



Escuela de Arquitectura
Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Universidad de Chile



por *Karen Velásquez Ducaud*

Proyecto para optar al *Título Profesional de Arquitectura*
Proceso 2019 - 2020

Profesor Guía *Guillermo Crovari Ravest*
Ayudante *Constanza Andrade López*

Asesores

Académicos

Constantino Mawromatis

Arquitecto Universidad de Chile y Doctor Universidad Politécnica de Madrid – Asesor proyecto urbanístico

Paola Velásquez

Arquitecto Universidad de Chile y Doctor Université Paris XII – Asesor proyecto urbanístico

Luis Goldsack

Arquitecto Universidad de Chile – Asesor diseño arquitectónico y construcción

Francis Pfenniger

Arquitecto Pontificia Universidad Católica de Chile – Asesor diseño arquitectónico y construcción

Mirtha Pallarés

Arquitecta Universidad de Chile y Magíster Universidad Politécnica de Madrid – Asesora diseño arquitectónico

Pedro Mujica

Arquitecto Universidad de Chile – Asesor diseño arquitectónico

Alfredo Apip

Arquitecto Universidad de Chile – Asesor diseño arquitectónico

Sergio Cortés

Arquitecto Universidad de Chile – Asesor diseño arquitectónico

Jing Chang Lou

Arquitecto y Magíster Universidad de Chile – Asesor diseño estructural

Carolina Devoto

Ecólogo Paisajista Universidad Central y Magíster Universidad de Pennsylvania – Asesor proyecto paisajístico

Vladimir Pereda

Arquitecto Paisajista Pontificia Universidad Católica de Chile – Asesor proyecto paisajístico

Marcelo Huenchuñir

Arquitecto Universidad de Chile – Asesor proyecto de sustentabilidad

Ricardo Ponce

Mecánico Industrial Universidad Técnica del Estado – Asesor proyecto de instalaciones sanitarias

Patricio Hermosilla

Arquitecto Universidad de Chile – Asesor proyecto de instalaciones sanitarias

Consultas y Entrevistas

Especialistas

Luis Zavierzo

Director Infraestructura Estratégica - Rectoría - Universidad de Chile

Héctor Maestre

Arquitecto - Centro de Proyectos Estratégicos FAU - Universidad de Chile

Paulette Naulin

Ingeniera Forestal - Laboratorio Biología de Plantas CFCN - Universidad de Chile

Claudia Campodónico

Asesoría Urbana - Ilustre Municipalidad de Pudahuel

Daniela Andrade

Ingeniera en Recursos Naturales - Encargada de Medio Ambiente - Ilustre Municipalidad de Pudahuel

Carolina Miranda

Geógrafa PUC - Departamento de Medio Ambiente - Ilustre Municipalidad de Pudahuel

Valentina Salinas

Ingeniera Industrial Agrónoma PUC - Jefe Áreas Verdes del Parque Santiago Amengual - Pudahuel

Patricio Navarrete

Jefe de Departamento Educación Ambiental de la DIGA - Ilustre Municipalidad de La Pintana

Sebastián Silva

Monitor Sección Huerto, Invernadero y Vivero - EcoParque Peñalolén

Franco Fernández

Monitor Sección Compostaje y Lombricultura - EcoParque Peñalolén

Agradecimientos

A mis padres, hermana y familia por su apoyo incondicional durante la vida: son mis pilares, base de mi formación como persona. En especial a mi papá Carlos (Q.E.P.D.), a quien nunca olvidare y siempre admiré su forma de trabajar e interés hacia la naturaleza. A mi mamá Marcela, que nos enseñó a ser responsable de nuestras acciones y salir adelante frente a todo, es una gran guerrera. A mi abuelita Olivia (Q.E.P.D.), de quien aprendí a ser perseverante, de ella además entendí lo que significa entregar amor a la familia.

A toda la gran familia que tengo.

A amigos y compañeros por compartir tiempos de trabajo y distintas opiniones durante la carrera, que no sólo estuvieron en los buenos momentos, sino que también brindaron su apoyo en diferentes momentos muy difíciles de la vida. Muy especialmente y agradecida a Bárbara y Camilo, quienes me estuvieron animando y acompañando más en estos últimos años.

A profesores y especialistas, de quienes pude aprender y compartir visiones ahora y durante los años de formación. Mientras más avanzaba en la carrera encontré mis gustos personales y profesionales dentro de la amplia gama del Ser Arquitecto, gracias a ellos pude descubrir mi especialidad a la cual quiero dedicarme. En especial al profesor Guillermo Crovari, por su guía durante todo el año en el proceso de creación y su apoyo moral para valorarnos a nosotras mismas y defender nuestras ideas.

“La basura es el producto del límite de nuestra imaginación”

Fundación Basura

“La materia no se crea ni se destruye: sólo se transforma”

Antoine Lavoisier

“Si olvidamos cómo cuidar el suelo, nos olvidaremos de nosotros mismos”

Mahatma Gandhi

“Cuanto más intentes ser especial, más te lastimarás. Solo sé, derrítete y conviértete en parte del viento y de la tierra; vuélvete parte de todo, como es la intención de la creación”

Sadhguru

Proyecto CICLO: Parque Temático de Compostaje y Lombricultura en Plan Maestro Laguna Carén

Revitalizando el parque olvidado del poniente de Santiago

Resumen

Los seres humanos constantemente desperdiciamos cuantiosos recursos que podrían ser reutilizados a partir de diversos procesos para convertir la materia. Desde esta perspectiva (y en especial) los residuos orgánicos se desvinculan en la actualidad de su ciclo natural: la descomposición que pasa a convertirlo en el “oro negro” que la tierra necesita, una economía circular.

El proyecto se desarrolla en el Parque Laguna Carén, uno de los parques más extensos de la Región Metropolitana que se encuentra inmerso en un contexto con eventos simultáneos en desarrollo: estar ubicada en una de las comunas con mayor déficit de áreas verdes consolidadas, ser una de las zonas con mayor índice de contaminación del aire en Santiago, encontrarse próximo a grandes proyectos inmobiliarios y un paisaje rural en constante peligro por la erosión de suelos.

Dentro de este escenario, la Universidad de Chile plantea en el Plan Maestro Parque Científico Tecnológico Laguna Carén un Centro de Compostaje, sin embargo, este proyecto no se encuentra diseñado aún. De esta forma, el presente proyecto de título recoge esta idea y propone la reubicación dentro del predio (por causas estudiadas) y diseño de un Parque Temático de Compostaje y Lombricultura (nombrado Proyecto CICLO). Un espacio generador de abono para la vida vegetal, un hábitat capaz de fusionar el ecosistema entre tres entes: el ser humano consciente, la naturaleza (vegetal y animal) y el paisaje rural.

La propuesta cumple una doble función: producción y educación ambiental. La primera busca crear abono a partir de los residuos de feria y podas comunales para utilizarlo en una primera fase en la recuperación de los suelos y crecimiento de especies en viveros de Laguna Carén, y a futuro para abastecer las diversas áreas verdes de la comuna de Pudahuel. Mientras que la segunda función (educación ambiental) se condiciona a partir de senderos interpretativos vinculado a jardines botánicos y recorridos interactivos para observar el proceso natural de la creación de la vida.

Abstract

Human beings constantly waste large resources that can be reused from various processes to convert matter. From this perspective (and especially) organic waste is currently disconnected from its natural cycle: the decomposition that turns it into the “black gold” that the earth needs, a circular economy.

The project is developed in the Laguna Carén Park, one of the largest parks in the Metropolitan Region that is immersed in a context with simultaneous events in development: being located in one of the communities with the greatest deficit of consolidated green areas, being a One of the areas with the highest index of air pollution in Santiago, next meeting with large real estate projects and a rural landscape in constant danger due to soil erosion.

Within this scenario, the University of Chile proposes a Composting Center in the Laguna Carén Technological Science Park Master Plan, however, this project is not yet designed. In this way, the present title project includes this idea and proposes the relocation within the premises (for studied reasons) and the design of a Composting and Vermiculture Theme Park (called the CYCLE Project). A fertilizer-generating space for plant life, a habitat capable of merging the ecosystem between three entities: the conscious human being, nature (plant and animal) and the rural landscape.

The proposal fulfills a double function: production and environmental education. The first seeks to create fertilizer from fair waste and community pruning to be used in a first phase in soil recovery and growth of species in Laguna Carén nurseries, and in the future to supply the various green areas of the Pudahuel community. . While the second function (environmental education) is conditioned from identified interpretive trails to botanical gardens and interactive recorders to observe the natural process of the creation of life.

Índice

Introducción

Motivaciones.....	16
Presentación.....	17
Tema y planteamiento del problema.....	18

Capítulo I | Marco Teórico

Cambio climático: El desajuste que nosotros creamos en el planeta.....	22
Una visión global de la realidad.....	22
¿Que pasa en Chile?: Múltiples factores en desarrollo.....	24
Sostenibilidad: Una necesidad por emergencia.....	25
- CO2 / + O2: La importancia de las áreas verdes en el cambio climático y la salud ambiental.....	26
Los Residuos: Un problema/oportunidad que resuelve otro problema.....	28
Caracterización de los residuos en Chile.....	28
Residuos Orgánicos: El residuo que crea Oro Negro.....	29
¿Cuáles son los actores dentro del reciclaje de los residuos orgánicos?.....	30
Gobierno y programas de apoyo.....	31
COP25/Chile - Madrid 2019 #TiempoDeActuar.....	32
Compostaje y Lombricultura: Práctica que da una solución a la Contaminación Ambiental y la mantención de Áreas Verdes.....	33
Valor histórico dentro de los procesos naturales.....	33
Técnicas de compostaje y lombricultura.....	34
Actores naturales y sus requerimientos.....	36
Construcción de pilas de compostaje y camas de compostaje.....	37
Beneficios del humus y su aplicación.....	41
Referentes: Parques y Municipalidades, actores clave en la educación ambiental y producción de abono para áreas verdes.....	42
Definición de conceptos: Parque Temático y Ecoparque.....	42
Referentes en la Región Metropolitana.....	43

Dirección de Gestión Ambiental (DIGA) La Pintana.....	44
Ecoparque Peñalolén.....	47
Parque Santiago Amengual.....	49
Discusión y Conclusiones.....	51

Capítulo II | El Lugar

Historia, antecedentes y evolución del lugar.....	54
Un lugar de paso y contemplación: Las Puertas Vegetales de Santiago.....	54
Antecedentes del Parque Científico y Tecnológico Laguna Carén.....	55
Evolución de los Planes Maestros en el tiempo.....	57
Contexto: Las distintas escalas de desarrollo e interacción.....	63
Macro Escala: País y región Metropolitana.....	63
Media Escala: Relación comunal e intercomunal.....	65
Micro Escala: Impregnando la identidad del lugar.....	68
Geografía e hidrografía.....	68
Flora y fauna.....	70
Clima.....	71
Actividades antrópicas existente.....	72
Lectura del paisaje.....	73
Valoración final del lugar.....	77

Índice

Capítulo III | Proyecto CICLO: Parque Temático de Compostaje y Lombricultura

Presentación del proyecto en el Plan Maestro.....	80
Consideraciones generales y objetivos.....	80
Disposición de la materia prima en la comuna de Pudahuel.....	81
Origen de los residuos orgánicos y recorridos de camiones de basura.....	81
Estudio de factibilidad: análisis de requerimientos para el desarrollo de la actividad .	83
Normativas urbanísticas aplicadas al terreno.....	83
Normativa sobre el compostaje y casos de excepción	84
Conclusión: Propuesta de aplicación de la actividad en Parque Laguna Carén....	84
Estudio de factibilidad: análisis de requerimientos para la ubicación del Proyecto CICLO	85
Relación y compatibilidad con macrozonas del Plan Maestro	85
Accesibilidad y conectividad	86
Tipo de suelo: Análisis para construcción y desarrollo de actividades.....	87
Pendientes.....	88
Restricciones: Zonas inundables	89
Restricciones: Distanciamiento de cauces permanentes.....	91
Vientos	92
Masas de vegetación existente.....	93
Conclusión final: Localizaciones disponible según requerimientos	95
Proyecto CICLO	96
Idea de proyecto.....	96
Área de intervención e interacción con Plan Maestro.....	98
Propuesta territorial: variables y estrategias de diseño.....	101
Propuesta paisajística	103
Propuesta programática	109
Propuesta material y espacial	119
Usuarios	121
Condiciones específicas del proyecto	123
Gestión y financiación	125

Fases de ejecución	127
Normativas y manuales aplicados	128
Referentes de proyecto.....	129

Capítulo IV | Final

Epílogo	135
----------------------	------------

Bibliografía y otros

Bibliografía	138
Páginas web, georeferenciación y videos en línea	140
Presentaciones en documentos y otros	141
Charlas asistidas	141
Entrevistas y conversaciones con expertos.....	141



Introducción

Motivaciones

Sobre el lugar... Nací y crecí en un entorno rural, lejos del Santiago centro y para mí el paisaje más precioso es donde vivo: Pudahuel rural. **Los distintos verdes, la tierra, los pigmentos del cielo, la alta Cordillera de la Costa de fondo y las aves migrando, es la representación de mi día a día. Un lugar tranquilo, donde gracias al poco ajetreo se puede apreciar la vida natural.** Cada vez que salgo, respiro profundo y digo: “me voy a Santiago, luego vuelvo” y comienza la transición: paso entre la sombra de las hileras de álamos, saludo a un vecino, marchó entre la siembra de alfalfa, entre gallinas, perros, saludo a otra vecina, paso un cerco, un montículo y llego al camino principal, con sol o lluvia es una excursión... Y siempre digo mirando al cielo “ojalá no perder este lugar y paisaje que me das”.

Sobre el tema... **El reciclaje es el tema que siempre me ha llamado la atención y por las características del entorno lo que más se puede practicar es el compostaje y lombricultura.** Desde hace siete años todos nuestros residuos orgánicos se botan detrás de un cedrón para que se genere su proceso natural y sin darnos cuenta el cedrón que empezó de tamaño mediano junto con otras plantas que un poco tiempo creció en abundancia.

Sobre el proceso de título... Se presentó como una **oportunidad de disciplina e incursión entre el paisaje rural y paisaje productivo inspirado en ser un parque temático,** permitiendo contribuir a rescatar la esencia del lugar y el rol que puede asumir la arquitectura para destacarlo, valorando la naturaleza y territorio.



Imagen 01_ 01. Vista a Cerro Amapola con atardecer otoñal 02. Vista a Cerro Amapola después de la lluvia 03. Lombricultura rústica en casa: generando abono para el jardín (Elaboración propia).

Presentación

La memoria de título y posterior examen del proyecto de título corresponde a la última etapa de formación profesional y es presentada a la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Chile con la finalidad de **exponer y fundamentar el proceso de la toma de decisiones del “Proyecto CICLO: Parque Temático de Compostaje y Lombricultura” dentro del contexto del Plan Maestro Parque Laguna Carén.**

Si bien en la presente memoria se toma decisiones y presenta un proyecto a modo general, esto puede cambiar según el avance de las correcciones del proceso de título hasta la fecha del examen.

La estructura del libro se divide en seis apartados:

_Introducción: se presenta el tema, fundamentos y problemática a abordar en el proyecto a desarrollar.

_Capítulo I | Marco teórico: se muestra el estado del arte del cambio climático, la situación de los residuos orgánicos y el reciclaje en Chile, el concepto de parque temático y referentes de algunos parques y producción de abono en la región.

_Capítulo II | El Lugar: estudio del lugar en las distintas escalas de desarrollo e interacción actual y futuro del Parque Laguna Carén y sus componentes más relevantes.

_Capítulo III | Plan Maestro Parque Laguna Carén y Proyecto CICLO: se presenta el tipo de proyecto a desarrollar, estudios de factibilidad, área de intervención, interacción con el Plan Maestro y desarrollo de la toma de decisiones en la propuesta territorial, paisajista y

arquitectónica.

_Capítulo IV | Final: se reflexiona sobre el proceso de título y su desarrollo hasta la fecha.

_Bibliografía y otros: respaldo de la fuente de información entregada en la memoria.

Tema y planteamiento del problema

Las ciudades son las mayores contribuyentes al aumento de CO₂ en la atmósfera (Velasco y Roth, 2010) y a pesar de que **cubren sólo un 3% de la superficie de la tierra consumen el 75% de la energía del mundo y producen el 80% de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero** (Chuanglin et al, 2015). El origen de la emanación de estos gases está principalmente relacionado a los sectores de energía (transporte, electricidad y calor, quema de otros combustibles e industria), industrias, cambios de uso de suelo (deforestación, forestación, reforestación, cosechas, otros), agricultura (suelos agrícolas, ganado y estiércol, cultivo de arroz, otros) y residuos (vertederos, aguas residuales, otros) (World Resources Institute, 2005).

Lo anterior ha producido un desajuste en los ciclos naturales y en todo mundo el cambio climático ha generado impacto. **Chile no es la excepción y según estudios es uno de los países más perjudicados** (IPCC, 2014). Gran parte de los suelos nacionales se ha visto afectado por el avance de la desertificación, erosión del suelo, escasez hídrica en cauces, disminución de precipitaciones, o en otros sectores grandes inundaciones, pérdida de la biodiversidad de la flora y fauna, entre otros fenómenos.

Frente a tal panorama la inacción puede ser la peor decisión y son tantos los problemas de sustentabilidad y desbalance que hay que empezar por alguno de ellos...

Chile en el año 2016 generó 21,2 millones de toneladas de residuos y del total un 35,3% pertenece a Residuos Sólidos Municipales o RSM (MMA, 2018) considerado dentro de esta categoría los residuos de viviendas, recintos comerciales y otros.

La **Región Metropolitana alcanza la mayor acumulación de residuos a nivel nacional** generando 8,2 millones de toneladas anuales de RSM (SINADER y SIDREP, 2018). Esta excesiva generación de residuos más la inadecuada gestión ha causado diversas consecuencias como la **contaminación del aire, del suelo y aguas, daño a ecosistemas y salud, y pérdida económica y costos de gestión**.

Ahora bien, **la mayor fracción de este total corresponde a los residuos orgánicos siendo aproximadamente un 56,7% del total de los RSM** (Universidad Católica de Valparaíso, 2005 e Ingeniería Alemana, 2010-2011). **Esta fracción es considerada como un potencial problema/opportunidad**, puesto que resuelve otro problema: la necesidad de aportar fertilidad a la tierra para revitalizar la vegetación. Sin necesidad de recurrir a la extracción de tierra de hojas, actividad ilegal que degrada el ecosistema de los bosques nativos y además es penada por la ley.

El abono que proviene de la degradación de la materia orgánica es conocido como "**Oro Negro**" **por proporcionar a la tierra y a las plantas los nutrientes necesarios para la vida**. Sus múltiples beneficios la convierten en una de las prácticas de reciclaje de residuos orgánicos más sustentable en el tiempo con beneficios medioambientales, sociales y económicos.

Por otra parte, **las áreas verdes son los sistemas que por excelencia aportan en la adaptación y mitigación para enfrentar el cambio climático** (Vásquez, 2016) y con el aporte de abono que pueden llegar a recibir de las actividades de compostaje y lombricultura se puede fomentar su labor dentro del ecosistema.

Últimamente los **parques temáticos o también llamados ecoparques han tomado impulso siendo patrocinado por universidades y municipalidades**, dando paso a una alianza entre investigación, educación y extensión social en base una economía circular de reciclaje de residuos orgánicos.

Dado a este escenario, el presente proyecto de título se enfoca en la proyección de **parques temáticos como una tipología de proyecto que puede ser un mecanismo de interacción directo entre la sociedad actual y la protección y respeto al medioambiente**. Donde los parques no sólo albergar áreas verdes, zonas de esparcimiento y deportivas, sino que pueden llegar a **ser el principal representante para demostrar el desarrollo hacia una cultura más sustentable**, creando un cambio de conciencia y toma de acción frente al cambio climático.

Desde esta perspectiva se propone crear un **Parque Temático de Compostaje y Lombricultura dentro del Plan Maestro Parque Laguna Carén de la Universidad de Chile** (Pudahuel, Región Metropolitana). Este gran Parque Metropolitano de 1.033 hectáreas fue donado no sólo con la intención de ser un lugar recreacional y deportivo, sino un polo científico y tecnológico albergando la transdisciplinariedad.

El parque se ubica dentro de un **contexto delimitado entre suaves lomajes y altos cerros de la cordillera de La Costa, constituyéndose como una puerta de entrada y salida al Gran Santiago en un entorno de paisaje rural en continuo proceso de modificación**. Un entorno natural que es necesario preservar no sólo por su condición de área verde, sino también por su cercanía a áreas de preservación, protección y rehabilitación ecológicas (Cerro Lo Vásquez y Lo Aguirre, como parte de la conformación de la Cordillera de La Costa).

El **proyecto de título incursionará en cómo dar respuesta a un problema de nivel territorial y arquitectónico para crear un entorno propicio para la convivencia entre la naturaleza, el proceso natural de**

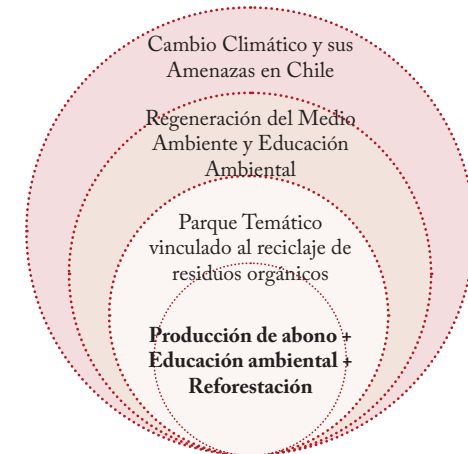
degradación de la materia orgánica y el ser humano, basado en un programa productivo, científico y educacional. Buscando revitalizar las áreas verdes y sembrar la mente consciente en la sociedad en un lugar que a futuro será el centro de la expansión urbana del Poniente de Santiago.

Así aparecen dos interrogantes principales:

¿Cómo crear un espacio destinado a albergar tanto una actividad productiva (compostaje en parques) como de educación ambiental (sociedad)?

¿Cómo intervenir territorial y arquitectónicamente un paisaje rural poniendo en valor sus atributos naturales?

Incurción programática



Incurción territorial y paisajística

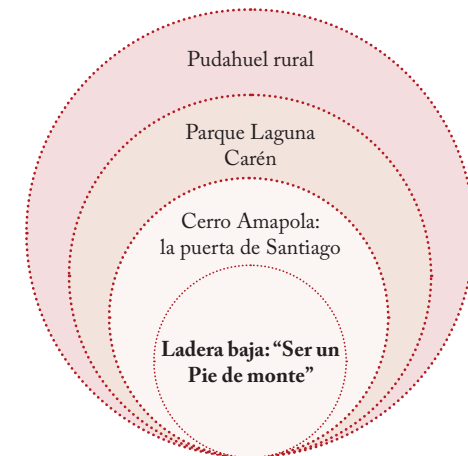


Imagen 02_ Esquema áreas de investigación en proyecto (Elaboración propia).



Capítulo I
Marco Teórico

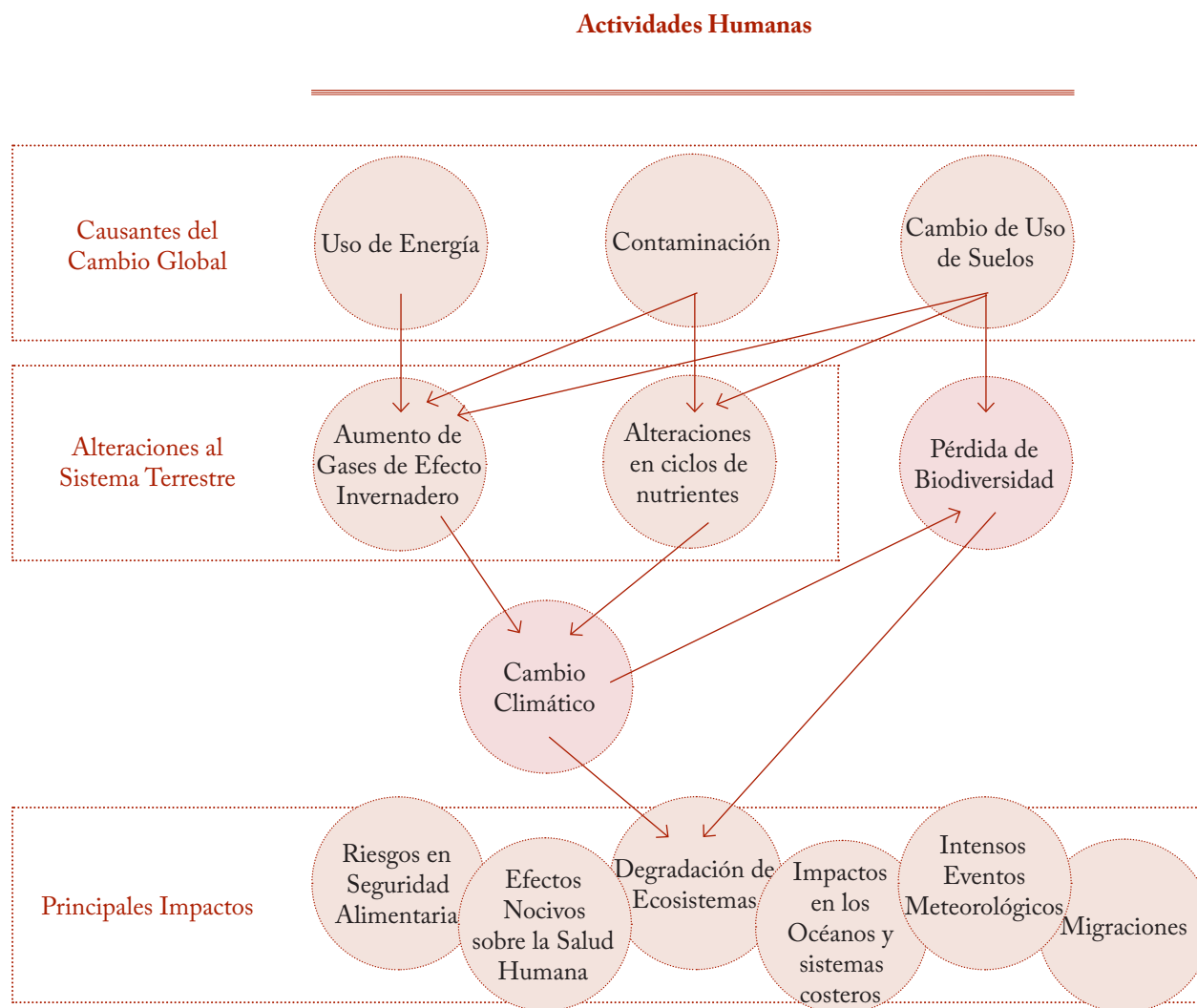
Cambio climático: El desajuste que nosotros creamos en el planeta

~ Una visión global de la realidad ~

Desde la segunda mitad del siglo XVIII con el estallido de la Revolución Industrial el mundo dio un giro hacia la **extracción irracional de recursos**, sin predecir los efectos negativos a futuro. No fue hasta este último siglo y parte del anterior que se observó y estudió como los componentes biofísicos del planeta (suelos, recursos hídricos, océanos, atmósfera, biodiversidad, entre otros) estaban siendo alterados por causa de la intensidad de las actividades antrópicas. El conjunto de estos cambios y transformaciones fue lo que modificó en cadena los sistemas geológicos, biológicos (ecosistemas, comunidades), socioeconómicos y otros ámbitos más. De esta forma, el **crecimiento acelerado de la población y la alta demanda de recursos** son los principales factores que generaron el cambio de uso de suelo, uso de energía e incremento de contaminación, resultando un desajuste en los ciclos naturales (Centro UC Cambio Global, 2017).

Lo que los seres humanos causamos ahora es la **gran amenaza** para nosotros mismos y la biodiversidad, existiendo altos riesgos de salud, seguridad y migración de poblados o ciudades que se verán afectadas para el habitar humano. El principal impacto del aumento de gases de efecto invernadero (dióxido de carbono, metano y óxido nítrico) es el incremento de la temperatura de la atmósfera y océanos, generando una serie de eventos: aumento en el nivel del mar, acidificación del océano, derretimiento rápido de glaciares, migración y extinción de especies de flora y fauna, cambio en el régimen de precipitación, cambio en caudales y sistema de agua dulce, intensidad mayor de algunos fenómenos climáticos, cambio en uso de suelo y productividad de cultivos, entre otras tantas variaciones más (Centro UC Cambio Global, 2017).

Figura 01 | Mapa conceptual principales causas y efectos del cambio climático a nivel global



Fuente | Elaboración propia en base a Centro UC Cambio Global, 2017.

Según el estudio de World Resources Institute (2005), las actividades antropológicas que más han contribuido al aumento de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) son: **Sector de energía** (transporte, electricidad y calor, quema de otros combustibles e industria) genera un 61,4% de los GEI, **Procesos industriales** generan un 3,4% de GEI, **Cambios de uso de suelo** (deforestación, forestación, reforestación, cosechas, otros) generan un 18,2% de GEI, **Agricultura** (suelos agrícolas, ganado y estiércol, cultivo de arroz, otros) generaron 13,5% de GEI y **Residuos** (vertederos, aguas residuales, otros) generan 3,6% de GEI.

Son las prácticas no sostenibles de estas actividades a largo plazo las que han sido perjudiciales, es decir, el *cómo* se desarrolla cada acción es lo que hay que cambiar creando conciencia desde el concepto de *sustentabilidad*. Múltiples han sido los países que se han adherido a la causa desde un trabajo mundial principalmente desde los instrumentos jurídicos de las Naciones Unidas como:

_Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC): Establecida desde 1992 tiene el rol de apoyar la respuesta mundial frente al cambio climático para promover acciones y acuerdos.

_Protocolo de Kyoto: Protocolo de la CMNUCC y acuerdo internacional que entró en vigor en 2005 con el objetivo de reducir las emisiones de seis GEI que generan el calentamiento global.

_Acuerdo de París: Acuerdo de la CMNUCC que será aplicado para el 2020 estableciendo medidas para la reducción de los GEI desde la mitigación, adaptación y resiliencia.

_Cumbres del Clima - Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y su Desarrollo: son encuentros internacionales entre jefes de los países del mundo para acordar propuestas sobre medioambiente, desarrollo, cambio climático, biodiversidad, entre otros temas.

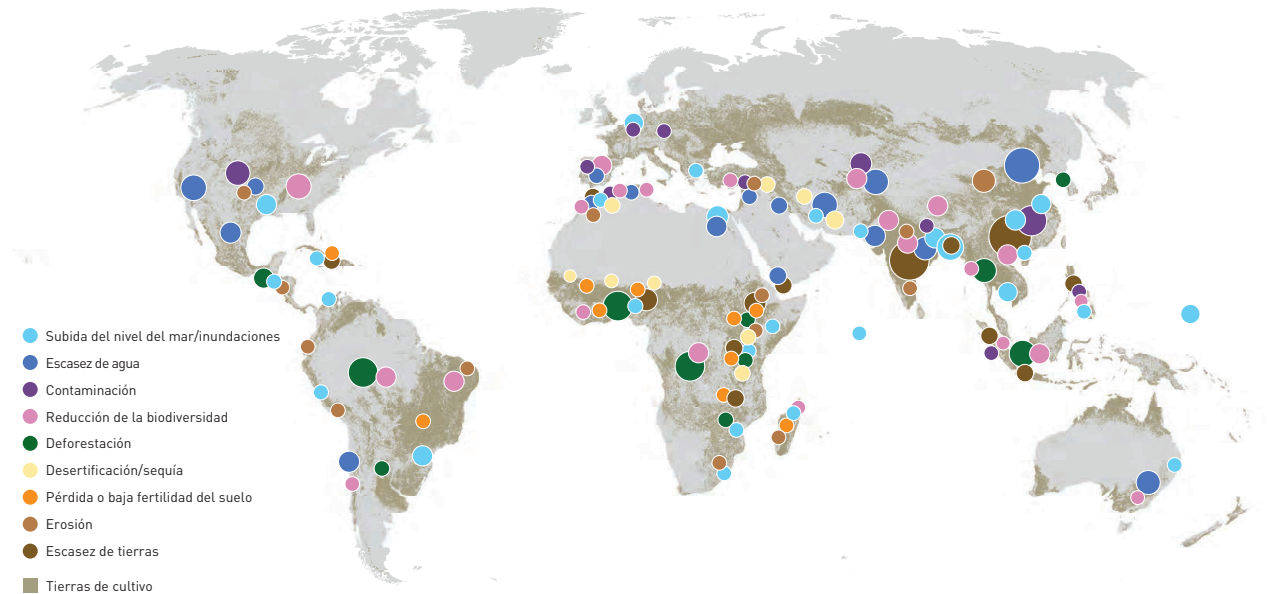


Imagen 03_ Distribución mundial de los riesgos asociados a los sistemas productivos agrícolas. (FAO, 2011).

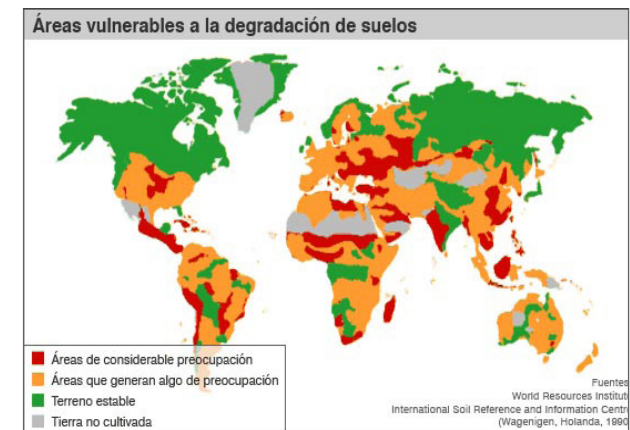


Imagen 04_ Áreas vulnerables a la degradación de suelos (World Resources Institute International Soil Reference and Information Centre, Wageningen, Holanda, 1990).

~¿Qué pasa en Chile?: Múltiples factores en desarrollo~

La economía chilena se basa principalmente en **minería** (extracción de cobre, litio y yodo), **industria agrícola** (exportación de cereales, frutas y verduras), **industria acuícola y pesquera** (exportación de pescados y mariscos) e **industria forestal**, además de las actividades bancarias y turísticas. Demostrando que gran parte de las actividades son de extracción masiva de recursos naturales, actividades que produjeron un desgaste en el ecosistema.

En un informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático se indica que **Chile es una de las naciones más perjudicadas**. El estudio es medido en cada país a través de nueve características desde elementos geofísicos del paisaje para determinar el riesgo para la salud y subsistencia del ser humano y la biodiversidad frente al cambio climático (IPCC, 2014).

Nuestro país cumple siete de estas: **1. Zonas áridas y semiáridas:** modificaciones de regímenes de caudales. | **2. Zonas de bosque:** cambio abrupto en la estructura, composición y función de los ecosistemas. | **3. Territorio susceptible a desastres naturales:** efecto por sequías, inundaciones, desertificación, etc. | **4. Áreas costeras de baja altura:** extensas costas susceptible a mareas meteorológicas y erosión, además de inundaciones. | **5. Áreas propensas a sequía y desertificación:** problemas con fuente alimenticia y abastecimiento de agua. | **6. Zonas urbanas con contaminación atmosférica y ecosistemas montañosos:** ciudades como Padre Las Casas, Temuco, Osorno, Coyhaique y Santiago son los lugares con la peor calidad de aire en el país (+IQAir Air Visual, 2018).

La **región Metropolitana no ha estado exenta del cambio climático** en el último tiempo, desde sequías prolongadas a las habituales, escasez de precipitaciones, avance de la desertificación desde el norte y periodos de contaminación del aire principalmente en comunas como Pudahuel, Cerro Navia, Cerrillos, Independencia, El Bosque, Peñaflor, Quilicura y Talagante.

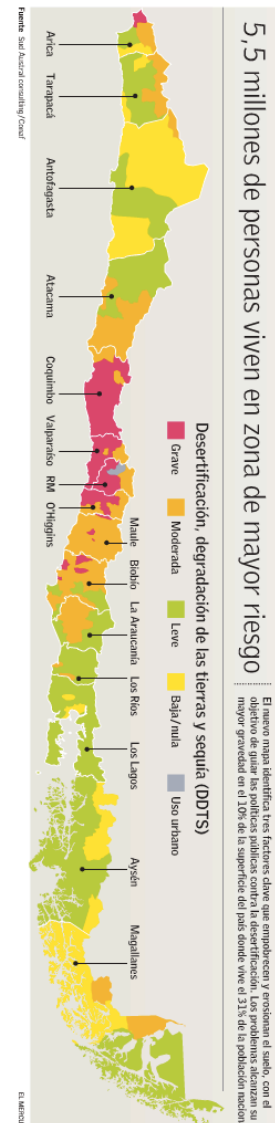


Imagen 05_ Desertificación en Chile. (Sud Austral consulting/ Conaf)

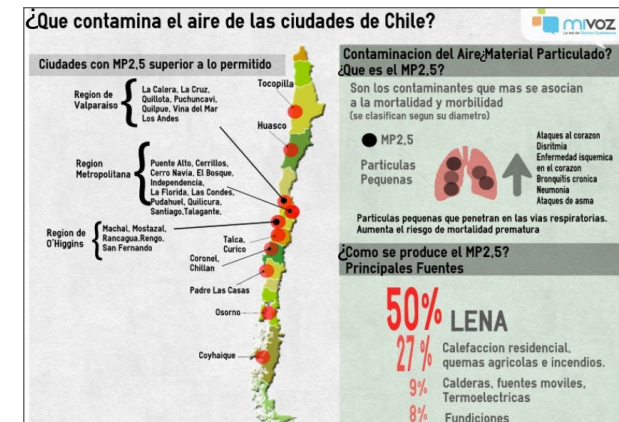


Imagen 06_ Contaminación del aire. (Ministerio del Medio Ambiente)

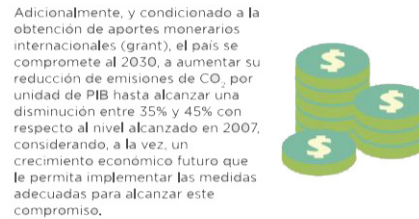
~ Sostenibilidad: Una necesidad por emergencia ~

La primera mención del concepto de *desarrollo sostenible* fue presentada en 1987 por la Comisión Brundtland en la Organización de las Naciones Unidas (ONU) como: **“el desarrollo sea sostenible, duradero, o sea, asegurar que satisfaga las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias”**. Que más tarde, en el documento “Agenda 21” generado en la Cumbre de la Tierra en Rio de Janeiro en 1992 se propuso un compromiso de plan de acción basado en objetivos de desarrollo sostenible considerando **factores ambientales, sociales y económicos**. Mientras que otras definiciones más recientes nuevamente reafirman la sustentabilidad como: **“lo que sea necesario para conseguir un nivel de vida al menos tan bueno como el nuestro y que les permita igualmente proveer de manera similar la generación siguiente”** (Solow, 2009).

Ahora bien, ¿cómo aquel concepto se está aplicando hoy en día? Se trabaja desde la medida de emisiones de los GEI a la atmósfera, puesto que estas partículas están directamente relacionadas con el aumento de temperatura y con otros fenómenos producidos. Para cambiar esta situación existen dos acciones: el primero es reducir las emisiones de GEI y el segundo es aumentar su captura.

Las políticas nacionales han propuesto como principal respuesta las acciones de **mitigación y adaptación** para emprender un camino más sustentable en el desarrollo de Chile. Una de las políticas nacionales ha sido el **“Compromiso voluntario 20/20 de Chile para la mitigación de sus emisiones de GEI”** que dispone como meta la reducción del 20% de GEI desde el 2007 al año 2020. **Las medidas principales son desde el empleo de eficiencia energética, energías renovables, medidas para el uso de suelo, cambio de uso de suelo y forestales**. Otro compromiso nacional es la **“Contribución Nacional de Chile”**, que cumple los objetivos del acuerdo de París dividiendo el trabajo en 5 pilares: mitigación, adaptación, construcción y fortalecimiento de capacidades, desarrollo y transferencia de tecnologías y financiamiento.

META INTENSIDAD DE EMISIONES:



CONTRIBUCIÓN ESPECÍFICA DEL SECTOR FORESTAL:



Imagen 07_ Contribución Nacional Tentativa de Chile en Materia de Mitigación. (MIMA, 2015).

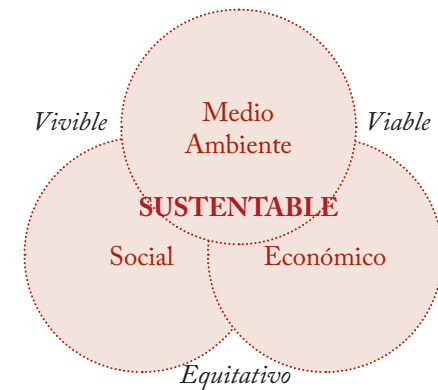


Imagen 08_ Dimensiones del desarrollo sostenible. (Elaboración propia en base a Edwards, 2004).

~ - CO₂ / + O₂: La importancia de las Áreas Verdes en el Cambio Climático y la Salud Ambiental ~

La **infraestructura verde** es uno de los sistemas que más aportan en la adaptación y mitigación para enfrentar el cambio climático. Desde la mitigación cumple funciones como capturar carbono, fomentar viajes sustentables, reducir del uso de energía para calefacción y enfriamiento, provisionar energía renovable y producir alimentos próximos a los destinos de consumo. Y desde la adaptación disminuye el efecto de isla de calor urbana, almacena agua en el subsuelo, reduce el escurrimiento superficial y el riesgo de inundación, reduce la erosión del suelo, aporta en resiliencia a los ecosistemas frente al cambio climático y controla los desbordes de ríos y marejadas en zonas costeras (Vásquez, 2016).

Las **áreas verdes poseen una multifuncionalidad** en el ámbito **social** (recreación, integración social, salud mental, bienestar), **ecológica y ambiental** (infiltración y almacenamiento aguas lluvia, regulación de temperatura, remoción de contaminantes, producción materiales, hábitat, recuperación de suelos), **económicas** (valor de las propiedades, comercio, actividades culturales) y **estructurales** (paisaje urbano, identidad del barrio o la ciudad) (IOER Leibniz Institute of Ecological and Regional Development, 2008). No es menor decir que los bosques, parques y áreas verdes son los “*pulmones verdes*” que sostienen la vida humana y ecológica del planeta. La CMNUCC estima que un árbol absorbe cada año 10 kg de CO₂ y que un sólo árbol de 20 años absorbería anualmente el CO₂ de un vehículo que recorre entre 10.000 a 20.000 kilómetros (Fundación Aequae, s.f.).

Chile según la OCDE (2016) es uno de los países con el **gasto social más bajo e inequidad más altos**, condición que se ve reflejada en varias de las aristas sociales (salud, educación, entre otros). La integración de áreas verdes a la ciudad es parte de la inversión y se encuentra muy por debajo de las recomendaciones internacionales para alcanzar un óptimo nivel de salud ambiental y social.

