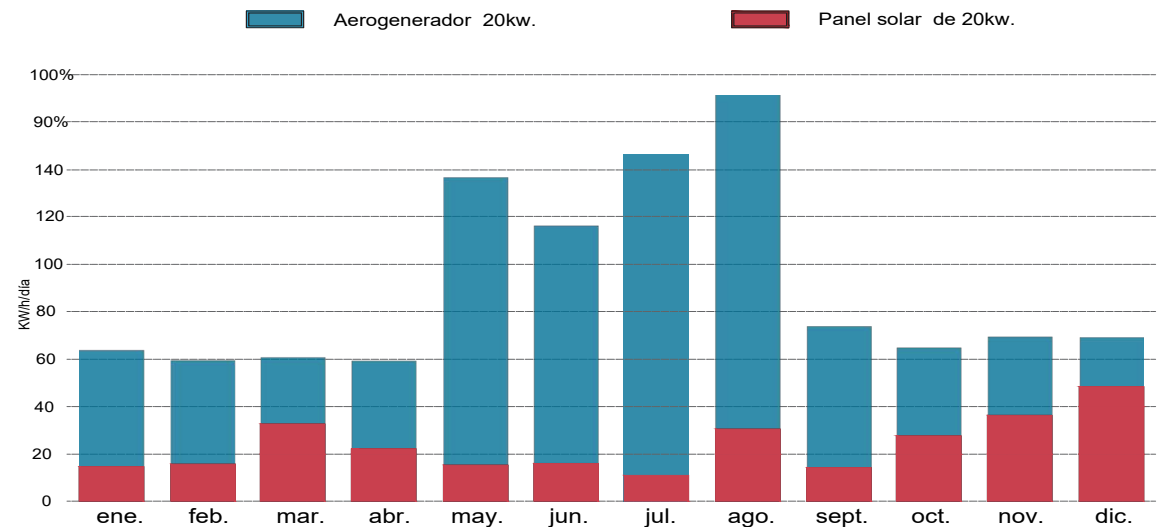


FIGURA 108: Comparativa sistemas de ahorro energético (Fuente de datos online ENAIR 2021).

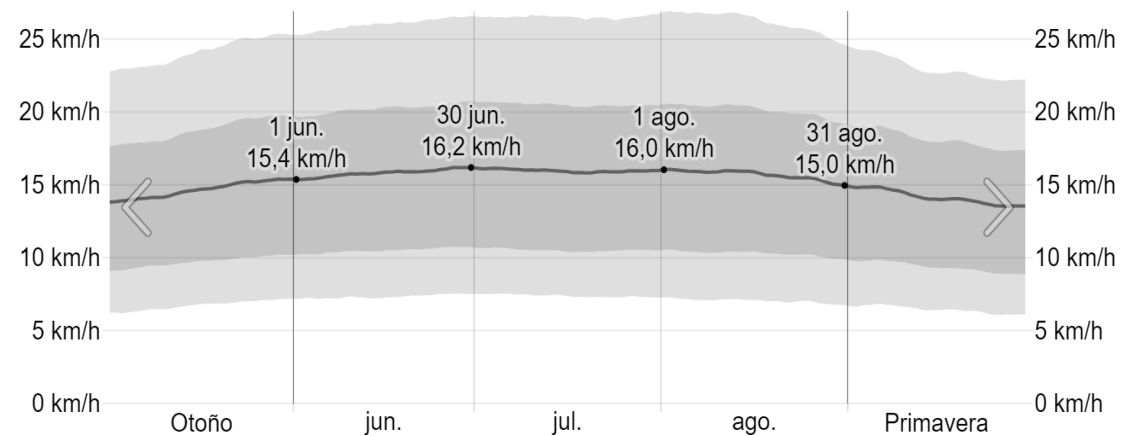


FIGURA 109: Gráfico velocidad media del viento en Quellón. (Weatherspark, 2021).

Variabilidad de la media del viento en Quellón

Por otra parte, no basta con considerar únicamente la velocidad media del viento en Quellón, sino que también el porcentaje de variabilidad que posee el viento en cada uno de los meses del año.

Esto último debido a que no sería óptimo que únicamente en algunos meses del año se logre la recaudación completa del gasto energético y que en otros esta disminuya el rendimiento ideal.