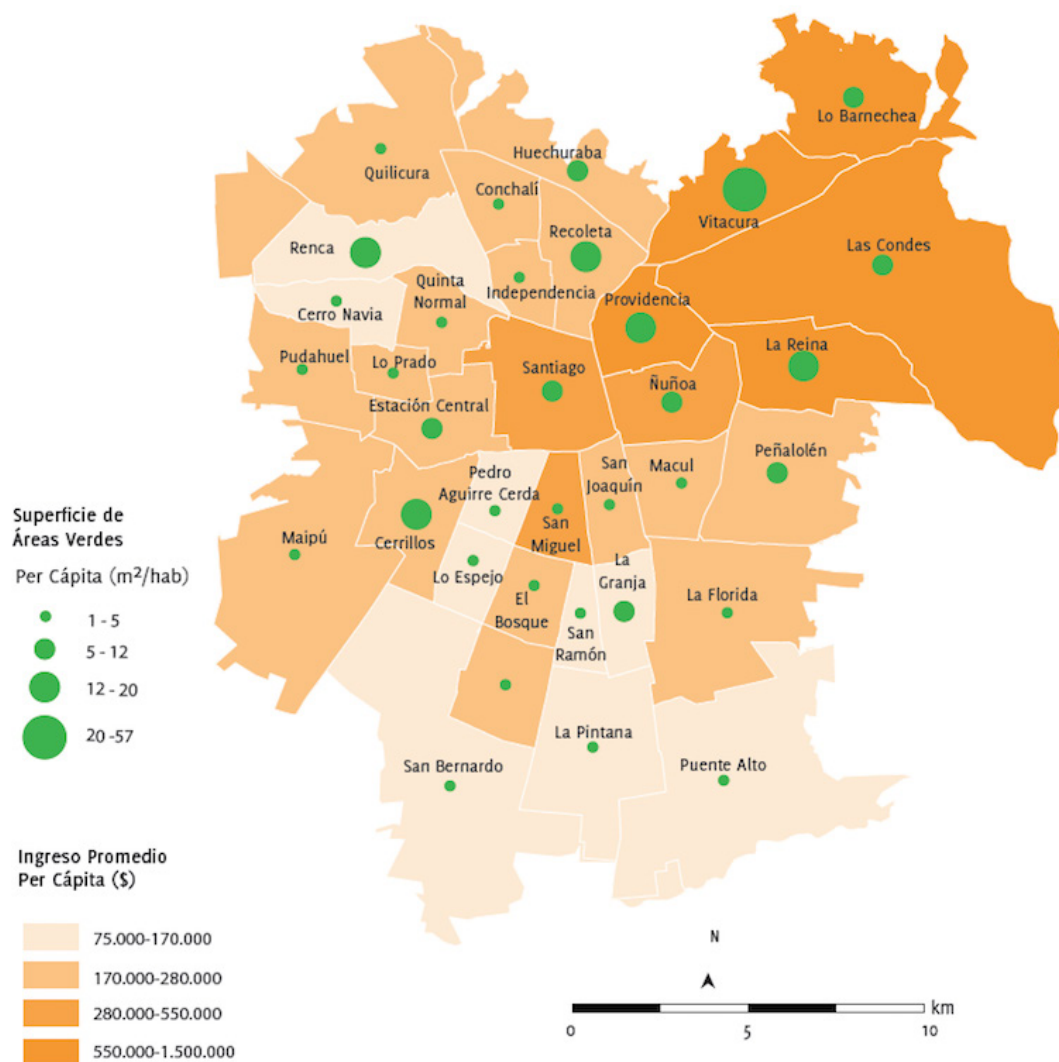


Imagen 09_ Áreas verdes por habitante (m²/hab) e ingreso promedio per cápita (\$) en las comunas del Gran Santiago. (MMA, 2012).



En la Región Metropolitana en promedio existen **4,5 m² de áreas verdes por habitante** (Gobierno Regional Metropolitano de Santiago, 2014), es decir, **la mitad del mínimo recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS)** de 9 m²/habitante. En los últimos años la ciudad ha mantenido un **déficit de áreas verdes principalmente en la zona sur, norponiente y poniente de la región.**

Es importante mencionar que con **la última modificación del PRMS100 la ciudad se expandirá hacia el sector poniente y norte con grandes proyectos inmobiliarios** en zonas ZODUC (Zonas de Desarrollo Urbano Condicionado) y PDUC (Proyecto de Desarrollo Urbano Condicionado), lo que dará como resultado un mayor déficit de áreas verdes considerando el aumento de población y que por tanto es necesario presentar dentro de los proyectos una infraestructura verde adecuada.

La urgencia por construir e integrar más áreas verdes se reafirma por la **Universidad de Chile en el proyecto “Stgo + Infraestructura Verde”** explicando la necesidad de contar con un Sistema de Áreas Verdes consolidado para contribuir en la mitigación de los problemas que se presentan actualmente. En aquel proyecto se encontraron **seis hechos** que están ocurriendo, razones por las que se requieren las áreas verdes, todo esto basado en estudios de Romero et al. (2012) y MMA (2011): Santiago socialmente segregado, Santiago gris, Santiago desconectado, Santiago hotspot de biodiversidad, Santiago en riesgo y Santiago contaminado.

Para concebir las áreas verdes también debe existir una planificación territorial responsable en la **integración y sustentabilidad con el medio ambiente. Es esencial considerar el clima y tipo de suelos para elegir la vegetación más acorde al sector** y no aportar con impactos negativos al entorno (por ejemplo: plantar árboles que presentan un alto grado alérgico para las personas o árboles que consumen mayor agua del que tiene el lugar).

HECHO 1: Santiago Socialmente Segregado

Estudios demuestran que las comunas con mayor vegetación son principalmente comunas de mayor ingreso económico, condicionando una creación de barreras físicas y culturales para la integración social.

HECHO 2: Santiago Gris

Santiago posee una superficie de área verde muy por debajo a lo recomendado por la OMS y además se le suma una distribución desigual contrastando espacios de vegetación con “desiertos urbanos” sin infraestructura verde.

HECHO 3: Santiago Desconectado

Se crea aislamiento y desconexión a nivel ecológico (flora y fauna de la región), además de problemas de movilidad dentro de la ciudad para las personas.

HECHO 4: Santiago Hotspot de Biodiversidad

Chile Central es un sitio prioritario a nivel mundial para la conservación de la biodiversidad, es decir los ecosistemas de la región Metropolitana y alrededor son únicos y valiosos en cuanto a especies autóctonas. Por tanto, el desarrollo urbano y de actividades productivas deben velar por la protección ecológica.

HECHO 5: Santiago en Riesgo

Existen amenazas meteorológicas, hídricas, sísmicas y volcánicas que afectan cada vez en mayor grado la ciudad.

HECHO 6: Santiago Contaminado

La contaminación de la red hídrica por fuentes puntuales o difusas de las actividades humanas y asentamientos, vertederos ilegales y micro-basurales que dañan el suelo y la contaminación del aire por emisiones de GEI son problemas que ponen en peligro la salud de las personas y ecosistemas.

Imagen 10_ La necesidad de contar con un Sistema de Infraestructura Verde en Santiago. (Romero et al., 2012 y MMA, 2011).

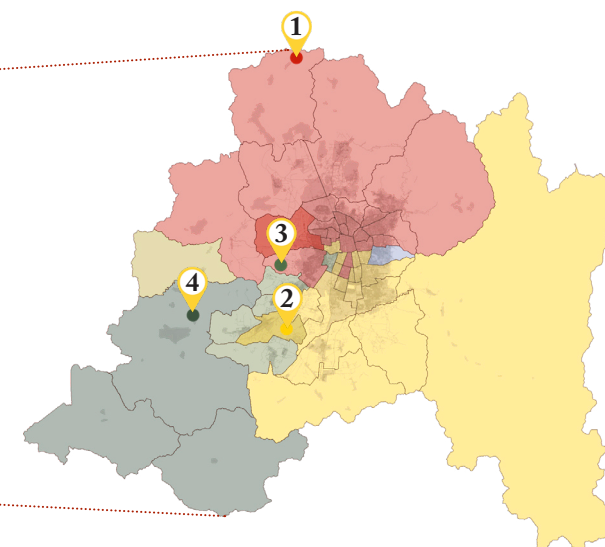
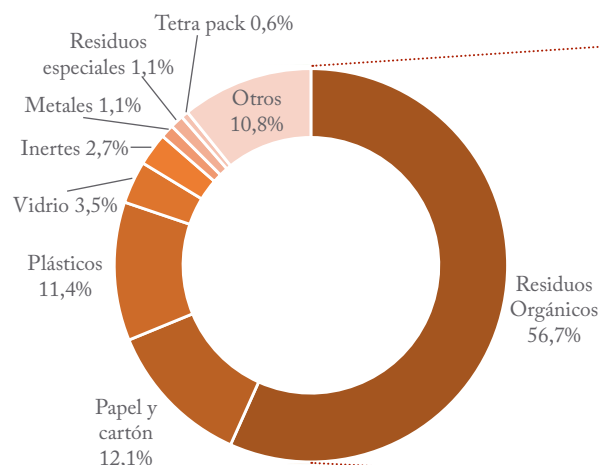
Residuos: Un problema/oportunidad que resuelve otro problema

~ Caracterización de los residuos en Chile ~

Se estima que la generación de **residuos sólidos globales en el año 2012 se acercó a 1,3 billones de toneladas, pronosticando el aumento a 2.2 billones de toneladas por año para el 2025** (World Bank, 2012). En el año 2015 los países OCDE promediaban 520 kg/per cápita, mientras que Chile producía 416 kg/per cápita de residuos. La cantidad y tipo de residuos por país y región es afectada por **factores de desarrollo económico, tasas de urbanización, grado de industrialización, hábitos y cultura social, características geográficas y demográficas** (World Bank, 2012).

Chile en el año 2016 generó 21,2 millones de toneladas de residuos, del cual para los residuos no peligrosos (97% del total) un 76% fue eliminado y un 24% se valoró. Así mismo, un 35,3% pertenece a Residuos Sólidos Municipales o RSM (MMA, 2018) considerado dentro de esta categoría los residuos de viviendas, recintos comerciales y otros. **La Región Metropolitana alcanza la mayor acumulación de residuos nacionales con un 38,7%** (8,2 millones de toneladas) seguido de la región de Biobío 11,26% (2,38 millones de toneladas) y la región de Valparaíso 11,03% (2,34 millones de toneladas) (SINADER y SIDREP, 2018).

Estudios realizados por la Universidad Católica de Valparaíso en 2005 e Ingeniería Alemana entre 2010 y 2011 promediaron un porcentaje tipo por fracción de los RSM de la Región Metropolitana, llegando a observar que los **residuos orgánicos son un 56,7% del total**. Fracción compuesta en su mayoría por restos de comida (75%), poda y jardín (23%) y madera (2%) (MMA, 2018).



Las fuentes de origen de los residuos orgánicos son múltiples desde las mismas **viviendas hasta locales comerciales de comida, ferias, exposiciones, entre otros**. El **potencial de aprovechamiento varía en cada fuente de origen**, ya que en algunas se requiere de un mayor o menor número de actores involucrados para realizar las tareas de separación de residuos que se pueden reciclar de los que no.

Imagen 11_ A la izquierda, gráfico de composición de los residuos domiciliarios y a la derecha, vertederos de la Región Metropolitana y su distribución por comuna (Elaboración propia en base a Roca-Cusachs B., Berbugo R., Leon P., 2016).

01_ Relleno sanitario Loma Los Colorados (RSLLC)
Vida útil: 50 años (hasta 2046)

02_ Relleno sanitario Santa Marta (RSSM)
Vida útil: 20 años (hasta 2035)

03_ Relleno sanitario Santiago Poniente (RSSP)
Vida útil: 22 años (hasta 2024)

04_ Vertedero La Popeta (VCP)
Vida útil: cumplida



~ Residuos Orgánicos: El residuo que crea Oro Negro ~

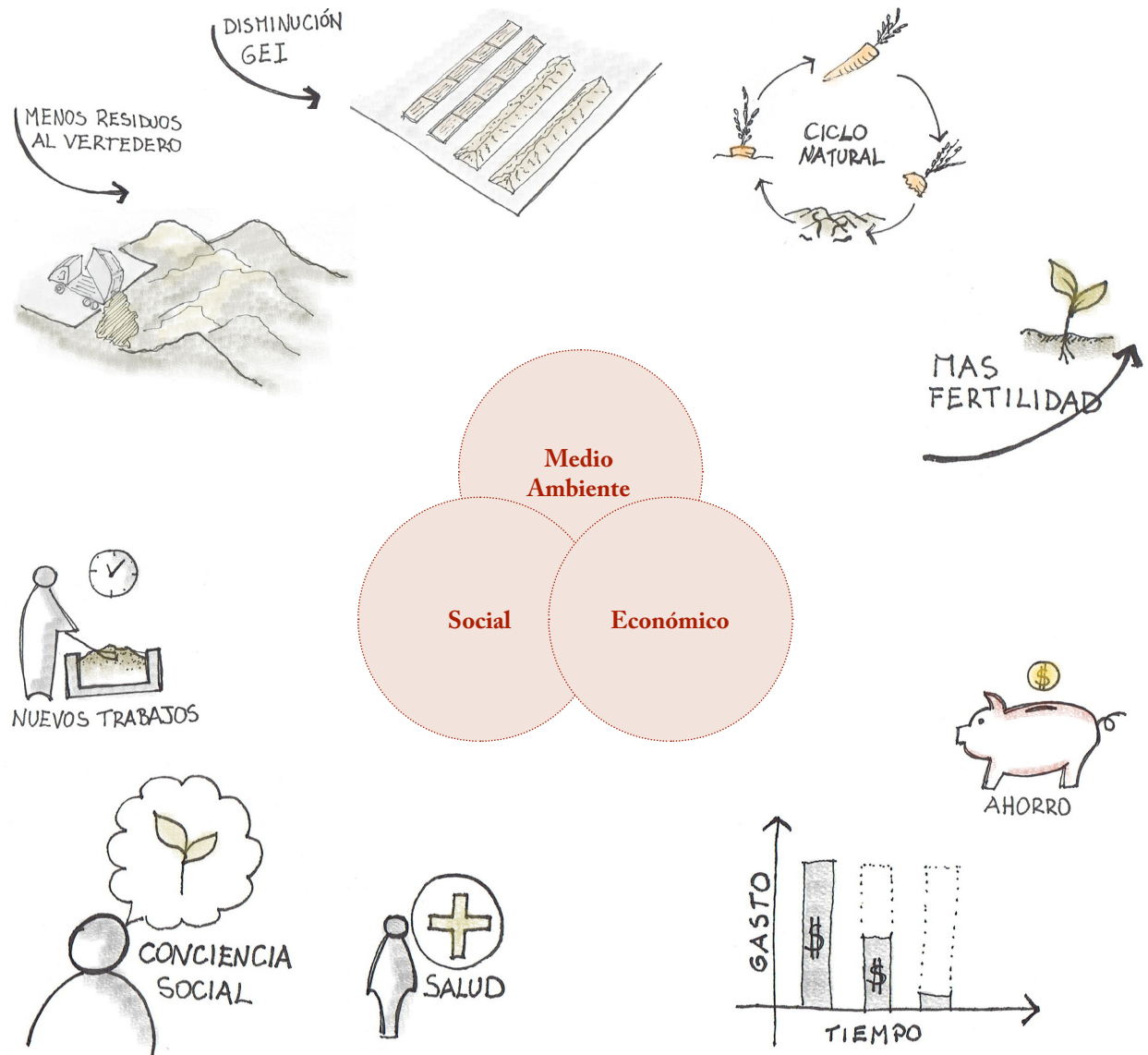
El abono que proviene de la degradación de la materia orgánica (compostaje o lombricultura) es conocido como **Oro Negro por proporcionar a la tierra y a las plantas los nutrientes necesarios para la vida**. Sus múltiples beneficios la convierten en una de las prácticas de reciclaje de residuos orgánicos más sustentable en el tiempo:

Beneficios medioambientales: elegir estas técnicas reducen los residuos enviados al vertedero y ayudan a controlar y disminuir la emisión de GEI. Según estudios de Zúñiga (2013) por cada tonelada de residuo enviado al vertedero se genera 258,1 kg de CO₂-e, mientras que cada tonelada de residuo reciclado a través del compostaje y/o lombricultura genera 38,4 kg de CO₂-e, es decir, se reduce en un 84,8% la emisión de GEI. Así mismo, el compostaje y lombricultura se basan en valorar el ciclo natural de los residuos orgánicos creando un círculo virtuoso que no pierde su valor, ya que el abono producido da fertilidad a las tierras reduciendo la erosión y desertificación (Amigos de la Tierra, 2015).

Beneficios sociales: con la valorización de los residuos orgánicos de forma sustentable y responsable existe menor riesgo de salud a las personas y al ecosistema. La concientización social desde la educación ambiental también es parte del trabajo que realizan al compostar mostrando actividades comunitarias y que se pueden repetir en casa. Además, se crean nuevos trabajos que pueden llegar a mejorar y beneficiar la economía local (Amigos de la Tierra, 2015).

Beneficios económicos: dependiendo del grado de mecanización a largo o corto plazo el ahorro monetario es importante. Es posible además generar un ahorro local en el uso de recursos de la misma comuna al establecer una economía circular y se puede llegar a un menor gasto de operación al disponer las actividades de compostaje y lombricultura cerca del origen de los residuos (P. Navarrete, comunicación personal, 03 de junio de 2019).

Figura 02 | Beneficios económicos y ambientales de las actividades de compostaje y lombricultura



Fuente | Elaboración propia y adaptación en base a Zúñiga, 2013), Amigos de la Tierra, 2015) y Navarrete, 2019.

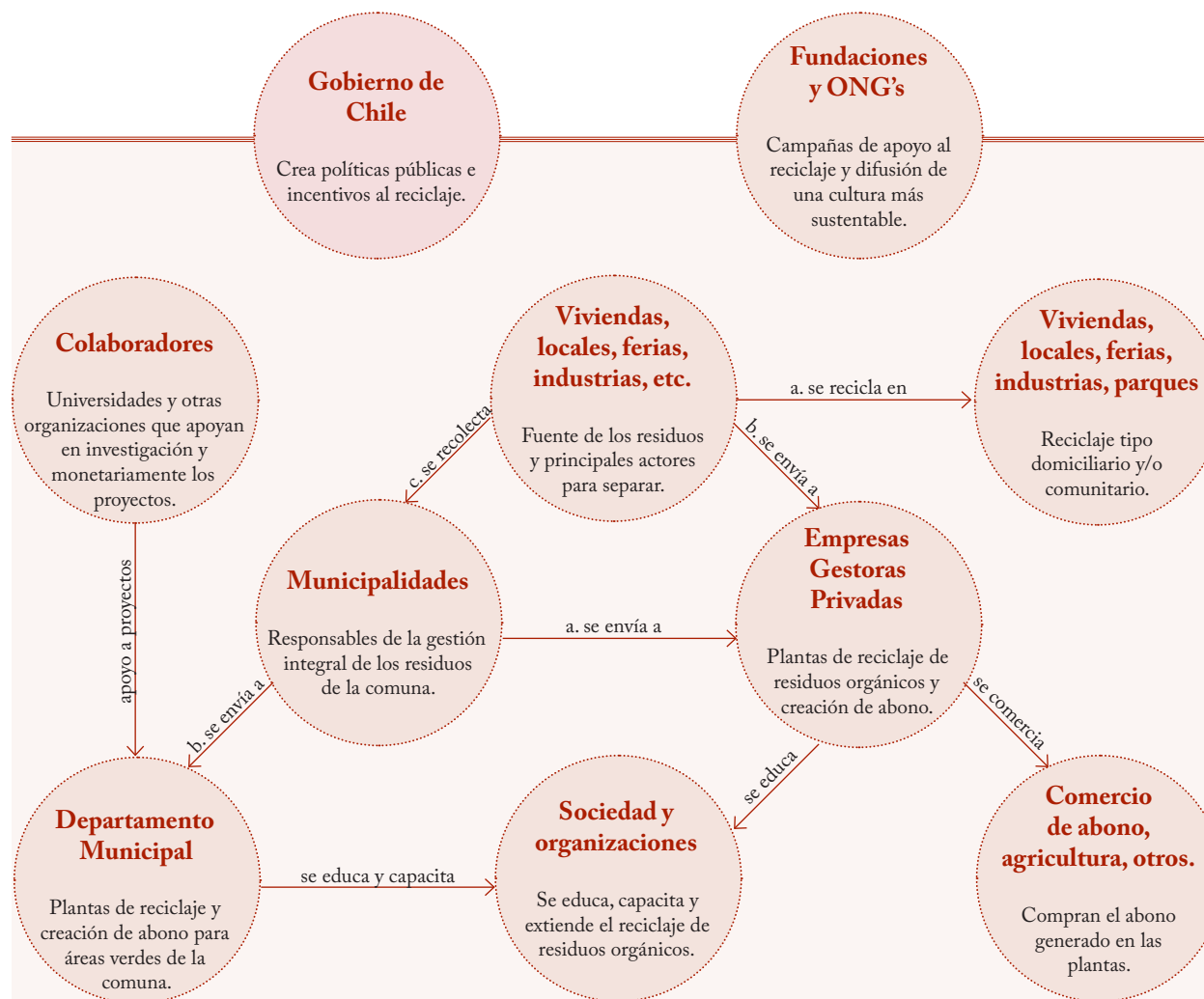
~ ¿Cuáles son los actores dentro del reciclaje de los residuos orgánicos? ~

En los últimos años el gobierno especialmente el Ministerio de Medio Ambiente es quién genera nuevas políticas, regula y fiscaliza en materia de salud medioambiental. La “*Política de Gestión Integral de los Residuos Sólidos*” y la “*Ley de Fomento al Reciclaje y de Responsabilidad Extendida al Productor (Ley REP)*” han sido claves para un manejo más sustentable de los residuos, optando primero en prevenir, seguido de reutilizar, reciclar, valorización energética y la eliminación como última opción.

Actualmente cada **municipio es el responsable de la gestión de los residuos sólidos de su comuna**, garantizando la limpieza de calles, dotación de personal y equipos de recolección de residuos, transferencia de residuos y tratamiento. Por tanto, **el municipio es el principal actor que proporciona interés sobre el reciclaje en la comunidad y en las empresas**. Gran parte de las municipalidades generan contrato con gestores que llevan los residuos a disposición final en vertederos y aquella situación está **directamente relacionada con la reglamentación de gestión de residuos en su falta de instrumentos para fomentar la prevención y valorización** (Roca-Cusachs B., Berbugo R., Leon P., 2016).

Otros actores importantes son el **sector privado que posee plantas de compostaje de mayor capacidad** generando un nuevo mercado de abono, y las **fundaciones y ONG’s** que difunden hábitos sostenibles a la sociedad como lo es el reciclaje.

Figura 03 | Actores dentro del reciclaje de residuos orgánicos



Fuente | Elaboración propia en base a Roca-Cusachs B., Berbugo R., Leon P., 2016.

~ Gobierno y programas de apoyo ~

Desde 1994 la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) fue el organismo encargado de promover, cuidar, vigilar y patrocinar el estado del medio ambiente hasta el año 2010, transformándose en el Ministerio del Medio Ambiente (MMA). Actualmente el MMA es el principal organismo de Estado que cumple la función de diseñar y aplicar políticas, planes y programas para promover el desarrollo sustentable, proteger y conservar la biodiversidad y recursos naturales y políticas y regulación normativa. Otros organismos de gobierno trabajan en conjunto con el MMA como lo son el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), Corporación Nacional Forestal (CONAF), Oficina Nacional de Emergencia (ONEMI), Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente (SESMA), entre otros.

Los primeros impulsos del gobierno para implementar el compostaje fueron desde los **“Acuerdo de Producción Limpia (APL)” a cargo de la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático (ASCC)**. Los APL son convenios de carácter voluntario entre el organismo público y una empresa privada del sector productivo, con el objetivo de crear metas y acciones dentro de un plazo para mejorar las condiciones productivas y ambientales. Estos acuerdos también han aportado en gran medida a probar prácticas y evaluarlas, para posteriormente diagnosticar su aplicación a nivel nacional en Chile y generar nuevas normativas técnicas y urbanísticas.

En el 2014 se firmó el “Acuerdo de Producción Limpia: Ferias Libres Sustentables” en 6 proyectos piloto de ferias en las comunas de Macul y Peñalolén con la idea de valorizar los residuos a corto plazo como energía (biogás) o abono (compostaje) (ASCC, 2014).

Más tarde, en 2015 se creó el **programa “Reciclo Orgánicos” dentro del contexto del Acuerdo de Cooperación Ambiental Chile - Canadá de 1997 y la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático con la firma del Acuerdo de**

París, que habla sobre el compromiso de los países por reducir los gases de efecto invernadero y el cuidado del medioambiente. El programa del gobierno de Chile consiste en la entrega de equipamiento para el funcionamiento de las plantas de reciclaje de residuos orgánicos domiciliarios a las municipalidades y apoyo en campañas de sensibilización y talleres de capacitación para la comunidad. El primer municipio en adoptar el programa fue Santa Juana (Concepción) construyendo una planta de compostaje que reciclará los residuos orgánicos de la comuna. Posteriormente, se han integrado al programa otras comunas como: Talcahuano, Rapa Nui, Talca, Rancagua y Viña del Mar (Reciclo Orgánicos, 2018).

Gran parte de los programas de apoyo va enfocado a municipalidades, puesto que ellas tienen la responsabilidad de velar por los residuos de su comuna, generalmente cada municipalidad firma contratos con los vertederos y gestores para su recolección y transporte, mientras que el pago es por el peso total de los residuos entregado al vertedero (P. Navarrete, comunicación personal, 03 de junio de 2019).

Antes del inicio de estos programas algunas pocas municipalidades emprendieron sus propios procesos de compostaje y lombricultura con los residuos orgánicos de su comuna, como es el caso de La Pintana.

Existen otras iniciativas por parte de CONAF en parques nacionales, uno de estos es el Parque Nacional Torres del Paine, que pretende separar y compostar los residuos orgánicos con el motivo de aprovechar lo biodegradable y disminuir la basura que se transporta hasta Puerto Natales.



Imagen 12_ Compostaje en Parque Nacional Torres del Paine (Fuente web: conaf.cl)



Imagen 13_ A la izquierda Sello de certificación feria libre sustentable y a la derecha Logo Reciclo Orgánicos Chile-Canadá (Fuente web: asof.cl/ y reciclorgánicos.com/es/)

~ COP25/Chile - Madrid 2019 #TiempoDeActuar ~

Cada año las COP's son celebradas con el motivo de reunir a los países para crear conciencia pública sobre el cambio climático y mantener los esfuerzos por resolver los problemas de esta índole. A principios de noviembre del 2019 la sede de la conferencia internacional cambió de Chile (Santiago) a España (Madrid), debido a la crisis política y social a nivel nacional que se presenta. Sin embargo, el gobierno siguió al pendiente organizando la reunión: *“Chile mantiene su compromiso con la acción climática y el desarrollo sustentable y seguirá articulando la Alianza por la Ambición Climática y la carbono neutralidad al 2050”* - Carolina Schmidt, presidenta designada de COP25 (COP25, 2019).

El gobierno en Chile propone programas y alianzas (en su mayoría voluntarias) a entidades públicas y privadas desde su ámbito de acción y compromiso con el medioambiente. Desde este punto de vista: ¿cómo la Universidad de Chile puede aportar o está aportando? actualmente cada facultad da su parte para el desarrollo desde su especialidad, y en mayor o menor grado existe un desarrollo individualizado dentro de las instituciones y facultades. Sin embargo, existe un proyecto que englobará el progreso multidisciplinar de varias instituciones: el Plan Maestro Laguna Carén en Pudahuel.

El Plan Maestro ha recobrado vitalidad y sus conceptos base para la propuesta y diseño han sido la transdisciplinariedad a nivel nacional e internacional y la sustentabilidad (Universidad de Chile, 2018). La imagen y visión a futuro del Plan Maestro juega un rol importante dentro de la evolución de Chile, exigiendo un mayor reconocimiento de la biodiversidad, alianzas sector público/privado para ciencia, tecnología y desarrollo, y la educación colectiva e interactiva con la sociedad actual. **El objetivo es solucionar las problemáticas de escalas global-nacional-regional-local y que hoy principalmente están en torno a los temas de economía circular y el cambio climático como los temas urgentes a tomar conciencia.**



Imagen 14_ Mapa programa planificado en Parque Bicentenario Cerrillos, Santiago, Chile (COP25- Chile, 2019)



Imagen 15_ Logo COP25 Chile - Madrid 2019 (Fuente web: cop25.cl/#/)

Compostaje y Lombricultura: Práctica que da una solución a la Contaminación Ambiental y la mantención de Áreas Verdes

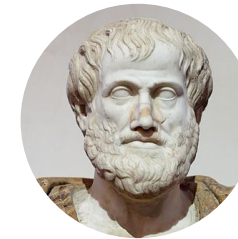
~ Valor histórico dentro de los procesos naturales ~

La lombriz ha evolucionado por cerca de 700 millones de años y no es por menos que las antiguas civilizaciones la veneraban y protegían. En Egipto era un animal valioso por dar nutrientes al suelo y quien la exportaba o mataba era castigado con pena de muerte. La civilización sumeria medía la calidad de los suelos en la densidad de lombrices al cavar un el hoyo en la tierra, los incas también apreciaban la presencia de las lombrices en sus tierras de cultivo y otras tantas civilizaciones con pensamientos similares. En la antigua Grecia, Aristóteles manifestó en su obra “Historia animalium” que **las lombrices eran los intestinos del suelo y que aportaban fertilidad a este**. Pensamiento posteriormente reafirmado por Charles Darwin en su libro “*La formación del mantillo vegetal. / Por la acción de las lombrices con observaciones sobre sus hábitos*” como resultado de sus 40 años de investigación de los anélidos.

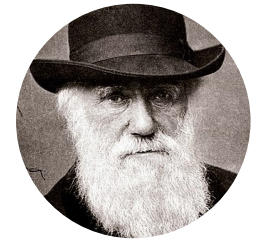
En el siglo XX se retomó la investigación sobre las lombrices y su aporte a la tierra, mejorando la técnica de la lombricultura en Estados Unidos por el Dr. Tomas Barret en 1930 y posteriormente en 1947 con Hugn Carter la domesticación de las lombrices creció y se expandió a Europa, Asia y América. En 1991 se utilizó en Colombia para estudios y se introdujo el híbrido *Eisenia foetida* conocida como lombriz californiana roja, y esta misma se utilizó en Costa Rica para los primeros cultivos que generaran humus a partir de excremento de animal, basura domiciliar y pulpa de café (Pineda, 2006). **Desde aquí la *Eisenia foetida* se convirtió en la especie de lombriz más utilizada por su resistencia a diferentes ambientes, el cautiverio y su gran apetito, aumentando su demanda a nivel mundial.**



Imagen 16_ Cultura Egipcia arando y cultivando la tierra (Fuente: infourok.ru)



Aristóteles
Grecia 384 A.C.-
322 A.C.



Charles Darwin
Reino Unido 1809 -
1882

“La lombriz es el paradigma entre la vida y la muerte, come productos en descomposición y los transforma en productos para la generación de vida” - Charles Darwin

Imagen 17_ Aristóteles y Darwin (Fuente: wikipedia.org)

~ Técnicas de compostaje y lombricultura ~

Existen al menos **tres formas en general de compostaje: compostaje aeróbico, compostaje anaeróbico o bokashi y vermicompostaje o lombricultura**. Cada una posee características diferentes según el proceso, los agentes descomponedores activos, los tiempos del proceso, grado de industrialización distintos, entre otros factores. La cantidad y tipo de residuos orgánicos tratados, junto al tipo de producto final al que se quiere llegar serán factores claves para la elección de la técnica.

A nivel mundial las técnicas de compostaje aeróbico y el vermicompostaje se han masificado, tanto a nivel industrial como a mediana y pequeña escala. Los productos terminados de estos dos tipos de reciclaje son los más estables para la nutrición de las plantas. La diferencia radica en:

_Forma de producción: dependiendo de la cantidad de materia a tratar por día se debe elegir un proceso manual, semi-manual o mecanizado. El compostaje aeróbico posee mayor versatilidad para adaptarse a procesos de tipo industrial con mayor volumen a tratar.

_Tiempo del proceso: el compostaje aeróbico necesita de un mayor tiempo en la producción del compost en comparación al vermicompostaje.

_Área de trabajo: depende mucho la cantidad de residuos a tratar, tiempo estimado de producción y terreno disponible para cada tipo de sistema.

_Calidad producto final: las lombrices llegan a acelerar el proceso de descomposición de la materia casi completamente, generando un abono con mayores nutrientes y propiedades que el compost de forma natural.

_Olores: los olores son mínimos si se realiza correctamente los procedimientos productivos, sin embargo, en el vermicompostaje existen menos probabilidades de que aparezcan olores.

Figura 04 | Tipos de reciclaje de residuos vegetales orgánicos



Compostaje aeróbico

_Proceso de degradación con oxígeno.

_Presencia de microorganismos aeróbicos que producen en la degradación: dióxido de carbono, amoníaco, agua, calor y compost. Microorganismos y calor agilizan el proceso.

_Las temperaturas del proceso son altas, llegando hasta los 70°C en la fase mesófila.

_Compost más estable y de baja toxicidad para la planta, la degradación es casi completa.

Producto: Compost



Compostaje anaeróbico o Bokashi

_Proceso de degradación sin oxígeno.

_Presencia de microorganismos anaeróbicos que producen de la degradación: metano, ácidos orgánicos y sulfuro de hidrógeno.

_Proceso a baja temperatura.

_Compost puede tener compuestos tóxicos para la planta por no degradarse completamente.

Producto: Compost



Vermicompostaje o Lombricultura

_Proceso de degradación con oxígeno.

_Presencia de especie de lombrices de tierra (como Eisenia foetida), estas mejoran y aceleran el proceso de descomposición.

_Las temperaturas del proceso son bajas (10 - 32°C) por el ambiente de las lombrices.

_Vermicompost o humus de lombriz es un producto estable y con mayores beneficios para las plantas.

Producto: Humus de lombriz y carne y/o harina de lombriz

Fuente | Elaboración propia en base a El-Jawaher A. Bin Dohaish, 2019 y lombrizrojcaliforniana.com.

Tabla 01 | Comparativa entre técnicas de compostaje y lombricultura

	Lombricultura Intensiva	Compostaje con Lombrices	Compostaje
Objetivo	<ul style="list-style-type: none"> - Cría de lombrices como alimento agropecuario - Producción de humus como fertilizador - Valoración de la basura orgánica - Economía de terreno 	<ul style="list-style-type: none"> - Producción de humus como fertilizador - Valoración de la basura orgánica - Economía de terreno 	<ul style="list-style-type: none"> - Producción de humus como fertilizador - Valoración de la basura orgánica
Cantidad de compost producido	Aproximadamente 40 % del peso de la basura cruda + líquidos lixiviados (0,5 litros por cada kilo de humus sólido)	Aproximadamente 50 % del peso de la basura cruda + líquidos lixiviados (0,5 litros por cada kilo de humus sólido)	Aproximadamente 50 % del peso de la basura cruda.
Siembra de lombrices	4000 lombrices por m3 o 1 - 2 kg de lombriz para 1 kg de basura producida diariamente (sembrar 1 vez al comienzo de la implementación).	600 - 700 lombrices o 200 g de lombrices por m3 (sembrar antes de cada implementación).	No se emplean lombrices.
Tiempo de producción hasta producto final	3 meses	5 - 6 meses	3 - 5 meses
Materiales que se pueden compostar	Desechos de cocina (salvo carne), papel, heces fecales humanos o animales.	Desechos de cocina (salvo carne), papel, heces fecales humanos o animales.	Desechos de cocina (salvo carne), papel, heces fecales humanos o animales.
Cosecha de lombrices	2 meses después del comienzo de la implementación; entonces cada mes.	Paralelamente a la cosecha del producto.	No se emplean lombrices.
Problema de olores	No existe o muy mínima.	Poco (durante la descarga de material y la mezcla/revuelta).	Durante la descarga de material y la mezcla/ revuelta.
Productos colaterales	Lombrices (comida para pollo, polluelo, pescado, camarones etc.). Líquidos lixiviados (por cada 1 kilo de humus se obtiene 0,5 lt de té de humus).	Compost grueso (material de filtro biológico, material de estructura o relleno). Líquidos lixiviados.	Compost grueso (material de filtro biológico, material de estructura o relleno). Líquidos lixiviados.

Fuente | Elaboración propia y adaptación en base a Röben, 2002 y Román P, Martínez M. & Pantoja A., 2013).

~ Actores naturales y sus requerimientos ~

En el compostaje y lombricultura se crea un proceso biológico complejo de seres vivos y microbios que aportan en la degradación de la materia. **Estos seres necesitan (al igual que las personas) ciertas características en el hábitat para poder vivir y realizar sus tareas de forma óptima.** Algunas de las variables que influyen son:

Humedad

Un óptimo proceso se desarrolla entre un 40% y 60% de humedad en la materia orgánica para que los organismos puedan trabajar. El exceso de humedad genera que el aire de los espacios entre partículas se desplaza produciendo un proceso anaeróbico, en cambio, si es muy baja la humedad se obtiene una menor actividad de los microorganismos.

Grado de trituración

Mientras más troceado (para vegetales) o chipeado (para troncos y ramas) este la materia orgánica, mayor es la facilidad que tendrán los organismos y microorganismos para descomponer la materia.

Aireación

El oxígeno es necesario para una mejor degradación de la materia orgánica por dos motivos: no generar malos olores y por necesidad fisiológica de los organismos que degradan. Se practica el volteo semanalmente para airear y mantener una porosidad adecuada en la masa orgánica. Algunos métodos de aireación son succión, presión y otros mecánicos. El compostaje anaeróbico no es aconsejable en zonas residenciales, por los olores que genera la putrefacción de la materia orgánica.

pH

A lo largo del proceso, el pH varía influyendo en las actividades de los microorganismos. Para equilibrar la masa orgánica se puede corregir con sales ácidas o azufre en polvo si la masa se alcaliniza y si la masa de acidifica se agrega cal apagada. El equilibrio del pH está muy relacionado con la proporción y composición de los residuos orgánicos.

Volumen

En las camas de lombricultura es aconsejable una altura máxima de 0,5 m y un ancho de 1,5 m, con la razón de un mejor manejo del proceso por los trabajadores y mantener la aireación necesaria para las lombrices. Mientras mayor sea la altura, el peso de la masa permitirá menos paso de aire y, al contrario, si menor es la altura habrá pérdida de calor que se crea al interior de las camas. Las pilas de compostaje pueden llegar una altura de 2 m con un ancho de 3 m, ya que entran a acción otros microorganismos diferentes a las lombrices, sin embargo, es necesario mantener la aireación de las pilas semanalmente.

El largo de las camas de lombricultura y las pilas de compostaje es variable, recomendándose que el largo sea en relación al volumen de materia orgánica diariamente tratada.

Temperatura

Para garantizar el proceso de degradación y un producto final de calidad, se debe ir midiendo y evaluando la temperatura según la técnica y la fase del proceso en que se encuentre.

En el compostaje cada grupo de microorganismos posee una temperatura óptima para su actividad: criófilos (5 - 15 °C), mesófilos (15 - 45°C) y termófilos (45 - 70°C). Mientras que entre los 35 - 60°C se eliminan naturalmente los elementos patógenos, parásitos y semillas dentro de la masa orgánica. En la lombricultura la temperatura ideal para las lombrices es menor al compostaje, siendo el idealmente entre unos 10 - 32°C.

Nutrientes

La relación carbono a nitrógeno (C:N) debe estar entre 25:1 y 35:1, si es más elevada disminuye la actividad biológica y se retarda el proceso, en cambio, si es baja crea malos olores. La clave está en mezclar los distintos residuos en función de su aporte de carbono y nitrógeno.

(Gabetta, 2004)



Imagen 18_ *Eisenia foetida* en las camas de la DIGA La Pintana (Elaboración Propia)

~ Construcción de pilas de compostaje y camas de lombricultura ~

_Compostaje | a. Diseño de Pilas

Una forma de aprovechar la descomposición de la materia es construyendo una jardinera, en base a un radier con una solerilla de 30 cm de alto. Con esto se canalizan los líquidos lixiviados y se mantiene la pendiente del 2% para guiarlos hacia un estanque de acumulación.

Las pilas de compostaje son proporcionales al volumen de los residuos a compostar en el día. El ancho y alto de la pila es predeterminada, mientras que el largo es variable y se calcula de la siguiente forma:

$$L = V / (A \times H)$$

Donde:

L = largo de la pila

V = volumen de residuo ingresado por día

A = ancho de la pila (entre 1,5 - 3 m)

H = altura de la pila (entre 1,5 - 2 m)

El número de pilas de compostaje se calcula a partir de la definición si es para compostaje o lombricultura:

a. Compostaje: se demora entre 6 a 9 meses el proceso de maduración para tener listo el compost, es decir, en un mínimo de 168 días (28 días x 6 meses) se desocupará una pila para iniciar un nuevo proceso de compostaje. Esto quiere decir, se requerirán 168 pilas de compostaje si el proceso diariamente trata residuos.

b. Lombricultura: las lombrices necesitan que la materia orgánica este degradada dejando 1 mes en fermentación (compostaje), es decir, una cama se desocupará en 28 días. Se necesitarán 28 pilas de compostaje para tratar los residuos.

(Röben, 2002, Román P., Martínez M. & Pantoja A., 2013).

_Compostaje | b. Elaboración de Pilas y Actividades

Las pilas se elaboran alternando capas húmedas de 15 cm (residuos verdes vegetales) y secas de 15 cm (ramas y hojas secas), junto con una mínima cantidad de tierra de hojas de 2 cm.

Se puede realizar el compostaje tanto abierto (al aire libre) como en un recinto techado, rigiendo en cada una las siguientes actividades para el proceso productivo:

a. Volteo o aireación: se realiza manual o mecanizada (dependiendo de la cantidad de materia orgánica a tratar) 1 a 2 veces por semana.

b. Riego: se mantiene en una humedad entre 40% a 60%, se evalúa y verifica según las condiciones locales.

Una vez terminado el periodo de degradación de la materia orgánica (en el caso del compostaje 3 a 5 meses y en el caso que sea para lombricultura 1 mes) se realizan las siguientes actividades:

c. Separación de elementos foráneos: se separa el abono de la materia no degradada y/o brotes de vegetales.

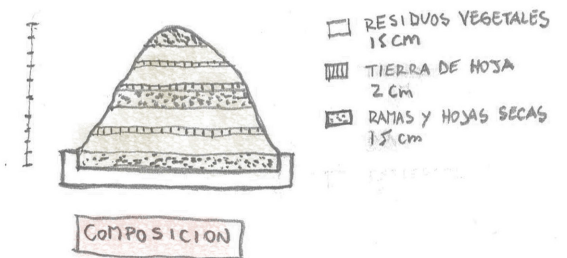
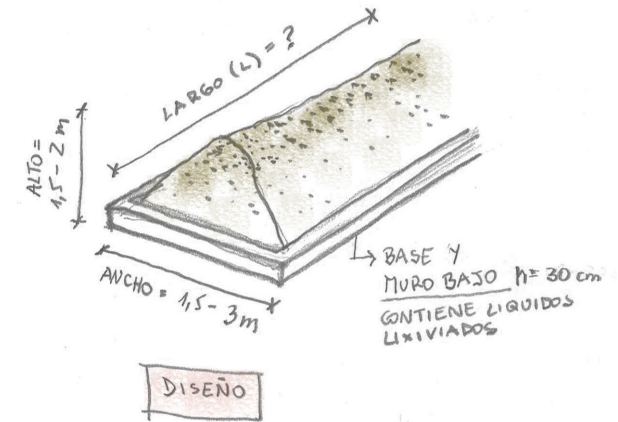
d. Secado: se deja a la semisombra y esparcido el abono durante 2 a 3 días para que el abono tome una textura de tierra relativamente húmeda. Es necesario 1 a 2 veces al día cepillar con un rastrillo para disolver bolones blandos de abono que se hayan producido.

e. Tamizado: con una pala se tira el abono a un tamiz de 12 mm o de 25 mm, según los requerimientos.

f. Ensacado: se encostala el abono para utilizarlo inmediatamente o almacenarlo bajo techo.

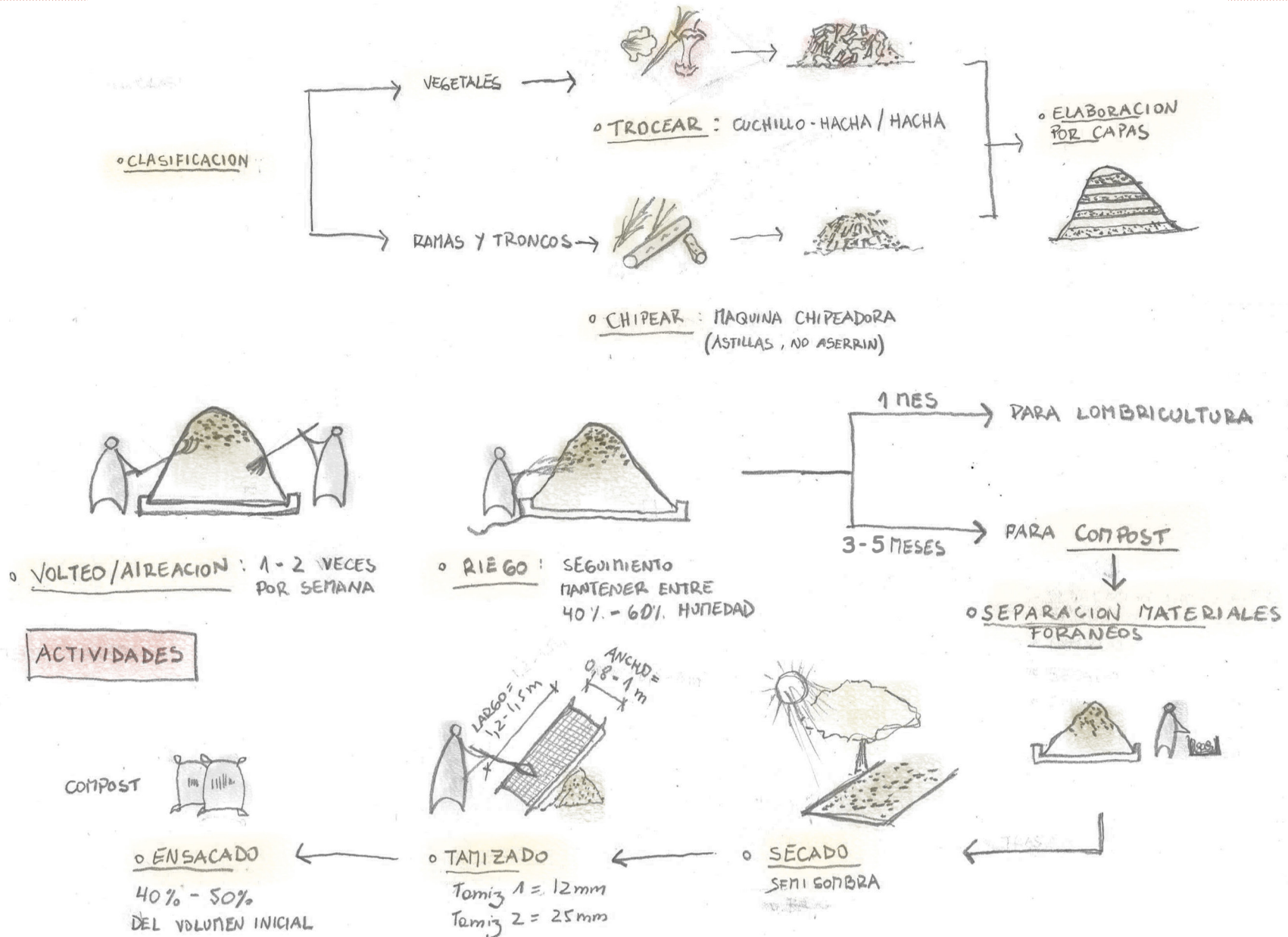
(Röben, 2002, Román P., Martínez M. & Pantoja A., 2013 y F. Fernández, comunicación personal, 21 de agosto de 2019).

Figura 05 | Diseño de pilas de compostaje



Fuente | Elaboración propia.

Figura 06 | Actividades a realizar para compostaje en pilas



Fuente | Elaboración propia y adaptación en base a Román P., Martínez M. & Pantoja A., 2013.

Lombricultura | a. Diseño de Camas

Para proteger a las lombrices y recuperar los líquidos lixiviados se diseñan las camas con una solerilla de 50 cm de altura y bajo este un radier con 2% de pendiente para que los líquidos lixiviados vayan a un estanque.

Las camas de lombricultura son proporcional al volumen de residuos tratados en un día, al igual que para el dimensionamiento de las pilas de compostaje el ancho y alto son predeterminadas. La longitud de la cama es medida con el siguiente método:

$$L = V / (A \times H)$$

Donde:

L = largo de la cama

V = volumen de residuo ingresado por día

A = ancho de la cama (entre 1,0 - 1,5 m)

H = altura de la cama (0,5 m de solerilla, sin embargo, se puede llegar a disponer hasta 0,5 m de residuos orgánicos sobre los 0,5 de altura de la cama)

El número de camas de lombricultura es con relación a los días que pasaría la materia orgánica hasta degradarse y dejar aquella cama vacía para la próxima entrada de residuos orgánicos a degradar. La materia necesita de 2 meses en ser degradada, es decir se necesitan 56 camas (28 días x 2 meses) para cubrir la demanda y poder producir abono diariamente.

(Röben, 2002, Román P., Martínez M. & Pantoja A., 2013).

Lombricultura | b. Elaboración de Pilas y Actividades

Las lombrices más utilizadas por su gran apetito es la especie *Eisenia foetida* o lombriz californiana roja. Se alimentan de la mezcla de materia orgánica formada en el compostaje con 1 mes de fermentación, en combinación de tierra húmeda para formar su hábitat óptimo con proporción 2:1, respectivamente.

Las lombrices de tierra tienen fotofobia (intolerancia a la luz) por eso su hábitat natural es bajo tierra, y es menester mantener esta condición para que sus actividades funcionen en su máxima capacidad. En algunos lugares dejan al aire libre y sin protección solar las camas, pero es recomendable dejarlas bajo un techo de malla kiwi para que los rayos solares no pasen.

Las actividades por realizar en la lombricultura son las siguientes:

a. Cría de lombrices: en un inicio después de disponer en las camas la materia fermentada, se dispone de un pie inicial de lombrices de 1 kg de lombrices por cada 1 kg de materia orgánica. Estas comenzarán a alimentarse y multiplicarse hasta al cabo de 2 meses reducir y degradar la materia.

b. Aireación: se realiza 1 vez por cada semana y muy cuidadosamente.

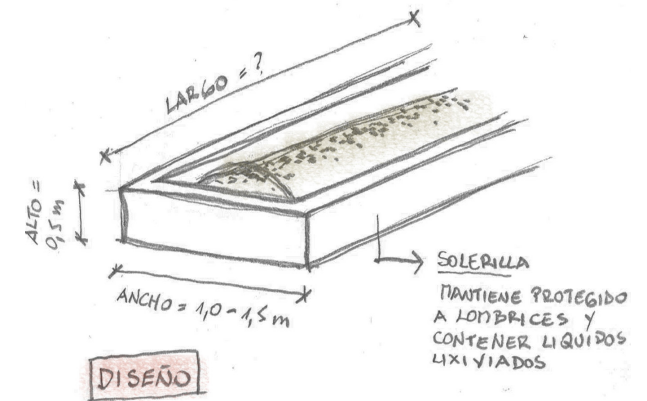
c. Riego: se recomienda disponer un sistema por aspersion 1 vez por día para mantener la humectación necesaria.

d. Cosecha: se dispone de un nuevo alimento de materia orgánica en una malla kiwi a un extremo de la cama, esto hará que las lombrices se trasladen hacia el sector donde hay alimento y son atrapadas para disponerlas momentáneamente en un cajón para luego iniciar un nuevo proceso.

Una vez terminado el periodo de 2 meses de lombricultura se realizan las mismas actividades que en compostaje: **e. Separación de elementos foráneos / f. Secado / g. Tamizado / h. Ensacado**

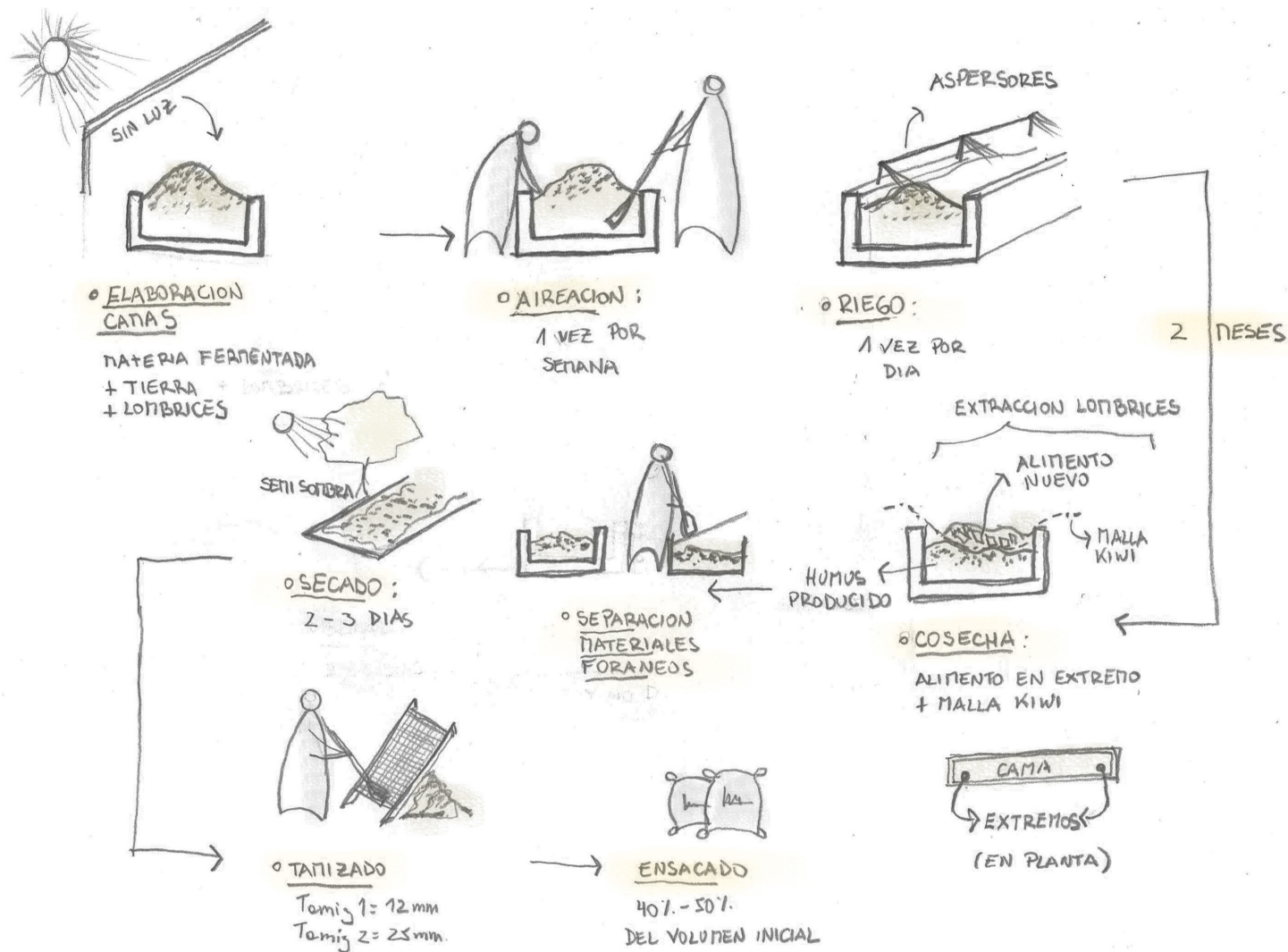
(Röben, 2002, Román P., Martínez M. & Pantoja A., 2013 y F. Fernández, comunicación personal, 21 de agosto de 2019).

Figura 07 | Diseño de camas de lombricultura



Fuente | Elaboración propia.

Figura 08 | Actividades a realizar para lombricultura en camas



Fuente / Elaboración propia y adaptación en base a Román P., Martínez M. & Pantoja A., 2013.

~ **Beneficios del humus y su aplicación** ~

Dentro de los beneficios del uso de humus y sus lixiviados se encuentran los siguientes:

Beneficios a nivel físico: aumenta la producción de los vegetales, permite ahorrar agua de riego por su alta capacidad hídrica, aumenta la capacidad de germinación de semillas, aumenta aireación y capacidad de retención de agua y nutrientes en la tierra, reduce la erosión del suelo y mejora el manejo de la tierra.

Beneficios a nivel químico: enriquece el suelo con sustancias orgánicas y minerales esenciales, posee mayor asimilación de nutrientes a la tierra, conserva y aumenta el contenido orgánico de los suelos, estructura y equilibra la tierra y está libre de químicos.

Beneficios a nivel biológico: reduce el shock postrasplante de los vegetales, favorece la formación de micorrizas (simbiosis entre raíces y hifas de determinados hongos que se aportan mutuamente nutrición), aumenta la flora microbiana beneficiosa, aumenta la resistencia de plagas y enfermedades en las plantas, desintoxica suelos contaminados con productos químicos, activa el crecimiento y fortaleza de las raíces de las plantas, es beneficioso en la cadena de producción para la alimentación humana.

La aplicación es apta para todo tipo de planta en sus diferentes estados de crecimiento, considerando las proporciones adecuadas para cada una. Los principales nutrientes que necesitan las plantas son nitrógeno, fósforo y potasio en menor o mayor medida.

Para la dosificación del humus líquido se debe mezclar en razón 1: 10 el líquido lixiviado con agua (ejemplo, 1 lt de líquido lixiviado con 10 lt de agua).

Figura 09 | Dosificación del humus y líquidos lixiviados



Recuperación de terrenos

Humus:
1.500 - 2.500 kg / há
Lixiviado:
100 lt / há



Plantaciones forestales

Humus:
0,15 - 1 kg / árbol



Árboles y frutales

Humus:
1 - 3 kg / árbol / año
Lixiviado:
30 - 40 lt / há



Setos, arbustos y matorrales

Humus:
1 - 2 kg / árbol / año
Lixiviado:
30 - 60 lt / há



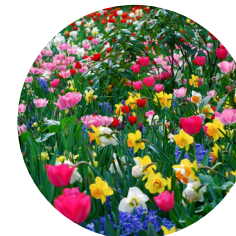
Pradera

Humus:
1.000 - 3.000 kg / há



Césped

Humus:
0,1 - 0,4 kg / m² / año
Lixiviado:
50 - 60 lt / há



Flores

Humus:
0,1 - 0,5 kg / m² / año
Lixiviado:
120- 150 lt/ há x 15 d



Semilleros y sustratos

Humus:
10 - 20% x árbol

Fuente | Elaboración propia y adaptación en base a humusdelombriz.net y Gabetta, 2004 y Ecocelta Galicia S.L., s.f.

Referentes: Parques y Municipalidades, actores clave en la educación ambiental y producción de abono para áreas verdes

~ Definición de concepto: Parque Temático ~

Los parques temáticos son definidos como lugares o recintos organizados en torno a una línea argumental, ya sea espacios para ocio, entretenimiento, educación, cultura, ciencia, historia, entre otras tantas áreas. En algunas partes la clasificación de estos parques temáticos es considerado como servicios culturales (cultura y ocio) y con escalas variables.

Últimamente **esta tipología se ha popularizado para atraer a un gran número de personas y destinar una instancia de concientización en temas de preocupación mundial como es la protección del medio ambiente y la educación cívica**, siendo una subtipología los llamados "parques ecológicos o ecoparque". Estos tipos de parques temáticos mediante **procesos educativos pretenden generar un impacto cultural respecto a la calidad de vida que se le entregará a las generaciones venideras**, teniendo como propósito entregar un planeta más limpio en el tiempo.

En nuestra legislación no existe la definición del concepto de Parque Temático o Ecoparque y lo más cercano es el concepto de "Parque", que en la OGUC se define como *"espacio libre de uso público arborizado, eventualmente dotado de instalaciones para el esparcimiento, recreación, prácticas deportivas, cultura, u otros"*. Ahora bien, la clasificación de clase y tipo de actividad puede variar en: Científico (investigación técnica y científica), Educación (academias e institutos), Culto y Cultura (bibliotecas, galerías de exposición, centro de convenciones, auditorios).

El primer parque temático en Chile con el tema de la gestión de residuos fue el Ecoparque Peñalolén en 2015, realizado en alianza entre la Ilustre Municipalidad de Peñalolén, la Universidad Adolfo Ibáñez y empresas que aportaron para su funcionamiento. Este tiene el objetivo de ser una experiencia educativa, recreativa y cultural valorando la educación ambiental.

~ Referentes en la Región Metropolitana ~

Bajo el fundamento de estudiar la tipología de proyecto y cómo se desarrolla actualmente en el país, se visitó diferentes referentes de centros y parques de compostaje y lombricultura con carácter educacional y productiva dentro de la región Metropolitana. Cada caso estudiado es distinto desde el punto de vista de años de operación, gestión de los residuos y su procedencia, cantidad de residuos tratados, ubicación, administración y operación, entre otros factores influyentes que se verán a continuación.

Se propuso visitar tres puntos dentro de la región, estas son:

1. **Dirección de Gestión Ambiental (DIGA), Ilustre Municipalidad de La Pintana** - Planta pionera en el reciclaje de residuos orgánicos en el país.
2. **EcoParque Peñalolén, Peñalolén** - Primer EcoParque del país.
3. **Parque Santiago Amengual, Pudahuel** - Iniciativa reciente de parte de la Ilustre Municipalidad de Pudahuel.

Los centros y parques mencionadas se encuentran emplazados dentro de zonas urbanas con una escala de desarrollo comunal y/o barrial, por esta razón la operación del tratamiento de residuos posee un bajo impacto ambiental al trabajar con residuos de podas, residuos de ferias y Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD).

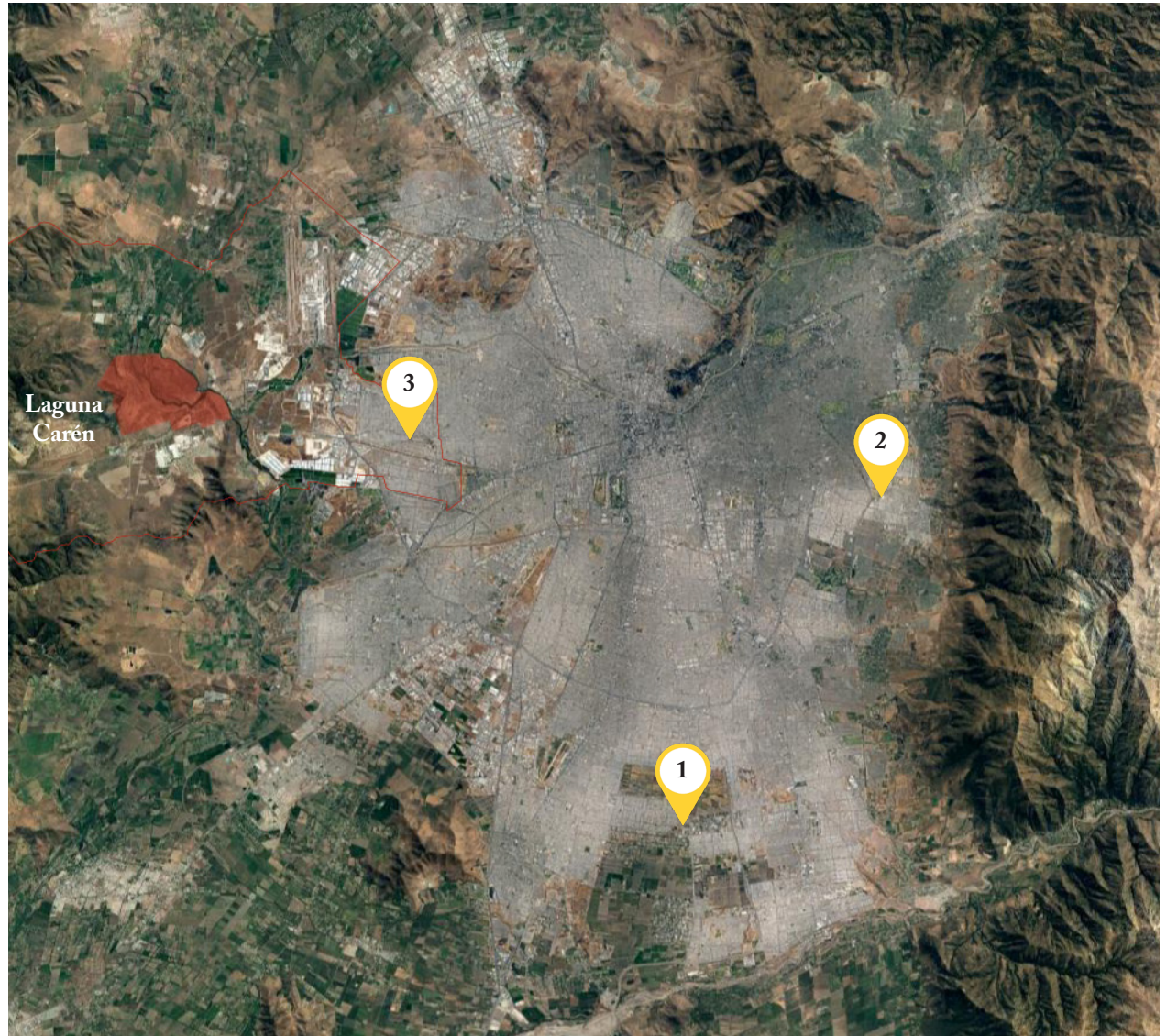


Imagen 19_ Plano de ubicación centros y parques visitados
(Elaboración Propia en base a Google Earth)



~ Dirección de Gestión Ambiental (DIGA) La Pintana ~

La Dirección de Gestión Ambiental (DIGA) es parte de la Ilustre Municipalidad de La Pintana, el cual vela por la educación y salud ambiental de la comuna desde 1995. La Pintana es una de las comunas más pobres y de escasos recursos, por esta razón se buscó problemas/oportunidades para administrar de mejor manera los recursos disponibles. Bajo esta premisa **en el año 2005 se inició la valorización de residuos orgánicos a partir del compostaje y la lombricultura, con estas actividades se logró ahorrar el dinero destinado antiguamente como pago a las empresas de vertederos y mejorar la mantención de parques y plazas de la comuna, entre otros impactos positivos.**

La DIGA se ubica en un terreno de 3 hectáreas dentro de la comuna rodeado de equipamiento y viviendas, y estratégicamente emplazado cercano a vías de gran tránsito (Avenida Santa Rosa) y adyacente a la ruta de los camiones de basura de la comuna hacia la estación de transferencia. Dentro del predio se desarrollan senderos de educación ambiental enfocados en modelos de gestión sustentable de agua, energía, residuos y captación de CO².

El modelo de gestión de residuos a nivel comunal se basa en la **separación de Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD) en origen**: un camión pasa recogiendo la fracción orgánica día por medio con destino a la planta de la DIGA (3 veces a la semana) y en los días restantes un camión recoge la fracción inorgánica que es llevado a la estación de transferencia de residuos (P. Navarrete, comunicación personal, 03 de junio de 2019).

Alrededor de 46.000 hogares (20% de la comuna) separan los residuos orgánicos en origen y participan de la actividad activamente. Las toneladas tratadas de la fracción orgánica domiciliar son aproximadamente 15 toneladas/día, mientras que los residuos de poda son 20m³/día, del total de los residuos 2/3 se ocupa en



Imagen 20_ Mapa didáctico de Sendero EcoTur para visitantes (Elaboración Propia)



Imagen 21_ Plano de ubicación DIGA (Elaboración Propia)



lombricultura y 1/3 en compostaje, del que se obtiene 120 toneladas de abono al año para autoconsumo de la comuna en vivero, estadios y áreas verdes (Roca-Cusachs B., Berdugo R. & Leon P., 2016).

El proceso de compostaje y lombricultura es abierto (al aire libre) y directo al suelo, compuesto por 3 pilas de compostaje de 60 m de largo, 4 m de ancho y 2 m de altura, mientras que la lombricultura utiliza aproximadamente 50 camas de 15 m de largo, 1,5 m de ancho y 0,5 m de profundidad. Las personas que trabajan en faena son cuatro aproximadamente sin requisito de especialidad profesional para las tareas (excepto para los trabajadores que ocupan maquinaria es necesaria una previa capacitación).

Cada año es visitado por 5000 personas siendo los principales usuarios jardines, colegios y universidades con una inscripción previa y visitas guiadas en grupos entre 10 a 50 personas junto a uno o dos educadores ambientales.



Imagen 23_ Camas de lombricultura (Elaboración Propia)



Imagen 24_ Camión de vegetales con trabajadores separando los residuos al fondo y al lado derecho cama de compostaje (Elaboración Propia)

Imagen 22_ Plano de distribución programática DIGA (Elaboración Propia)

- _Deslinde predio DIGA
- _Sendas
- _Área administración
- _Área de descarga de residuos orgánicos
- _Área de chipeado
- _Área de compostaje
- _Área de lombricultura



Tabla 02 | Impactos en el proceso de reciclaje de residuos orgánicos en la DIGA

Ocurrencia	Impactos			Directos
	Social	Económico	Ambiental	
Separación en origen	<ul style="list-style-type: none"> - Se logra responsabilizar a los generadores de residuos. - Se valoriza el residuo vegetal haciendo participar a los generadores. 		<ul style="list-style-type: none"> - La toma de conciencia y participación es instantánea y reactiva a la invitación. 	3
Recolección y transporte		<ul style="list-style-type: none"> - Podemos sustentar simultáneamente la recolección y transporte de otros residuos como aceites de uso comestible, pilas, etc. - Vehículos (tolvas estancas) utilizado, son claramente más económico que los camiones compactadores (adquisición y arriendo). - Los gastos de combustible se reducen en 24 km por viaje - Mantenimiento, desgaste de maquinaria y neumáticos se reducen en 24 km por viaje. 	<ul style="list-style-type: none"> - La emisión de GEI (Gases de Efecto Invernadero) baja sosteniblemente por el tipo de vehículo utilizado y los km recorridos, para disposición final contienen un ahorro de 72 km por viaje. 	5
Disposición final		<ul style="list-style-type: none"> - Ahorro de \$11.569 por tonelada tratada. 	<ul style="list-style-type: none"> - Eliminamos el agente húmedo de nuestros residuos, generando un efecto positivo en la emisión de GEI en el lugar de disposición final. 	2
Tratamiento en planta de lombricultura	<ul style="list-style-type: none"> - Da trabajo a equipo de personas de la comuna. - Permite sociabilizar el proceso en un centro demostrativo abierto. 	<ul style="list-style-type: none"> - Genera o libera recursos (ahorro) a partir de utilizar el producto en demanda interna (plazas, vivero, arborizaciones, etc.) - Genera las condiciones para extraer gas a partir del proceso, es decir cogenerando energía. 	<ul style="list-style-type: none"> - Controla y reduce la emisión de GEI. - Devuelve a la tierra un componente extraído de ella (vegetal). 	6
Tratamiento en planta de compostaje				
Rodaje vehículos		<ul style="list-style-type: none"> - Desgaste de la vía por uso de rodaje 24 km por viaje. 		1

~ **Ecoparque Peñalolén** ~

Ubicado en terrenos de la ex toma de Peñalolén es el primer Ecoparque de Santiago con inauguración en el año 2015, **el proyecto ocupa una superficie de 2.200m² orientado a ser un espacio educativo, cultural, demostrativo, de investigación y recreativo desde la práctica de medidas ambientales con carácter integral y sustentable.** La iniciativa del Ecoparque Experimental fue de la Ilustre Municipalidad de Peñalolén y la Universidad Adolfo Ibáñez, con el apoyo de empresas Copec, Aguas Andinas y Metrogas, y dado al positivo desarrollo del ecoparque y los programas en barrios en el año 2016 obtuvo el Premio Nacional de Medio Ambiente (Roca-Cusachs B., Berdugo R. & Leon P., 2016).

El programa **consta de un centro de administración, área de compostaje, área de lombricultura, vivero e invernadero, huerto orgánico y sector de biodigestor y biodiesel.** Todo el funcionamiento del ecoparque y talleres en barrios es realizado por dos monitores y un practicante. La gestión de residuos se basa en tratar los residuos orgánicos de una feria vecina al parque, donde una empresa externa separa y recoge tres veces a la semana los residuos orgánicos en origen para llevarlos al ecoparque. Mientras que otra empresa es quien entrega los residuos de poda y se chipean en el mismo ecoparque. **Cada semana se valorizan 3 toneladas de residuos y el abono generado es para el autoconsumo en el vivero, invernadero y huerto. El proceso es abierto y directo al suelo, en el compostaje se maneja 6 pilas de 8 m de largo, 3 m de ancho y 1,5 m de alto, mientras en la lombricultura se dispone de 10 camas de 7 m de largo, 1,5 m de ancho y 1 m de alto** (F. Fernández, comunicación personal, 21 de agosto de 2019).

A futuro se iniciará una próxima etapa para tratar 8 toneladas de residuos semanalmente dentro de 2 hectáreas disponibles. Para esto es necesario del apoyo e interés de los visitantes (vecinos, colegios, universidades, organizaciones) y capacitaciones en barrios (F. Fernández, comunicación personal, 21 de agosto de 2019).



Imagen 25_ Sector camas de compostaje (Elaboración Propia)



Imagen 26_ Plano de ubicación Ecoparque Peñalolén (Elaboración Propia)

_Sector educativo ambiental del parque





Imagen 28_ Calendario de alimentación de lombrices californiana y atrás camas de lombricultura (Elaboración Propia)

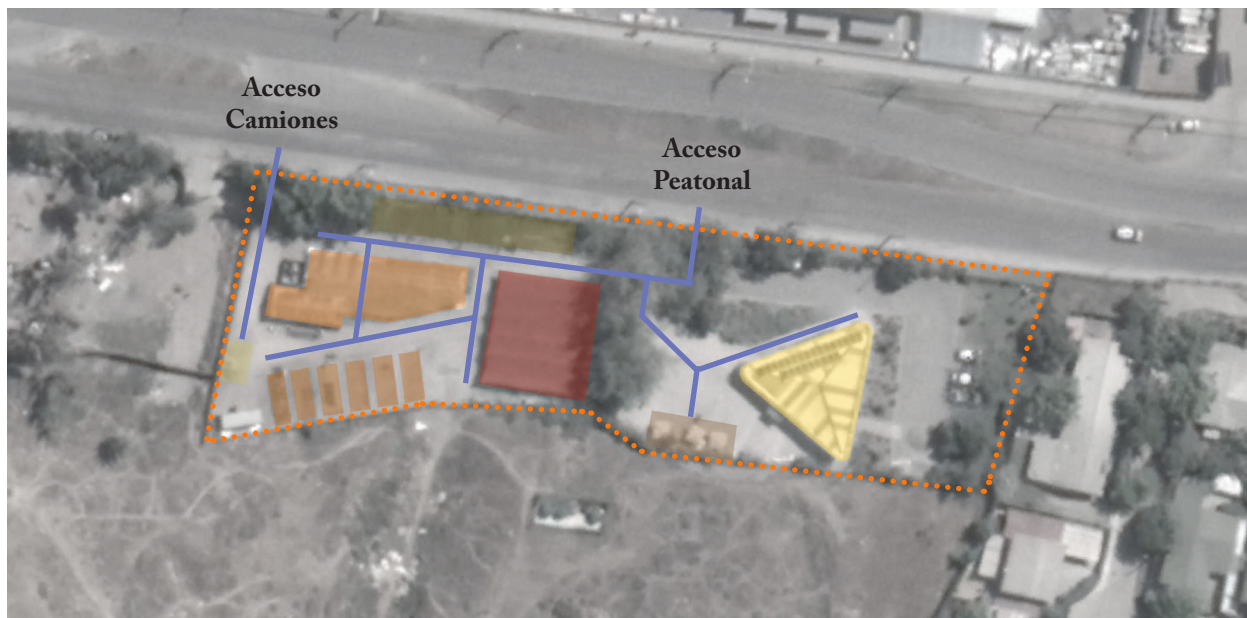


Imagen 29_ Camas de compostaje (Elaboración Propia)

Imagen 27_ Plano de distribución programática Ecoparque Peñalolén (Elaboración Propia)

- _Deslinde de sector educativo
- _Sendas
- _Área administración
- _Área de descarga de residuos
- _Área de compostaje
- _Área de lombricultura
- _Invernadero y vivero
- _Huerto
- _Biodigestor y biodiesel



~ Parque Santiago Amengual ~

El parque se inauguró a principios del año 2019 proponiendo **10 hectáreas de áreas verdes para el esparcimiento y recreación de los habitantes de Pudahuel y sus cercanías. Se ubica en una zona altamente residencial y céntrica de la comuna.**

El área verde posee un diseño lineal que consideró tres franjas programáticas: una franja contemplativa dedicado al paseo, miradores y equipamiento comunitario, una franja intermedia con características medioambientales desarrollando un paseo educativo, áreas de estar, vivero y jardines temáticos y por último una franja de recreación activa con juegos de arena, áreas de recreación multipropósito y equipamiento deportivo.

El sector de compostaje y vivero se ubica en el extremo poniente del parque con un cierre perimetral que lo divide de las otras actividades. Tiene una extensión de 1.500 m² en total, dividido entre 150 m² de vivero, 370 m² para compostaje y 90 m² para una futura actividad de lombricultura.

En mayo del presente año se inició el proceso de compostaje con los residuos vegetales de la feria aledaña (calle Corona Sueca) y los residuos de poda del mismo parque. Los días miércoles y sábados al finalizar la feria se entregan contenedores de basura a los comerciantes para recolectar sus residuos y posteriormente trasladarlos hasta la zona de compostaje. **El proceso de compostaje es de tipo abierto y directo al suelo y cada cama posee las dimensiones de 1,5 m de ancho por 3 m de largo** (V. Salinas, comunicación personal, 08 de mayo de 2019).

Para que la actividad se realizara correctamente se requirió concientizar a los feriantes con talleres de capacitación al gremio con una duración de dos meses anterior a la puesta en marcha del proyecto piloto.



Imagen 30_ Vista de sector de compostaje y al fondo el vivero del parque (Elaboración Propia)



Imagen 31_ Plano de ubicación Parque Santiago Amengual (Elaboración Propia)

_Feria, fuente de residuos orgánicos

_Administración, compostaje y vivero del parque





Imagen 33_ Cama de compostaje y a la derecha malla de tamizado (Elaboración Propia)

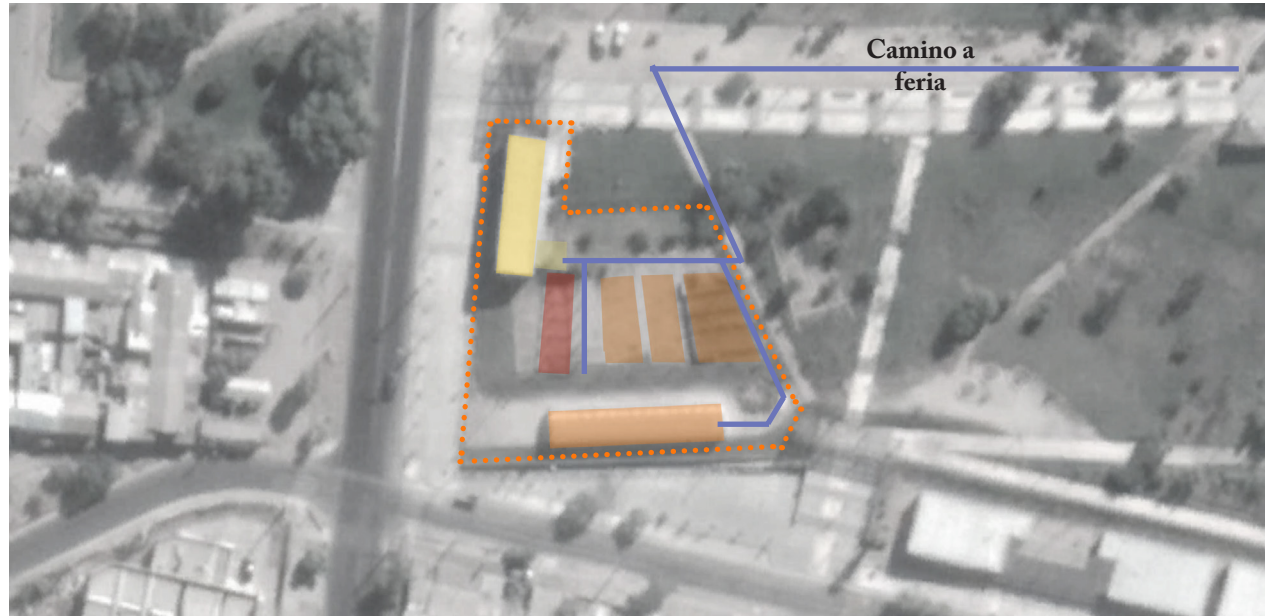


Imagen 32_ Plano de distribución programática Parque Santiago Amengual (Elaboración Propia)



_Deslínede sector administración, compostaje y vivero



_Sendas



_Área administración



_Área de acopio de residuos



_Área de compostaje



_Área de lombricultura (futuro)



_Invernadero



Imagen 34_ Invernadero (Elaboración Propia)

Discusión y conclusiones

Dentro del estudio realizado al tema acotado de compostaje y lombricultura en parques en base a un método de educación ambiental y reciclaje en el marco de la crisis medioambiental se llegó a observar las siguientes afirmaciones como resoluciones para fundamentar el proyecto de título a desarrollar:

a. Aporte local para solucionar una problemática global: la escala local ha sido fundamental para mitigar los efectos de la actividad humana sobre la tierra. Dado a que en el caso del reciclaje de residuos el transporte es menor, la salud ambiental en el entorno cercano mejora sin crear zonas de sacrificios mayores en otros sectores, hay posibilidades de trabajo y desarrollo económico local, entre otras variables.

b. Los parques como principal atractivo para incentivar a la sociedad hacia una cultura sustentable: los parques son grandes zonas de esparcimiento, educación interactiva, investigación y de conservación de la biodiversidad. La masiva visita a estas áreas verdes en Santiago genera un espacio colectivo para realizar múltiples actividades y conceder una mayor conexión e intercambio con los procesos naturales, en este caso, la degradación de la materia para dar vida.

c. El compostaje como parte de la solución a la mantención de áreas verdes: la mantención de parques es uno de los principales problemas a la hora de gestionar un proyecto de áreas verdes en el tiempo. Parte de la solución es implementar programas de compostaje y lombricultura, actividades de bajo costo y beneficiosas para la nutrición del suelo y las plantas, lo que lo hace compatible con los requerimientos que necesitan los parques. También se ha descubierto que el compost y humus posee beneficios

importantes para contrarrestar la desertificación y erosión en terrenos degradados.

d. Falta de unión entre el reciclaje de residuos orgánicos y la vida de parque: actualmente no existe un real vínculo entre el proceso productivo y las áreas verdes, es decir, en muchos lugares estas actividades se presentan como un programa aparte del área verde de parques. No hay una simbiosis entre programas y se convierte en un engranaje no resuelto aún en el diseño y que podría ser potenciado con los llamados “parques temáticos”.

e. “Fachada ecológica” v/s ecología: según la función y lo que quiere ser o aparentar ser un proyecto pueden sólo presentar una imagen ecológica para transmitir una idea al público o establecer una propuesta funcionalmente ecológica desde el que hacer productivo y demostrativo de los procesos de compostaje y lombricultura. Todo dependerá del carácter que le den a la propuesta y su diseño.

f. Colaboración de todos: el reciclaje es una responsabilidad desde el productor hasta el consumidor y este valor es puesto en vista en las nuevas políticas nacionales como lo son la Ley REP. Así mismo, la masificación de estas prácticas llega a diversos sectores para replicarse como por ejemplo en junta de vecinos, organizaciones, universidades y otros más.

g. El rol de la universidad como apoyo a la práctica: algunas universidades apoyan proyectos municipales en parques desde el conocimiento científico y apoyo laboral para realizar compostaje y lombricultura, esto va desde el estudio del proceso biológico hasta para capacitar a la comunidad y organizaciones.

h. Fomento al reciclaje: las políticas nacionales apuntan en mayor medida al reciclaje desde algunos años atrás, proponiendo metas más altas para reducir las emisiones GEI. Proyectos piloto como el Programa Reciclo Orgánicos apoya principalmente a municipalidades, por lo que se podrían realizar alianzas en conjunto de los

sectores público y privado.

Los residuos orgánicos es la fracción de mayor peso en el porcentaje total de los residuos sólidos domiciliarios y no se aprovecha, según el MMA (2019) sólo se composta el 1% de los residuos orgánicos. A pesar de ser un proceso más simplificado que el reciclaje de plásticos y otros materiales es ilógico que sea uno de los residuos que se recicla en menor porcentaje.

El proyecto de título apela a éstas anteriores afirmaciones sobre la base del cambio climático y el efecto del ser humano en ella, creando conciencia desde la utilización de recursos locales, difusión del reciclaje, investigación y avance en materia de residuos y protección de la biodiversidad. La Universidad de Chile con el Plan Maestro Parque Laguna Carén puede llegar a proporcionar esta visión de sustentabilidad a largo plazo y para todos los interesados en el tema del reciclaje.



Capítulo II
El Lugar

Historia, antecedentes y evolución del lugar

~ Un lugar de paso y contemplación: Las Puertas Vegetales de Santiago ~

Tanto en la poesía del paisaje de antaño y de hoy numerosos viajeros que pasan por Pudahuel en el trayecto Valparaíso-Santiago y han retratado sus *"campo y sembradíos; los montes y la cordillera; los ríos y los riachuelos; una abundancia de la naturaleza que no los dejó indiferentes"* (Ilustre Municipalidad de Pudahuel, 2007).

"...Pasamos otro cerro más empinado que el anterior, se llama la cuesta de Prado y fuimos a alojar a la bajada de la espalda a la orilla del riachuelo de Pudahuel. Durante dos días no vimos casi tierras trabajadas, todos los campos estaban desiertos, solo se veían cubiertos de ciertos árboles espinosos que hacen muy incómodo el camino (...) llegamos en la mañana a Santiago que sólo está a cuatro leguas de Pudahuel." - Amadée Frazer, 1712.

"En la cuesta de Prado hay no menos de cincuenta y seis vueltas (...) Al llegar a la cumbre se ofrece de repente al viajero una de las vistas más maravillosas que probablemente haya en el mundo. La llanura bien cultivada de Santiago aparece a sus pies, cubierta de arboledas y regadas por los ríos Mapocho, Maipo y otros riachuelos que bajan de la montaña (...)" (Vowell: 1923: 177) - Richard Longeville Vowell, viaje entre 1821 - 1829 de oficial de la marina inglesa al servicio de Chile.

"Contemplado desde este alto mirador, se asemejaba a un jardín verdeante, pues la población más densa ha obligado a introducir cultivos más cuidadosos de la tierra, y dos caudalosos ríos, repartidos sobre todo el territorio por un enjambre de canales, lo han hecho posible y rentable. Los campos están divididos por álamos italianos en potreros casi iguales, y la cantidad de viviendas dispersas en el llano, que tienen un aspecto más agradable que todas las conocidas anteriormente, es infinita, e interrumpen su uniformidad, está cubierto de sementeras de maíz y trigo y de viñedos..." (Poepping: 1960: 181) - Eduard Poeppig entre 1826 - 1829.



Imagen 35_ Arriba: vista panorámica desde la Cuesta Lo Prado. A la izquierda: Vista de Pudahuel registrada por María Graham en su viaje a Chile en 1822. (Ambos Archivo fotográfico Universidad de Chile) A la derecha: Pie de la Cuesta Lo Prado. (Diario de mi Residencia en Chile, María Graham, 1822).

~ Antecedentes del Parque Científico y Tecnológico Laguna Carén ~

El predio de 1.033 hectáreas conocido como Laguna Carén hasta el año 1978 se encontraba en dominio de la Corporación de la Reforma Agraria (CORA), entidad que transfirió ese año el predio a la Dirección General de Deportes y Recreación (DIGEDER), para que después en 1994 el Estado donara gratuitamente el terreno a la Universidad de Chile.

Desde 1994 el terreno por normativa se encuentra **nombrado bajo Parque Metropolitano por parte del Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS)**. Sin embargo, a partir de 2004 con la publicación de la **Ley 19.939 se observa un conflicto en la caducidad de la afectación como área verde**, ya que pertenece a la zona rural.

Bajo este contexto, en la actualidad se aclara por normativa e informes de evaluación de parte de entidades del gobierno (Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental) que:

Para uso de suelo y coeficiente de ocupación se aplica **D.S. N°66 de V y U que permite usos de suelo distintos a los de áreas verdes con compensación en terrenos equivalentes a cuatro veces la superficie ocupada por las edificaciones. Autorizándose la construcción de edificios de uso público o con destinos complementarios al área verde en una superficie que no supere el 20% (206,6 hectáreas) del total del predio**. Mientras que el uso habitacional dentro del predio no está permitido (SEIA, 2003).

En los 25 años, desde la obtención de Laguna Carén como parte de la Universidad de Chile **se han trazado varios planes maestros, sin embargo, no se han llegado a materializar por diversos factores normativos, técnicos-urbanísticos, económicos, políticos, entre otros**. Pero principalmente dado a la larga gestión de organizaciones y resoluciones de los diferentes actores



que cooperan, examinan, coordinan e inspeccionan el avance del megaproyecto.

Imagen 36_ Vista aérea Laguna Carén (©GuyWenbome, 2014)

El actual Plan Maestro Parque Laguna Carén se desarrolla dentro del concepto de *transdisciplinarietà*, pretendiendo no sólo poseer dependencias de la misma universidad, sino ser un plan en conjunto con otras organizaciones del Estado, instituciones, empresas y universidades buscando una alianza pública/privada a nivel nacional. Se consolidarán **espacios que promuevan el conocimiento, innovación y avance tecnológico, al mismo tiempo, generar un vínculo con la comunidad y compromiso medioambiental**.