En el siguiente gráfico, elaborado según los datos geo localizados por la empresa ENAIR en la comuna de Quellón. Se muestra que el porcentaje de variabilidad oscila entre él -12% y el 25%. Esto significa que en algunos meses el rendimiento bajara hasta un 12% respecto a la media y en algunos se obtendrá hasta un 25% más de ganancia. Lo cual a nivel general en una variación normal que no influye estructuralmente el sistema de recaudación. (ENAIR,2021)

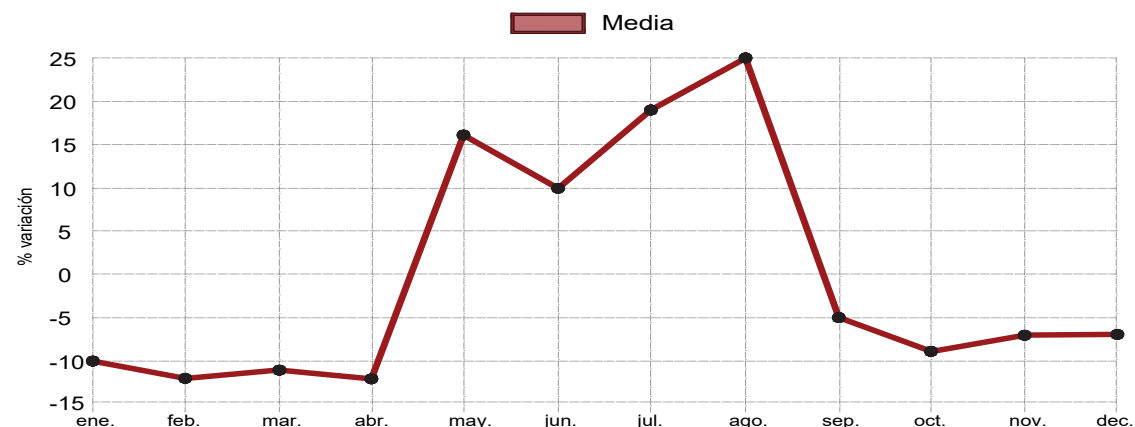


FIGURA 110: Gráfico variabilidad del viento en Quellón.
(Fuente de datos online ENAIR, 2021).

Dirección predominante del viento (rosa de vientos)

Al momento de decidirse por la utilización de la energía eólica y la instalación de aerogeneradores, la orientación de estos últimos es fundamental. Por lo que deberán apuntar hacia la dirección más favorable del viento.

En el siguiente gráfico de rosa de vientos elaborado según los datos geo localizados por la empresa ENAIR en la comuna de Quellón. Se muestra que la dirección norponiente es la más predominante en la zona.

Esto último afectará no solo la dirección de las aspas eólicas de los aerogeneradores, sino que también su ubicación dentro del proyecto, y por ende su impacto visual. (ENAIR,2021)

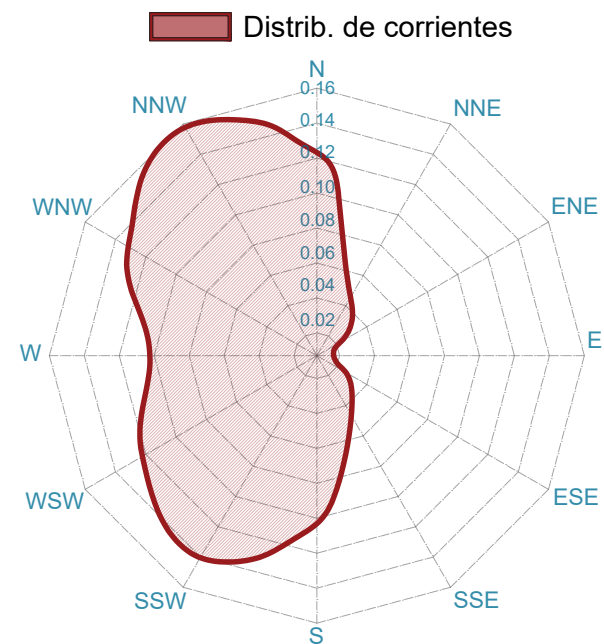


FIGURA 111: Rosa de vientos Quellón.
(Fuente de datos online ENAIR, 2021).

Elección del Aerogenerador optimo para las condiciones metereológicas del terreno

La empresa de aerogeneradores ENAIR, no solo posee una fuente de datos geo localizados que permiten analizar las cualidades del viento a nivel comunal. Su plataforma digital está anexada al Atlas Eólico y Solar Mundial, lo cual permite geo referenciar exactamente la localización de los aerogeneradores en el terreno y la imposición de las condicionantes geográficas.

A partir de esto se considera que el terreno de emplazamiento posee una altura predominante para el flujo eólico, el cual está situado en una pronunciada pendiente de 80 m sobre el nivel del mar.

Por otra parte, el sistema reconoce la existencia de una frondosa vegetación la cual considera en el cálculo general de la ganancia eólica por aerogenerador.

En relación con dicha ganancia eólica. El sistema concluye que el recurso eólico promedio que se puede recaudar a partir de la velocidad media del viento en el terreno es de 118.6 kWh/día, lo cual es un gasto el cual equipara al consumo diario de alrededor de 20 viviendas promedio en Chile por aerogenerador.