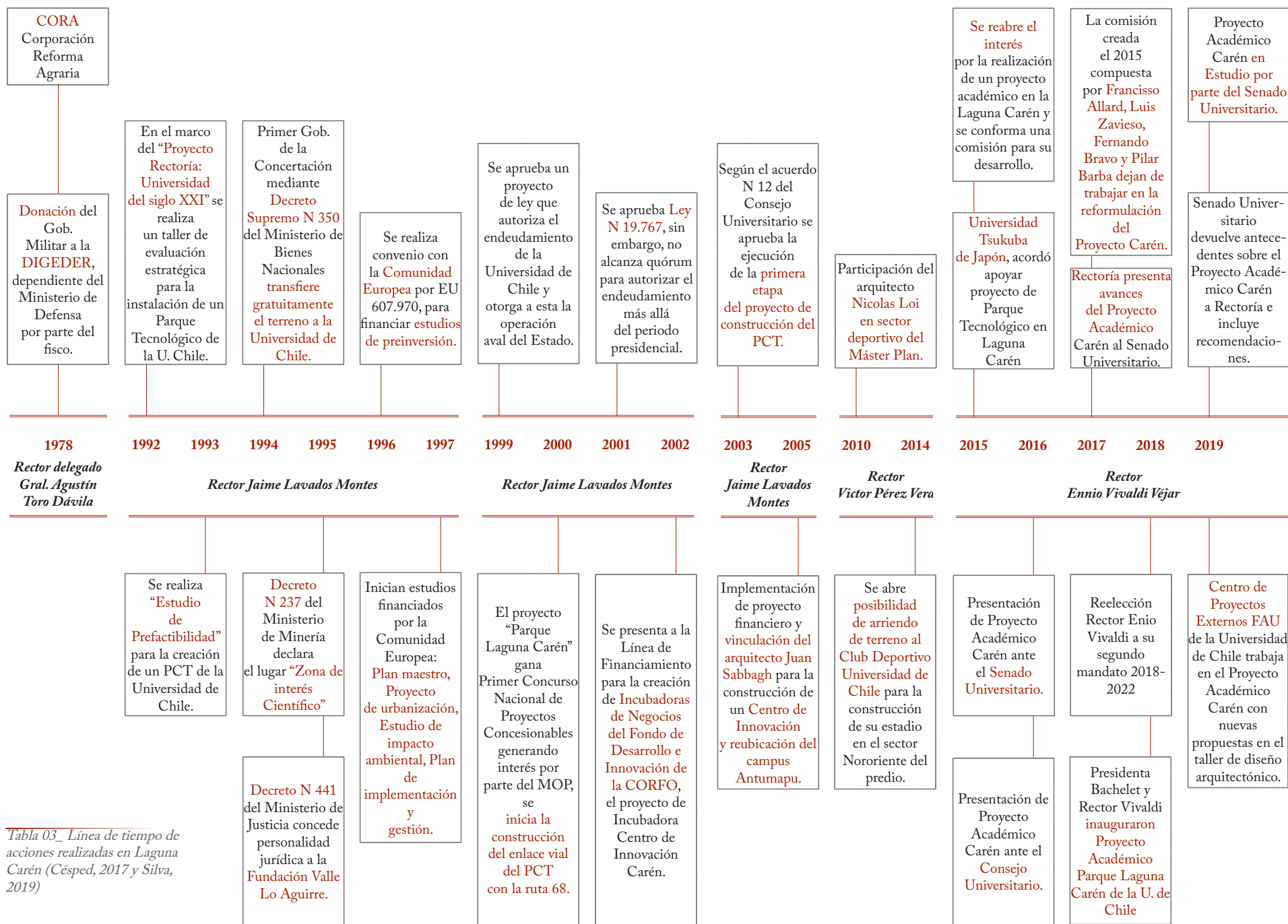


Tabla 03. Línea de tiempo de acciones realizadas en Laguna Carén (Céspedes, 2017 y Silva, 2019)

~ Evolución de los Planes Maestros en el tiempo ~

_Seccional 97'-98'

Con la finalidad de gestionar y administrar el futuro proyecto **se crea Fundación Valle Lo Aguirre en 1995** y se formula el Plan Maestro en conjunto con entidades académicas internacionales. Fruto del trabajo realizado por el arquitecto Marcial Echeñique, MECSA y la empresa Design Workshop, **en 1998 se trazó un Plan Maestro que consideraba tres polos de desarrollo:**

1. Parque Tecnológico: sector para empresas en base a la tecnología, institutos de investigación, oficinas de profesionales e incubadoras de empresas.
2. Parque Universitario: sector que concentrará las unidades académicas y de investigación de la universidad y otras universidades, además de residencia universitaria.
3. Parque Público: áreas verdes con actividades recreativas, deportivas, culturales.



Imagen 37_ Seccional 97'-98' (Extraído de Céspedes, 2017)

_Anteproyecto 2002

En el año 2002 se mejora y actualiza el Seccional 97'-98' convocando a la oficina de Sabbagh Arquitectos para la **creación de un Centro de Innovación (edificio fundacional del Parque Científico) y la incorporación de un proyecto del Campus de Ciencias Forestales y Agronómicas de la Universidad de Chile.**

En el año 2008 se construye los primeros tramos viales (dos rotondas y un área de recepción para los primeros loteos equipado con instalaciones eléctricas y sanitarias). Después de un tiempo **el proyecto se congeló** por un sumario de utilización de recursos financieros.

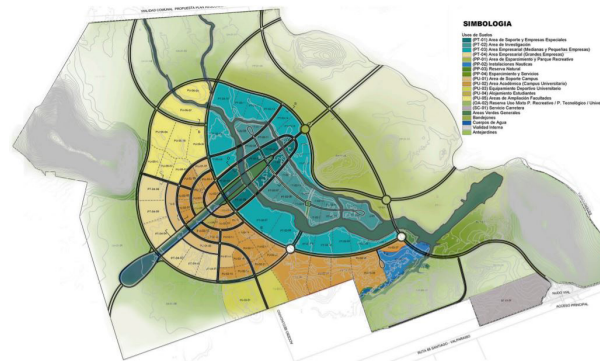


Imagen 38_ Seccional 2002 (Extraído de Céspedes, 2017)

_Seccional 2015

En 2014 el Rector Ennio Vivaldi dio prioridad al **Máster Plan Laguna Carén** y quiso dar una solución a los problemas con el antiguo Plan Maestro. Para esto, se convoca a reunión con los mayores encargados de la Universidad de Chile del área de investigación y desarrollo docente, con el fin de sintetizar y formalizar las directrices del proyecto a las necesidades actuales nacionales. El nuevo proyecto fue liderado por el equipo de Pilar Barba (Directora de Servicios e Infraestructura) y el arquitecto-urbanista Francisco Allard. El equipo a cargo tomaba dos temas para el desarrollo: **la falta de convergencia por fragmentación de los campus en Santiago y la incorporación de una visión más sustentable** entre las personas y el sistema ecológico del entorno. En el seccional **se disminuye el área de intervención a 500 hectáreas** concentrando las edificaciones en un área cercana a la ruta 68 y la laguna, para que el resto sea destinado a la conservación del ecosistema del parque.

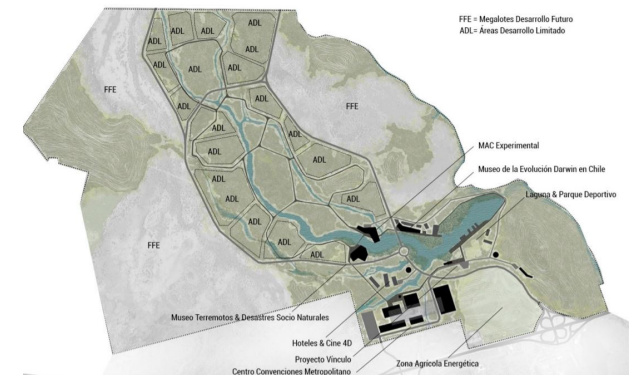


Imagen 39_ Seccional 2015 (Extraído de Céspedes, 2017)

Anteproyecto 2017

Es el último Plan Maestro realizado por la oficina Allard Partners, en este nuevo proyecto (en comparación con el anterior) **se integra el valor del ecosistema como primera prioridad dentro del total desarrollado.** El proyecto se conforma por tres macrozonas: a. Parque público (zona suroriente, entre Ruta 68 - Cerro Amapola - Laguna Carén), b. Parque científico-tecnológico (sector sur cercano a la Ruta 68) y c. Anillo de preservación ecológica y área de actividades agronómicas y reforestación (sector norte)

En el diseño territorial se enaltece la formación de una elipse de conservación ecológica del paisaje existente, que es resguardada del exterior por una línea de transición y amortiguación a las acciones antropológicas directas, definido como *ecotono* (donde los componentes geográficos entran en tensión). Esta elipse se percibe desde cualquier visión aérea con la finalidad de representar el rol y compromiso en innovación y cuidado del medioambiente.

En la propuesta **algunas edificaciones carecen de proporciones reales, por lo que, si bien existe un Plan Maestro, cada sector y edificio aún no se encuentra detallado en diseño.**

En el año 2019 el Plan Maestro fue trabajado por el equipo de Centro de Proyectos Externos de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Chile y un taller de arquitectura de pregrado para generar nuevas propuestas.

Entre los avances materializados (a pesar de los constantes cambios en el Plan Maestro) se encuentra la pavimentación de parte de la vialidad principal de acceso, área de recepción de la primera etapa y reforestación en curso del cerro Amapola (H. Maestre, comunicación personal, 07 de junio de 2019 y L. Zaviezo, comunicación personal, 02 de agosto de 2019).

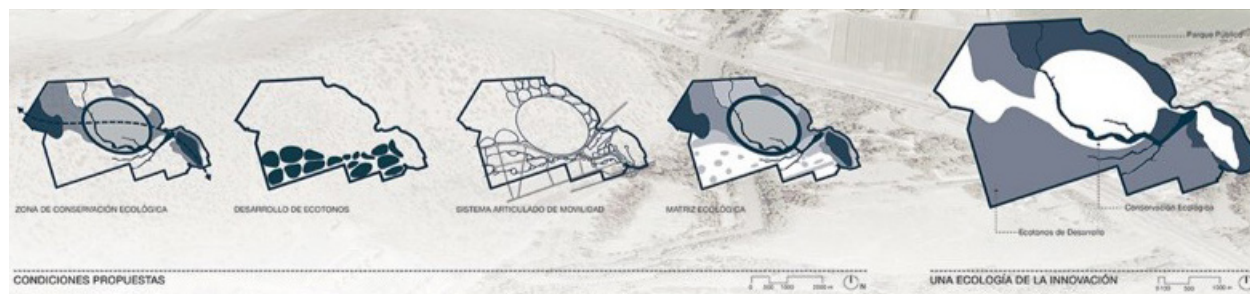


Imagen 40_ Plan Maestro Parque Científico y Tecnológico Laguna Carén (Allard Partners, obtenido de Centro de Proyectos Externos FAU, Universidad de Chile)



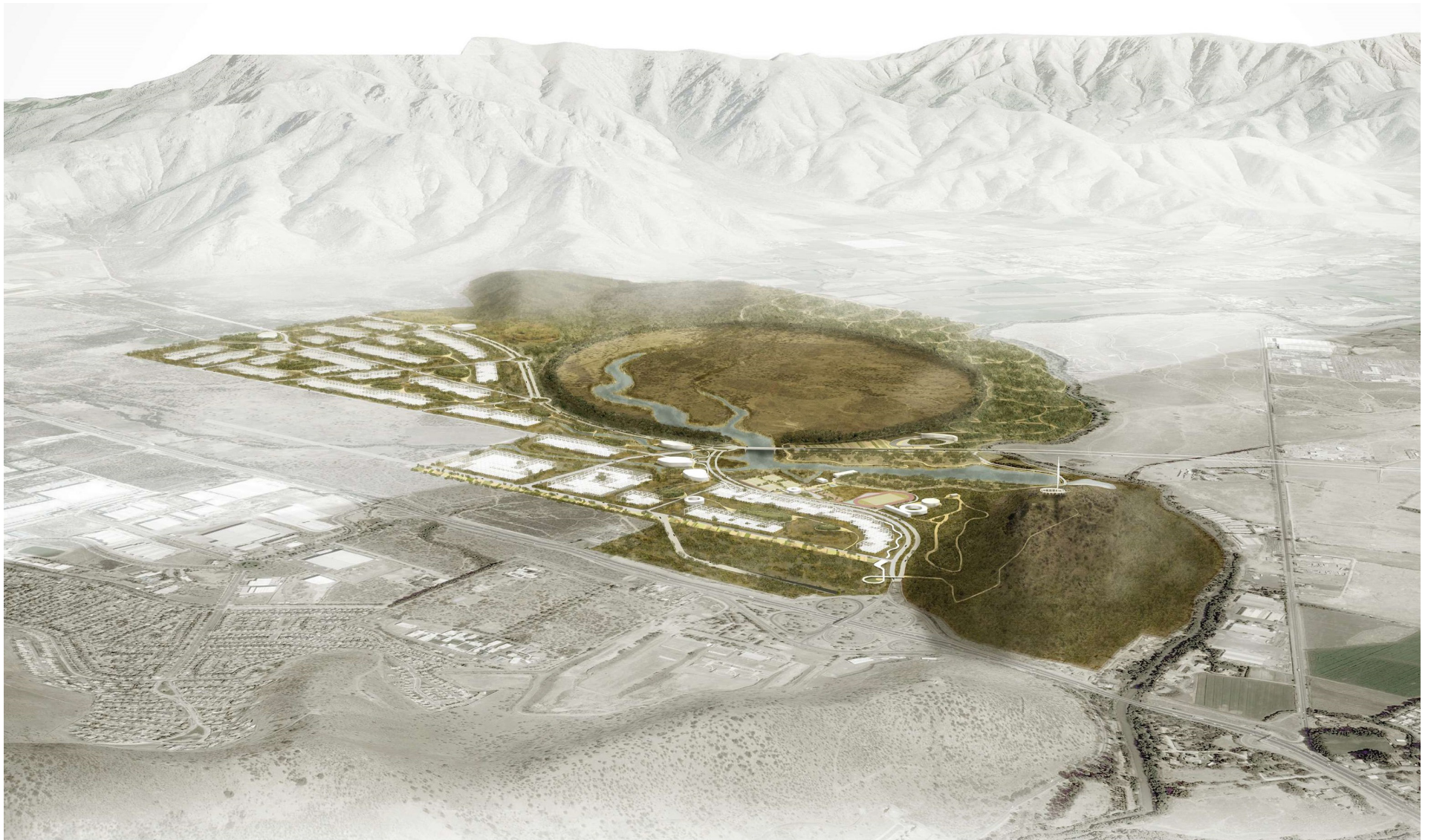


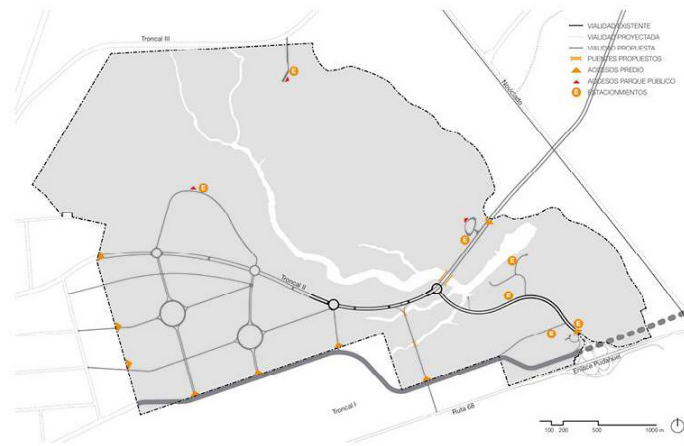
Imagen 41_ Plan Maestro Parque Científico y Tecnológico Laguna Carén (Allard Partners) Fuente: www.landscape.coac.net/plan-maestro-parque-laguna-caren-una-ecologia-para-la-innovacion

ACTIVIDADES : PROGRAMACIÓN

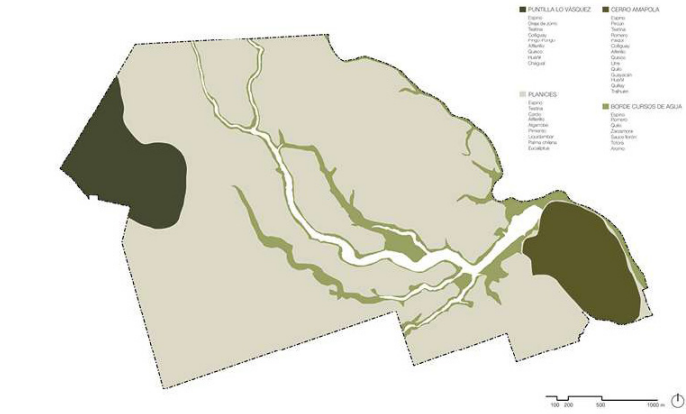


Imagen 42_ Programa Plan Maestro Parque Científico y Tecnológico Laguna Carén (Allard Partners) Fuente: www.landscape.coac.net/plan-maestro-parque-laguna-caren-una-ecologia-para-la-innovacion

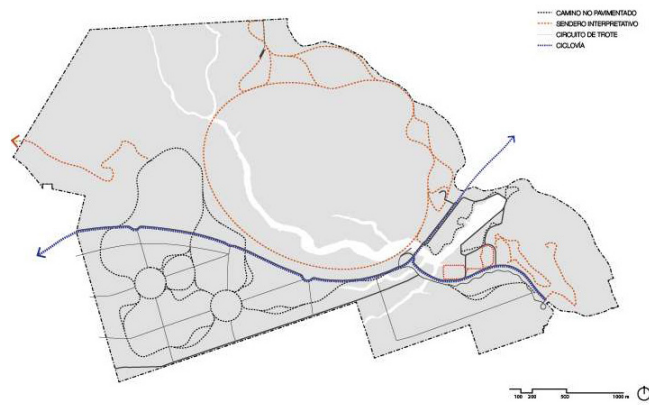




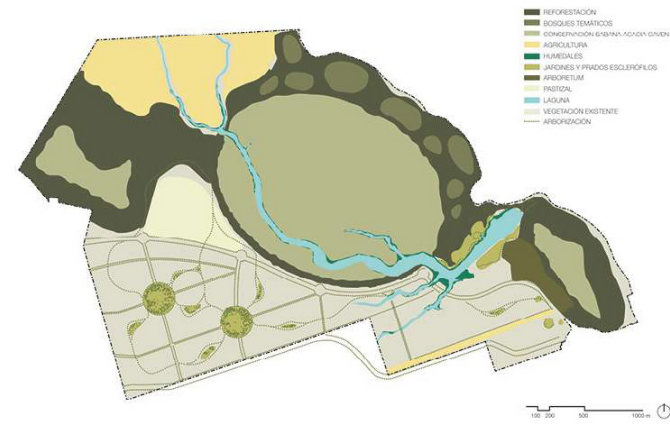
_ red vehicular



_ mapa distribución Flora



_ red peatonal



_ matriz ecológica

Imagen 43_ Plan Maestro Parque Científico y Tecnológico Laguna Carén (Allard Partners) Fuente: www.landscape.coac.net/plan-maestro-parque-laguna-caren-una-ecologia-para-la-innovacion



Imagen 44. Propuesta Corredor Verde Intercomunal Santiago
 Puente de Encuentro Ciudadano (Centro de Proyectos
 Externos FAU, Universidad de Chile)



Contexto: Las distintas escalas de desarrollo e interacción

~ Macro Escala: País y Región Metropolitana ~

El Parque Laguna Carén hoy en día posee una importancia funcional de carácter deportivo, recreativo y ecológico, con una presencia a nivel regional. Su figura y nivel de influencia se verá afectada por el proyecto Parque Científico y Tecnológico desarrollado por la Universidad de Chile en conjunto a colaboradores, teniendo un alcance mayor en una interacción transnacional, regional y local. El proyecto busca actuar desde la transferencia de conocimiento, resolución de problemáticas, síntesis de condiciones nacionales e internacionales y el acoger a los diversos sectores público/privado en un intercambio colectivo de las áreas científica, tecnológica y ecológica.

El predio es parte del sector poniente de la capital dentro del territorio de Pudahuel Rural, su corta distancia al centro de Santiago y del Aeropuerto Internacional Arturo Merino Benítez, junto al rápido acceso a las principales autopistas de la región Metropolitana (Ruta 68, Costanera Norte y Américo Vespucio) crean un lugar con alta conectividad y accesibilidad. A esto se le suma que en un futuro se construirá nuevas vialidades metropolitanas: Anillo Radial y Troncal Ruta 68 Norte y Sur, ambas nuevas vías relacionadas a autopistas. Además, la extensión de Avenida San Pablo llamada Nueva San Pablo que conectaría Américo Vespucio con el futuro proyecto habitacional Las Praderas pasando por el interior del predio Laguna Carén.

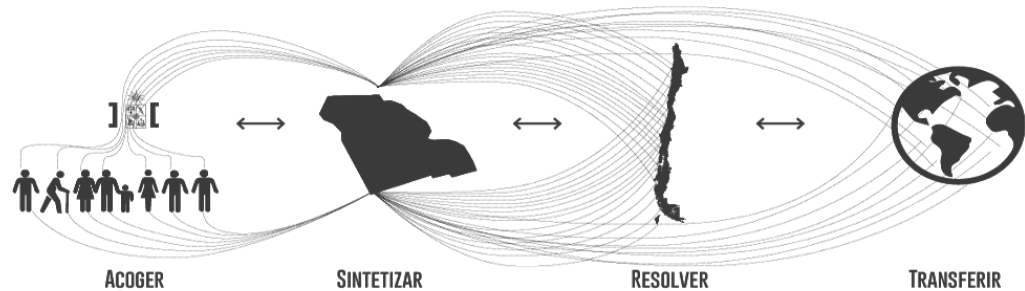
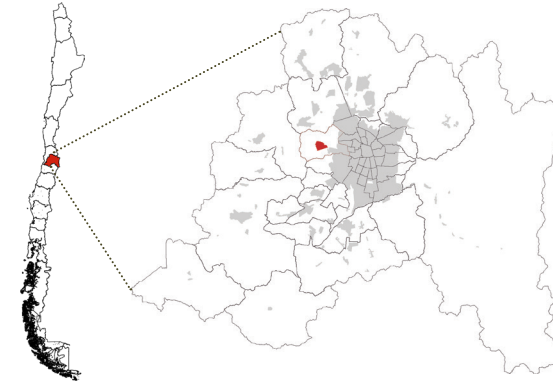


Imagen 45_ Arriba, ubicación Laguna Carén en Chile y abajo, aproximación propuesta Laguna Carén (Elaboración propia; Universidad de Chile, 2018)



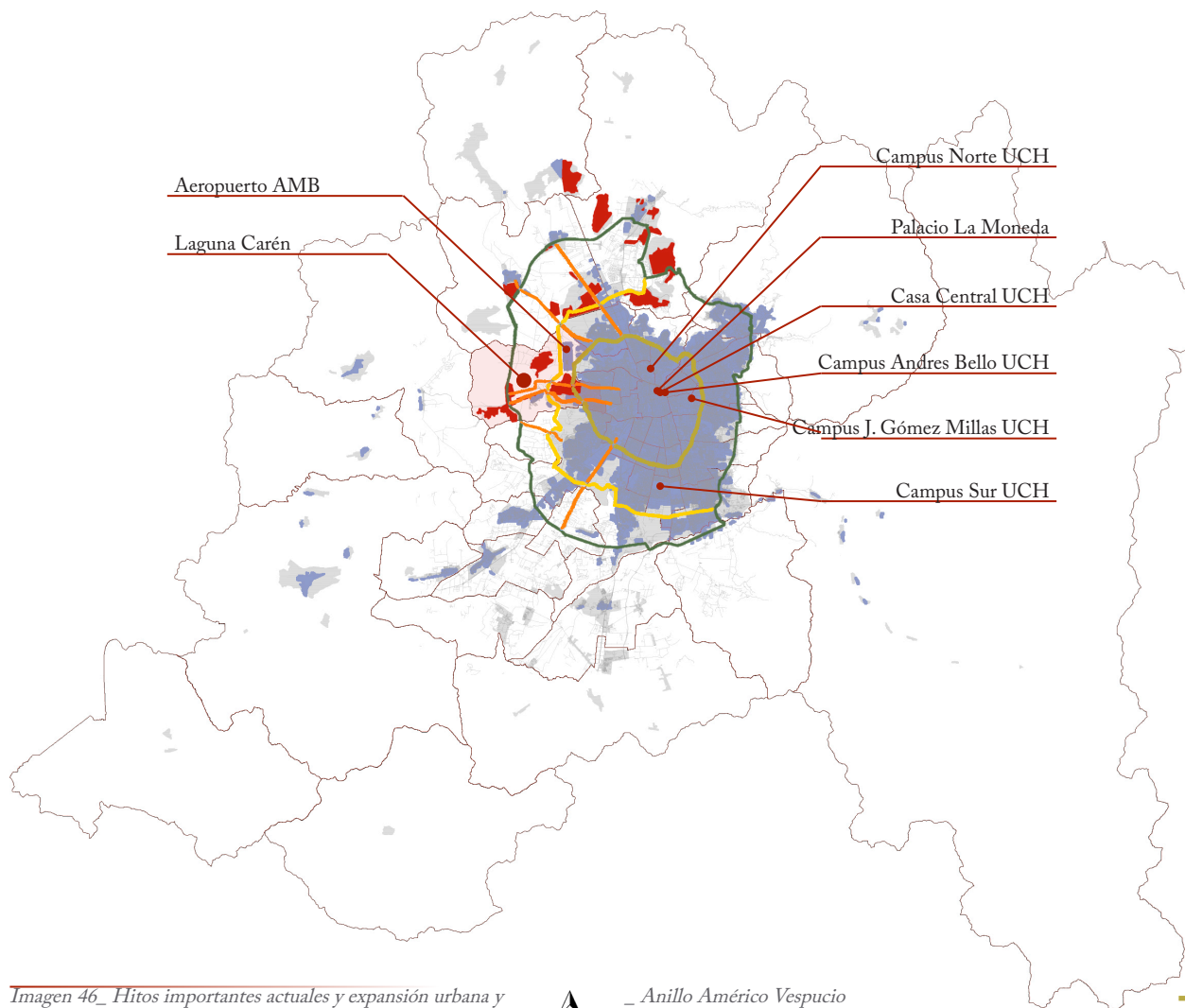


Imagen 46_ Hitos importantes actuales y expansión urbana y futura vialidad (Elaboración Propia en base a Revista Planeo N°7, Políticas e Instrumentos, Agosto 2012 y El Mercurio, 2008)

_ Zonas Urbanizadas

_ Expansión ZODUC y PDUC, PRMS 100

_ Áreas Pobladas



_ Anillo Américo Vesputio

_ Anillo Poniente

_ Anillo Orbital



_ Radiales (Radial FF.CC., Ruta G-16, Troncal R-68, Camino Rinconada y Camino Lonquén)

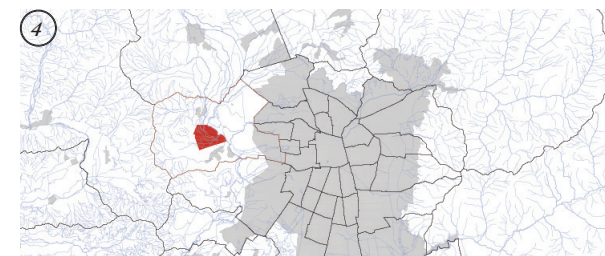
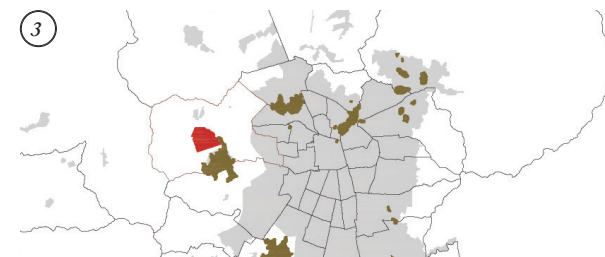
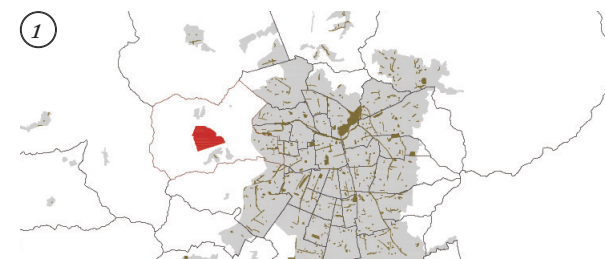


Imagen 47_ Mapas varios: 1. Áreas verdes consolidadas / 2. Áreas verdes PRMS / 3. Cerros isla / 4. Red Hídrica (IDE MINVU, s.f.; Red CEDEUS, s.f.; Santiago Cerros Isla, s.f.)



~ Media Escala: Relación Comunal e Intercomunal ~

Pudahuel Rural dentro del contexto de expansión Metropolitana ZODUC y PDUC es una de las comunas que más se verá afectada con el desarrollo de megaproyectos habitacionales: Las Praderas (19.692 viviendas, 120.000 habitantes) y Urbanya (17.625 viviendas, 70.500 habitantes). Desde el punto de vista social **Laguna Carén llegaría a ser un nuevo atractivo de parque para toda la gran masa de habitantes que residiría en comunas de la periferia de Santiago, llegando incluso a ser conocido como El San Cristóbal del Poniente** por sus dimensiones, actividades y capacidad de usuarios.

La **mixtura de actividades residenciales, agropecuario, empresarial, industrial, logístico y aeroportuario** de sus alrededores representa una realidad presente y futura que puede ser potenciado y explorado por Laguna Carén, sobre todo por estar en una ubicación bastante céntrica a las áreas de desarrollo de Pudahuel y sus alrededores.

En los últimos meses, CPE FAU de la Universidad de Chile presentó una propuesta de **Corredor Verde Intercomunal, que conectará el Metro Pajaritos (Línea 1 del Metro de Santiago) con Laguna Carén a través de un eje de áreas verdes con equipamiento** (museos, cultura, auditorio, zona de juegos, entre otros). El plan crea mayor conectividad y accesibilidad hacia la propuesta principal al incorporar un recorrido peatonal por bandejones y espacios adyacentes a los 10 Km de Ruta 68 hasta llegar a Laguna Carén. Esta propuesta es una oportunidad que otorga y garantiza cobertura en los diversos tipos traslado hasta el predio, ya que hoy en día sólo se llega a través de tres recorridos de Transantiago y vehículo particular, situación que se verá posiblemente modificada con la integración de otras líneas de transporte hacia los proyectos habitacionales y de parque.

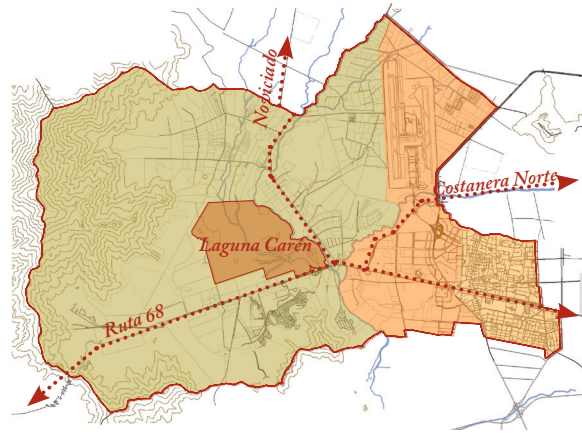


Imagen 48_ Imagen Objetivo del Plan Regulador Comunal de Pudahuel. (Elaboración Propia en base a PRC Ilustre Municipalidad de Pudahuel, 2018)

- _Predio Laguna Carén
- _Sector Residencial
- _Sector Empresarial, Logístico y Aeroportuario
- _Sector Mixto, con predominancia de espacios naturales y desarrollo de actividad residencial, industrial y equipamiento

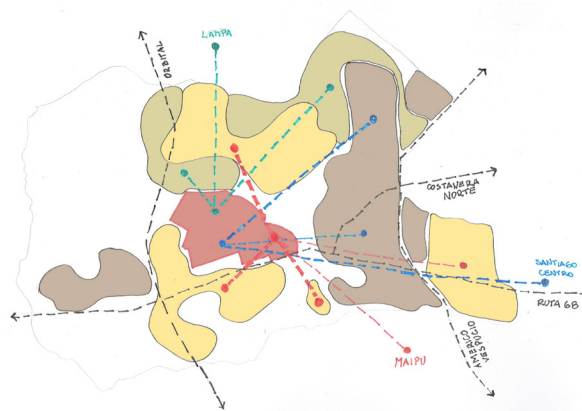


Imagen 49_ Valor de Laguna Carén. (Elaboración Propia)

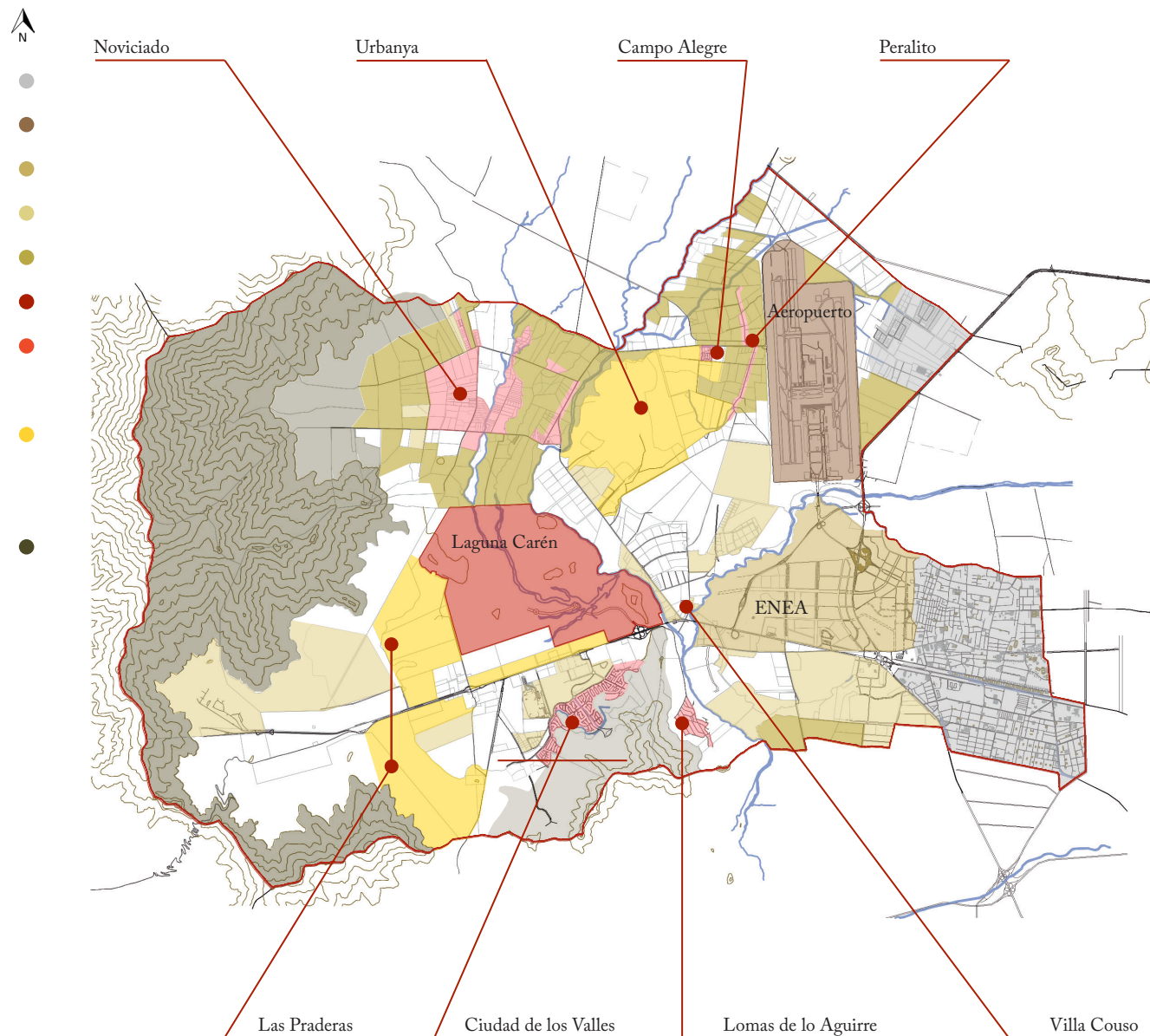
- _Importancia Conectividad
- _Importancia Internacional y Empresarial
- _Importancia Agropecuaria
- _Importancia Residencial y Lugar de Recreación Central
- _Laguna Carén



Imagen 50_ Pudahuel actual y desarrollo futuro (Elaboración Propia)

- _Área Urbana de Pudahuel (Principalmente áreas residenciales)* ●
- _Aeropuerto Internacional* ●
- _ENEA (Ciudad Empresarial)* ●
- _Industrias y Bodegas* ●
- _Actividades Agropecuarias* ●
- _Laguna Carén* ●
- _Localidades Residenciales Rurales Actuales (Ciudad de Los Valles, Lomas de Lo Aguirre, Izarra de lo Aguirre, Villa Couso, Noviciado, Campo Alegre y Peralito)* ●
- _Localidades Residenciales Futuras (Urbanya con 700 ha, 17.625 viviendas y 70.500 habitantes, Las Praderas con 780 ha, 19.692 viviendas y 120.000 habitantes y ENEA Nueva Etapa con 6.983 viviendas y 30.000 habitantes)* ●
- _Áreas de Preservación Ecológica, Área Protección Ecológica con Desarrollo Controlado y Área de Rehabilitación Ecológica* ●

*Población total de comunas más beneficiadas con proyecto Laguna Carén: Pudahuel 233.252 habitantes, Maipú 549.788 habitantes, Lo Prado 112.879 habitantes, Cerro Navia 158.299 habitantes y Estación Central 144.982 habitantes. Población total Región Metropolitana 7.314.176 habitantes. (INE, 2015).



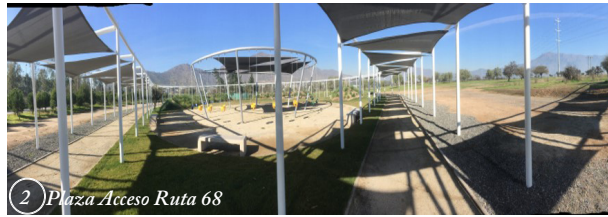


Imagen 51_ Plan Maestro Laguna Carén: Lo construido e intervenciones (Fuente imágenes: 1 y 2 fuente Universidad de Chile, 2018; 3 fuente web www.onsitechile.cl/; 4 fuente web www.youtube.com/user/uchile/about; y 5 fuente web www.latercera.com)

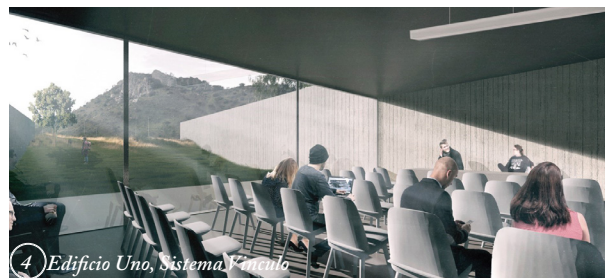


Imagen 52_ Plan Maestro Laguna Carén: El imaginario (Fuente imágenes: 1 y 2 Allard Partners, fuente web <https://landscape.coac.net/>; 3 y 4 fuente Universidad de Chile, 2018)



Imagen 53_ Pudahuel Rural: El Entorno (Fuente imágenes: 1 fuente elaboración propia; 2 fuente Alarcón & Ubilla, 2018; 3 fuente PLADECO, 2016-2019; 4 fuente google earth ©2020Google y 5 fuente web www.geositiosantiago.wordpress.com)

Micro Escala: Impregnando la identidad del lugar

~ Geografía e hidrografía ~

El predio **Laguna Carén** es rodeada por el cordón montañoso de la Cordillera de la Costa en el lado poniente y sur, en el lado oriente limita con el Estero Colina y al norte por planicies y suaves lomajes de predios agrícolas y zonas pobladas de carácter rural. En su interior se crea una gran planicie que colinda en su proximidad con el cerro Amapola al suroriente y el cerro Lo Vásquez al norponiente, característica con el cual se tiene una alta visibilidad de los elementos del paisaje tanto próximos como lejanos.

Laguna Carén es el gran cuerpo de agua de 10 hectáreas de superficie con una profundidad de 8 metros (EduRed, s.f.). Se crea a partir del Estero Carén que trae los cauces que bajan en dirección norte-sur de las subcuencas de Lipangue y Noviciado y de la subcuenca de Lo Aguirre desde el poniente. Estas aguas son contenidas artificialmente para formar la laguna desde una salida controlada hacia el estero Colina. Mientras tanto, el Estero Colina con una dirección norte-sur reúne las aguas de las subcuencas de Lampa, Colina y Las Cruces, para posteriormente unirse al río Mapocho.

Dado al PRMS 1994, Pudahuel en su mayoría está catalogada como zona inundable, al ser la parte baja del valle y colindar con los cerros y quebradas de la Cordillera de la Costa. Sin embargo, frente a esta situación se han considerado realizar estudios específicos en los terrenos, ya que existen zonas no inundables bajo los estudios hidrológicos y de drenaje correspondientes (Zuleta,2000).

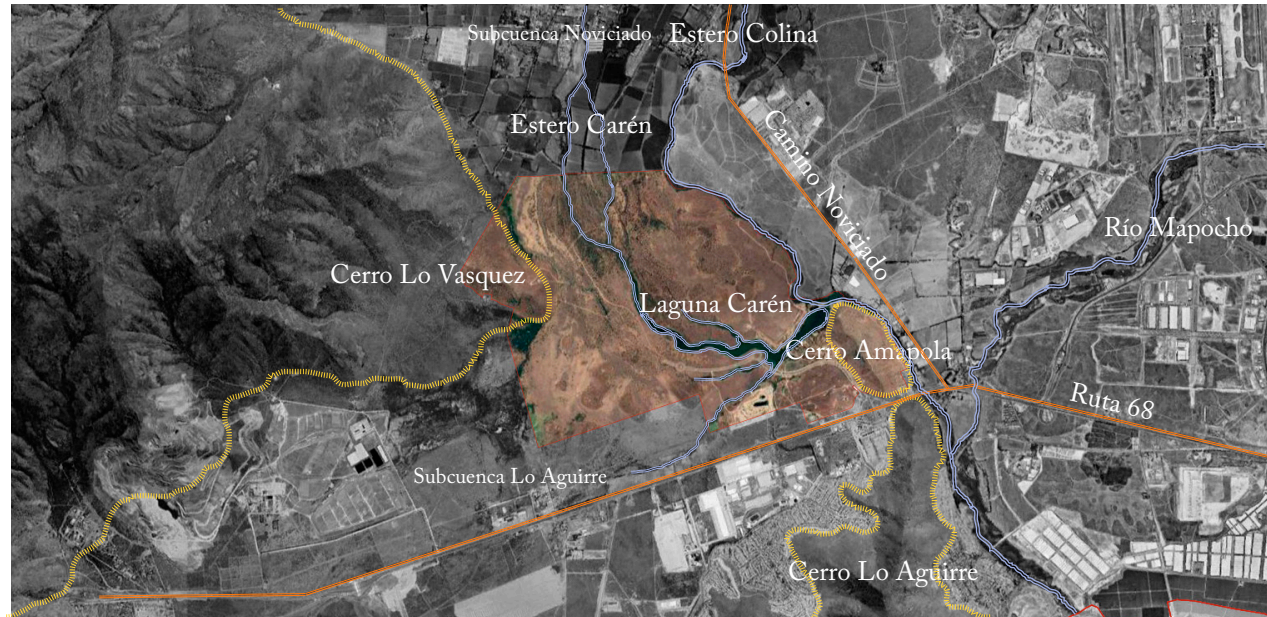


Imagen 54_ Vista aérea del predio y principales elementos geográficos e hidrográficos (Elaboración Propia en base a Google Earth)



_556 - 586 m.s.n.m.

_526 - 556 m.s.n.m.

_490 - 526 m.s.n.m.

_460 - 490 m.s.n.m.

_458 - 460 m.s.n.m.

_453 - 458 m.s.n.m.

_Niveles de agua más profundos

_Niveles de agua menos profundos

Imagen 55_ Plano de elevación topográfica e hidrografía (Elaboración Propia en base a adaptación de OnSite)





Imagen 56_ Vista al poniente desde cerro Amapola. Al fondo, cordón montañoso de Cordillera de la Costa. (Elaboración Propia)

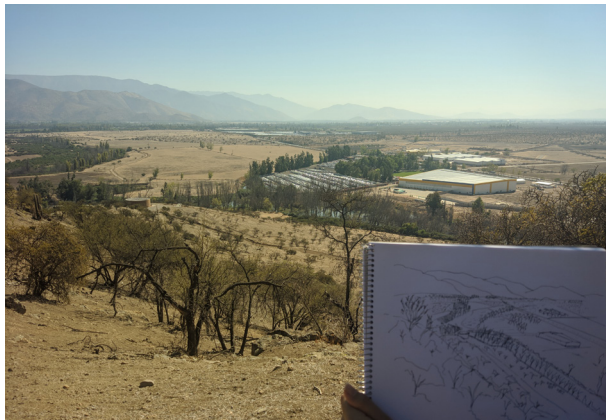


Imagen 57_ Vista al nororienté desde cerro Amapola. Al fondo, cordón montañoso de Cordillera de la Costa y en la parte baja central, parte del estero Colina. (Elaboración Propia)



Imagen 58_ Vista al poniente desde laguna Carén. (Elaboración Propia)

~ Flora y Fauna ~

La zona se encuentra dentro de la **Región del Matorral y Bosques Esclerófilos** y a la **Subregión del Matorral Espinoso del Secano Costero** (Gajardo, 1994). El cambio del paisaje con el tiempo ha ocurrido por la intervención humana desde las actividades agropecuarias desarrolladas en Pudahuel rural, transformándose en matorrales y bosques abiertos.