Lo cual en relación con el consumo general de la planta (459,34 kWh/día), el cual está calculado en las siguientes páginas, equivaldría a una recaudación del 25,81 % del total por aerogenerador. (ENAIR,2021)



FIGURA 112: Cálculo de recurso (Fuente de datos online ENAIR, 2021).

Características del aerogenerador recomendado para la zona

En relación con dicha recaudación eléctrica, la plataforma calcula que es necesario un modelo de aerogenerador E-200, el cual posee una potencia nominal de 18 kW. Esto en simples palabras significa que este aerogenerador empieza a funcionar con velocidades por sobre los 1.85 m/s lo cual esta de sobra en el emplazamiento del proyecto. Cuya velocidad promedio más desfavorable a lo largo del año bordea los 4.5 m/s. (ENAIR,2021)

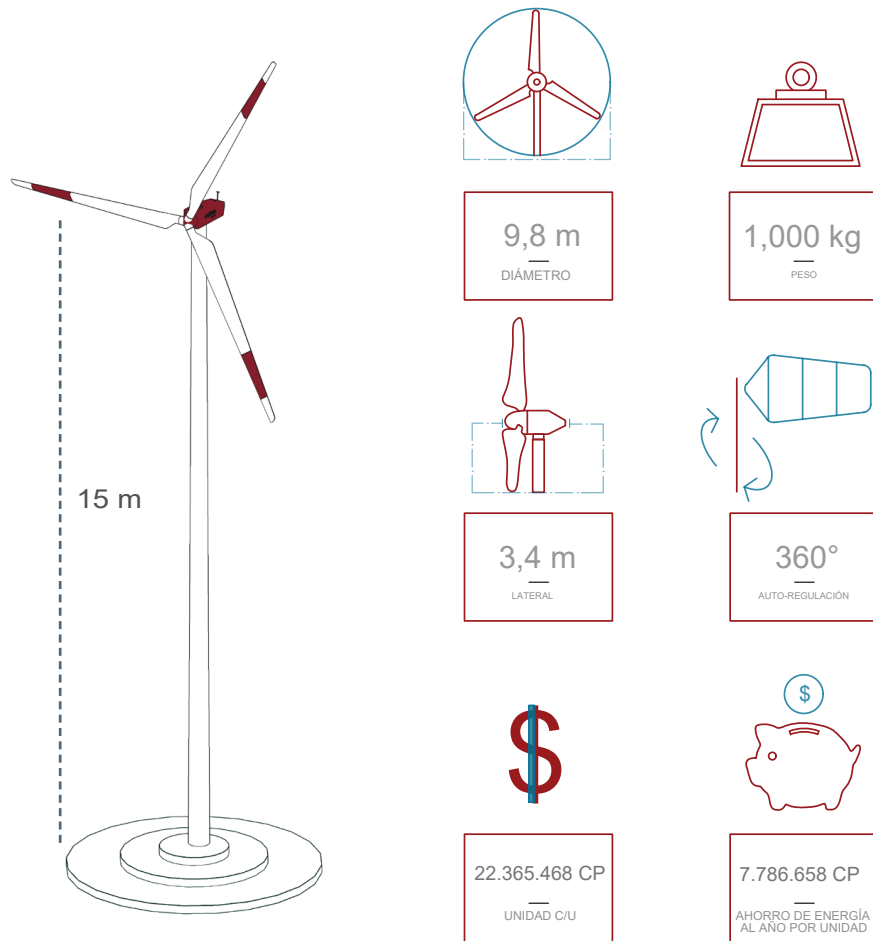


FIGURA 113: Características Aerogenerador E-200. (Elaboración propia a partir de datos ENAIR,2021)

Ubicación de los aerogeneradores en el proyecto paisajístico

En relación con el cálculo de la recaudación eléctrica final se requieren 4 generadores E-200, para cubrir la demanda energética tanto de la planta como del invernadero, los cuales apuntan al sentido norponiente del proyecto.

A su vez los aerogeneradores son parte de los hitos que componen el recorrido del parque comunal, dándole una importancia no solo energética sino que arquitectónica y paisajística del proyecto, que van de la mano con el carácter productivo del proyecto.

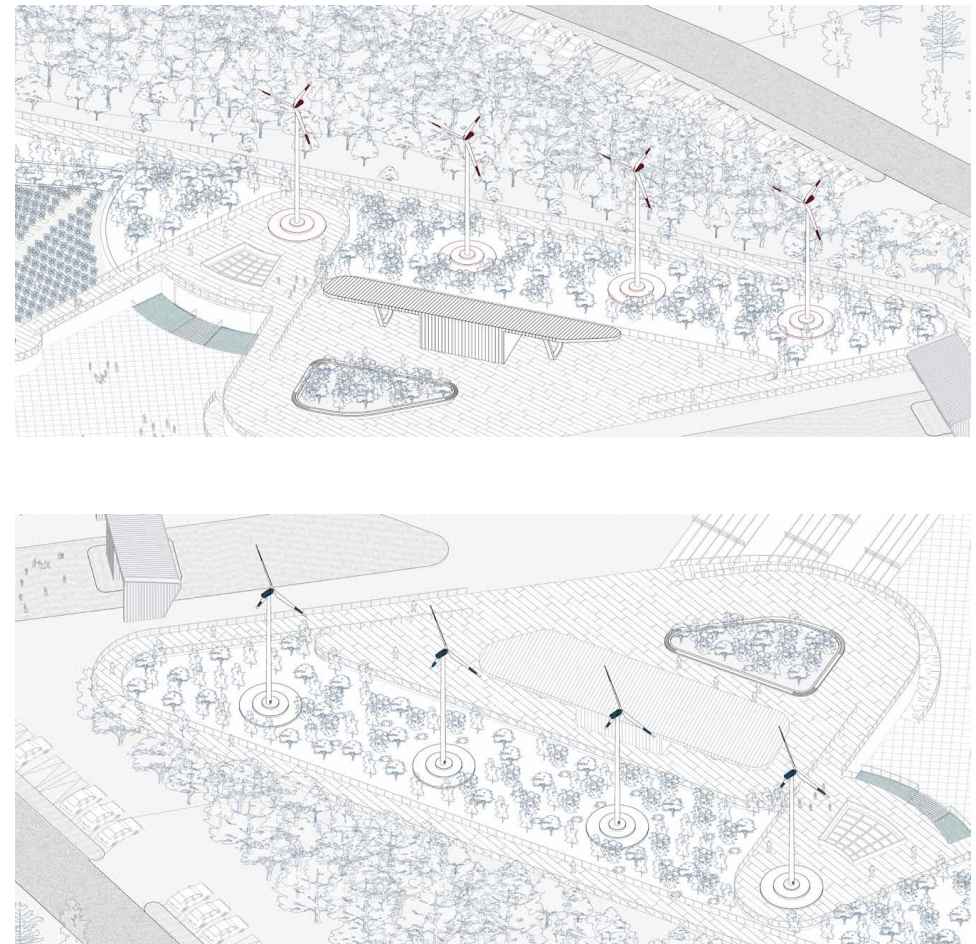


FIGURA 114: Vistas aerogeneradores E-200 en el proyecto. (Elaboración propia).

Gasto energético planta de compostaje + recorrido y invernadero educativo (Etapas 1 y 2)

ITEM	DENOMINACIÓN	POTENCIA UNITARIA (Kw)	UNIDADES (C/U)	POTENCIA INSTALADA (kW)	TIEMPO DE USO AL DÍA (h)	GASTO ENÉRGETICO (kWh/día)
1	-Iluminación exterior (540 metros lineales) (120 postes de luz dobles cada 25 m)	0,250 Kw	20	5 Kw	12 hrs	60 KWh/día
2	-Iluminación interior (superficie habitable) 1.183 m ² (se requiere un foco de 4w por 3m ²)	0,004 Kw	394	1,57 Kw	6hrs	10,32 KWh/día
3	-Calefacción (Superficie habitable) 1.183 m ² En clima frío se requiere 1 radiador de 1.000 w x 30 m ²	1 Kw	39	39 Kw	3hrs	117,2 KWh/día
4	-Cinta de rectificación orgánica 50 m Se requieren 50 w por m de carga (INTRALOX,2021)	0,05 Kw	1	2,5 Kw	6hrs	15 KWh/día
5	-Cinta de almacenamiento modular 37 m Se requieren 100 w por m de carga (INTRALOX,2021)	0,1 Kw	1	3,7 Kw	6 hrs	22,2 KWh/día
6	-Maquina picadora/mezcladora (Traco Iberia 2017)	55 Kw	1	55 Kw	1 hrs	55 KWh/día
7	-Tubo de alimentación cámaras de fermentación 42 m Se requieren 50 w por m de carga (INTRALOX,2021)	0,5	1	21,82 Kw	1 hrs	21 Kwh/día
8	-Rodillos de descarga camarás de fermentación (Traco Iberia 2017)	4,5 Kw	8	36 Kw	1 hrs	55 KWh/ día
9	-Tamizadora de cribado (Traco Iberia 2017)	15 Kw	1	15 Kw	2 hrs	30 KWh/ día
10	-Cinta de maduración con vibración de volteo 65 m Se requieren 100 w por m de carga (INTRALOX,2021)	0,1Kw	1	6,5 Kw	8 hrs	52 KWh/día
11	-Iluminación Subteranéó planta 1.080 m ² (se requiere un foco de 4w por m ²) (Traco Iberia 2017)	0,004 Kw	270	1,08 Kw	12 hrs	12,96 KWh/día
12	-Básculas de pesaje (Traco Iberia 2017)	0,2 Kw	3	0,6 Kw	6 hrs	3,6 KWh/día
13	-Bomba de agua alimentadora de invernadero (Traco Iberia 2017)	1,32 Kw	1	1,32 Kw	4 hrs	5,28 KWh/día