Existen aproximadamente 28 especies de flora, entre ellas están las agrupaciones: espino (*Acacia caven*) - algarrobo (*Prosopis chilensis*) en la planicie y espino (*Acacia caven*) - huañil (*Proustia cuenifolia*) en laderas. Además de tralhuén (*Talguenea quinquerivaria*), quisco (*Echinopsis chiloensis*), chagual (*Puya berteroniana*), tevo (*Trevoa trinervis*), quillay (*Quillaja saponaria*), guayacán (*Porlieria chilensis*), boldo (*Peumus boldus*), molle (*Schinus latifolius*), bollen (*Kageneckia oblonga*), eucalipto (*Eucalyptus*), colliguay (*Colliguaja odofirea*), litre (*Lithrea caustica*), romerillo (*Baccharis linearis*), huingan (*Schinus polygamus*), maitén (*Maytenus boaria*), peumo (*Cryptocarya alba*), maravilla del campo (*Flourensia thurifera*), *Proustia Baccharoides*, crucero (*Colletia spinosissima*), *Adesmia echinus* y mira mira (*Gochnatia fascicularis*) (Corporación Nacional Forestal, s.f.). El guayacán y algarrobo poseen un estado de conservación vulnerable según CONAF.

Mientras las especies acuáticas existentes en la laguna Carén son: totora (*Typha angustifolia*), junco (*Scirpus lacustris*), caña (*Phragmites australis*) y sombrerito de agua (*Hydrocotyle ranunculoides*).

Dentro de la biodiversidad del reino animal que habita el sector se encuentran **al menos 83 especies diferentes entre mamíferos, aves, reptiles y anfibios, conformando un ecosistema complejo entre el medio acuático, terrestre y aéreo.**

Algunas de las especies encontradas son coipos (*Mycastor coipus*), garza grande (*Casmerodius alba*), garza chica (*Egretta thula*), garza boyera (*Bubulcus*

Figura 10 | Flora Laguna Carén



Fuente | Elaboración propia.

ibis), huairavo (*Nycticorax Nycticorax*), gaviota (*Larus dominicanus*), churrete (*Cinclodes fuscus*), churrete chico (*Cinclodes oustaleti*), rana chilena (*Calyptocephalella gayi*), sapo africano (*Xenopus laevis*) e iguana chilena (*Callopistes maculatus*).

La rana chilena está en estado de conservación vulnerable según la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), mientras el sapo africano ha mantenido un efecto negativo en la biodiversidad por ser una plaga introducida al país efectuando el desplazamiento de la rana chilena de su hábitat.

~ Clima ~

El clima del sector es de **tipo mediterráneo semiárido interior, con lluvias invernales y estación seca prolongada de 6 a 8 meses**. La temperatura promedio es de 15°C con una máxima de 36,6°C y una mínima de -6,8°C. Mientras que las precipitaciones suelen tener un promedio de 259,5 mm con un máximo de 682 mm y un mínimo de 25,9 mm.

La Cordillera de la Costa funciona como un biombo climático que impide el paso de la influencia marina creando una humedad relativa baja de 67% y afectando la oscilación térmica que fluctúa entre los 14°C a 16°C en un mismo día, incluso hasta 20°C.

Los vientos provienen principalmente de la dirección suroeste con un viento de mayor intensidad en los meses de primavera y verano alcanzando una velocidad media de 15 km/h.

Figura 11 | Fauna Laguna Carén



Mycastor coipus
Coipo



Casmerodius alba
Garza grande



Cinclodes fuscus
Churrete



Cinclodes oustaleti
Churrete chico



Egretta thula
Garza chica



Bubulcus ibis
Garza boyera



Calyptocephalella gayi
Rana chilena



Xenopus laevis
Sapo africano



Nycticorax Nycticorax
Huairavo



Larus dominicanus
Gaviota



Callopistes maculatus
Iguana chilena

Fuente | Elaboración propia.

~ Actividades antrópicas existente ~

Las actividades del sector de Pudahuel rural se caracterizan por su condición mixta entre zonas: residenciales, industriales y agropecuarias. Las zonas residenciales han ido en aumento en los últimos 15 años y por sobre todo con la futura incorporación de los proyectos Las Praderas y Urbanya.

Hoy en día el predio Laguna Carén dentro del contexto metropolitano y comunal cumple una función recreacional de deportes náuticos (yaching, pesca, windsurf y esquí acuático) y zonas de picnic familiares y para grupos de colegios u otros. Cada club de deporte acuático tiene un galpón individual para resguardar elementos y/o para servicio de las personas del mismo club.

Además, en ciertas ocasiones se realizan actividades de motocross y motorshow. La laguna Carén al tener una base fangosa no es apta para el baño.

Cabe mencionar que existen viviendas, establos y otras instalaciones de carácter ganadero dentro del predio, construido por lugareños del sector.

Por ubicarse a 20 km del centro de Santiago lo vuelve un lugar cercano y además de alta conectividad por la ruta 68 que se encuentra adyacente al predio.

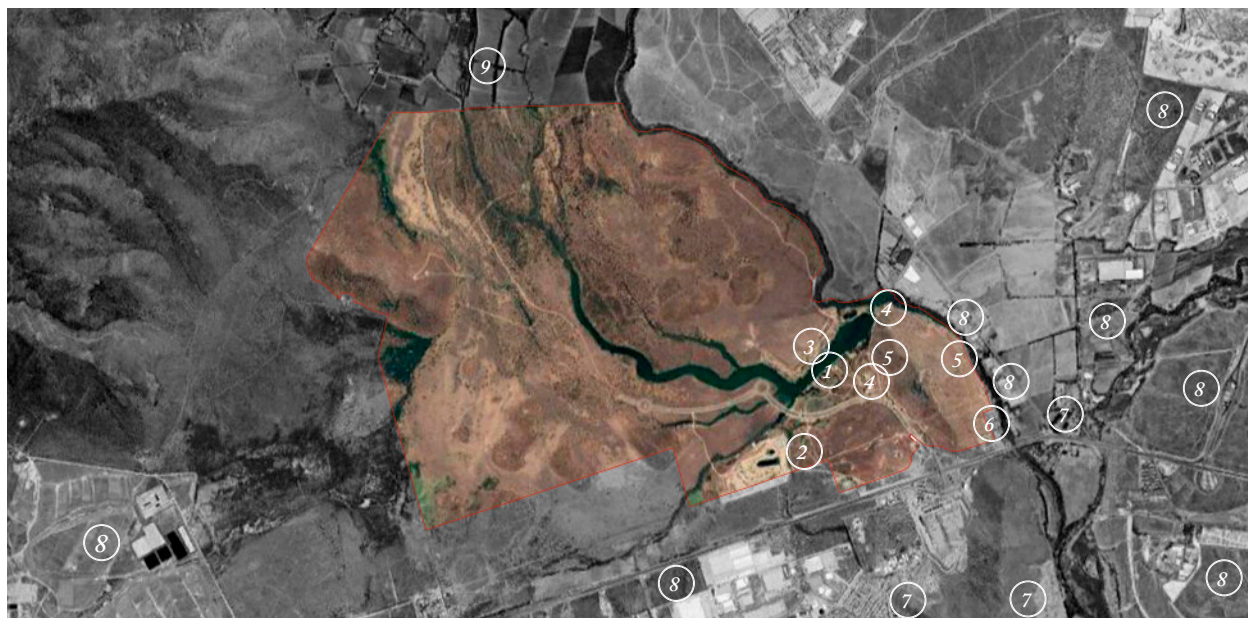


Imagen 60_ Zona de picnic frente a laguna Carén (Elaboración Propia)

Imagen 59_ Actividades existente (Elaboración Propia)



1. Clubes de deportes acuáticos
2. Parque motor (motocross y motorshow)
3. Zonas de picnic
4. Zonas de habitantes al interior del predio
5. Zona de pastoreo de cabras y otros animales
6. Marmolería artesanal y zona habitada
7. Ciudad de Los Valles, Lomas de Lo Aguirre y Villa Couso (zonas residenciales)
8. Zonas industriales
9. Zonas agropecuarias

~ Lectura del paisaje ~

Se comprende una **lectura general de transición entre ciudad y campo**, donde la estructura territorial se desprende desde la trama damero hacia una trama regida por los elementos naturales (ríos, esteros, quebradas y cotas de cerros, inclusive condicionada por los vientos del surponiente).

Laguna Carén es mayoritariamente un **entorno regido por las condicionantes del paisaje natural** de Pudahuel rural, rodeado en el sentido norte con tramas pertenecientes a la actividades agropecuarias y habitacionales (principalmente de tonalidades verdes y que recogen su división en el origen de los canales de regadíos), al oriente una trama de grandes grillas de la actividad industrial y aeroportuaria, al sur por una trama menor y sectorizada en laderas de cerros que corresponden a zonas pobladas y al poniente una trama quebrada y curvada a la extracción de recursos mineros. **Una condición interesante de Laguna Carén es que los cerros Amapola y Lo Aguirre se comportan como las puertas de Santiago con sus laderas que descienden hasta llegar al nivel del camino de acceso y salida de la gran ciudad.**

Espacialmente existe un **concepto de expansión y amplitud, comprendiendo un límite visual lejano (Cordillera de Los Andes) y relativamente cercano (Cordillera de la Costa y cerros)**. Se aprecia una **composición por capas del paisaje**, en el que prima la siguiente estructura (desde el punto del observador): en una primera capa la vegetación endémica (espinos principalmente), en una segunda capa suaves valles con su vegetación muchas veces dispersas (y al observar al oriente se capta el valle de la ciudad) y como tercera capa la cordillera de la Costa y los Andes, que con sus imponentes laderas y quebradas se impone sobre los suaves valles formados. La gran escala de las cordilleras hace resaltar el cielo durante las distintas horas y días del año dando un espectáculo de colores azules, violetas, anaranjados y rojizos en el cielo dependiendo de la temporada y que es bien contemplada desde Laguna Carén.

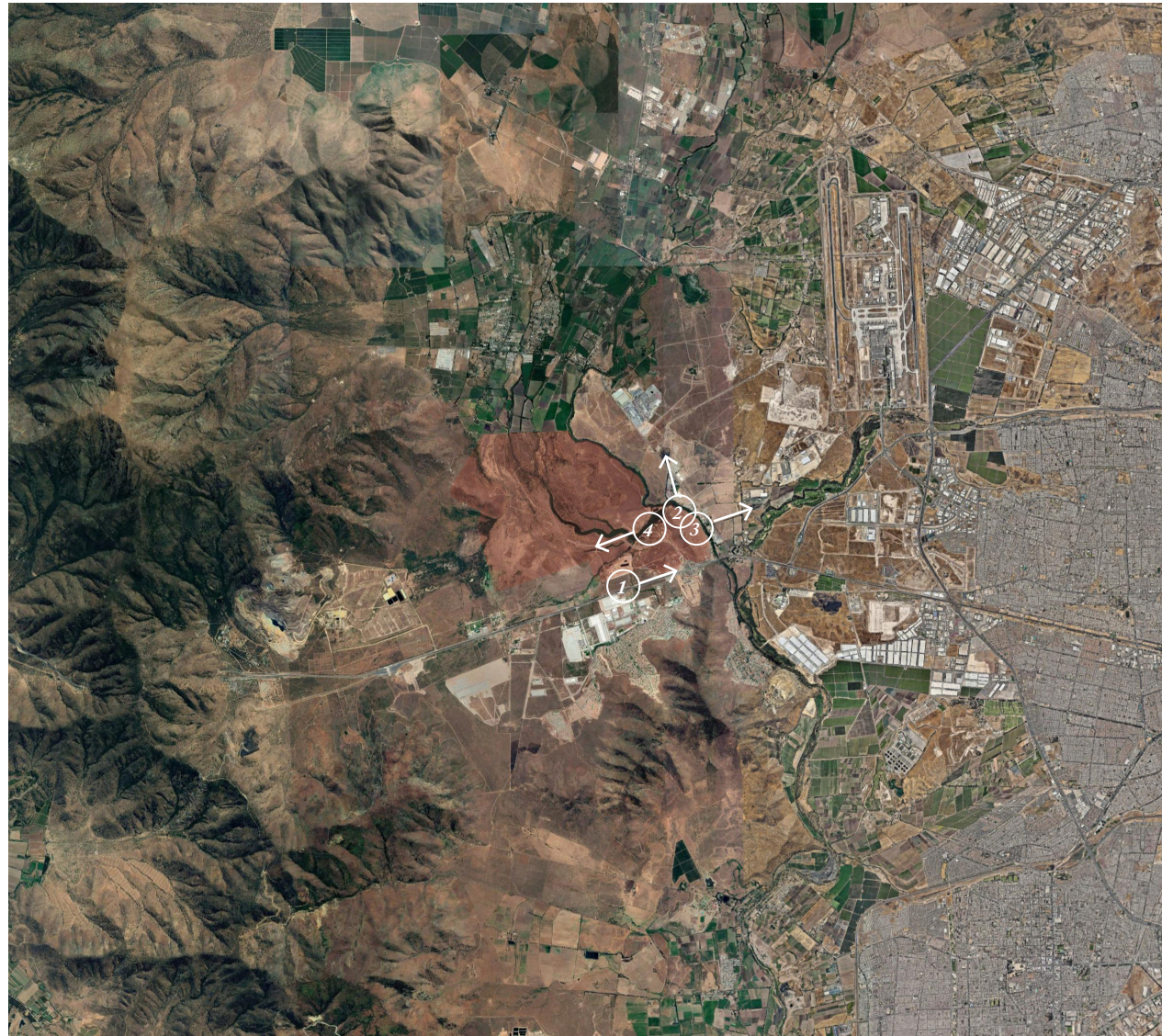


Imagen 61_ Estructura y morfología territorial (Elaboración Propia en base a Google Earth)



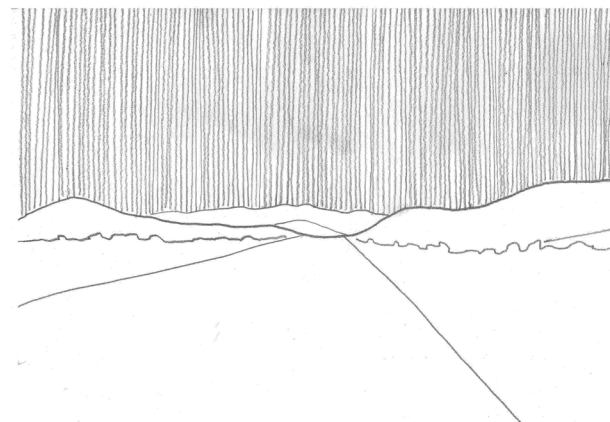
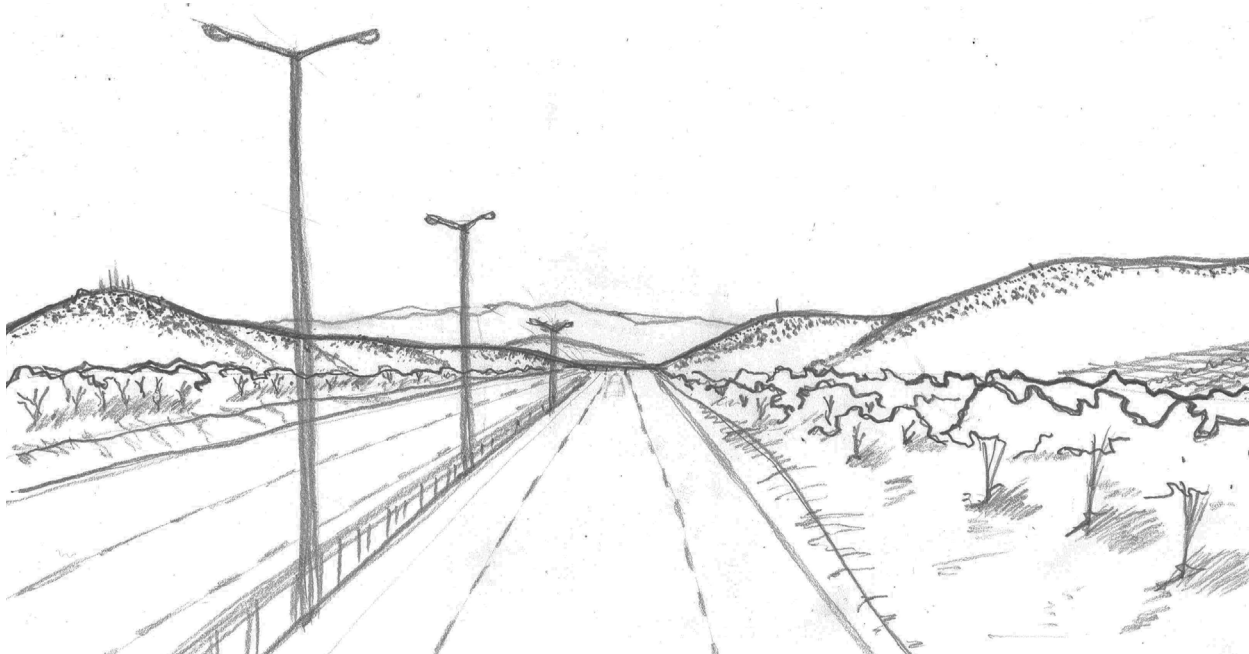


Imagen 62_ Croquis del paisaje desde el punto 1 (imagen izquierda) y depuración (imagen derecha). A la izquierda Cerro Ampola y al fondo la cordillera de Los Andes desde la ruta 68 (Elaboración Propia)

1

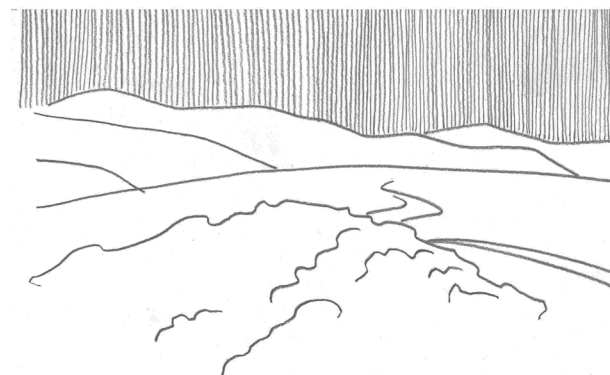
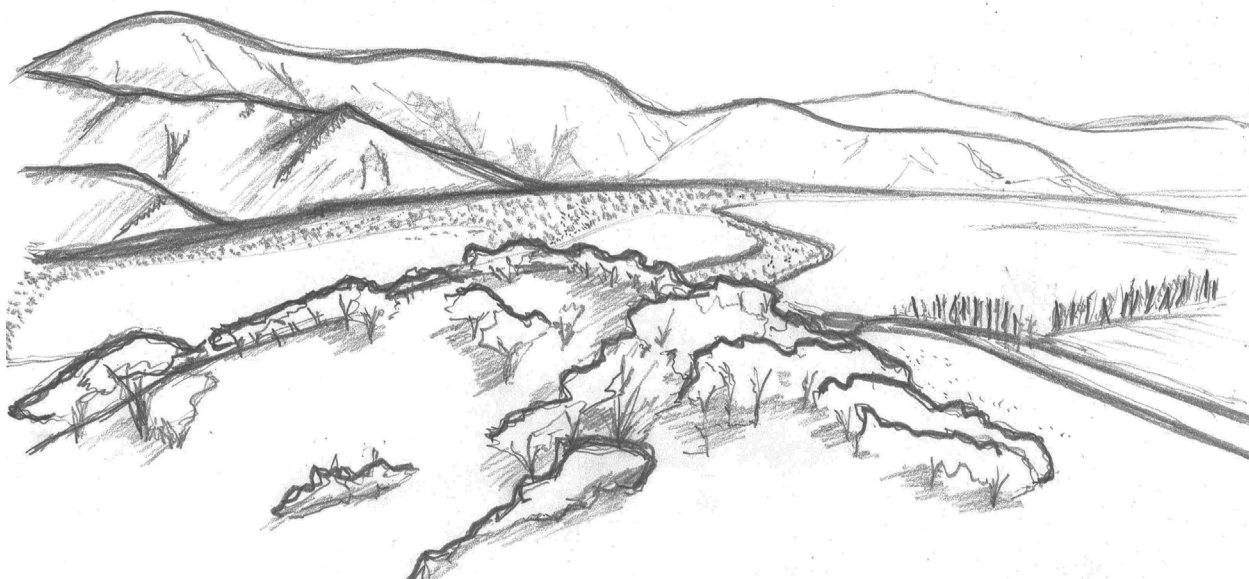


Imagen 63_ Croquis del paisaje desde el punto 2 (imagen izquierda) y depuración (imagen derecha). Al fondo Cordillera de la Costa visto desde cima del Cerro Ampola (Elaboración Propia)

2

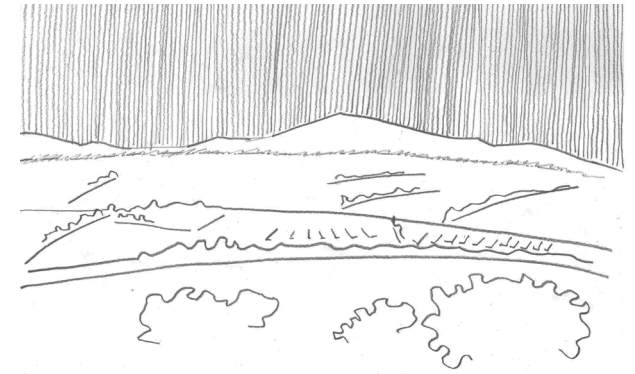


Imagen 64_ Croquis del paisaje desde el punto 3 (imagen izquierda) y depuración (imagen derecha). Al fondo Cordillera de Los Andes visto desde cima de Cerro Amapola (Elaboración Propia)

3

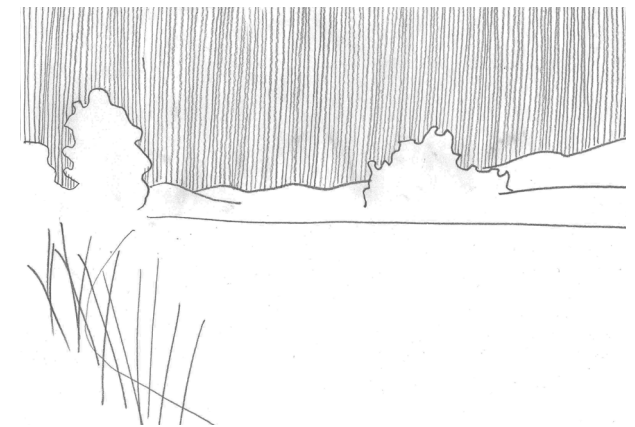


Imagen 65_ Croquis del paisaje desde el punto 4 (imagen izquierda) y depuración (imagen derecha). Al fondo Cordillera de la Costa y Laguna Carén (Elaboración Propia)

4



Imagen 66_ Formas, colores y estructuras del paisaje
(Elaboración Propia)

Valoración final del lugar

Laguna Carén representa un lugar con variados valores, sin embargo, estos valores cambiarán en un futuro próximo con la construcción del Plan Maestro de la Universidad de Chile. Desde el panorama general del estudio anterior se discernieron las siguientes premisas respecto a los valores:

a. Valor paisajístico y ecológico: es una *cuna* para la vida natural y protección de la naturaleza endémica, los componentes geográficos e hídricos de la subcuenca crea el hábitat para numerosas especies del reino animal y vegetal. A futuro, si Laguna Carén conserva la mayor parte de su biodiversidad y restaura la naturaleza puede llegar a ser un *oasis* dentro de la constante expansión de la ciudad. Por otro lado, es importante no generar grandes movimientos de tierra que puedan afectar la riqueza topográfica del lugar.

b. Valor social: hoy en día representa un centro de reunión de clubes y grupos colectivos para actividades de esparcimiento, deporte y recreación. El estar de las personas y valoración puede cambiar totalmente con el Plan Maestro, donde se multiplican las actividades y se conciben espacios colectivos de mayor permanencia y funcionalidad, generando un cambio de identidad y relación con el lugar a nivel social. Por sobre todo, la construcción de un parque público será beneficioso para la comunidad de Pudahuel y comunas aledañas, aumentando la presencia de áreas verdes en la zona y por consiguiente aumenta la calidad de vida de la sociedad.

c. Valor territorial: actualmente la extensión de Laguna Carén mayoritariamente se presenta con una trascendencia a nivel metropolitano y acondicionado a grupos minoritarios que conocen el lugar como una

alternativa deportiva y recreativa. La posibilidad de generar una difusión a nivel nacional será eventualmente plasmada cuando en primer lugar se realicen actividades a nivel de parque metropolitano y como segunda acción el lugar sea sede de trabajos en conjunto con organizaciones y empresas. El predio se caracteriza por su alta conectividad a toda la capital, regiones y países del mundo por su infraestructura vial y aeroportuaria, por tanto el carácter transnacional y regional que se pretende lograr es posible.

d. Valor cultural y de desarrollo: existe una mixtura de visiones en torno a Pudahuel rural: una imagen de tradición de *vida de campo* (sistemas de establos, tramas de cultivos y regadíos), usos de suelo destinados a industrias (gigantescos galpones blancos con desarrollo de actividades productivas y logísticas en su interior), grillas mineras que en su pasado extrajeron grandes recursos de los cerros y un nuevo tipo de habitar condicionado por los megaproyectos habitacionales se emplazan ahora y en futuro en faldas de cerros de la Cordillera de la Costa y valles del Noviciado.

El valor cultural actual de Laguna Carén está centrado en tres actividades: ser un hotspot para reconocer la biodiversidad, ser un lugar de recreación ocasional y un lugar para el deporte acuático y terrestre.

En un futuro Laguna Carén dará un paso hacia la globalización y sustentabilidad en un ambiente natural y protegido, instaurando un valor cultural en torno a la innovación, ciencia y biodiversidad.

e. Valor económico: Laguna Carén es la clara representación de una alta inversión (sólo en una primera etapa más de \$20 mil millones). El financiamiento en infraestructura para crear espacios que acogen a universidades e instituciones públicas y privadas del país con el fin de investigación, innovación y transdisciplinaria mantiene una visión incalculable del valor económico para el proyecto. Agregada a esta situación, al existir disponer de más equipamiento y

áreas verdes en el predio, los predios cercanos también incrementan su valor económico cambiando totalmente la valoración de los bienes en terrenos rurales.

f. Valor político: el Plan Maestro representa a una gran masa social de emprendedores y empresas, instituciones, universidades e incluso organizaciones del Estado, por tanto, la influencia política que ejerce es uno de los valores más importantes llevando además el emblema de la Universidad de Chile como la entidad impulsora para la concreción del proyecto. En la Ilustre Municipalidad de Pudahuel también recaerán las exigencias para la materialización del proyecto desde la aprobación de los permisos correspondientes para el inicio de obras.

g. Valor perceptual y espacial: el cerro Amapola y Lo Aguirre son las mismas *puertas* de ingreso y salida de la capital, visto desde la carretera de la ruta 68 de forma predominante. El basto valle que finaliza en las laderas de la cordillera de la Costa sugiere un atractivo escenario en medio de la naturaleza y los cambios de colores del cielo. Los materiales predominantes son naturales: piedra, tierra, vegetación y madera los elementos principales.

En el presente los mayores valores son el paisajístico, ecológico, perceptual y espacial, uno de los principales atractivos es la aproximación de Laguna Carén hacia los escenarios naturales de la biodiversidad que posee. A futuro, es muy probable que los valores cambien rotundamente con el inicio de obras del Plan Maestro pasando a ser los principales valores el social, político, territorial, cultural y de desarrollo y económico.

Toda obra arquitectónica debe ser respetuosa con el medio ambiente por sobre todo en la intervención de los componentes geográficos e hídricos de la subcuenca, por ser el hábitat natural de la flora y fauna. Se debe entender la morfología y lectura del paisaje de los cerros, planicies y laguna como un lenguaje complejo para interpretar, para posteriormente formularlo en la idea y diseño arquitectónico.



Capítulo III

Proyecto CICLO: Parque Temático de Compostaje y Lombricultura

Presentación del proyecto en el Plan Maestro

~ Consideraciones generales y objetivos ~

En el **Plan Maestro se considera un Centro de Compostaje, sin embargo, con el estudio realizado a continuación en los siguientes subcapítulos se concluye que no es factible de construcción en la ubicación propuesta.**

En comparación a otras actividades recreacionales, deportivas y de investigación, una actividad de compostaje (productiva y educacional) posee de mayores requerimientos técnicos-urbanísticos para su emplazamiento. En el presente sub-capítulo se estudia y detalla a fondo la disponibilidad de terreno para aquella actividad.

Otro factor a tomar en consideración son las dimensiones del centro de compostaje propuesto en el Master Plan de aproximadamente 2 hectáreas de operación. Esto como información previa para una aproximación del espacio necesario disponible.

Para el desarrollo de la propuesta la primera consideración es la escala del proyecto, donde existe una intervención territorial compuesta por al menos cuatro niveles: una primera es la interacción a nivel comunal de la propuesta definida con los puntos de origen de los residuos orgánicos y recorrido de camiones de basura, una segunda es el diálogo entre los programas propuestos en el Plan Maestro, una tercera es el desarrollo del proyecto urbano-arquitectónico y una cuarta es el detalle entendido como la materialización.

_Objetivo General

Desarrollar un parque temático dedicado a la economía circular del reciclaje de residuos orgánicos en pertinencia con el paisaje rural de Pudahuel y el Plan Maestro de Parque Laguna Carén.

_Objetivos Específicos

Valorar los procesos naturales como lo son las técnicas de compostaje y lombricultura y que hoy en día se vuelven a ocupar en medio de tiempos de crisis ambiental. Además de dar una instancia para investigar y desarrollar nuevos procesos de optimización de técnicas y estudios.

Integrar la educación ambiental como un programa beneficioso para la sociedad y que como entidad de educación nacional hay una responsabilidad en la difusión y conocimiento colectivo.

Disminuir el problema medioambiental del sector como lo son los vertederos ilegales, mala calidad del aire y la falta de aprovechamiento de los residuos orgánicos.

Reducir el volumen de residuos dispuesto en el relleno sanitario, y por consiguiente reducir los viajes y emisión de gases de efecto invernadero.

Ser un apoyo en la mantención y creación de áreas verdes, donde el proyecto pretende ser una fuente continua de abono para la nutrición de plantas.

Crear alianzas entre la municipalidad de Pudahuel y Universidad de Chile para generar oportunidades de gestión ambiental de los residuos.

Ser un referente para la integración de la actividad en parques considerando criterios medioambientales.

Centro de Compostaje



Imagen 67_ Plan Maestro Parque Científico y Tecnológico Laguna Carén (Intervención de planos de Allard Partners, obtenido de Centro de Proyectos Externos FAU, Universidad de Chile)



Disposición de la materia prima en la comuna de Pudahuel

~ Origen de los residuos orgánicos y recorrido de los camiones de basura ~

Actualmente en la comuna de Pudahuel los residuos son transportados por empresas externas contratadas por la Ilustre Municipalidad de Pudahuel y **enviados al Relleno Sanitario KDM ubicado en Tiltil a 72 km de la comuna. En el año 2017 se recolectó 116.194 toneladas de residuos**, de ese total el mayor porcentaje perteneció a Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD) con 69,8% (81.191 toneladas), mientras que los **residuos de poda (482 toneladas), áreas verdes (7.990 toneladas) y de feria (6.270 toneladas) constituyen respectivamente un 0,4%, 5,9% y 5,4% del total de recolectado**. El resto pertenece a retiro de escombros (8.510 toneladas), microbasurales (10.678 toneladas) y barrido de calle (1.070 toneladas).

Los RSD son la gran mayoría de los residuos, sin embargo, no se consideró en el desarrollo del proyecto CICLO y se utilizará los residuos de feria y de poda por las siguientes razones:

—A corto plazo es más difícil concientizar a los habitantes y demás sectores sobre la separación diferenciada de los residuos RSD. Se necesita de un mayor trabajo colaborativo para integrar una cultura de reciclaje con metodología puerta a puerta para los RSD (Ver Referente: Caso DIGA La Pintana).

—Por la composición de los RSD es posible que exista un mayor riesgo de mezcla de diferentes tipos de residuos constituyendo un posible obstáculo para el control del compostaje (por ejemplo, se mezcle los residuos orgánicos con residuos de limpieza u otros).

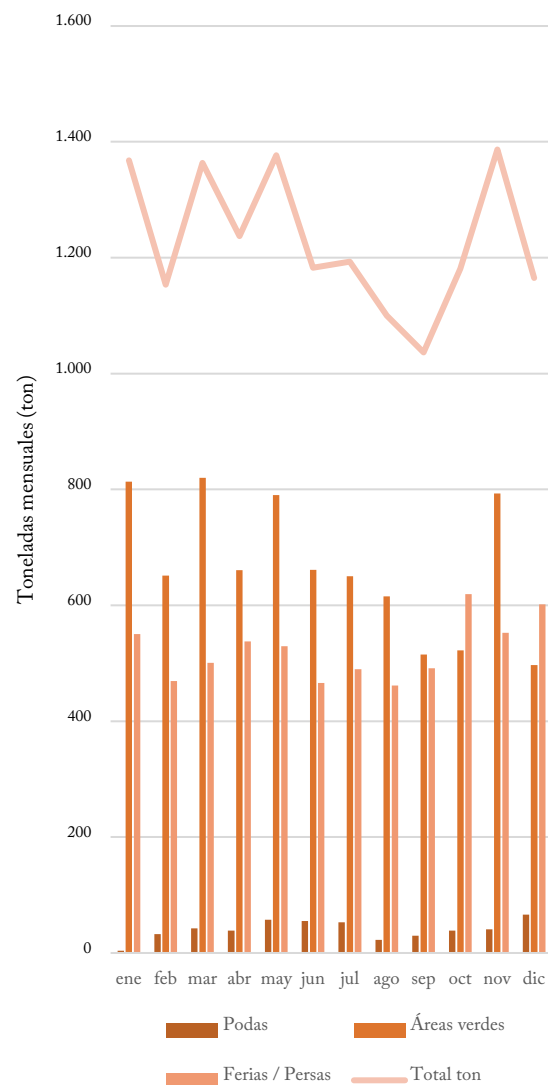


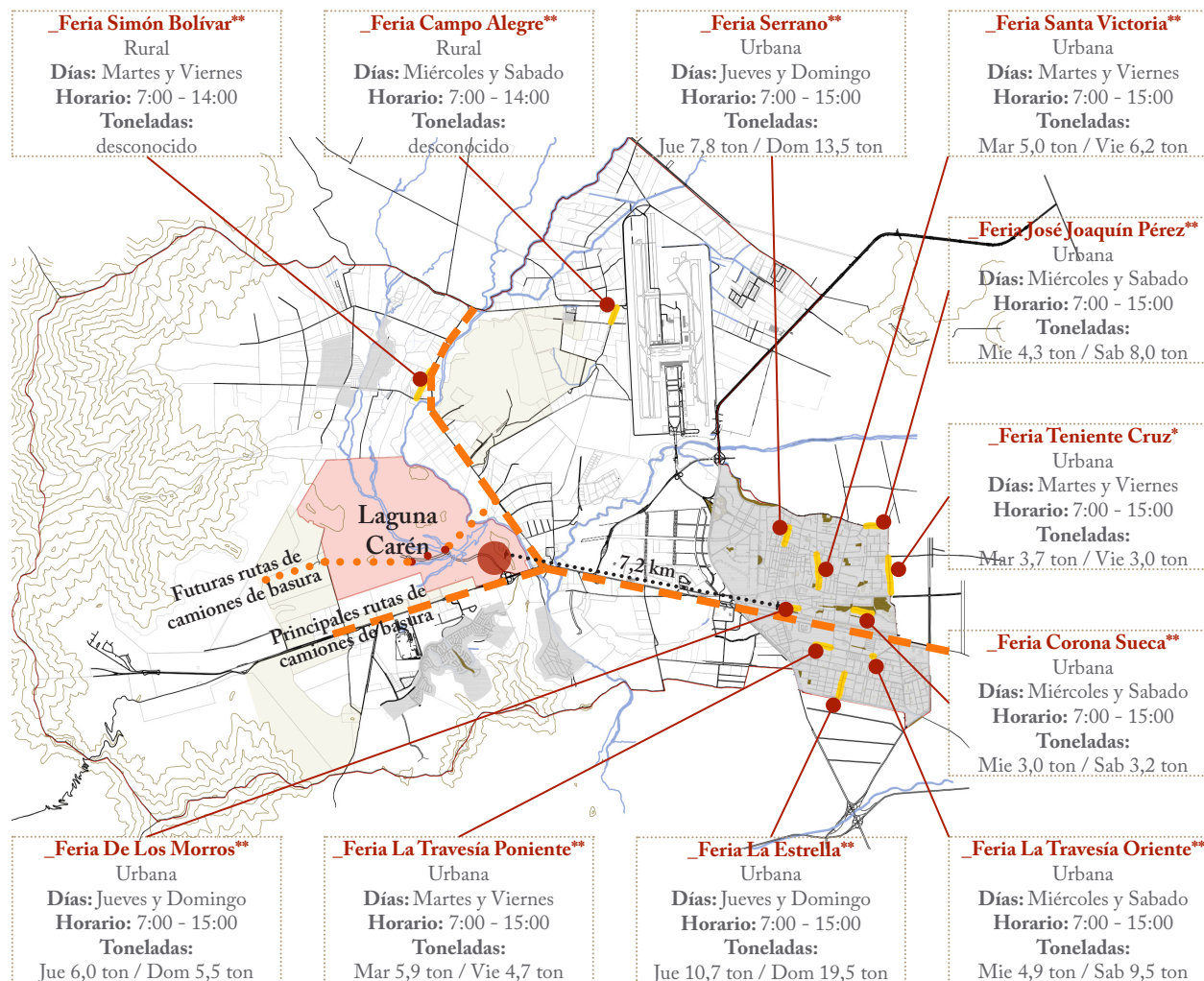
Imagen 68_ Gráfico de estacionalidad: cantidad de residuos de ferias, podas y áreas verdes durante 2017. (Elaboración Propia en base a información de Dep. Medio Ambiente, Municipalidad de Pudahuel)

_Para procesar una **mayor cantidad de residuos es necesario una mayor superficie disponible y procesos más industrializados** para optimizar el rendimiento y control. El nivel de mecanización de la planta tiene directa relación con el coste de inversión inicial y de mantención en el tiempo.

_Cuanto **mayor sean las toneladas tratadas, más estricta será la gestión y obtención de permisos por el impacto ambiental** que puede llegar a tener en el ecosistema y entorno próximo.

Por esto y los estudios anteriores realizados se ocuparán los residuos orgánicos provenientes de feria y los residuos de poda. En la comuna de **Pudahuel se desarrollan dos ferias rurales y nueve ferias urbanas**, cada una posee días y toneladas de residuos diferentes y en promedio diariamente durante el año 2017 se recogió 17,18 toneladas, de esto **13,75 toneladas son residuos vegetales** (80% aproximadamente son residuos verdes según Departamento de Medio Ambiente de la Ilustre Municipalidad de Pudahuel).

Se propone como parte del proyecto CICLO firmar un convenio con la Ilustre Municipalidad de Pudahuel. En el convenio la **Universidad de Chile se hará cargo de tratar en este proyecto parte de los residuos de ferias, podas y áreas verdes** (la cantidad a tratar se definirá más adelante).



* Se consideran con características de persas (ferias libres con mayor porcentaje de venta de elementos de uso doméstico, ropa y accesorios).

** Las toneladas dispuestas son según promedios entregados por el Departamento de Medio Ambiente de la Ilustre Municipalidad de Pudahuel, según expertos un 80% del total corresponde a residuos vegetales.

Imagen 69_ Plano de ubicación ferias, parques y plazas.
(Elaboración Propia en base a información de Dep. Medio Ambiente, Municipalidad de Pudahuel)



_Ferias

_Áreas verdes



Estudio de factibilidad: análisis de requerimientos para el desarrollo de la actividad

A continuación, se especifica el contenido técnico urbanístico dividido en tres secciones: **en primer lugar, se hablará sobre la normativa respecto al terreno, una segunda instancia será dedicado a la normativa de compostaje y casos de estudios y finalmente una tercera parte de conclusión entre los dos primeros estudios.**

~ Normativas urbanísticas aplicadas al terreno~

Hecho 1: Parque Laguna Carén como **parte del Sistema Metropolitano de Áreas Verdes y Recreación en el PRMS, específicamente por ser un Parque Metropolitano** posee los siguientes usos de suelo:

“Artículo 5.2.2. Parques Metropolitanos: Son las áreas verdes de uso público de carácter metropolitano que pueden acoger actividades relacionadas con lo recreacional, deportivo, de culto, cultural, científico, de esparcimiento y turismo al aire libre. Los usos antes mencionados deberán ser complementarios y compatibles con el carácter de área verde de uso público, su valor paisajístico o su equilibrio ecológico. (...)”

Hecho 2: Aumento del **coeficiente de constructibilidad en un 20%**, aplicando el siguiente artículo de la OGUC:

“Artículo 2.1.31. El tipo de uso Área Verde definida en los Instrumentos de Planificación Territorial se refiere a los parques, plazas y áreas libres destinadas a área verde, que no son Bienes Nacionales de uso público, cualquiera sea su propietario, ya sea una persona natural o jurídica, pública o privada.

En las áreas verdes señaladas en el inciso anterior, que no se hubieren materializado como tales, se podrá autorizar la construcción de edificios de uso público o con destinos complementarios al área verde, siempre que el área destinada a estos usos no ocupe más del 20% de la superficie total del predio destinada a uso área verde en el Instrumento de Planificación Territorial. (...)”

(...) área verde de carácter metropolitano o intercomunal con una superficie superior a 50 ha, será requisito para la recepción definitiva de las edificaciones, la materialización y mantención de áreas verdes equivalentes como mínimo a 4 veces la superficie ocupada por las edificaciones, en ambos casos, de acuerdo a un proyecto de paisajismo, el que deberá contemplar al menos la forestación con especies autóctonas o adecuadas al clima de la zona en que se emplaza el proyecto. Las plazas o parques que contemple el proyecto, podrán ser imputados dentro del porcentaje exigido de áreas verdes que se deben materializar en el resto del predio.

(...) El proyecto se puede localizar concentrado o disperso en el terreno.

En las áreas verdes a que se refiere este artículo, se entenderán siempre admitidos como destinos complementarios y compatibles los equipamientos Científico, Culto y Cultura, Deporte y Esparcimiento.

Las áreas verdes públicas o privadas señaladas como tales en los Instrumentos de Planificación Territorial sólo podrán ser destinadas a otros usos mediante modificación del respectivo Instrumento de Planificación Territorial.”

Hecho 3: Existen **tres zonas que poseen restricciones de actividades** por parte del PRMS (ver subcapítulo Estudio de factibilidad: análisis de requerimientos para la ubicación del Proyecto CICLO).

“Artículo 8.2.1.1. De Inundación: (...)”

a.1.1. Recurrentemente Inundables:

(...)Se permitirá sólo las instalaciones mínimas complementarias a las actividades al aire libre, por lo cual se prohíbe expresamente todo tipo de edificaciones y construcciones que impliquen la presencia prolongada de personas o la concentración de ellas sin posibilidad de evacuación expedita y/o que interfieran el libre curso de las aguas. (...)

~Normativa sobre el compostaje y casos de excepción~

Hecho 1: El PRMS (Artículo 7.2.3.1.) **permite el desarrollo de la actividad de compostaje bajo la categoría de “plantas de compostaje”** según las siguientes categorías:

_Planta de residuos verdes (ramas, hojas, pasto) se podrá emplazar en: Zonas Exclusivas de Actividades Productivas y/o de Servicio de Carácter Industrial, Zonas Mixtas con Actividades Productivas y/o de Servicio Inofensivas e In – Situ, en lugar de Origen.

_Planta de residuos vegetales de feria (que engloba también a los residuos verdes) se podrán desarrollar en Zonas Exclusivas de Actividades Productivas y/o de Servicio de carácter Industrial y Zonas Mixtas con Actividades Productivas y/o de Servicio Inofensivas, establecidas en los Planes Reguladores Comunales.