Gasto energético total al día = 459,34 KWh/día

Energía generada con los aerogeneradores Enair-200

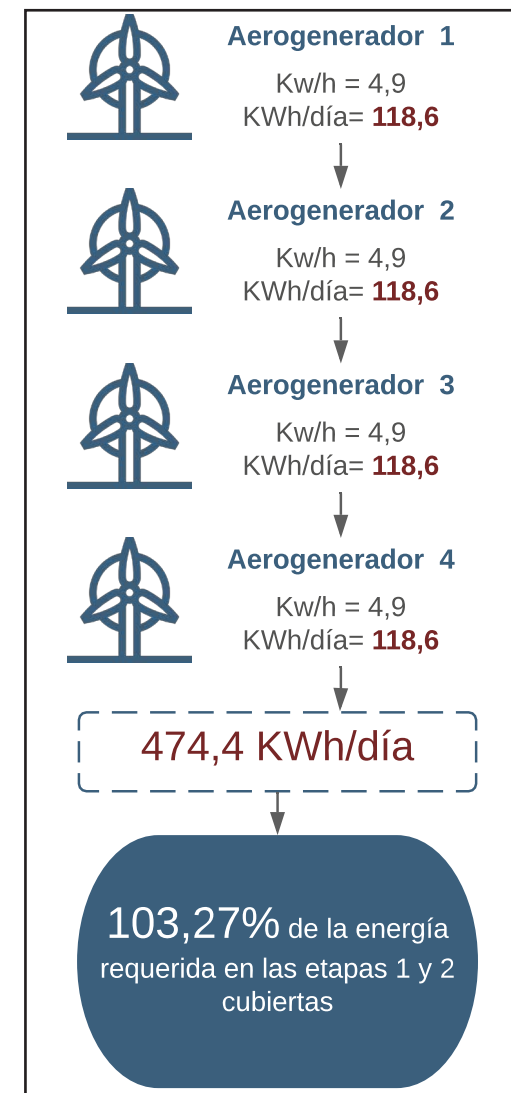


FIGURA 115: Cálculo recurso eólico (Elaboración propia a partir de fuente de datos online ENAIR 2021).

VIII Conclusiones



Muelle de la Isla Aucar
(Bitácora Programa Chiloé, 2018)

La Arquitectura Chilota se funda a partir de una tipología. La cual nace de las condicionantes y virtudes que posee su particular condición geográfica.

Mientras que la industria hace más de 40 años se viene instaurando como un objeto tanto dañino medioambientalmente, como ajeno a toda configuración rural y urbana preconcebida por sus habitantes.

La problemática ya ha estallado. La difusión mediática y social que ha generado la crisis de los residuos de Chiloé ha formulado la necesidad de hacer un llamado a una **Nueva Industria**. Cuyo labor en el tratamiento de residuos pueda reivindicar todo el daño que esta ha causado en el territorio.

A partir de esto, nace la necesidad de preguntarse ¿Qué profesionales participarán en esta nueva reivindicación industrial?. ¿Solamente ingenieros y especialistas o es que acaso los arquitectos tenemos algo que aportar?.

Actualmente, como oficio tenemos una profunda deuda con Chiloé. Estos últimos años nos hemos concentrado únicamente en la "escenografía chilota", "su cara bonita", gastando todas nuestras energías en preservar el patrimonio de lo que alguna vez fue. Obviando por completo lo que es el ahora.

Es necesario que tomemos una postura como disciplina y entendamos de una vez por todas que Chiloé no es algo estático y antiguo. Si no que es un objeto de constantes transformaciones como cualquier otra zona del país. Asimilando a su vez el aporte que podemos dar en la creación de esta nueva imagen industrial.

En relación con esto último, el Parque Eco-industrial de Quellón (PEI) es un proyecto arquitectónico cuyos cimientos se fundan en torno a las características y necesidades del lugar.