_Planta de residuos orgánicos en general (que también abarca los residuos verdes y residuos vegetales de feria) se podrá ubicar en emplazarse Zonas Exclusivas para Actividades Productivas y/o de Servicio de Carácter Industrial y Fuera del Área Urbana Metropolitana.

Además se debe cumplir con: accesibilidad y conectividad, espacios de maniobra y estacionamiento, y estudios de aprobación Municipal y Evaluación de Impacto Ambiental.

Por consiguiente, hasta el momento aplicando la anterior normativa al Parque Laguna Carén sólo se podría llegar a disponer de una planta de compostaje de residuos verdes.

Hecho 2: A pesar de la anterior normativa, **se puede apelar justificándose desde casos excepcionales de parques que compostan residuos poda, feria y domiciliarios antes estudiados:**

Caso 1: Ecoparque Peñalolén, Peñalolén, RM (ver subcapítulo Referentes: Parques y Municipalidades).

Ecoparque es parte del Parque Comunal Peñalolén y esta extensión opera desde el año 2015 funcionando bajo el módulo de “Centro de Educación Ambiental e Investigación” con un funcionamiento similar a la DIGA La Pintana pero con un carácter demostrativo.

Actualmente está en plan piloto tratando 3 toneladas semanales de residuos de poda y feria de la comuna en 2300 m² de terreno. En una próxima etapa se ampliará la superficie y se logrará tratar 8 toneladas/semanales y finalmente 125 toneladas/mes en 2 hectáreas de terreno.

Caso 2: Parque Santiago Amengual, Pudahuel, RM (ver subcapítulo Referentes: Parques y Municipalidades).

Inició operación en el año 2019 en un área de 1500 m² dentro del Parque Comunal Santiago Amengual de 10 hectáreas, en aquel lugar se tratan los residuos de la Feria Corona Sueca y los residuos de poda del parque. Es parte de un programa de educación ambiental y producción de abono para el mismo parque. La cantidad de residuos que genera las feria son alrededor de 5 toneladas semanales.

Caso 3: Parque O’Higgins, Santiago, RM (caso no visitado y que se supo de su existencia posteriormente) .

En el Parque O’Higgins (Parque Intercomunal) se encuentra el Centro Educativo Ambiental (CEA) gestionado por la Ilustre Municipalidad de Santiago desde el año 2014 para generar un espacio de educación ambiental. El área es de 0,5 hectárea y trata todo tipo de residuo orgánico de la comunidad, desde domiciliarios (120 a 130 hogares), feria La Vega, penitenciaria y universidad, además residuos como paja, guano y ramas.

El año 2018 se llegó a compostar 262 toneladas de residuos orgánicos (aproximadamente 5 toneladas semanales), con una recolección de 2 veces por semana en lecheros (para hogares) y camiones de 8 m³ (residuos de feria, penitenciaria y universidad). El destino del compost producido se emplea en colegios, hogares, jardines municipales y plazas. Para cumplir con la normativa de calidad del compost es analizada cada 2 a 3 meses para obtener clase A. Con respecto a los permisos este caso es particular, puesto que es una planta piloto que no aplica a la normativa y por esto mismo posee una autorización sanitaria temporal renovable cada 6 meses. (Roca-Cusachs B., Berdugo R. & Leon P., 2016).

~ Conclusión: Propuesta de aplicación de la actividad en Parque Laguna Carén ~

Cruzando información, se llega a la conclusión que **el proyecto se puede adjudicar a un sistema similar a los casos antes señalados a través de permisos medioambientales y sanitarios especiales a una zona específica donde se disponga la actividad.**

Por otro lado, es más factible acceder a un permiso sanitario y medioambiental para tratar residuos de feria y poda, que a tratar residuos domiciliarios (hogares y otros orígenes de estas características), dado al impacto ambiental relacionado con el origen y el grado de separación de los residuos a tratar.

El proyecto apela a lo que quiere ser el Parque Laguna Carén: un **polo de desarrollo vinculado a la ciencia, tecnología e innovación**. Creando una instancia no sólo de producción de compost y humus, sino ser una herramienta para observar la interacción de este tipo de proyectos en parques e integrar el estudio académico-investigativo y de divulgación cultural del reciclaje a la sociedad desde medidas ambientales integrales y sustentables con el entorno.

Estudio de factibilidad: análisis de requerimientos para la ubicación del Proyecto CICLO

A continuación, se estudiarán las condiciones técnico-urbanísticas para la propuesta de factibilidad y reubicación del proyecto organizado en: 1. Compatibilidad con macrozonas del Plan Maestro | 2. Accesibilidad y conectividad | 3. Tipo de suelo | 4. Pendientes | 5. Zonas inundables | 6. Distanciamientos a cauces permanentes | 7. Vientos | 8. Masas de vegetación existente.

~Relación y compatibilidad con macrozonas del Plan Maestro ~

Para la propuesta en proyecto de título se respetará las macrozonas declaradas en el Plan Maestro, en él se presenta un claro reconocimiento de tres importantes áreas.

Estas áreas se encuentran divididas por grandes avenidas de carácter intercomunal y esta misma conectividad logrará un mejor desplazamiento dentro del predio de más de 1.000 hectáreas. Aún se encuentra en estudios técnicos la ubicación de estas avenidas principales por estudios de tipo de suelo e inundabilidad, pero lo más probable es que se mantengan como propuesta final.

Conclusión 01: La función del Proyecto CICLO es el mejoramiento del suelo y mantenimiento de las áreas verdes Laguna Carén y Pudahuel, por esta razón es que las zonas con mayor afinidad para la actividad son el sector público (específicamente área de senderos de educación ambiental y plantas de tratamiento de aguas) y el sector de conservación (área de agricultura).

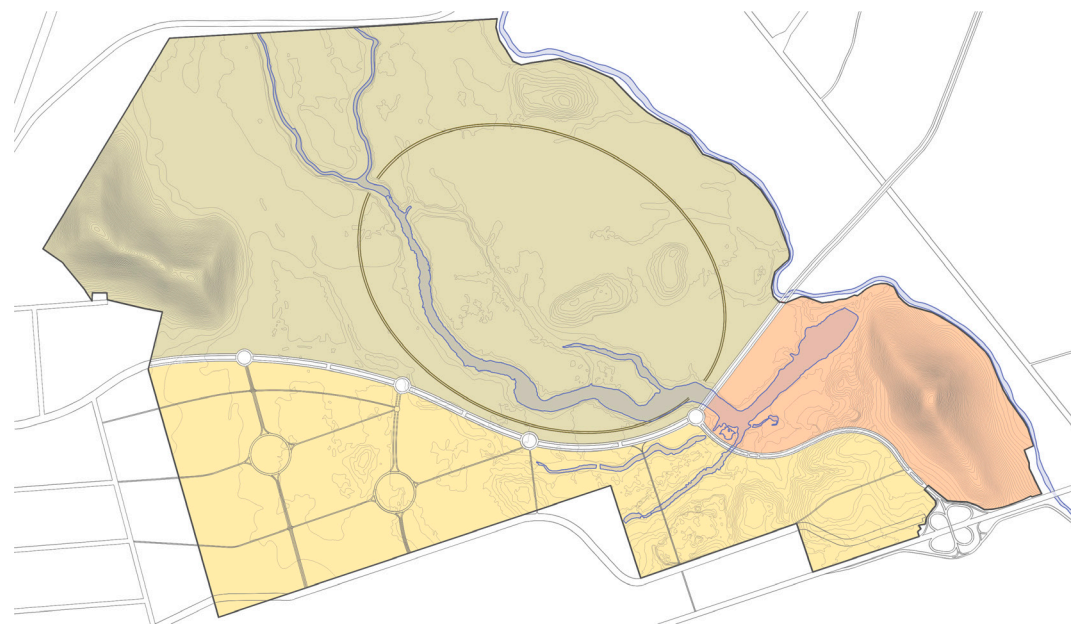


Imagen 70_ Interpretación Macro-Zonas del Plan Maestro (Elaboración Propia)

_Sector Público: Club de campo y remo U. de Chile, Arboretum, Parque Cerro Amapola, Planta de tratamiento de fitorremediación y Zona de picnic.

_Sector de Conservación y actividades agrícolas: Anillo de conservación, Campo de golf ecosustentable, Puntilla Lo Vásquez, Centro de investigación e interpretación U. de Chile, Agrocentro, Parque público,

_Sector Institucional, Científico y Tecnológico: Sistema vínculo, Centro de convenciones metropolitano, Pabellón.



~ Accesibilidad y conectividad ~

Es necesario una ubicación privilegiada con vías de alta accesibilidad y pavimentadas, por las siguientes razones:

_Educación ambiental: el proyecto pretende tener un enlace con la sociedad civil, puesto que son los principales actores en el reciclaje de residuos orgánicos.

_Itinerario de camiones, accesibilidad y espacio de maniobra: será necesario contar con el espacio suficiente para el ingreso de camiones, se preferencia las vías de nivel comunal y con cercanía a accesos principales.

Conclusión 02: La mejor ubicación son las áreas aledañas a la vía Nueva San Pablo (que conectará el proyecto inmobiliario Las Praderas con la Avenida San Pablo) y la ruta de acceso principal que conecta con la ruta 68.

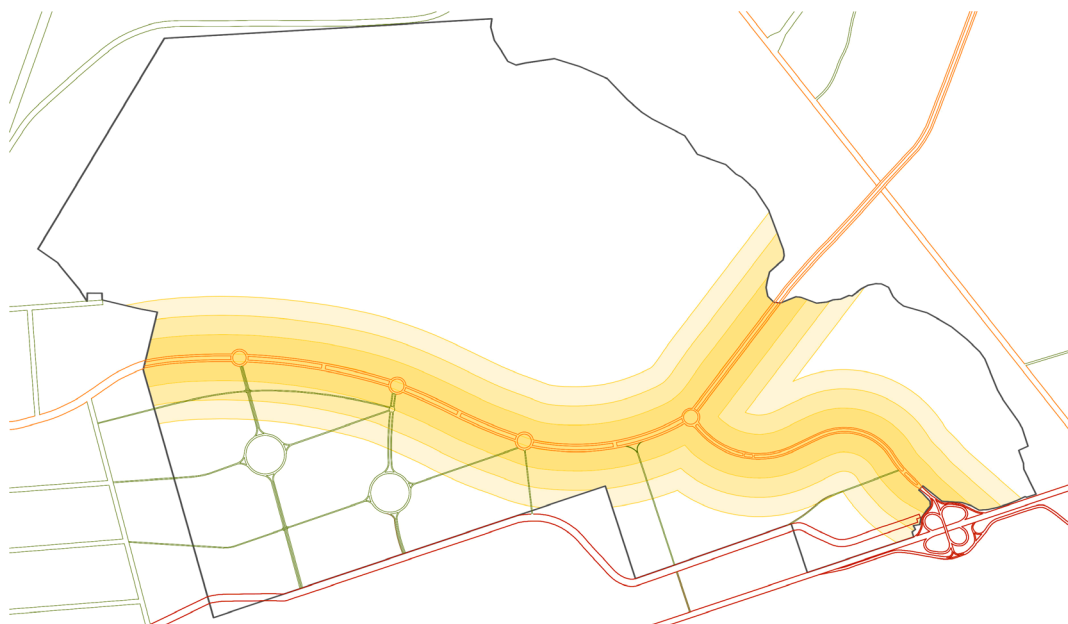


Imagen 71_ Vialidad (Elaboración propia)

_Ruta 68 y Futura Caletera

_Avenidas Principales (Nueva San Pablo y Camino acceso desde ruta 68)

_Avenidas Interiores y Caminos Aledaños (a futuro)

_Área de cercana a Avenidas Principales (áreas preferenciales para ubicación) Metro a la redonda de 100 metros, 200 metros y 300 metros.



~ Tipo de suelo: Análisis para construcción y desarrollo de actividades ~

El predio en general corresponde a una formación geológica de depósitos de pumicita. En el estudio de mecánica de suelo se pudieron encontrar tres tipos de suelo: **a. Tosca o roca muy superficial:** principalmente en las faldas de cerros y cerros, es un suelo compuesto de arcilla y caliza, **b. Suelo poco expansivo:** es el principal tipo de suelo y posee poca deformación ante humedad y peso y **c. Suelo medianamente expansivo:** se presenta alrededor de la laguna y sus ramificaciones, este suelo sufre de deformación (expansión y contracción).

Según estudio de mecánica de suelo y sus estratos (Zuleta,2000) se puede determinar que es posible fundar estructuras de máximo tres pisos o galpones livianos en capas de arcilla superficial y con fundaciones de dimensiones normales. Para estructuras de mayor altura (máximo doce pisos) es necesario apoyar las fundaciones en el estrato más sólido de pumicita (Cesped,2017).

En otro estudio desde el área de agronomía se evidencia que el predio poseía pocas características agrícolas, por esta condición hasta el momento se puede practicar sólo plantación forestal ornamental y reforestación con especies nativas (Estudios Previsionales y Proyecto de Cooperación Comunidad Europea: Plan Maestro, Proyecto de Urbanización, Estudio de impacto ambiental y Plan de Implementación y Gestión. Mayo,1997). El abono producido en proyecto CICLO puede apoyar en la restauración de los suelos degradados del predio, mejorando las condiciones de plantación de especies.

Conclusión 03: Se aconseja construir en suelo poco expansivo y en segunda preferencia en suelo tosco o roca muy superficial, en ningún caso se debe disponer instalaciones en suelo medianamente expansivo. Se prefiere además construir edificios hasta un máximo de tres pisos por motivo de costo de fundaciones y su cálculo estructural respectivo.

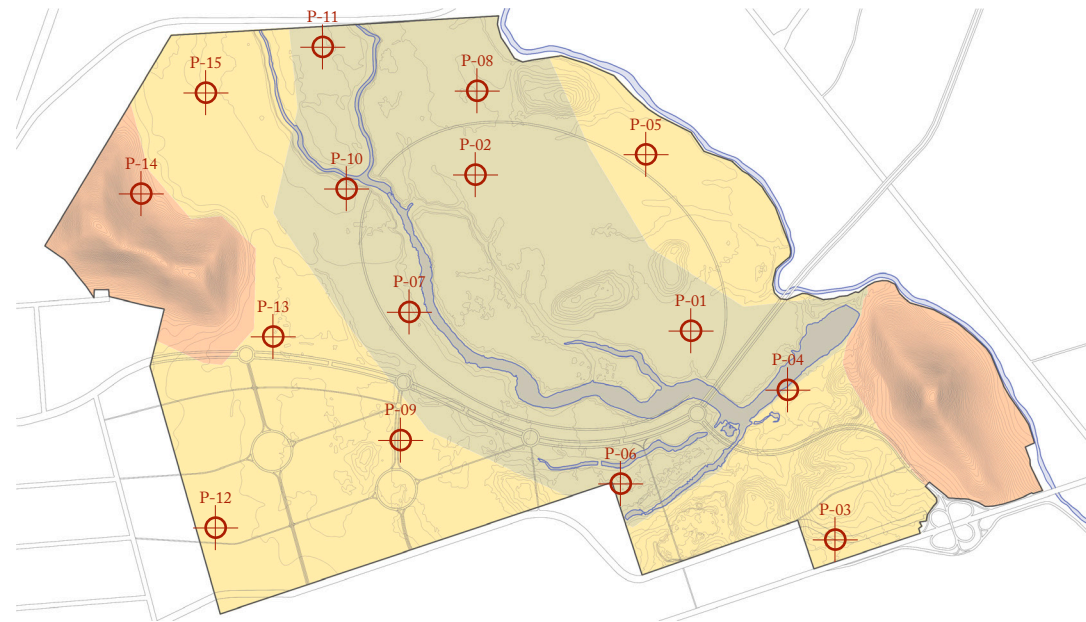


Imagen 72_ Tipos de Suelo (Elaboración propia en base a Zuleta et al, 2000)

- _ Tosca o roca muy superficial
- _ Suelo poco expansivo
- _ Suelo medianamente expansivo



~ Pendientes ~

La pendiente más favorable a los requerimientos del proyecto está entre 0% y 20%, si supera este porcentaje resulta dificultoso realizar las actividades.

El predio posee en su mayoría suaves lomajes entre 0% - 10% de pendiente y en menor grado algunas lomas mayores entre 10% - 20% de pendiente. Las pendientes mayores a 20% corresponden a los cerros Amapola y La Puntilla de Lo Vásquez.

Conclusión 04: El terreno posee una amplia posibilidad de desarrollar diversas actividades dependiendo de la pendiente. Los suaves lomajes resultan favorables en torno a la accesibilidad universal dentro de la gran mayoría del Plan Maestro. El proyecto se puede ubicar dentro de las áreas de pendiente con rango menor a 20%.

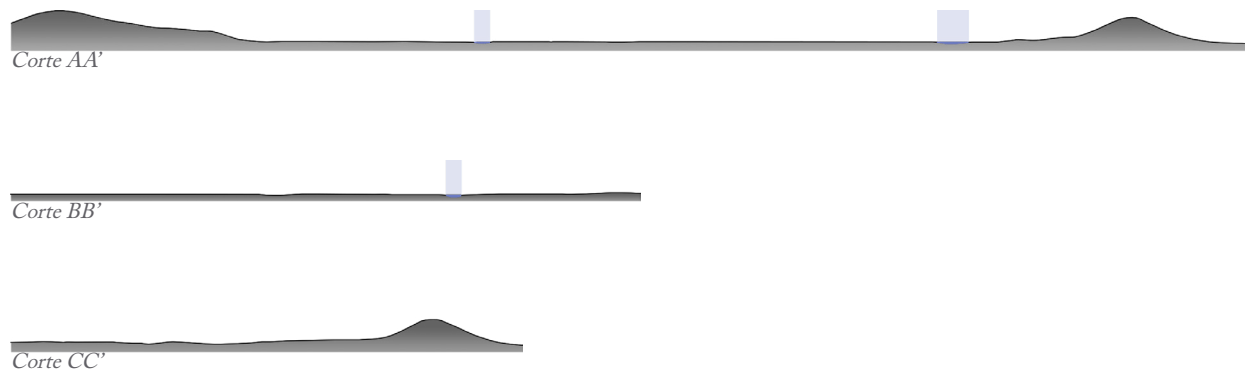
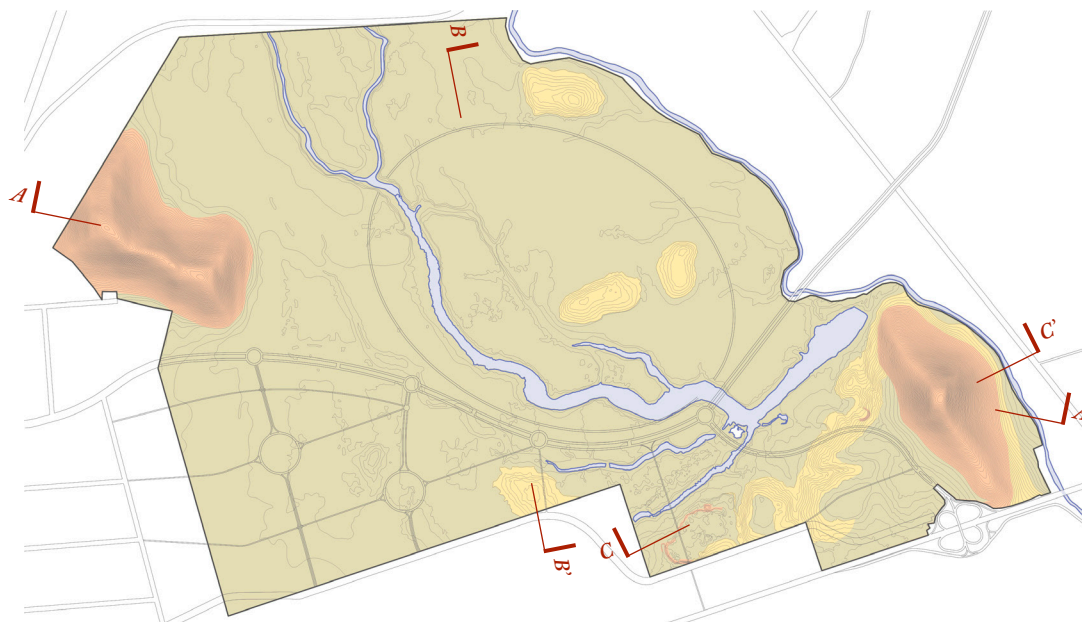


Imagen 73_ Pendientes Favorables al proyecto (Elaboración propia)

- _ Pendiente entre 0% - 10%
- _ Pendiente entre 10% - 20%
- _ Pendiente mayor a 20%



Imagen 74_ Cortes de Relieve (Elaboración propia)

~ Restricciones: Zonas inundables ~

El proyecto por sus características no debe ser emplazado en zonas inundables, por esto se procederá al análisis de estas variables. En el estudio se hallaron discrepancias entre lo que dicta el Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS) y estudios particulares realizados.

Según el PRMS, el terreno en su mayoría posee características de inundación, reconociendo tres tipos de áreas de restricción: a. Riesgo de origen natural geofísico asociado a eventos naturales / inundación recurrente: zonas adyacentes al estero Lampa, b. Riesgo de origen natural de inundación cauces naturales / recurrentemente inundable: zonas aledañas a laguna Carén y sus brazos y c. Riesgo de origen natural inundación napas freáticas: en zonas sur y suroeste del predio. Siendo las únicas zonas no afectadas por dichas áreas de restricción las faldas del cerro Amapola y La Puntilla de Lo Vásquez.

En un estudio particular realizado dentro del marco de la factibilidad del desarrollo del polo Laguna Carén se evidencia que las áreas de inundación son menores a las graficadas por el PRMS. El análisis realizado por ICNOVA ING Consultores estudió la influencia del estero Lampa (también llamado estero Colina), identificando que parte de las zonas norte de la Laguna Carén queda bajo restricciones de inundación para un evento de periodo de retorno de 100 años (Universidad de Chile, 2018).

En otro estudio llamado “Estudio de factibilidad de construcción polo de desarrollo científico y tecnológico en el Valle Lo Aguirre” se estudiaron aspectos hidrogeológicos, donde se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- _La roca fundamental o basal está en un estrato con profundidad superior a los 150m.
- _La napa de agua subterránea profunda se encuentra confinada y en presión en una profundidad mayor a 80 m.
- _El nivel piezométrico de la napa freática superficial

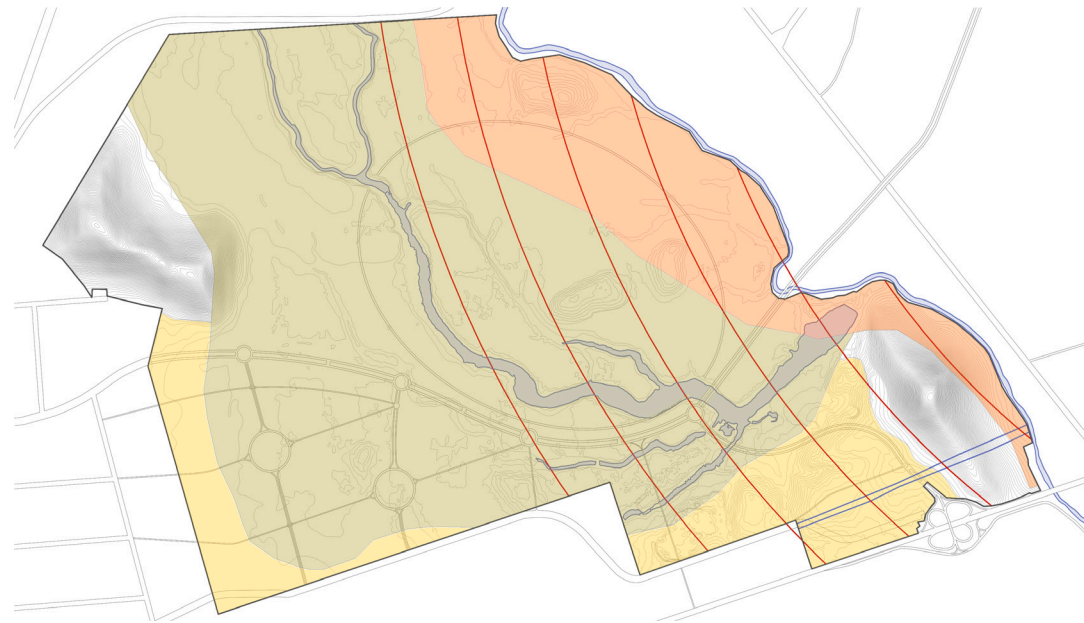


Imagen 75_ Restricciones: Zonas Inundables y otros
(Elaboración propia en base a PRMS)

- _Área de Riesgo Natural, Geofísico asociado a Eventos Naturales Inundación Recurrente ●
- _ Riesgo de Origen Natural de Inundación, Cauces Naturales Recurrentemente Inundables ●
- _ Área de Riesgo de Origen Natural, Inundación Napas Freáticas ●
- _Área de resguardo aeropuerto —
- _Resguardo de infraestructura energética —



del sector oriente se ubica entre los 5,5m y 9,2 m bajo el terreno superficial.

Según estudio de Zuleta (2000) el PRMS no es aplicable al predio, debido a que la empresa VERTICE Ltda. (empresa consultora en ingeniería y construcción) determinó que la crecida establecida por el estudio hidráulico del PRMS, no es aplicable al tramo del Estero Lampa en el sector del predio Carén. Posteriormente, se respaldó esta afirmación en terreno con el comportamiento del estero Lampa en las crecidas invernales del año 1997, dando a entender que las áreas inundables son menores a las definidas en el PRMS en terrenos aledaños al estero dentro de la comuna de Pudahuel.

Por tanto, la diferencia entre el PRMS y los estudios prediales de laguna Carén se basa en dos razones (Zuleta et al, 2000): 1. El PRMS 1994 se creó en base a un estudio macroscópico regional, mientras que los estudios del predio fueron detallados y 2. El PRMS no incluye en sus estudios obras civiles permanentes, mientras que en los estudios del predio se consideran todas las obras que amortiguan las crecidas del estero Lampa y sus afluentes.

Si bien el PRMS limita en gran medida las posibilidades urbanísticas del predio, son los estudios hidráulicos los que avalan la factibilidad técnica y las instalaciones de infraestructura hidráulica propia del Plan Maestro para mitigar estas áreas de inundación.

Conclusión 05: Al analizar y comparar el PRMS y estudios detallados del predio se llegó a la conclusión de disponer el proyecto CICLO en zonas no afectadas a restricción del PRMS. La razón principal es que el estudio hidráulico sólo fue para observar la influencia del Estero Lampa y no se estudió el afloramiento de las aguas de napa freática en periodos de lluvia, un evento importante ya que puede ocurrir una contaminación potencial según las características del proyecto.



Imagen 76_ Estudio de la influencia del Estero Lampa por ICNOVA ING Consultores (Universidad de Chile, 2018)



Imagen 78_ Sector Carén, inundación año 1997 (Extraído de Alarcón & Ubilla, 2018 con fuente de Ilustre Municipalidad de Pudahuel. Dirección de obras municipales. Departamento de catastro)



Imagen 77_ Estudio de la influencia del Estero Lampa en un retorno de 100 años por ICNOVA ING Consultores (Universidad de Chile, 2018)

~ Restricciones: Distanciamiento de cauces permanentes ~

El proyecto CICLO debe distanciarse un mínimo de 200 m de cauces, con el fin de resguardar las aguas superficiales del sector.

Conclusión 06: Las áreas que quedan exenta de esta condición son principalmente zonas cercanas a los cerros, al acceso principal y una gran parte de la zona de conservación al norte y suroriente del predio.

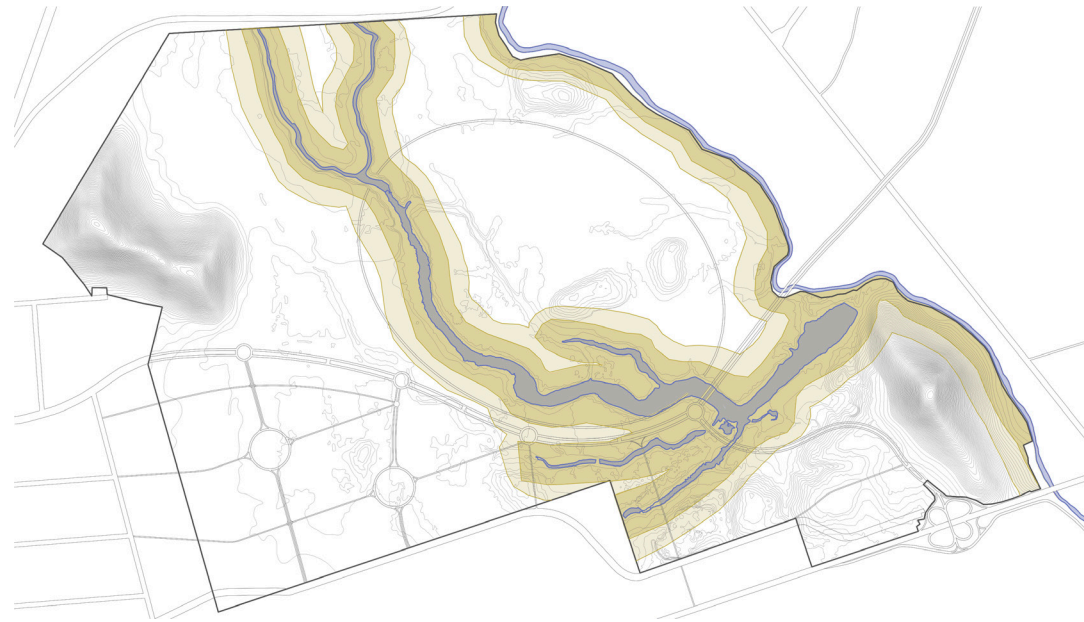


Imagen 79_ Restricciones: Distanciamiento a Cauces Permanentes y Aguas superficiales (Elaboración propia)

_Cauces permanentes

_ Distanciamiento a cauces
área de restricción de 200 m.



~ Vientos ~

El proyecto debe ser ubicado en zonas donde se encuentre a sotavento de las actividades humanas, como medida de resguardo frente a olores causados.

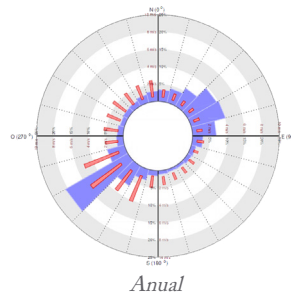
El compostaje y lombricultura no produce olores de carácter peligroso para la sociedad de hecho, cuando la actividad se realiza correctamente posee un olor similar a tierra de hojas. Por lo que, si existiese un olor molesto el mismo personal debe comprobar que la descomposición de los residuos verdes y orgánicos se esté realizando correctamente.

Conclusión 07: La dirección predominante anualmente es de suroeste y noreste, por lo que la ubicación debe considerar estas variables. Dado al cambio constante en las direcciones del viento (dirección con sentidos opuestos) los cerros son un buen regulador, ya que podría aminorar la velocidad y cambiar sentido, en contraste a los lomajes suaves donde los sentidos de los vientos no sufren modificaciones. Otra estrategia para disminuir la velocidad de los vientos es proponiendo barreras vegetales donde sea necesario en el proyecto.

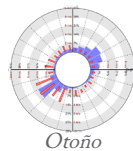


Imagen 80_ Comportamiento del viento (Elaboración propia)

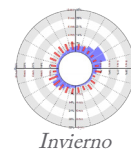
_ Vientos promedio anual predominante a 5 m de altura



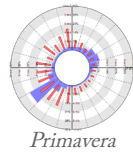
Anual



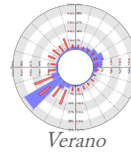
Otoño



Invierno



Primavera



Verano

Imagen 81_ Rosa de vientos anual y estacional a 5 m de altura (FCFM, 2019)

_ Rango inter-cuartil de velocidad de viento

_ Porcentaje de los valores horarios según la dirección del viento

Otoño (Marzo - Abril - Mayo)

Invierno (Junio - Julio - Agosto)

Primavera (Septiembre - Octubre - Noviembre)

Verano (Diciembre - Enero - Febrero)

~ Masas de vegetación existente ~

El proyecto debe reconocer el ecosistema del territorio, protegiendo las masas de vegetación importantes del entorno. Las grandes masas de vegetación se encuentran principalmente en la zona norte y suroeste, mientras que las zonas cercanas a la laguna y sitios con mayor presencia de actividades realizadas por el hombre la vegetación es muy escasa.

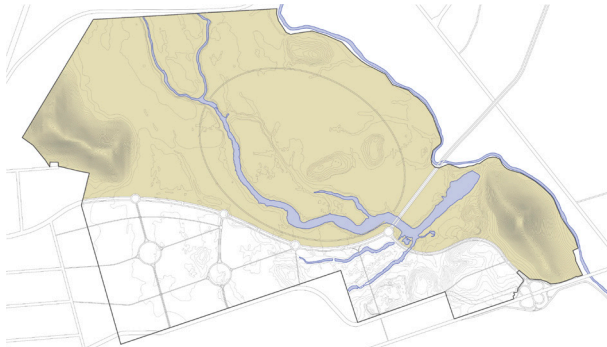
Conclusión 08: Se aconseja concentrar los proyectos relacionados al Plan Maestro en aquellos vacíos de masas de vegetación para así conservar la flora existente, estas zonas son: ladera del cerro Amapola y del cerro Lo Vásquez, alrededor de la laguna y acceso principal desde la ruta 68.



Imagen 82_ Levantamiento de Vegetación Existente
(Elaboración propia en base a Centro de Proyectos Estratégicos,
FAU, Universidad de Chile)

_Masas de Vegetación

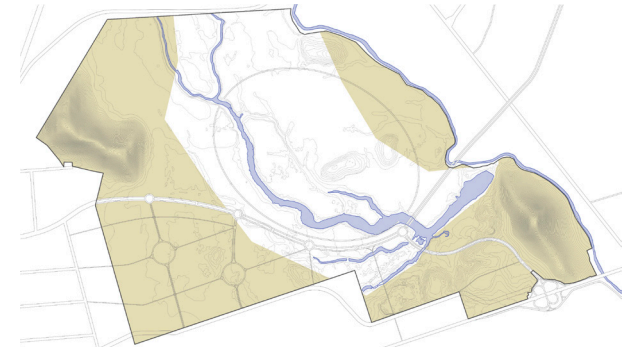




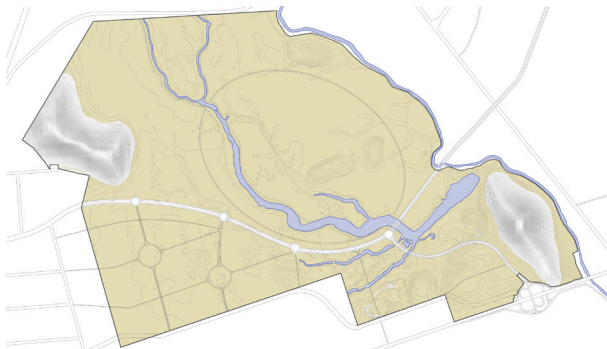
01_Relación y compatibilidad con macrozonas



02_Zonas de alta accesibilidad y conectividad



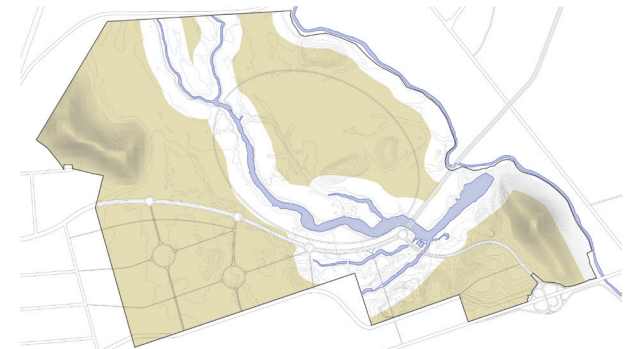
03_Suelo disponible para construir



04_Pendientes favorables



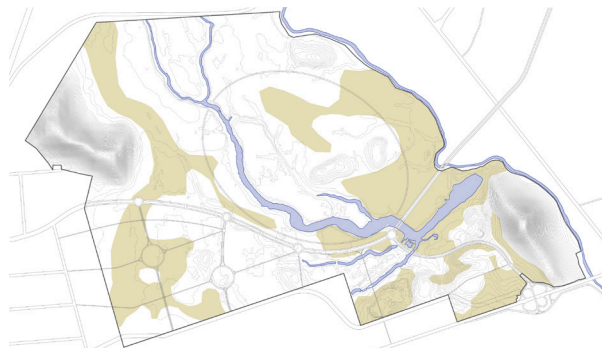
05_Zonas no afectadas por inundación (PRMS)



06_Zonas alejadas de cauces hídricos



07_Áreas de regulación de vientos



08_Áreas con poca masa de vegetación

Imagen 83_ Áreas disponibles por cada análisis (Elaboración propia)

Áreas disponibles



~ Conclusión Final: Localizaciones disponibles según requerimientos ~

El diagnóstico territorial en base a condiciones técnicas y urbanísticas que requiere el proyecto **concluyó que existe una zona compatible que cumple con todos los requerimientos asociados al emplazamiento del Proyecto CICLO. Por tanto, el emplazamiento otorgado por el Plan Maestro no está dentro de los parámetros de resguardo frente a diversas situaciones naturales y artificiales analizadas.**

Las variables que estuvieron más a favor de la factibilidad requerida fueron: relación y compatibilidad con macrozonas, suelo disponible para construir y pendientes favorables. Por el contrario, las variables más en contra para encontrar un área factible según condiciones técnicas-urbanísticas fueron: zonas no afectadas por inundación (PRMS) y las áreas de regulación de vientos.

Como se dijo anteriormente **la actividad productiva de carácter científico-técnico y educacional posee mayores necesidades de cumplimiento normativo y técnico, y es menester no causar mayores inconvenientes por su ubicación.**



Imagen 84_ Área disponible según requerimientos (Elaboración propia)

_Área disponible



Proyecto CICLO

~ Idea de proyecto ~

La primera idea para la propuesta fue la acción de "Arar" como símbolo del trabajo en conjunto entre el "ser humano" y la "tierra" para dar lugar a la creación de vida: la cosecha. La acción de arar consiste en realizar surcos en la tierra aireando la superficie a través de herramientas como el arado. Pero existe una dicotomía, y es que el arar tradicional es conocido por ser una de las prácticas antrópicas que más erosionan el suelo, es por esto que para cambiar este escenario se utiliza el concepto de "agricultura biodinámica", una metodología de agricultura ecológica fundada por Rudolf Steiner que consiste en nutrir el suelo según dinámicas naturales que permitan mejorar la producción a través de alternativas a los fertilizantes químicos. Así se maneja de forma responsable los recursos naturales basado en tratar la tierra como un ser con vida propia.

Este concepto fue empleado por el arquitecto Teodoro Fernández en el proyecto Corredores Ecológicos Viña Emiliana, lugar productivo al pie de monte destinado al trabajo en monocultivo (viñedo), actividad que tiende a crear inestabilidad en la tierra al no permitir la regeneración de los nutrientes (mucho más que los cultivos rotativos). La solución fue proponer reducir las 120 ha de cultivo en islas menores bordeadas por corredores de gran biodiversidad, originando una producción vitivinícola ecológica (Rossetti, 2009).

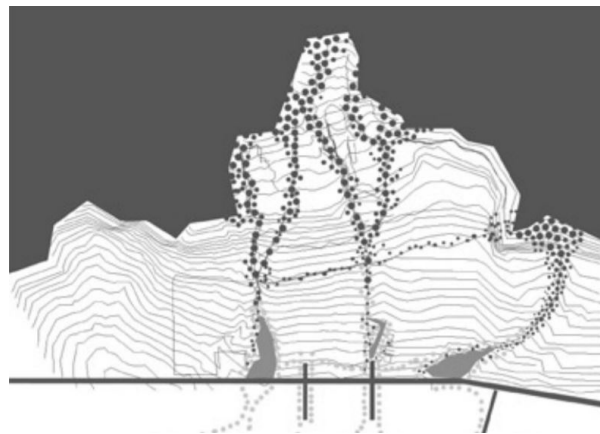


Imagen 86_ Esquema general de propuesta Corredores Ecológicos Viña Emiliana, Colchagua, Chile. (Teodoro Fernández).

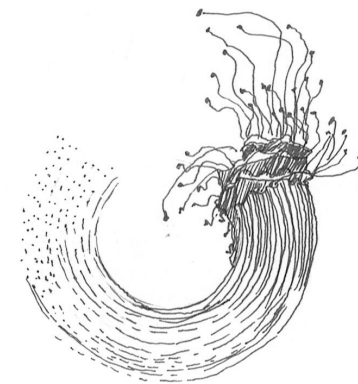


Imagen 85_ Arriba: Campesino de Pudahuel, imagen habitual de la comuna hasta los años ochenta. Archivo fotográfico Universidad de Chile.

Imagen 87_ Abajo: Idea de Proyecto: Circulo Virtuoso (Elaboración Propia)



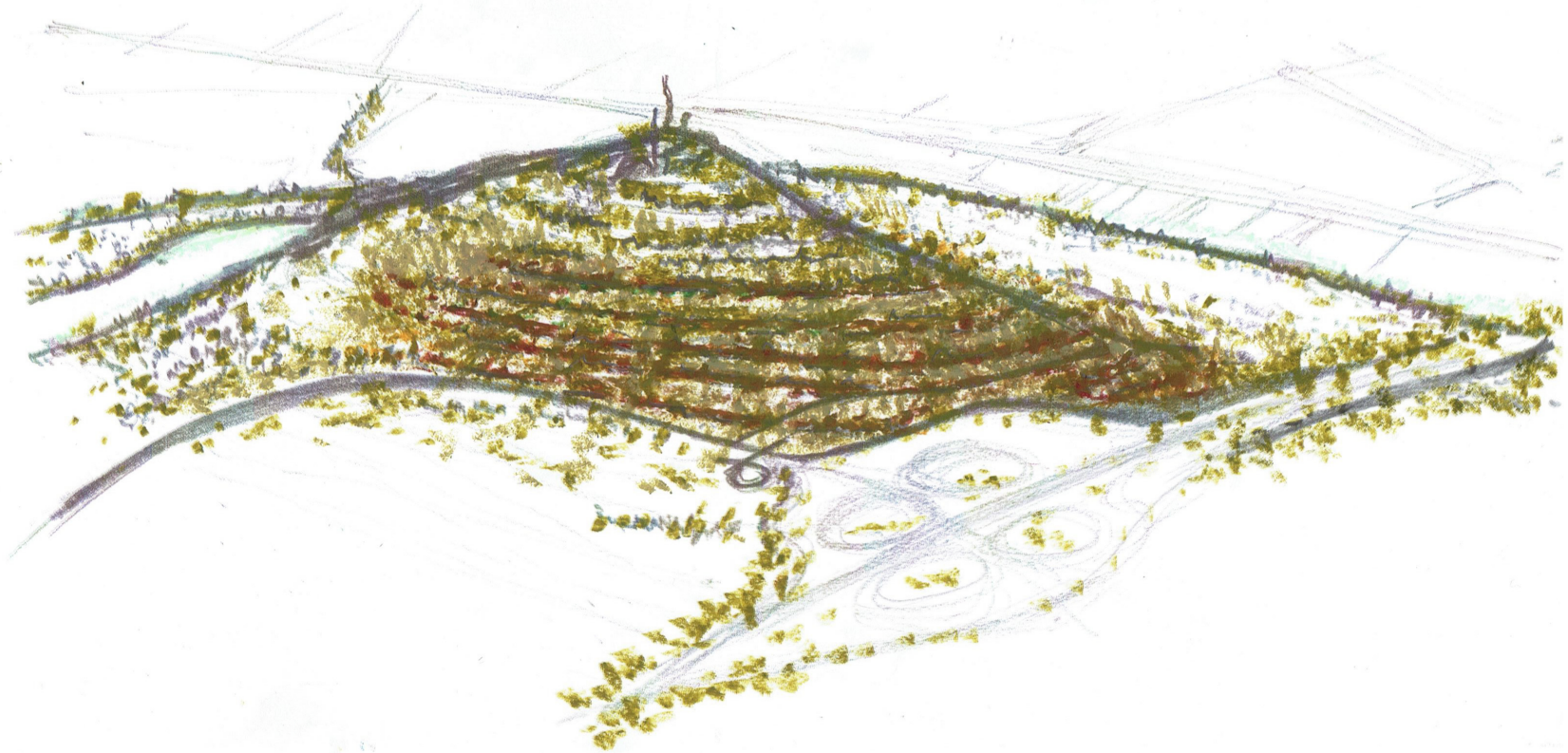


Imagen 88. Primer gesto territorial: Un arado ecológico al pie de monte (Elaboración Propia)

~ Área de intervención e interacción con Plan Maestro ~

El paño reconocido según el estudio de los requerimientos técnicos-urbanísticos abarca dos áreas del Plan Maestro:

– **“Arboretum”** que contiene viveros, jardín botánico, anfiteatro, senderos interpretativos, educación ambiental, investigación y salón de eventos.

– **“Parque Cerro Amapola”** que considera torre-mirador metropolitano, antena de telecomunicaciones, sendero interpretativo, aulas abiertas y miradores.

La mayor parte del área se encuentra en la zona categorizada como Arboretum, principalmente en el área de **senderos interpretativos vinculado al reconocimiento de especies**.

Frente a esto, **Proyecto CICLO se unirá a este programa** y de esta forma pasa de ser un “Centro de Compostaje” a ser un **“Parque Temático de Compostaje y Lombricultura” vinculado a presenciar jardines temáticos de especies en su extensión e incorporando recorridos para observar no sólo el proceso productivo, sino también el producto final: la reforestación y regeneración de la flora del lugar.**

Antes de diseñar se analizó la situación programática del Plan Maestro del área vecina al lugar del Proyecto CICLO, identificando una posible convergencia programática factible y estableciendo un polígono de intervención que integre a los senderos interpretativos del Plan Maestro en la propuesta. **Cada lado del polígono de intervención debe responder según el programa adyacente del parque, llegando a crear en muchos casos espacios intermedios de transición entre lo propuesto en el Plan Maestro y Proyecto CICLO formando una relación concordante entre sí.**



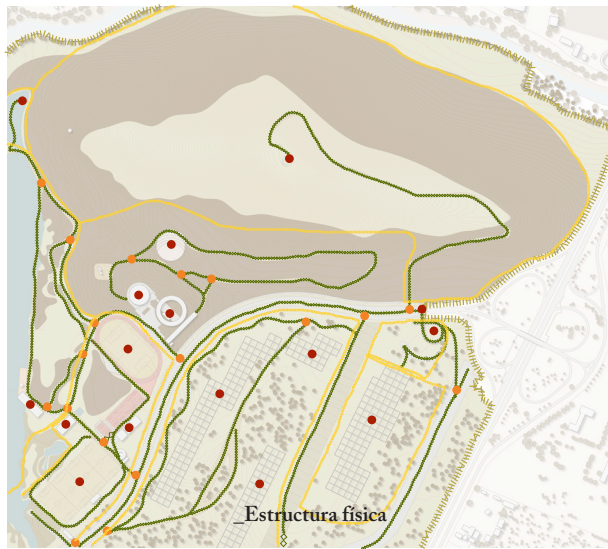
Imagen 89_ Contexto cercano y programa del Plan Maestro sector Cerro Amapola (Elaboración Propia en base a planos de Plan Maestro Parque Laguna Carén de Allard Partners)



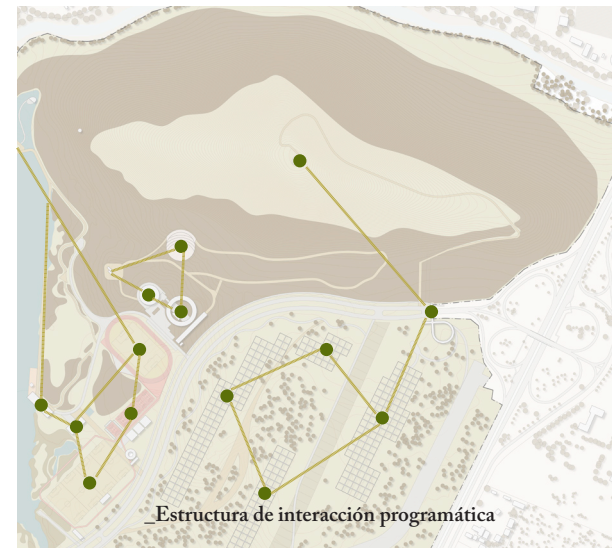
– Área disponible según estudio técnico-urbanístico

– Áreas programáticas Plan Maestro

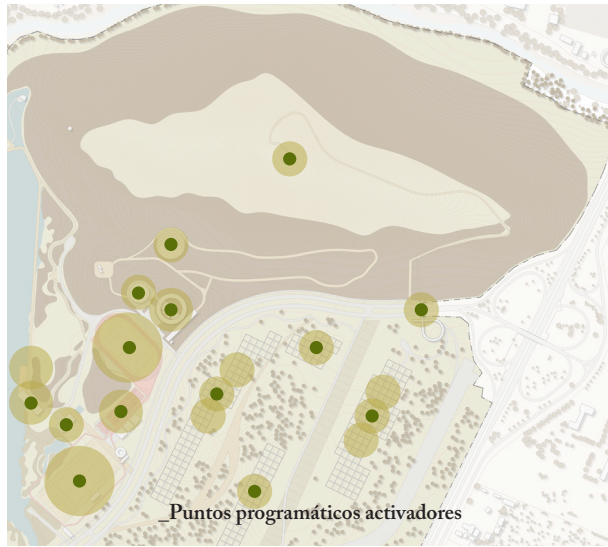




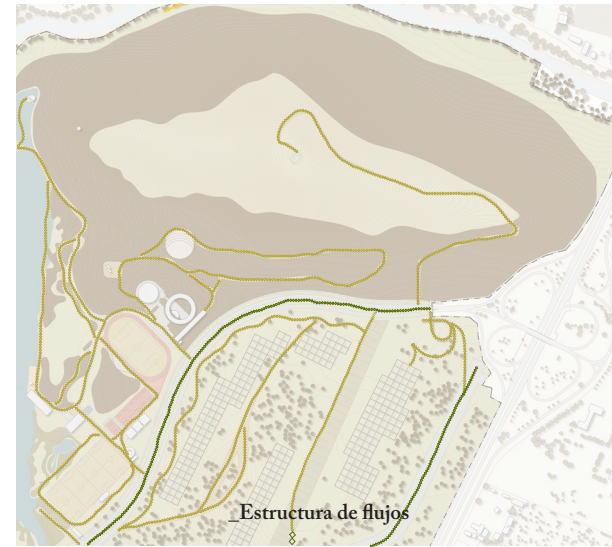
- _Sendas*
- _Límites*
- _Áreas mayores programáticas*
- _Nodos*
- _Hitos*



- _Interacción directas entre programas*



- _Programas activadores*
- _Influencia*



- _Flujos Mayores*
- _Flujos Menores*



Imagen 90_ Análisis sectorial del Plan Maestro (Elaboración Propia)



Las estrategias de interacción entre en Plan Maestro y Proyecto CICLO son las siguientes:

1. Convergencia programática: se propone fusionarse desde espacios de transición con los programas colindantes utilizando distintas respuestas en cada área con elementos naturales y artificiales acorde a las directrices del Plan Maestro.

2. Reactivación de puntos programáticos: a partir de actividades de mayor dinámica cómo lo es el programa del Proyecto CICLO se pretende activar la zona como un lugar con gran atractivo no sólo compuesto de senderos interpretativos vinculados a la vista de especies vegetales nativas, sino que también se integren senderos de educación ambiental orientadas al reciclaje y senderos que conecten de forma más directa el pie en dirección a Laguna Carén con la parte alta del camino al mirador del Cerro Amapola.

3. Definición y conectividad entre programas del conjunto: las sendas serán un elemento importante para enlazar y dirigir los flujos de los usuarios de Laguna Carén y el Proyecto CICLO, cada uno contará con características acorde a las del conjunto. Al interior del proyecto las vías serán de un área mayor por las maniobras de las maquinarias, pero sin romper con la lectura del total. La proyección de las vías debe ser (al menos en su gran mayoría) con accesibilidad universal.



Imagen 91_ Estrategias de interacción con Plan Maestro (Elaboración Propia)

- 0. Área de intervención
- 1. Convergencia programática: espacios de transición.
- 2. Reactivación de puntos programáticos inactivos.
- 3. Conectividad entre programas del conjunto.



~ Propuesta territorial: variables y estrategias de diseño ~

Variable identidad: se identifica una identidad de paisaje natural predominante en el lugar, los colores de la tierra, vegetación y de las rocas originarias de depósitos de pumacita del sector serán parte de la gama de colores, materiales, texturas y formación de vegetación que el proyecto acogerá en su diseño para fundirse con el paisaje.

Variable productiva: está el compromiso por responder de forma funcional al programa de compostaje y lombricultura en medio de un paisaje rural y natural, por tanto, al optar por el concepto de mimetización con el entorno la arquitectura productiva debe responder a la variable identidad de la mejor forma aplicando materiales y colores acordes a lo presentado anteriormente.

Variable educacional: tanto los recintos interiores como los senderos deben responder a la variable de educación ambiental, constituyendo ambientes para la comunicación, exposición, paseos de excursión y espacios interactivos. Cada uno deberá poseer sus cualidades espaciales para desarrollar cada actividad bajo condiciones de habitabilidad y accesibilidad universal.

El Proyecto CICLO toma los siguientes criterios de orden para su diseño:

1. Ordenamiento según imaginario poético: se crea una sucesión de etapas que representan el ciclo de la vida interpretando la muerte como la basura (lugar de llegada camiones) y la vida como la vegetación autóctona (lugar de los jardines temáticos y acceso principal de visitantes). Estos dos puntos son opuestos, pero a la vez están unidos por los procesos de degradación de la materia (compostaje y lombricultura). De esta forma se origina un juego entre lo edificado y lo vegetal siendo en el lugar de llegada de la basura el punto con mayor edificación y menos vegetación y en el otro extremo una edificación fundida entre la tierra y la vegetación.

1. Ordenamiento del imaginario poético: De la basura a la vida vegetal cómo interpretación del proceso del ciclo de la vida.



2. Ordenamiento conceptual: Inicio - Desarrollo - Remate



3. Ordenamiento programático: Estado dinámico y de convergencia entre dos programas distintos.



Imagen 92_ Estrategias de diseño de Proyecto CICLO (Elaboración Propia)

2. Ordenamiento conceptual: se crea un inicio, un desarrollo y un remate en base a los puntos de activación, recorridos y límites de intervención. Se conciben estas tres instancias considerando el programa de Proyecto CICLO y su interacción con el entorno natural y artificial, cada uno con respuestas distintas en el espacio.

3. Ordenamiento programático: este orden ligado al planteamiento de las dos primeras órdenes, constituyendo el inicio y el remate como dos programas bastantes diferentes. Es decir, en el inicio una zona más de acogida al visitante y trabajador con espacios interiores y exteriores de recepción pública, áreas científicas-educacional e instalaciones para la permanencia de los trabajadores. Una transición en que si bien predominan las actividades productivas de compostaje y lombricultura también existen boulevares con senderos de educación ambiental acondicionados a los visitantes. Y un remate en que predomina el espacio de camiones y maquinaria, un espacio con menos condiciones para el estar.

4. Ordenamiento topográfico: se respeta la morfología ascendente del Cerro Amapola perfilando nuevas líneas de cotas que dan origen a terrazas de 1m de altura, donde se desarrollará el programa en base a 3 niveles principales unidos por una terraza central.

5. Ordenamiento formal y volumétrico: a lo largo del proyecto se ocupa la curva y la contracurva, un rediseño de los niveles de las terrazas y como mecanismo para generar las distancias secuenciales entre los módulos formados por muros de contención y pircas que se entrelazan con la configuración en paralelo de senderos, plazas de descanso y miradores. La volumetría y escala de cada módulo son por requerimiento programático, disponiendo los edificios de menor altura en el inicio y los edificios de mayor altura en el remate estableciendo una transición en el desarrollo del proyecto.

4. Ordenamiento topográfico:
Aterrazamiento para respetar morfología ascendente del cerro



5. Ordenamiento formal y volumétrico:
_Curva, contracurva y recta
_Contenido y contenedor
_Transición de escalas



Imagen 93_ Estrategias de diseño de Proyecto CICLO
(Elaboración Propia)

~ Propuesta paisajística ~

a. Idea paisajística y elementos del paisaje

La idea paisajística nace desde la **integración de la arquitectura con la naturaleza del territorio y vegetación, expresando una intención de mimetización con el entorno.** El paisaje de Laguna Carén y del Cerro Amapola representa un ambiente mediterráneo semi-árido interior con bosques y matorrales esclerófilos, principalmente matorrales espinosos característicos de la zona central chilena.

El **pie de monte** es el lugar de emplazamiento del proyecto que conlleva reconocer los procesos naturales de la formación de la ladera (sentido de cota, escurrimientos de agua y masas de vegetación) y observar y aplicar los materiales y colores predominantes a la arquitectura como son la tierra y piedra de la zona.

Para esto **se crea un tejido entre elementos naturales y artificiales, entre elementos verdes y áridos expresados con un lenguaje orgánico que redibuja nuevas líneas de nivel rodeando la antigua cota original del cerro, sin romper brutalmente con su estructura topográfica.**

Se identifican esencialmente los siguientes elementos naturales y artificiales del paisaje existente y del proyecto propuesto:

Naturales

1. Ladera del Cerro Amapola: el proyecto se ubica en la ladera baja del cerro, pero la influencia mutua se extiende también hacia la ladera media y alta a través de senderos y miradores. La reforestación es parte importante para disminuir la erosión del suelo con lo que el proyecto apoyaría a esta actividad entregando los nutrientes necesarios.

2. Escorrentía de aguas lluvias: el proyecto debe manejar y dar lugar a canales que bajan recolectando el



Imagen 94_ Elementos del paisaje (Elaboración Propia)



agua lluvia a lo alto y ancho del cerro. Si bien, el área de Santiago es una zona con lluvias invernales escasas es necesario por seguridad considerar los cursos naturales de las dinámicas del paisaje. De esta forma se crean pequeños corredores que pasan entre las sendas y borde arbolado cercanos a la ladera media del cerro y guiados a su vez por los muros de contención y piedras distribuidas para encausarlo.

3. Masa arbórea y borde arbolado: se concibe una estructura vegetal destinada a colaborar con sus características físicas para cumplir requerimientos térmicos, control solar, barrera contra vientos y ecosistémicas, además de crear tipos de organización de diferentes paisajes del mediterráneo de Chile. Poéticamente también dentro del sentido de la propuesta paisajística el arbolado se considera como el producto final del proceso productivo (basura-abono-vida).

Artificiales

4. Muros de contención y pircas: son uno de los elementos primordiales que toman una postura frente al paisaje como elementos de amarre del tejido y contención. No sólo representan las diferencias de altura y movimientos de tierra, sino también los niveles productivos, recorridos y formación de vegetación, según los requerimientos de cada programa.

5. Edificios y elementos productivos: son los elementos de mayor escala que se posicionan en forma de módulos contenidos por muros y pircas en el entorno considerando diferentes alturas (entre 3m a 7,5m aproximadamente) caracterizadas por el tipo de actividad a realizar dentro de cada una. Se propone componer una secuencia



- _Borde arbolado o bulevar*
- _Plazas*
- _Bosquetes o masas arbóreas*
- _Jardines temáticos*



- _Bosque esclerófilo*
- _Matorral esclerófilo*
- _Bosque espinoso*
- _Matorral espinoso*
- _Jardín de las especies amenazadas*
- _Bosque y áreas de reforestación Cerro Amapola*
- _Jardín seco de las cactáceas*
- _Jardín de las herbáceas y geófitas*
- _Senderos de los Quillayes*
- _Arbolada de acceso*

Imagen 95_ Arriba Tipos de organización vegetal (Elaboración Propia)

Imagen 96_ Abajo Tipos de paisajes mediterráneos y configuración de jardines (Elaboración Propia)

volumétrica que vaya desde una menor altura a una mayor (visto desde la cabeza hasta el remate mayor de la cola del proyecto). La menor altura es resultado de actividades de escalas más humanas (lugares de permanencia como salas de educación y oficinas), mientras que las de mayor altura son derivados de actividades más industrializadas (áreas de descarga de camiones y almacenaje) que necesitan de un mayor volumen de aire para una función más adecuada.

6. Senderos y miradores: los paseos son producto de la lectura de niveles y desplazamientos menores de tierra para generar diferentes vías transitables tanto por peatones y/o vehículos. Las vías consideran las pendientes adecuadas para un mejor recorrido y cumplir con la accesibilidad universal en las diversas áreas del proyecto. Estos recorridos cumplen la función de conectar el programa interior del proyecto y el programa exterior colindante del Plan Maestro, la excursión de los visitantes (entre los puntos de educación ambiental y caminatas al cerro) y las actividades productivas.

b. Paisaje vegetal

El proyecto tiene un gran compromiso con la biodiversidad y sustentabilidad del sector, a través de la selección de especies según los siguientes requisitos:

1. Priorizar el uso de especies nativas, en especial las escogidas en la reforestación del Cerro Amapola en el Plan Maestro (Espino, Algarrobo, Guayacán, Romerillo, Quilo, Quillay y Litre).

2. Preferenciar el uso de plantas con bajo consumo hídrico.

3. Utilizar vegetación con un crecimiento rápido (según paisajista y jardinero de la zona el árbol óptimo es el Quillay), con el fin de crear barreras contra el viento, protección solar y humedad en el menor tiempo posible en las zonas que más lo necesiten. Las áreas que requieren inminentemente de este tipo de vegetación son las de lombricultura, espacios de permanencia como miradores



Imagen 97_ Estructuras de vegetación de la zona de Chile Central, Información Gráfica Parque Quilapilún. (Extraído de <http://www.panoramaweb.cl/senaletica>)

y plazas, las sendas y en las cercanías a los edificios orientados hacia el norte para crear microclimas.

_Ordenamiento según función: se trabajará con cuatro conformaciones de vegetación.

1. Borde arbolado o bulevares: constituyen sendas y son barreras al viento y al asoleamiento, además de ser el elemento verde que hilará (junto a los muros de contención y pircas) las partes del proyecto.

2. Plazas: constituyen los espacios de estar y miradores, existen plazas mayores de llegada y plazas menores vinculados a la observación y educación ambiental.

3. Bosquetes: son áreas de masa arbórea con mayor densidad como las áreas de reforestación y bosques temáticos de la ladera baja.

4. Jardines temáticos: se crean áreas de interés para la contemplación y aprendizaje de las especies vegetales nativas.

Además de estas cuatro formaciones anteriores también se trabajará con las cubiertas, las que serán parte de la propuesta paisajística disponiendo de un entramado entre techos verdes (estructura más pesada con la impermeabilización total de entrada de luz) y parrones (estructura más ligera con diferentes grados de tamizaje de entrada de luz). Esta fachada es importante y se debe pensar no sólo teniendo en cuenta las condiciones de confort que deben cumplir hacia su interior sino también por la vista importante que tendrá desde los miradores del Cerro Amapola.

La otra razón es que en un tiempo más entrará en vigencia un cambio de normativa en el uso de los techos en la OGUC, disponiéndose del 75% para la disposición de vegetación y paneles solares para promover el uso de la quinta fachada y disminuir las islas de calor, especialmente en ciudades (y que en un futuro Parque Laguna Carén será un gran polo de tecnología e innovación).



Imagen 98_ Estructuras de vegetación de la zona de Chile Central, Información Gráfica Parque Quilapilún. (Extraído de <http://www.panoramaweb.cl/senaletica>)

_Ordenamiento según creación de paisajes mediterráneo: se crearán diversas áreas de bosquetes y jardines temáticos orientados al reconocimiento de la vegetación chilena.

1. Bosque esclerófilo: es el tipo de paisaje que más está presente en Chile central, predominantemente en laderas de exposición sur y fondos de quebradas donde habrá mayor humedad. Estos bosques poseen diferencia entre los sectores costeros y andinos por lo que se establecerá y diferenciará entre asociaciones dominantes de cada sector. Las especies presentes son Peumo, Boldo, Belloto del Norte, Litre, Colliguay, Molle, Frangel, Quisco y Puya.

2. Matorral esclerófilo: este tipo de formación vegetal se desarrolla en las laderas orientadas al norte recibiendo una mayor insolación. Estos matorrales poseen diferencia entre los sectores costero e interior por lo que se establecerá las asociaciones dominantes para cada sector. Las especies predominantes son Litre, Boldo, Quillay, Peumo, Molle, Guayacán, Colliguay y Huingán.

3. Bosque espinoso: esta formación vegetal se dispone principalmente en lugares con mayor asoleamiento, además este es un tipo de bosque que se encuentra actualmente amenazado por la extensión de la ciudad de Santiago. Estos bosques poseen diferencia entre los sectores costero, interior y andino que se diferenciarán con sus asociaciones dominantes. Las especies son Maitén, Espino, Algarrobo, Quillay, Litre, Quilo, Huingán y Colliguay.

4. Matorral espinoso: se desarrolla en suelos pobres, con pendientes fuertes y en lugares con alta insolación, considerándose especies adaptadas a ambientes extremos. Estos matorrales poseen diferencia entre los sectores interiores, las especies son Colliguay, Huingán, Frangel, Litre, Quisco y Puya.

5. Jardín de las especies amenazadas: este jardín será ubicado entre la Explanada de Acceso Público y el Edificio Científico-Educativo con el fin de estar

dispuesto a la observación constante del público para tomar conciencia de las especies en peligro. Las especies nativas con distinto grado de amenaza son la Palma chilena, Belloto del Norte, Algarrobo y Guayacán.

6. Bosque y áreas de reforestación: en estas áreas se dispondrán las mismas especies de la reforestación del Cerro Amapola (Espino, Algarrobo, Guayacán, Quilo, Quillay y Litre).

7. Jardín seco de las cactáceas: por las condiciones de asoleamiento que requieren las cactáceas y puyas se dispondrá en una zona expuesta la mayor parte del día al sol dentro del jardín temático interior.

8. Jardín de las herbáceas y geófitas: estas plantas requieren de mayor humedad por lo tanto se diseña en un área menor que al proyectado por el jardín de las cactáceas y además de ser ubicado en una zona entre la sombra y la semisombra.

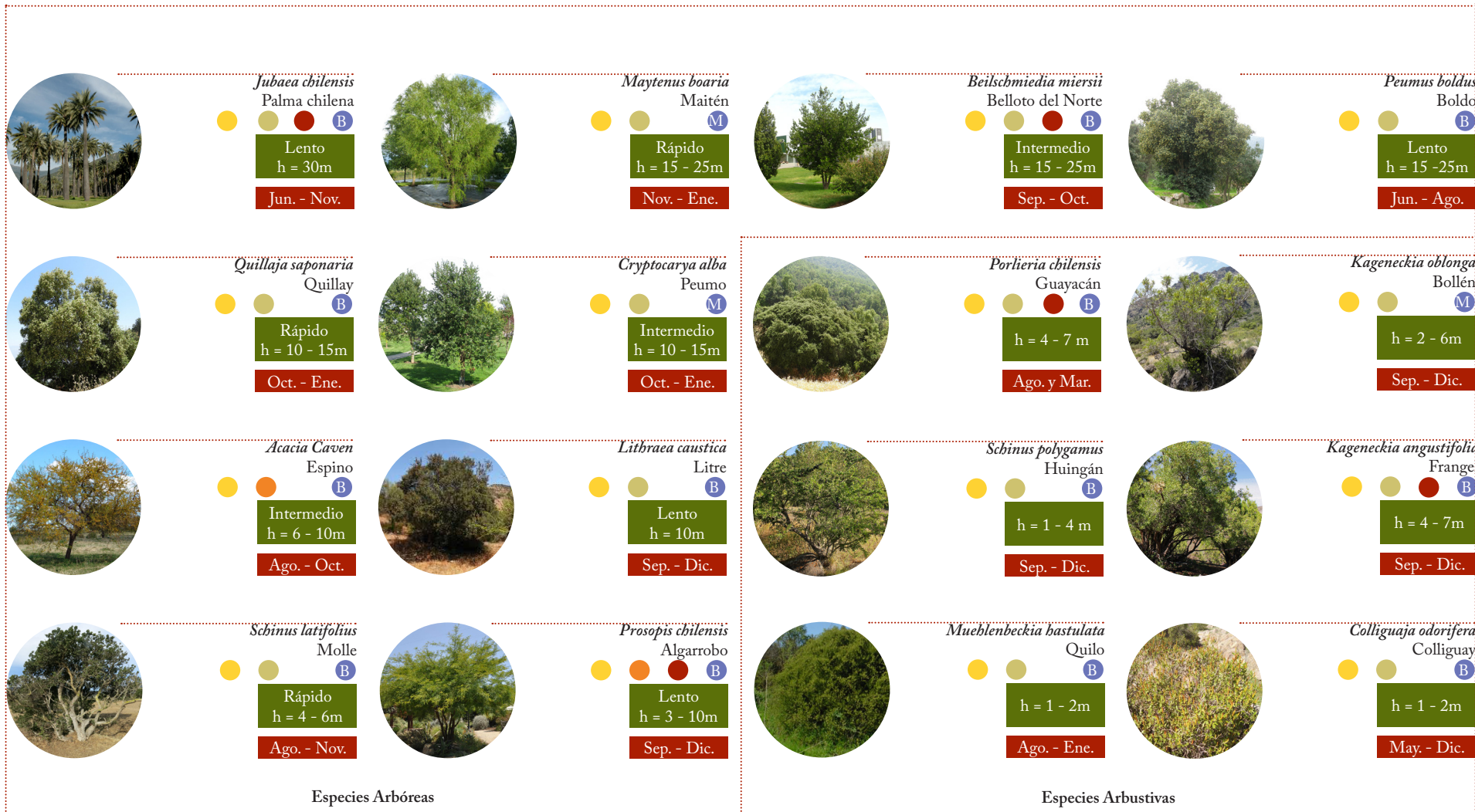
9. Senderos de los Quillayes: los Quillayes son de rápido crecimiento, bajo consumo hídrico, tolerante a la sequía, de copa globosa y perenne, estas características son adecuadas para que se desarrollen variadas actividades, asimismo es una de las plantas propuestas para la reforestación.

10. Arboleda de acceso: se pretende plantar especies representativas de Laguna Carén como lo son los Espinos, en señal de apoyo del Proyecto CICLO a conservar la flora autóctona del lugar.

Figura 12 | Selección de Especies Arbóreas y Arbustivos

*Tipo de Crecimiento: Rápido (1 - 0,7 m por año), Intermedio (0,5 m por año) y Lento (0,2 - 0,1 m por año)

_ Nativa ● _ Perenne ● _ Especie Amenazada o Vulnerable ● _ Crecimiento* (Ritmo y altura máx.) _ Requerimiento Hídrico: Medio M
 _ Introducida ● _ Caduca ● _ Floración (Meses) _ Requerimiento Hídrico: Bajo B Alto A



Fuente / Elaboración propia en base a MOP, 2006, www.chileflora.com y Áreas Verdes Inteligentes del MINVU.

~ Propuesta programática ~

a. Distribución programática

Se proponen tres tipos de programas: un **Programa de Recepción Pública, uno Científico-Educacional y un Programa Productivo**, cada uno posee escala, dimensiones y condiciones especiales que se mostrarán en el desarrollo de la memoria.

La distribución programática se ordena en base a **tres ejes jerarquizados y unidos por un eje central que posee inicio, desarrollo y remate programático**. El inicio, alberga el programa de recepción pública, científico-educacional, instalaciones para administración y operarios y jardines botánicos. El desarrollo está configurado por el proceso mismo del compostaje y lombricultura, junto a senderos de educación ambiental para observar cada módulo productivo. Y el remate, área donde ingresan y se preparan los residuos para su posterior transformación a abono en el desarrollo del proyecto.

_Programa de Recepción Pública: se compone de áreas exteriores e interiores destinadas a albergar al público visitante. Además, los espacios exteriores funcionan como filtro entre los espacios público y privado.

_Programa Científico-Educacional: es un programa compuesto por tres subtipos de espacios para la educación ambiental. El primero se desarrolla dentro de espacios interiores y está vinculado a salas de presentaciones, salas de exposición, laboratorios y salas de archivos y lectura. El segundo, es un espacio exterior reconocido como un área didáctica para el aprendizaje de prácticas de compostaje y lombricultura orientadas al público visitante. Y el tercero se compone de senderos interpretativos dedicados al reconocimiento de vegetación endémica y jardines botánicos de Chile y senderos de educación ambiental vinculados a la observación del proceso productivo desde un área segura.

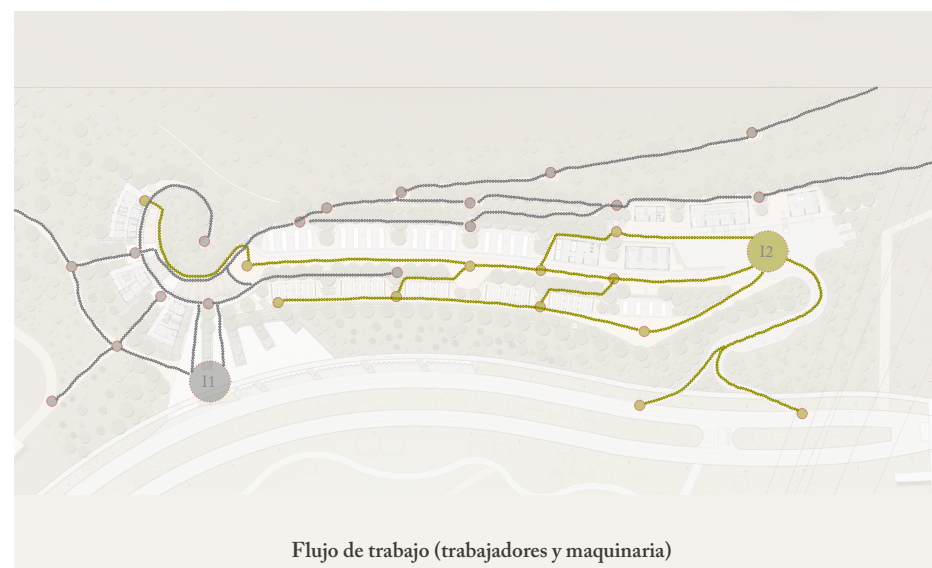
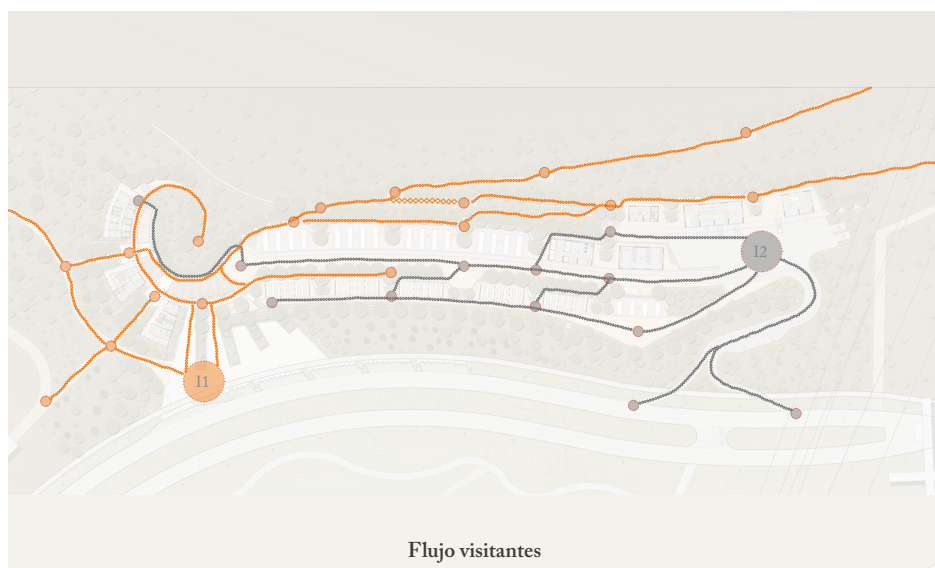
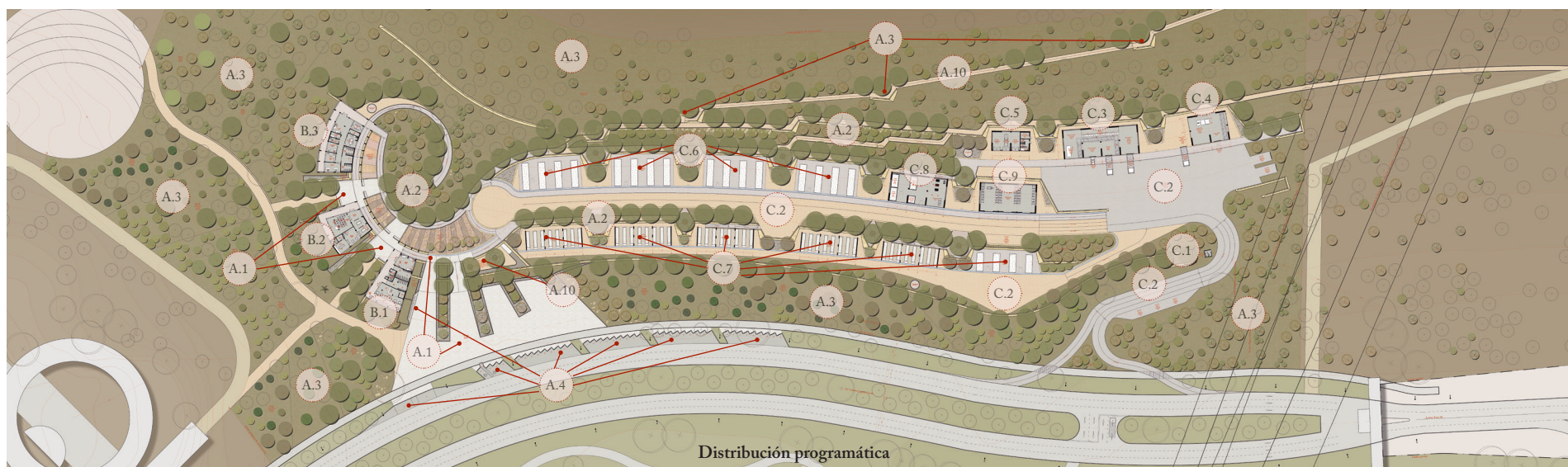
_Programa Productivo: está dedicado a la producción de compost y humus, conformado por espacios interiores y exteriores de áreas de recepción de residuos, espacios de maniobras para camiones y maquinaria, zona de compostaje y lombricultura, área de secado y producto terminado y almacenaje.

b. Distribución de flujos

El proyecto de circulación se pensó en base a condiciones especiales para dos usuarios distintos, por un lado, se encuentran los trabajadores y por otro los visitantes. Teniendo esto en cuenta, es importante que el **sistema productivo se mantenga en su función constantemente, sin cortes de cadena de trabajo para una mejor rentabilidad**.

La solución a la que se llegó, dado a los tipos de usuario, el uso de maquinaria y la morfología del territorio fue **establecer recorridos paralelos, es decir, que cada flujo nace en dos puntos distintos y se entrelazan para interactuar**.

Figura 13 | Esquema programático y de flujos
*Identificación de numeración según tabla a continuación



Fuente / Elaboración propia.

Tabla 03 | Cuadro de superficie

Programa	Superficie	Destino	M ² x persona	n° persona	Programa	Superficie	Destino	M ² x persona	n° persona
A_Espacios Exteriores					B.2_Edificio Científico - Educativo				
A.1_Acceso público					B.3_Edificio Administrativo y Operarios				
Explanada de acceso	1880 m ²				Recepción	10 m ²	Oficinas administrativas ¹	7	2
Pérgola	375 m ²				Vestíbulo	30 m ²	Salas de espera ¹	0,8	38
Plaza menor 1	130 m ²				Cafetería	113 m ²	Cafeterías	1	113
Plaza menor 2	130 m ²				SSHH Discapacitados	5 m ²			
Sub-Total	2515 m ²	-	-	-	SSHH Mujer	30 m ²			
A.2_Jardines interiores interpretativos y de educación ambiental					SSHH Hombre	30 m ²			
Bosque de las especies reforestadas	2846 m ²				Bodega	7 m ²	Bodegas	40	1
Jardín de las cactáceas	453 m ²				Sala de Basura	6 m ²	Bodegas ¹	40	1
Jardín de las herbáceas y geófitas	110 m ²				Circulaciones	42 m ²			
Circulaciones jardines	402 m ²				Sub-Total	273 m ²	-	-	155
Senderos de educación ambiental	5582 m ²				B.2_Edificio Científico - Educativo				
Espacio de aprendizaje didáctico	195 m ²				Recepción	10 m ²	Oficinas administrativas ¹	7	2
Sub-Total	9588 m ²	-	-	-	Vestíbulo	20 m ²	Salas de espera ¹	0,8	25
A.3_Reforestación y jardines endémicos					Sala de exposición	40 m ²	Salas de exposición	3	14
Área reforestación Cerro Amapola	22142 m ²				Sala de presentaciones	60 m ²	Auditorios	0,5	120
Miradores y Senderos Cerro	1511 m ²				Sala de archivos y lectura	35 m ²	Bibliotecas	5	7
Bosques y matorrales endémicos	20294 m ²				Sala de taller y laboratorio	25 m ²	Laboratorios	5	5
Senderos de especies endémicas	1289 m ²				Bodega	6 m ²	Bodegas	40	1
Sub-Total	45236 m ²	-	-	-	SSHH	6 m ²			
A.4_Estacionamientos					Circulaciones	41 m ²			
Estacionamiento buses	64 m ²				Sub-Total	243 m ²	-	-	174
Estacionamiento discapacitados	38 m ²				B.3_Edificio Administrativo y Operarios				
Estacionamiento visitas	250 m ²				Vestíbulo	10 m ²	Salas de espera ¹	0,8	13
Estacionamiento trabajadores	225 m ²				Oficina de gerencia	15 m ²	Oficinas administrativas	7	3
Bicicletas	15 m ²				Oficina de administración	15 m ²	Oficinas administrativas	7	3
Sub-Total	592 m ²	-	-	-	Oficina técnica	15 m ²	Oficinas administrativas	7	3
Total	57931 m²	-	-	-	Oficina de educación	9 m ²	Oficinas administrativas	7	2
B_Espacios interiores de Recepción Pública, Científico-Educacional y Administración y Operarios					Sala de reuniones	15 m ²	Salones de reuniones	0,8	19
B.1_Edificio de Recepción Pública					Sala de primeros auxilios	8 m ²	Áreas de servicios ambulatorio ¹	6	2
					SSHH Discapacitados	6 m ²			
					SSHH y Camarín Mujer	27 m ²			
					SSHH y Camarín Hombre	27 m ²			
					Cocina-Comedor	26 m ²	Cocina	15	2
					Bodega	5 m ²	Bodegas	40	1
					Circulaciones	47 m ²			
					Sub-Total	225 m ²	-	-	48

Fuente | Elaboración propia en base al destino y carga de ocupación estipulada en la O.G.U.C. (1) Los destinos no considerados en la tabla O.G.U.C. deberán asimilarse a los allí señalados.

Continuación Tabla 03 | Cuadro de superficie

*Estos datos son aproximados, ya que pueden variar si se cambia la superficie construida posteriormente.

Programa	Superficie	Destino	M ² x persona	n° persona	Programa	Superficie	Destino	M ² x persona	n° persona
Total	741 m²	-	-	377					
C_Espacios Productivos					C.5_Bodega				
C.1_Acceso camiones					Bodega herramientas 9 m ² Bodegas ¹ 40 1				
Portería	9 m ²	Oficinas administrativas ¹	7	2	SSHH Mujer	3 m ²			
Sub-Total	9 m ²	-	-	2	SSHH Hombre	3 m ²			
C.2_Zonas de maniobras y estacionamientos de camiones y maquinaria					Sala primeros auxilios 5 m ² Áreas de servicios ambulatorio ¹ 6 1				
Vías	4499 m ²				Garaje	96 m ²			
Estacionamiento camiones	192 m ²				Circulaciones	12 m ²			
Espacio de maniobra	1712 m ²				Sub-Total	128 m ²	-	-	2
Sub-Total	6403 m ²	-	-	-	C.6_Área de compostaje				
C.3_Edificio de Recepción y Acondicionamiento de Residuos de Feria					Pilas de compostaje 562 m ²				
Recepción y acopio de residuos	96 m ²	Bodegas ¹	40	3	Circulación entre pilas	564 m ²			
Área de clasificación	60 m ²	Talleres ¹	5	12	Sub-Total	1126 m ²	-	-	-
Área de acopio material	42 m ²	Bodegas ¹	40	1	C.7_Área de lombricultura				
Área de maquinaria Sistema Tellus	35 m ²	Talleres ¹	5	7	Pilas de compostaje	90 m ²			
Área de acopio material	48 m ²	Bodegas ¹	40	2	Circulación entre pilas	130 m ²			
Área de acopio basura	35 m ²	Bodegas ¹	40	1	Sub-Total	240 m ²	-	-	-
Circulaciones	68 m ²				Camas de lombricultura	400 m ²			
Sub-Total Interior	384 m ²	-	-	26	Circulación entre camas	560 m ²			
Área de descarga camión	32 m ²				Sub-Total	960 m ²	-	-	-
Área de carga volcadora compacta	32 m ²				C.8_Edificio de secado y producto terminado				
Área de carga camión	32 m ²				Camas de secado lombricultura	51 m ²	Bodegas ¹	40	2
Sub-Total Exterior	96 m ²	-	-	-	Acopio compost	10 m ²	Bodegas ¹	40	1
C.4_Edificio de Recepción y Acondicionamiento de Residuos de Poda					Harneo 48 m ² Talleres ¹ 5 10				
Área reducción	129 m ²	Talleres ¹	5	26	Empacado	48 m ²	Talleres ¹	5	10
Área de acopio material chip	33 m ²	Bodegas ¹	40	1	Circulaciones	131 m ²			
Circulaciones	30 m ²				Sub-Total	288 m ²	-	-	23
Sub-Total Interior	192 m ²	-	-	27	C.9_Edificio de almacenaje				
Recepción y acopio de residuos	96 m ²	Bodegas ¹	40	2	Área de almacenaje	100 m ²	Bodegas ¹	40	3
Área de descarga camión	32 m ²				Circulaciones	188 m ²			
Área de carga volcadora compacta	32 m ²				Sub-Total	288 m ²	-	-	3
Sub-Total Exterior	160 m ²	-	-	2	Total	10274 m²	-	-	85
					Total A - B - C: 68.946 m²				

Fuente / Elaboración propia en base al destino y carga de ocupación estipulada en la O.G.U.C. (1) Los destinos no considerados en la tabla O.G.U.C. deberán asimilarse a los allí señalados.

c. Sistema productivo

El sistema productivo comprende una serie de procedimientos a realizar que dependen de una coordinación entre las áreas de trabajo y cada área es diseñada según el propósito y materia prima a tratar.

Se propone dado a la cantidad de materia prima disponible en la comuna, las condiciones técnicas urbanísticas y espacio disponible tratar 10 toneladas diarias de residuos orgánicos de feria y poda.

Materia Prima

Para tratar 10 toneladas de residuos orgánicos al día, es decir, 28,6 m³ (considerando una densidad de 350 kg/m³) es necesario contar con 13,1 m³ de poda chipeada (43,8 m³ de poda sin chipear, la que se ve reducida en un 70% y equivale al 46% del total de material de compostaje) y 15,4 m³ de residuos orgánicos de feria (54% del total del material de compostaje), para lograr un equilibrio entre la relación carbono a nitrógeno (C:N) para un compostaje óptimo.

Layout Productivo

El espacio productivo debe llevar la función de cada etapa del proceso muy presente al momento de diseñar, puesto que es el lugar donde se fusionan las actividades del personal con áreas de trabajo, equipos y maquinaria necesaria para cumplir con cada tarea específica dentro del programa.

Para esto fue necesario realizar un layout productivo compuesto por las estaciones de trabajo y circulaciones entre ellas, dichas etapas serán expuestas a continuación en conjunto con un esquema de layout-programático.

1. Ingreso de camiones: para acceder al sistema productivo se entra por la vía oriente de la Av. Laguna Carén. Las vías proyectadas suben hasta 3m de altura para llegar al espacio de maniobra, con el fin de seguir el

orden de cota se optó por diseñar vías de subida paralelas a esta y así lograr una pendiente de menor grado.

2. Control de ingreso: en esta zona se encuentra la portería con un guardia de seguridad que registra los camiones que ingresan y salen del lugar.

3. Área de maniobra de camiones: es una explanada extensa, lo suficiente para cumplir con los radios de giro de los camiones, esta área además es compartida con las cargadoras compactas.

4. Recepción y acondicionamiento de residuos de feria: es el espacio mayor que contiene las áreas de recepción y acopio, clasificación, una zona destinada a la maquinaria Sistema Tellus y un área de acopio para los residuos no compostables que son recogidos por un camión de basura. El área dispuesta para cada sector fue diseñada para disponer los residuos de un máximo de capacidad para media semana, en tanto la altura del edificio está dada por el levante máximo de la tolva.