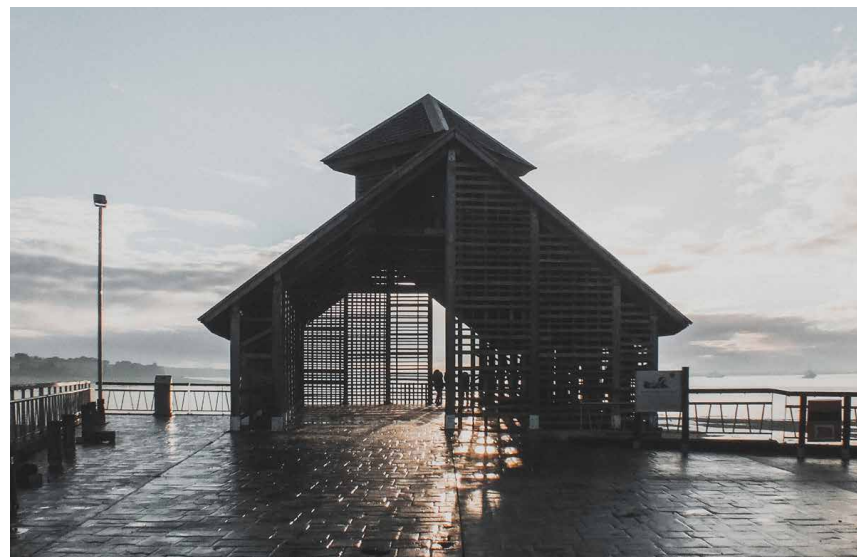
Con el planteo cambiar la imagen negativa que posee el ex-vertedero comunal, por un sitio productivo y de bien común. En el que la industria de compostaje y su parque, sean un hito en el cual la gente valore su labor y respeto por el paisaje y el territorio. Un espacio que les permita entender la importancia que tienen sus propios residuos orgánicos en el ciclo de la vida.

A su vez propongo que este proyecto no sea solamente un hito de impacto comunal. Si no que sea un detonante a nivel provincial que fomente e incentive una armoniosa relación de los futuros proyectos industriales que están por venir, con su contexto.

El tiempo de acción es ahora y los fondos económicos existen. Es el comienzo de una nueva era para Chiloé. En la cual se instarán nuevas plantas industriales cuyos objetivos principales no estarán enfocados en la utilidad económica, sino que en el saneamiento ambiental.

Parte del trabajo depende de nosotros, los arquitectos, de poder cambiar esa cosmovisión local. La cual radica en vivir en una isla cuyo patrimonio se sitúa sobre cimientos de basura.

De esta etapa de titulación no me llevo únicamente un aprendizaje, si no que también un sueño. Que el día de mañana la Isla de Chiloé sea reconocida por el país y el mundo entero. No solo por su patrimonio, sino que por ser la pionera en un manejo responsable e inteligente de sus desechos.



"Aún no es tarde, todavía queda un haz de esperanza"

IX Bibliografía

-Diario el Quellonino.2020. Invernaderos con nuevas tecnologías recibirán agricultores pertenecientes al programa de desarrollo territorial. Obtenido de <https://elquellonino.cl/27352/quellon-invernaderos-con-nuevas-tecnologias-recibiran-agricultores-pertenecientes-al-programa-de-desarrollo-territorial-indigenales-de-chiloe-estan-en-ilegalidad/>

-Euskadi.2015. Documento guía sobre la reducción de las emisiones de gases de vertedero. Obtenido de https://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/guia_gas_vertederos/es_def/adjuntos/guia_gas_vertederos.pdf

-Traco Iberia.2017. Soluciones para el tratamiento de residuos a través de sistema de compostaje vertical (VCU) .Obtenido de <https://www.tracoiberia.com/vcu/>

-Cabildo Insular Tenerife .2016. Detalles técnicos y planimetría Planta de compostaje VCU PC-2 Municipalidad de Adeje . Obtenido de <https://www.tenerife.es/documentos/medioambiente/PC2.pdf>

-Cabildo Insular Tenerife .2018. Detalles técnicos y planimetría Planta de compostaje VCU PC-3 Municipalidad de Comarca Valle de la Orotava .Obtenido de <https://www.tenerife.es/documentos/medioambiente/PC3.pdf>

-KDM Empresas .2021. Glosario Técnico para el Desarrollo Sustentable de Residuos. .Obtenido de <https://kdm.cl/glosario.html#34>

-Compost Systems .2021. Industrial solutions for composting . Obtenido de <https://www.compost-systems.com/es/node/3>

-Municipalidad de Quellón .2021. Plan de Intervención Territorial Obtenido de http://www.superacionpobreza.cl/wp-content/uploads/2021/07/PIT_Quellon.pdf

-Reciclo Orgánicos .2021. Proyectos en desarrollo plantas de compostaje en Chile Obtenido de <https://reciclorganicos.com/proyectos/compostaje/>

-Universidad Academia de Humanismo Cristiano .2017. Crisis hídrica en Chiloé: extractivismo y políticas públicas como detonante Obtenido de <http://bibliotecadigital.academia.cl/xmlui/handle/123456789/4347>

-Ministerio de Agricultura (MINAGRI .2021). Crisis hídrica y emergencia agrícola en Chiloé. Obtenido de <http://www.indap.gob.cl/noticias/detalle/2021/04/16/ministerio-de-agricultura-decreta-emergencia-agr%C3%ADcola-en-regi%C3%B3n-de-los-lagos-por-escasez-h%C3%ADrica>

-Ministerio del Medio Ambiente (MMA).2016. Guía de Educación Ambiental y Residuos. Obtenido de <https://educacion.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2015/09/Gu%C3%ADa-de-Educaci%C3%B3n-Ambiental-y-Residuos.pdf>

-Ministerio del Medio Ambiente (MMA).2016. Informe del estado del medio ambiente, residuos cap 3. Obtenido de <https://sinia.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2017/08/IEMA2016.pdf>

-Ministerio del Medio Ambiente (MMA).2013. Aprueba reglamento del sistema nacional de información de fiscalización ambiental y de los registros públicos de resoluciones de calificación ambiental y de sanciones Obtenido de <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1048784>

-Subsecretaría de Desarrollo Regional (SUBDERE).2018. Diagnóstico nacional y regional sobre generación y eliminación de residuos. Obtenido de http://www.subdere.gov.cl/sites/default/files/4.1_diagnostico_introduccion_agosto_2018.pdf

-Subsecretaría de Desarrollo Regional (SUBDERE).2019. Actualización de la situación por comuna y por región en materia de rsd y asimilables. Obtenido de <http://www.subdere.gov.cl/sites/default/files/Catastro%20de%20sitios%20septiembre%202019.pdf>

-Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA).2005. Política de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Obtenido de http://www.santiagorecicla.cl/www-content/uploads//2017/08/articles-26270_pol_rsd.pdf

-Juan Higuera Serón. 2019. Recurso de protección Municipalidad de Dalcahue. Obtenido de <http://www.munidalcahue.cl/portal/wp-content/uploads/2019/04/recurso-de-protecci%C3%B3n.pdf>

-Gobierno Regional de Los Lagos (GORE).2008. Diagnóstico para gestión integral de residuos sólidos en Chiloé y Palena, Resumen Informe Etapa 3. Obtenido de http://metadatos.mma.gob.cl/sinia/articles-48879_recurso_3.pdf

-Diario oficial “La opinión de Chiloé.14 de Abril 2019. Contraloría: Todos los vertederos municipales de Chiloé están en ilegalidad. Obtenido de <https://laopiniondechiloe.cl/contraloria-todos-los-vertederos-municipales-de-chiloe-estan-en-ilegalidad/>

-Servicio nacional de Información y Fiscalización Ambiental (SNIFA).2021. Normativa ambiental para sitios de disposición final Obtenido de <https://snifa.sma.gob.cl/Instrumento/NormativaAmbiental>

-Superintendencia del Medio Ambiente (SMA).2020. Estado actual del vertedero comunal de Quellón Obtenido de [file:///C:/Users/diego/Downloads/Solicita%20medida%20provisional%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/diego/Downloads/Solicita%20medida%20provisional%20(1).pdf)

-Diario de Osorno.15 de Abril 2019.Emergencia sanitaria en Ancud por cierre de vertedero de Dicham.

Obtenido de <https://www.diariodeosorno.cl/noticia/actualidad/2019/04/emergencia-sanitaria-en-ancud-por-cierre-de-vertedero-de-dicham>

-Secretaria Regional de Salud (SEREMI) Scarlett Molt (Región de Los Lagos).2019.Conferencia 12 de Abril 2019

Obtenido de <https://www.meganoticias.cl/nacional/257684-chiloe-ancud-basura-alerta-sanitaria->

-Diario Oficial de la República de Chile.13 de Abril 2019. Decreto de alerta sanitaria para la provincia de Chiloé.

Obtenido de <https://www.diariooficial.interior.gob.cl/publicaciones/2019/04/13/42330/01/1576650.pdf>

-Ministerio del Interior (MI).1947. Decreto 4740 Aprueba el reglamento sobre normas sanitarias mínimas municipales.

Obtenido de <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=191957>

-ABC.2020 Los vertederos

Obtenido de <https://www.abc.com.py/edicion-impres/suplementos/escolar/los-vertederos-1480665.html>

-Radio Chiloé.2021 Municipio Quellonino proyecta construir un Parque Urbano comunal.

Obtenido de <https://www.radiochiloe.cl/?p=79082>

-Enair.2021 Logaritmo online satelital para la factibilidad de uso de aerogeneradores en un predio determinado del mundo.

Obtenido de <https://www.enair.es/es/app>

-Weather Spark.202 Promedio mensual de lluvia en Quellón.

Obtenido de <https://es.weatherspark.com/y/24127/Clima-promedio-en-Quell%C3%B3n-Chile-durante-to-do-el-a%C3%B1o>

-Plataforma de Arquitectura.2012 Restauración Paisajística del Vertedero de Residuos de la Vall d'en Joan

Obtenido de <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-142008/en-detalle-restauracion-paisajistica-del-vertedero-de-residuos-de-la-vall-den-joan-battle-i-roig-arquitectes>

-Jose Uilca.2006. Los Rellenos sanitarios, (Universidad Politécnica Salesiana ,Ecuador).

Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/4760/476047388001.pdf>

-Subsecretaría de desarrollo Regional y Administrativo

(SUBDERE).2018. Guía operativa del programa nacional de residuos sólidos.

Obtenido de http://www.subdere.gov.cl/sites/default/files/documentos/guia_operativa_pnrs-_res.ex._9187_de_2018.pdf

-Ministerio de Salud (MINSAL).2008. Reglamento del Ministerio de Salud.

Obtenido de http://transparencia.asrm.cl:83/organizacion/Decreto_136_de_2004.pdf

-Subsecretaría de Turismo.2020. ZOIT (Zona de interés turístico) ¿Qué es una ZOIT?.

Obtenido de <http://www.subturismo.gob.cl/wp-content/uploads/2015/10/18-ZOIT-23-NOV-2020.pdf>

-PROMIX.2021. Uso del lixiviado de compost en sustratos.

Obtenido de <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/uso-del-lixiviado-de-compost-en-sustratos/>

-Tecnológico de Costa Rica (TCR).2011.Uso de compost como sustrato en un sistema hidropónico.

Obtenido de [https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/2780/Usode%20de%20compost%20y%20arena%20volc%C3%A1nica%20como%20sustratos%20en%20un%20sistema%20hidrop%C3%B3nico%20abierto%20para%20cultivo%20protegido%20de%20tomate%20\(Lycopersicon%20esculentum%20Mill\).pdf](https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/2780/Usode%20de%20compost%20y%20arena%20volc%C3%A1nica%20como%20sustratos%20en%20un%20sistema%20hidrop%C3%B3nico%20abierto%20para%20cultivo%20protegido%20de%20tomate%20(Lycopersicon%20esculentum%20Mill).pdf)

-GORE Los Lagos 2021.Fondo Medioambiente y educación de residuos Chiloé

Obtenido de https://www.goreloslagos.cl/fondos_concursables/fondos_concursables_Medio_Ambiente.html

-Ministerio del Medio Ambiente .2021.Fondo para el Reciclaje Chiloé 2021

Obtenido de <https://fondoreciclaje.mma.gob.cl/>

-TAPY .2016.Cintas transportadoras más utilizadas en la industria.

Obtenido de <https://www.cintatransportadorastapyc.com/cintas-transportadoras-mas-utilizadas-en-la-industria/>

-MEGALUX .2021. Transportadores industriales: tipos y trucos para elegir bien.

Obtenido de <https://www.mecalux.cl/blog/transportadores-industriales-tipos>

-INTRALOX .2021. Manual de instalación, mantenimiento y solución de problemas de las bandas transportadoras.

Obtenido de <https://intraloxpublic.myrevbase.com/v?lang=es>

-Facultad de agronomía UC .2019. Riego de hortalizas: Tecnologías apropiadas para mejorar eficiencia de uso y calidad de agua para una producción sostenible e inocua

Obtenido de <https://intraloxpublic.myrevbase.com/v?lang=esa>

-Facultad de agronomía UC .2019. Riego de hortalizas: Tecnologías apropiadas para mejorar eficiencia de uso y calidad de agua para una producción sostenible e inocua

Obtenido de <https://intraloxpublic.myrevbase.com/v?lang=esa>

-Servicio de Evaluación Ambiental.2010. Plan de cierre y sellado

Ex- vertedero comunal de Quellón

Obtenido de https://www.e-seia.cl/archivos/01_DIA_Plan_de_Cierre_Quellon_Rev_13.pdf

-Servicio de Evaluación Ambiental.2010. Planimetría Ex- vertedero comunal de Quellón.

Obtenido de https://www.e-seia.cl/elementosFisicos/enviados.php?id_documento=3897196

Profesionales consultados

Manuel Amaya

Arquitecto, Universidad de Chile.

Luis Goldsack

Arquitecto, Universidad de Chile.

Valeska Fuenzalida

Arquitecta, Universidad de Chile.

Bastían Elgueda

Arquitecto, Universidad de Chile.

Pablo Vega

Arquitecto, Universidad de Chile.

Raúl Moldenhauer

Ingeniero Ambiental, Universidad de la Frontera.

Dueño de BioAqua, empresa especializada en la rehabilitación de vertederos en Chile.

Karen Grass

Arquitecta, Universidad de Chile

Master en arquitectura sustentable y energía bio-climática aplicada en edificios.

Elmer Caro Figueroa

Constructor Civil

Profesional de Obras Dirección de Obras Municipales (DOM)
Municipalidad de Quellón.

Ariel Machuca

Funcionario directiva INDAP Quellón.

Hernán Cárdenas

Ingeniero civil ambiental, Universidad de la Frontera

Funcionario de la Oficina Municipal del Medio Ambiente de Quellón

Fernando Astudillo Lanau

Ingeniero civil Mecánico, Universidad de Chile