El Sistema Tellus es una de las tecnologías más recientes proveniente de Suecia para acelerar la degradación de la materia y que en Chile lleva operando más de 20 años (Córdova, 2006). El proceso de tratamiento funciona de manera similar a un reactor horizontal estático, con una capacidad de tratamiento de 0,5 ton/hora (Motta & Pinzón, 2011) y que consiste en cuatro etapas: disminución del tamaño de partícula, relación carbono-nitrógeno, homogenización y mezclado y maduración.

La ventaja que posee este sistema es el corto tiempo que requiere para compostar la materia, con un periodo entre 2 a 4 semanas de maduración y un reducido número de operarios por el proceso automatizado. La única desventaja se encuentra en el costo inicial de la compra de la máquina, pero que en el tiempo el rendimiento versus el costo saldría a favor de la alta cantidad tratada, el mínimo espacio ocupado y un corto tiempo de proceso hasta el producto final.

5. Recepción y acondicionamiento de residuos de

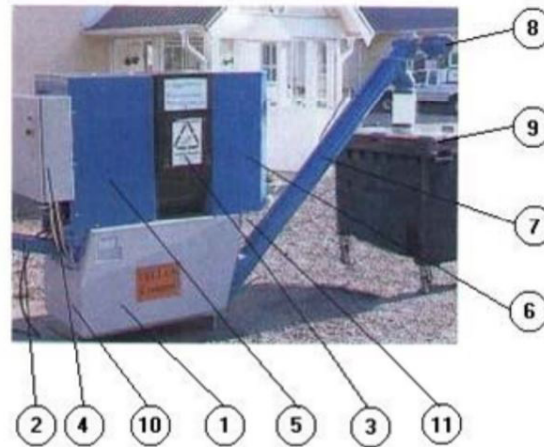
poda: este módulo posee un área al aire libre y otra zona cubierta, en la zona libre se receptiona y acopian los residuos de poda, mientras que al interior se encuentra el área de reducción, donde se utiliza una chipeadora remolcable, además de un área de acopio del chip.

Este módulo al poseer madera adquiere una carga combustible, es decir, que puede provocar un potencial incendio dado a la cantidad total de calor a liberar en tal situación, de esta forma el edificio debe asegurar la seguridad de los trabajadores, reducir el riesgo de incendio y evitar la propagación a través de protecciones pasivas de elementos de construcción no combustibles y protecciones activas como dispositivos de detección y extinción de fuego. Los muros de contención en cada módulo productivo juegan un papel muy importante como aislante y cortafuego entre edificios y áreas de reforestación.

6. Bodega: es el módulo destinado a albergar principalmente el garaje de la maquinaria y la bodega de herramientas a utilizar en el sistema productivo.

7. Área de compostaje: estas áreas son al aire libre por el espacio necesario para maniobrar una cargadora compacta para acopiar el 70% del material mezclado del sistema Tellus y voltear una a dos veces semanalmente las pilas de compostaje. Dado al sistema de aterrazamiento del proyecto, el área disponible, el mínimo largo de las pilas y el tiempo de maduración, se consideró proyectar cuatro módulos de compostaje para dos meses de maduración del compost.

Cada módulo representa el volumen de residuos orgánicos tratados en 14 días y estos son ordenados en 4 pilas de media semana cada una. Cada pila tiene una capacidad de 70 m³ con las dimensiones siguientes: ancho 3m, alto 2m y largo 11,7m.



1. Base de concreto con cuchillos desmenuzadores en su interior.
2. Cilindro hidráulico.
3. Depósito con puerta para el recibo de los desechos.
4. Cabina electrónica y de mando.
5. Agregado hidráulico.
6. Recipiente para el aserrín.
7. Cilindro con tornillo transportador.
8. Motor para el tornillo transportador.
9. Recipiente para el compost desmenuzado.
10. Bomba de aire.
11. Motor para el dosificador.

Imagen 99_ Partes del Sistema Tellus (Motta & Pinzón, 2011)

8. Área de compostaje para lombricultura: este módulo es al aire libre donde se acopia el 30% del material mezclado por el Sistema Tellus, el tiempo de demora para la degradación del compost tradicionalmente corresponde a un mes como proceso previo antes de la lombricultura. Sin embargo, con el Sistema Tellus este proceso se ve acelerado demorándose entre 2 a 3 semanas.

Para el dimensionamiento se consideró 3 semanas distribuidas en 4 pilas de las siguientes dimensiones: ancho 3m, alto 2m y largo 7,5m, manteniendo las condiciones de volteo y riego necesarias semanalmente en las pilas. Una vez terminado este tiempo manualmente es transportado a las camas de lombricultura de los módulos adyacentes.

9. Área de lombricultura: estos módulos deben estar resguardados de la exposición al sol por la condición de hábitat óptimo de las lombrices, el proceso de obtención de humus demora 2 meses. Por el sistema de aterrazamiento y área disponible se configuraron 5 módulos de lombricultura y cada uno corresponde a 12 días con camas extras para la cosecha y traspaso de las lombrices al momento de extraer el humus. Para una mejor distribución se dividió en 8 camas de dimensiones: ancho 1.5m, alto 0,6m y largo 1,7m.

10. Área de secado y producto terminado: este módulo dispone de un área de acopio de compost listo diario, área de secado de humus por 3 días, un área de harneo donde se tamizan y mezclan las partículas del compost y del humus y un área de empaque en sacos de 25kg para posteriormente ser guardados.

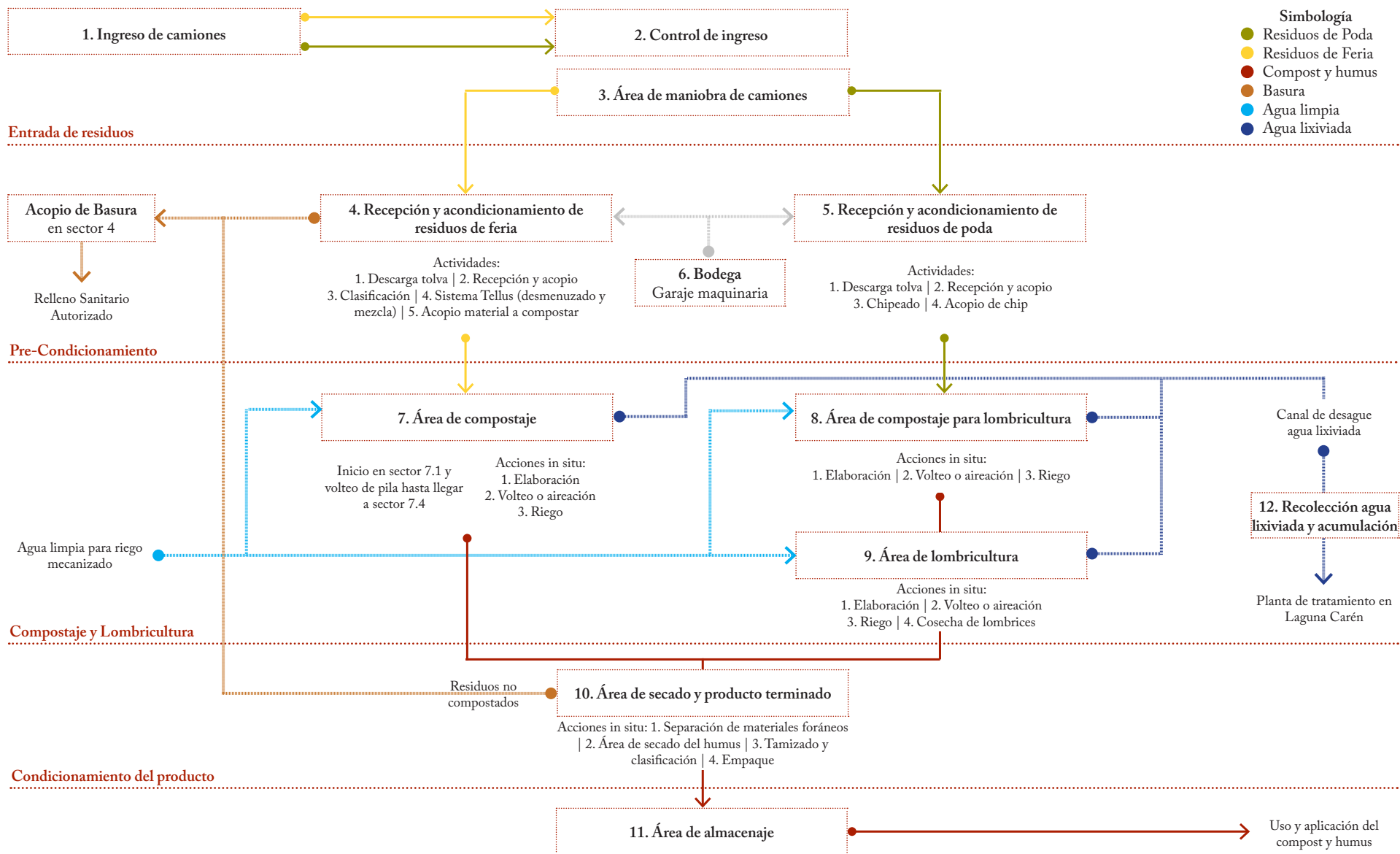
11. Área de almacenaje: se disponen al interior del edificio filas de rack organizadores de pallet con una capacidad de 3 semanas de guarda de producto terminado, estas áreas deben considerar el espacio necesario para el radio de giro para una mini grúa horquilla y la altura suficiente para disponer hasta 5 pisos de rack organizador de aproximadamente 1m por cada piso de pallet.

12. Sistema de recolección de agua lixiviada y acumulación: Las aguas lixiviadas del compostaje se producen durante las primeras semanas de fermentación y en la lombricultura periódicamente y no se recomienda aplicar el agua lixiviada directamente para riego de compost, plantas y/o suelo (a excepción de algunos tipos de vegetación como el romerillo que no se ven afectados por aguas con una alta concentración en sales minerales y otros derivados secundarios). La cantidad de aguas lixiviadas varía según composición de los desechos, pero si se compostan desechos biodegradables domiciliarios, se puede estimar una cantidad de aguas lixiviadas entre 15 - 35 litros/ t basura cruda (Röben E., 2002).

Se propone un sistema de recolección del agua lixiviada de cada pila de compostaje y cama de lombricultura a través ductos, para esto cada pila y cama deberá poseer una pendiente del 2% para que escurran los líquidos. Esta red será acumulada en estanques en la parte más baja del proyecto para que lleguen por gravedad para luego ser llevados a una planta mayor de tratamiento de aguas dentro del mismo predio de Laguna Carén (lugar donde también se tratarán las aguas negras y grises del conjunto puesto que no existe una red de alcantarillado en el sector rural de Pudahuel).

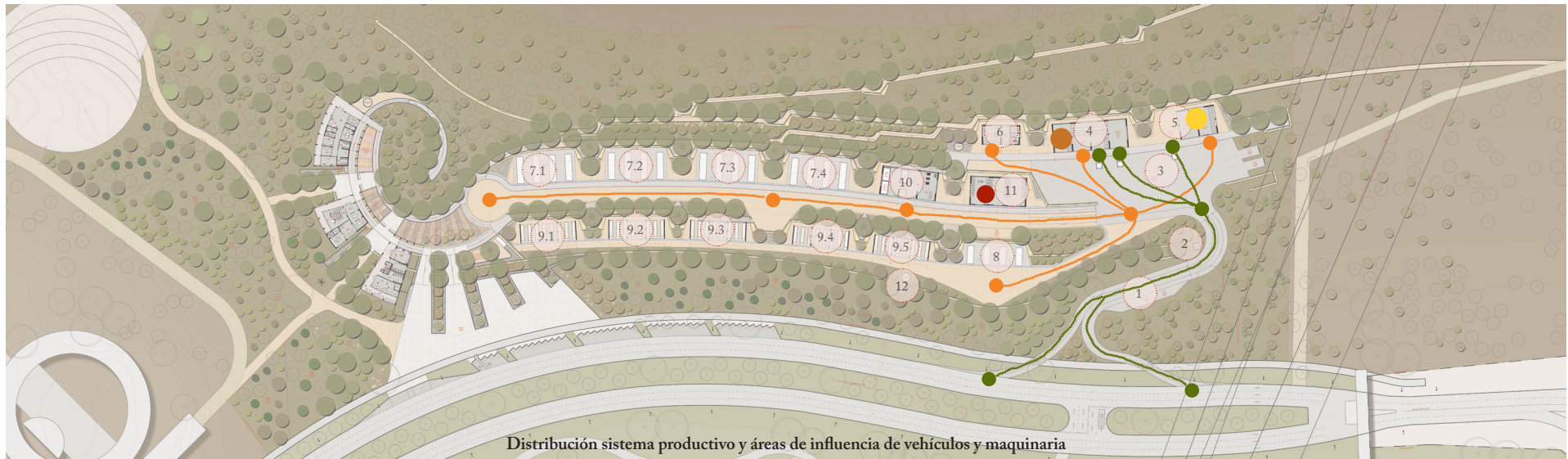
Se optó por tratar las aguas lixiviadas en la planta de tratamiento de aguas de Laguna Carén por dos razones, la primera para optimizar los recursos de construcción de este tipo de instalaciones y la segunda para aprovechar el área disponible en una mayor cantidad de residuos a tratar en compostaje y lombricultura.

Figura 14 | Layout productivo



Fuente | Elaboración propia.

Figura 15 | Planta etapas productivas



Camión Volcador/ Camión de Basura

●
 Largo: 7,84 m.
 Ancho: 2,45 m.
 Alto: 3,12 m.
 Alto al levantar: 5,61 m.*
 Radio de giro: 8,5 m. mín./
 13,4 m. máx.
 Capacidad: 12,11 m³
 * Dimensión aprox. (1,8 veces altura)



Cargadora Compacta

●
 Largo: 3,81 m.
 Ancho: 1,59 m.
 Alto: 2,39 m.
 Alto al levantar pala: 4,27 m.
 Radio de giro: 2,7 m. mín.
 Volumen cucharón: 0,45 m³
 Capacidad: 810 Kg.



Grúa horquilla

●
 Largo: 2,08 m.
 Ancho: 1,06 m.
 Alto: 2,08 m.
 Radio de giro: 1,77 m.
 Capacidad: 1.500 Kg.



Máquina Sistema Tellus

●
 Largo: máximo 4,76 m.
 Ancho: 1,8 m.
 Alto: 2,0 m.
 Capacidad de alimentación:
 0,5 ton/hora.



Chipeadora Remolcable

●
 Largo: máximo 5,51 m.
 Ancho: 2,18 m.
 Alto: 2,6 m.
 Capacidad de alimentación:
 hasta 38 cm. de diámetro de tronco.

Tipos y características de los vehículos y maquinaria (Dimensiones tipo)

Fuente | Elaboración propia.

Tabla 04 | Cronograma procesos productivos de abono

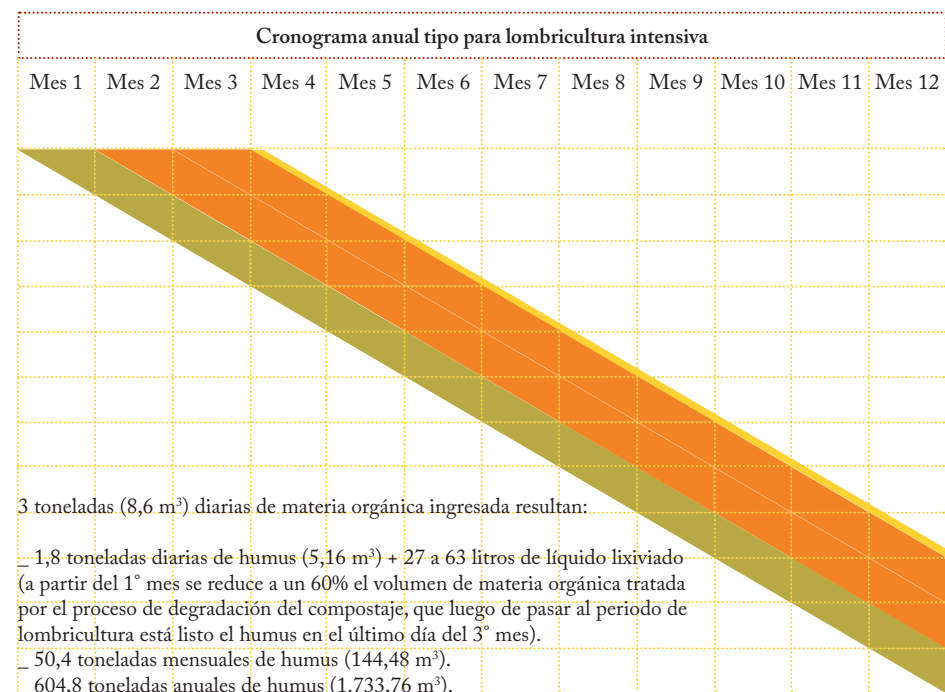
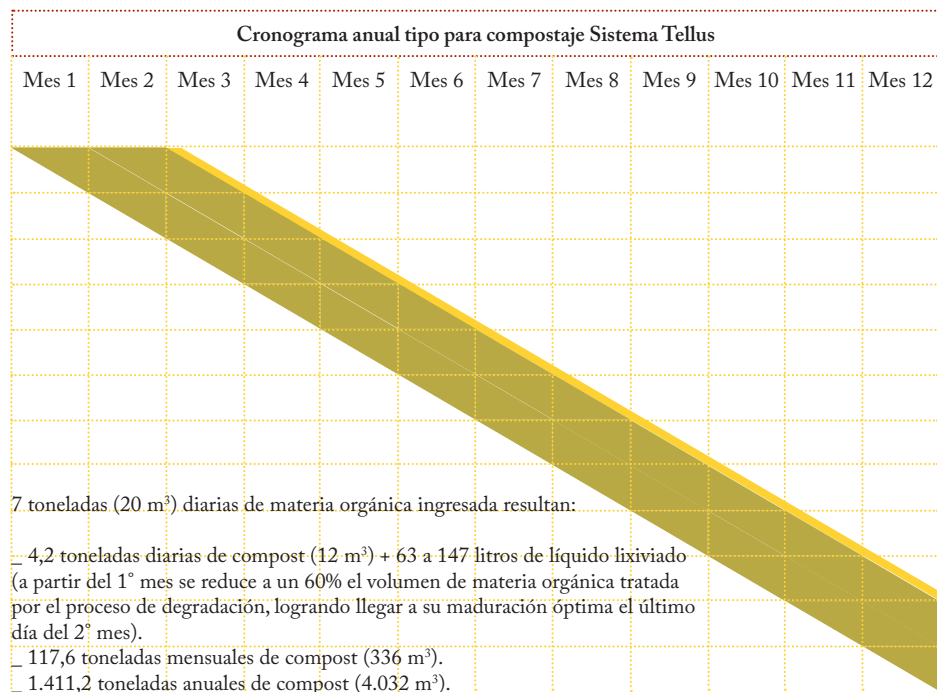
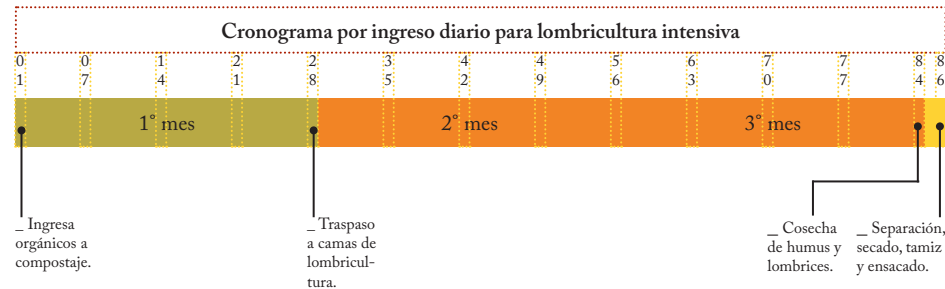
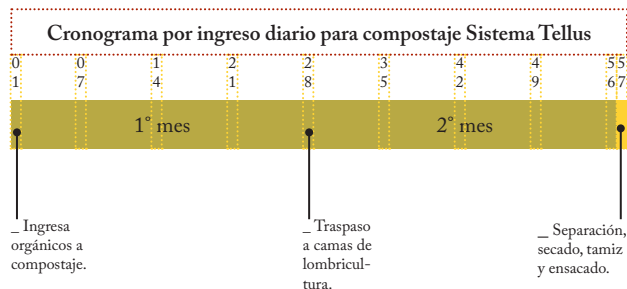
Compostaje



Lombricultura



Actividades finales de producto terminado



Fuente / Elaboración propia.

~ Propuesta material y espacial ~

Proyecto CICLO busca **generar un ambiente en que converja la identidad paisajística de Pudahuel rural, una identidad de educación ambiental y la identidad productiva de la creación de abono.** Concibiendo una transición entre elementos artificiales y naturales, a partir de la **reinterpretación de terrazas productivas y educativas que se hilvanan entre sí.**

a. Módulos y edificios: los ritmos, texturas y colores son tomados desde la naturaleza para ser empleados a través de nuevos lenguajes en la arquitectura, predominando en la propuesta territorial **el hormigón, la piedra y la vegetación mediterránea de la zona central.** Se propone incorporar a los muros de hormigón de edificios el color amarillo-café de la tierra característica de Laguna Carén.

A rasgos generales los módulos han sido diseñados para contener y adaptarse a cada actividad programática distinta, de esta forma en el área productiva adquieren mayores dimensiones para albergar edificios con modulación estructural base de 6x8m u 8x8m puesto que requieren de mayores áreas libres para realizar labores.

b. Elementos estructurantes (muros de contención y pircas): el uso se empleará de forma mixta: los muros de contención de hormigón armado se utilizarán en zonas de tránsito detrás de cada módulo, mientras que las pircas serán utilizadas para resaltar puntos de encuentro entre estos, formando plazas de descanso para los visitantes y trabajadores.

c. Pavimentos: la materialidad de los pavimentos varía según el uso (peatonal y/o vehicular) y el sentido que se le quiere dar al espacio. De esta forma se emplean los siguientes tipos de pavimentos:

1. Pavimentos impermeables _Pavimento de hormigón: este pavimento genera impermeabilidad e islas de calor por lo que será utilizado sólo en las áreas más estrictas que no necesiten traspasar los líquidos lixiviados

al terreno, para no generar contaminación a napas y al suelo. Estas zonas son la explanada de maniobra de camiones, área de limpieza de llantas, áreas de acopio y manejo de residuos de feria, pilas de compostaje y camas de lombricultura.

2. Pavimentos semipermeables _Adoquines de hormigón: este tipo de pavimento puede generar hasta un 40% de más permeabilidad al paso de aguas lluvias (en comparación con los pavimentos de hormigón). Es un elemento favorable para cubrir grandes y menores áreas de tránsito por su modulación y por otorgar identidad al espacio. Las áreas que utilizarán este material son la explanada de acceso público, pérgola, circulaciones de patios interiores y plazas de descanso.

3. Pavimentos permeables

_Rejilla Ecoraster® + Grava: las circulaciones vehiculares del sector productivo ocupan gran parte del área del proyecto por el desplazamiento de maquinaria, por esto se preferirá el uso de materiales que no creen islas de calor. Se optó por el empleo de este sistema para solucionar aquel problema y porque entrega estabilidad y resistencia al terreno frente al tránsito y carga constante de la maquinaria.

_Geocelda: se utilizará en pendientes inclinadas del Cerro Amapola que requieran del apoyo de este sistema para controlar la erosión y como protección a los senderos.

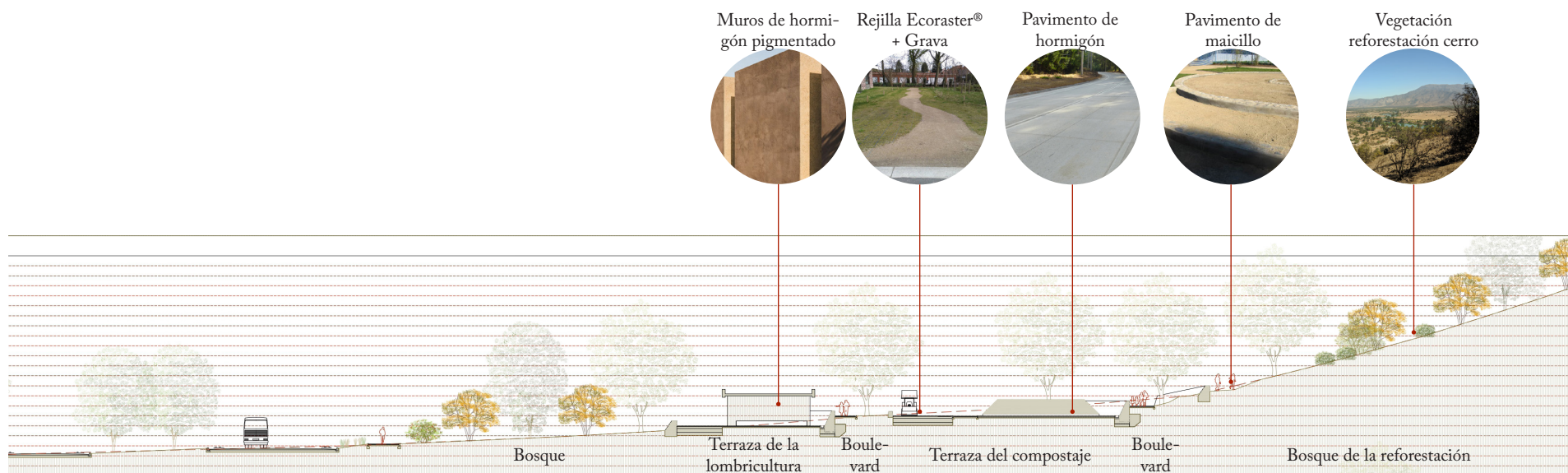
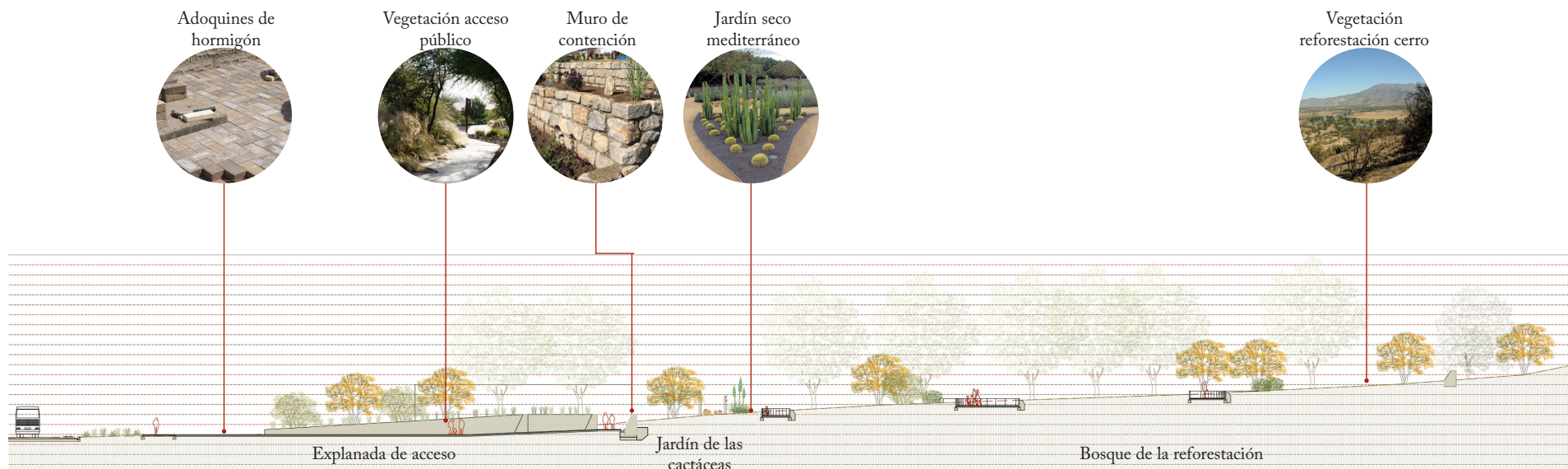
_Maicillo: este material se utilizará en senderos de bosques temáticos y de educación ambiental y áreas adyacentes de tránsito peatonal de los módulos productivos. Además, cada senda debe ser acompañada con un manejo de las aguas lluvias para mantener en buen estado los caminos durante este periodo.

_Bolones: será ocupado para la canalización de las aguas lluvias que bajen del Cerro Amapola, se dispondrán de forma irregular para generar un aspecto rústico y para que se mezcle con la naturaleza.



Imagen 99_ Colores y texturas del paisaje (Elaboración Propia)

Imagen 101_ Cortes transversales: materiales y espacios
(Elaboración Propia)



~ **Usuarios** ~

a. Tipo de usuario

Se consideran tres tipos de usuarios en general con roles distintos:

_Administrativo, operarios y practicantes: son trabajadores que laboran en el área de administración, recepción pública, científico-educacional y área productiva del proyecto.

_Visitante parque temático: son personas que asisten con motivos educacionales, de investigación y/o de capacitación. Según el sector del que proceden pueden ser: sector educacional (jardines, colegios, centros técnicos y universidades), sector colectivo/comunitario (juntas de vecinos y talleres), sector corporativo y empresarial o ser visitante particular.

Las visitas están influenciadas por las condiciones climáticas siendo los meses con mayor número de visitas entre primavera y verano. Además, se encuentran las condiciones de temporada activa de cada sector, en el caso de jardines, colegios y universidades es entre los meses de marzo y diciembre realizando actividades en un año normal. Mientras que en meses de enero y febrero ascienden las visitas de forma particular.

_Visitante Parque Laguna Carén: es el público general que recorre los jardines perimetrales del Parque Temático por motivos de movilidad y/o descanso entre los diferentes puntos del programa mayor del Parque Laguna Carén.

b. Métodos de educación ambiental

En el proyecto se propone cuatro métodos educativos: capacitación, exposición y visitas guiadas, que pueden ser en conjunto o separadas. La proyección de horas y número máximo grupal para cada actividad es la siguiente:

_Capacitación: en sala de presentación con capacidad máxima 30 personas y con horas asociada a la cantidad de materia a enseñar.

_Exposición: en sala de exposición abierta al público donde podrán conocer la historia, propiedades y beneficios del compostaje y lombricultura.

_Visitas guiadas: grupos de máximo 30 personas junto a 2 monitores, con un tiempo estimado entre 2 a 3 horas. Las visitas guiadas tendrán dos etapas de participación: participación pasiva (recorrido y observación del sistema de reciclaje) y participación activa (los visitantes estarán en una zona segura donde podrán realizar su propio compostaje, lombricultura y conocer la aplicación del producto en huertos).

_Senderos interpretativos: recorridos de acceso libre que dependen de las horas de apertura y cierre del parque. Están constituido por dos tipos de senderos temáticos: uno orientado al reconocimiento de especies vegetales endémicas del Centro de Chile y la importancia de la reforestación y otro vinculado a la observación del proceso productivo del reciclaje de residuos orgánicos. Estos recorridos poseen lugares de descanso, miradores y señalización para el reconocimiento de cada especie y área del proyecto.

c. Condiciones de uso

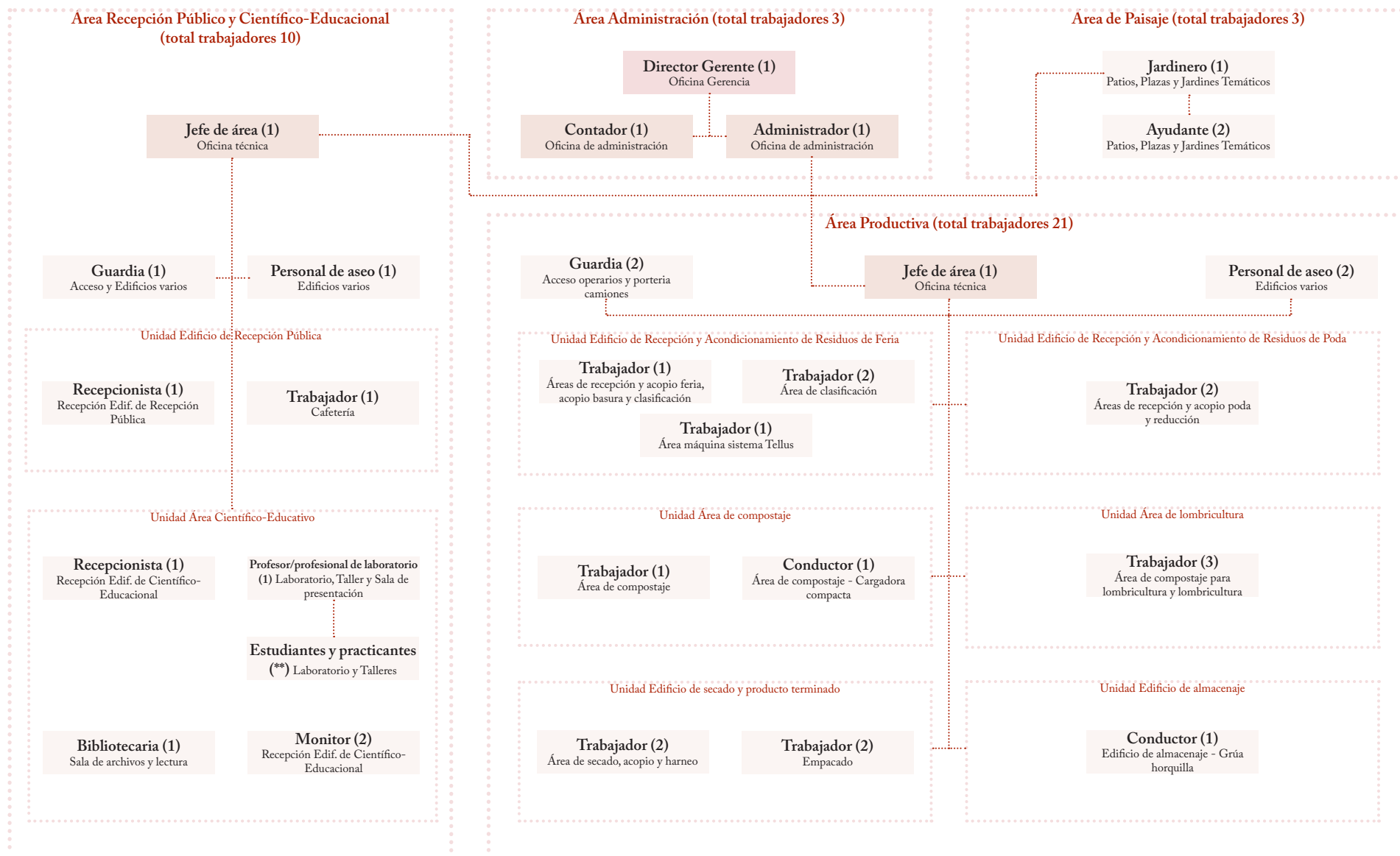
El horario se condiciona por las horas de trabajo máximo por ley, horas luz de día, días de actividades de feria y días con mayor número de visitantes, proponiendo los siguientes días y horarios por cada usuario:

_Administrativo, operarios y practicantes: horario de martes a domingo de 09:00 a 18:00 hrs. contemplando 7,5 horas ordinarias de trabajo y 1,5 horas de almuerzo (se incluye 30 minutos más por motivos de desplazamiento entre zonas del parque).

_Visitante parque temático: horario de martes a domingo de 10:00 a 13:30 hrs. y de 15:00 a 18:00 hrs. Se contemplan los horarios de almuerzo del personal (de 13:30 a 15:00 hrs.), además de 1 hora de organización y rúbrica del día de administración y operarios (09:00-10:00 hrs.).

_Visitante Parque Laguna Carén: horario en coordinación con programas del Parque Laguna Carén.

Tabla 05 | Organigrama de usuarios administrativos y trabajadores
 *(n)= cantidad de personal / **= cantidad variable



Fuente / Elaboración propia.

~ Condiciones específicas del proyecto ~

a. Condiciones de habitabilidad

Accesibilidad: el proyecto garantiza la accesibilidad universal entre los diversos senderos y al interior de las edificaciones, constituyéndose como un espacio inclusivo.

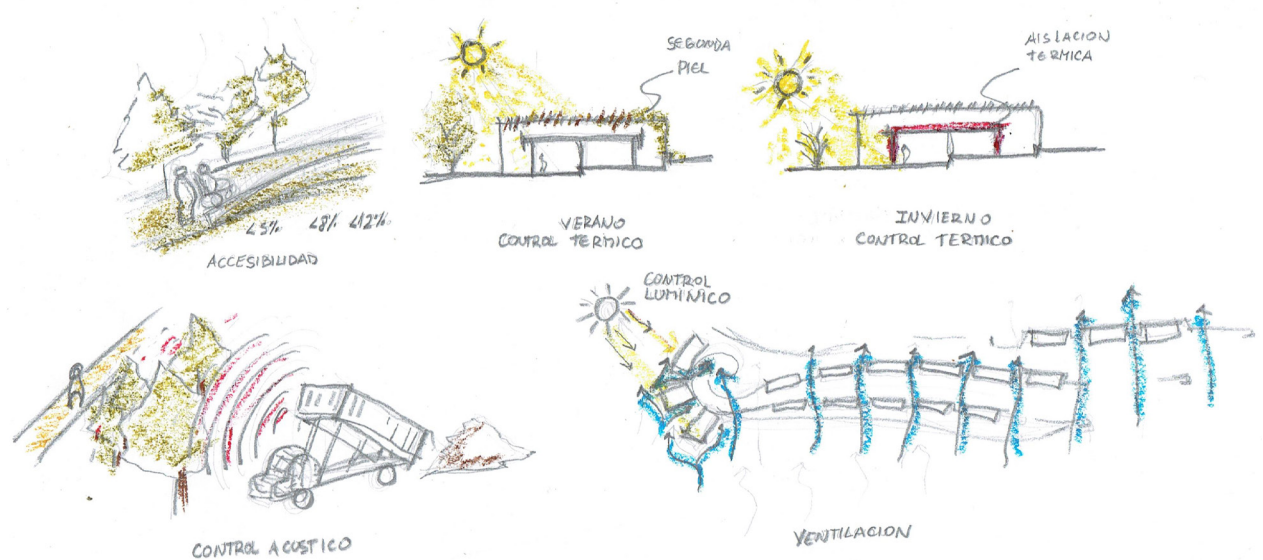
Control térmico: para apaliar el exceso de calor durante el verano se propone crear microclimas utilizando la vegetación seleccionada para cada programa y elementos como celosías. Mientras que durante el invierno para aislar del frío las edificaciones de Recepción Pública, Científico-Educacional y Administrativas y Operarios se utilizará el Sistema StoTherm® EIFS para la eficiencia energética.

Control lumínico: se debe orientar los edificios hacia el norte para aprovechar la luz de día, especialmente los edificios con mayor permanencia de personas (edificios de Recepción Pública, Científico-Educacional y Administrativas y Operarios). Es por esto que la distribución y orientación de los edificios del inicio del proyecto giran y se transforman a favor de la orientación norte.

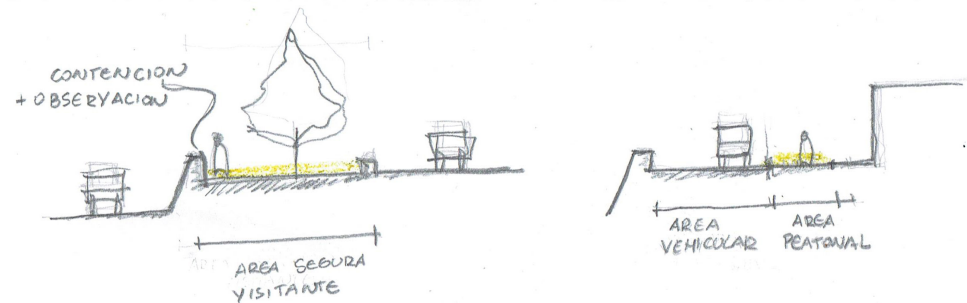
Los espacios del área de lombricultura no deben estar en contacto directo con la luz solar, es por esto que se orientan de forma que no le llegue los rayos solares.

Control acústico: el proceso de recepción, acopio y reducción de los residuos genera ruidos, es por esto que se crea una franja verde por el lado de Av. Laguna Carén.

Ventilación: los edificios de Recepción Pública, Científico-Educacional y Administrativas y Operarios se distancian entre sí y generan aperturas para que el aire fluya entre sus paramentos. Por otro lado, en la zona productiva se procuró disponer las camas de compostaje y lombricultura a favor del viento según recomendaciones térmicas, y finalmente la franja verde de Av. Laguna Carén sirve como barrera de protección y direccionamiento de



_Condiciones de habitabilidad



_Condiciones de seguridad

Imagen 102_ Esquemas de condiciones especiales del proyecto (Elaboración Propia)

los vientos provenientes del suroeste.

b. Condiciones de seguridad

_Circulación de visitantes: en vista de que el proyecto abre la puerta a todo tipo de usuario (desde niños hasta adultos mayores) las condiciones de seguridad deben garantizar el no poder traspasarse a zonas del sistema productivo, en consecuencia, se utilizan los boulevards y terrazas como elementos de contención para el flujo de visitantes.

_Circulación trabajadores: tanto el exterior como el interior de las áreas productivas tendrán vías exclusivas para el peatón en vista del trabajo con vehículos y maquinaria.

c. Condiciones de sustentabilidad

_Riego: sea contempla un sistema de riego por goteo para controlar las pérdidas de agua innecesarias tanto para la vegetación como para el riego de camas de compostaje y lombricultura.

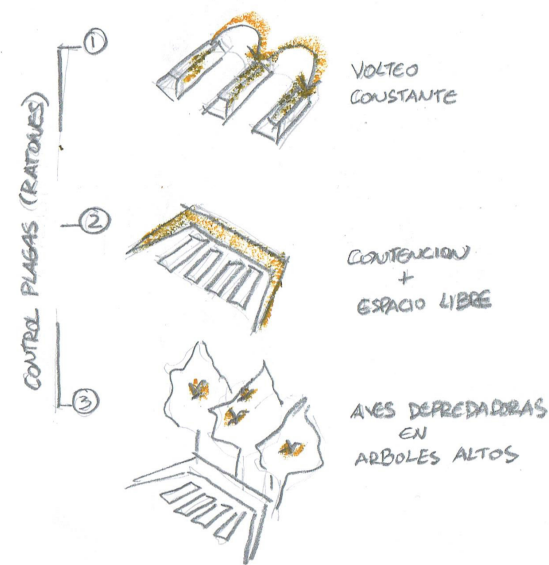
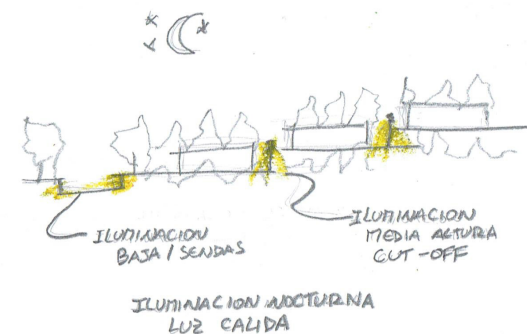
_Electricidad: se considera la utilización de paneles solares en los edificios y luminaria exterior para aprovechar la radiación solar de la zona.

_Iluminación: la iluminación nocturna será necesaria como mecanismo de seguridad al proyecto, sin embargo, se tomarán medidas para no contribuir a la contaminación lumínica nocturna a partir de luminaria LED con diseño cut-off y luminaria a piso de luz cálido.

_Mobiliario: Se emplea mobiliarios de materiales que posean una larga vida para ahorrar en mantención como son los hechos con hormigón.

_Control de plagas: al compostar pueden llegar ratones, en tal caso además de utilizar los sistemas tradicionales de control de plagas, se dispone de acciones y elementos del paisaje proyectado para disminuir el acercamiento de

estos animales y que aniden en las pilas. La primera es crear un espacio contenido por los módulos de muros de contención, disponiendo un espacio abierto sin malezas cercanas que pueden contribuir a su acercamiento. La segunda estrategia es la disposición de árboles altos, ya que en ellos se posan aves depredadoras de ratones. Y la tercera es el volteo de las pilas, mientras se mantenga volteándose semanalmente el compost no podrán encontrar un lugar fijo para anidar.



_Condiciones de sustentabilidad

Imagen 103_ Esquemas de condiciones especiales del proyecto (Elaboración Propia)

~ Gestión y financiación ~

a. Gestión administrativa y modelo de negocios

Se propone que el proyecto sea una **iniciativa en conjunto entre la Ilustre Municipalidad de Pudahuel y la Universidad de Chile, con apoyo de empresas privadas para financiar parte de la materialización y mantenimiento del proyecto.**

Dado al **contexto educacional e investigativo se considera disponer a la cabeza del funcionamiento y extensión en el tiempo a equipos de trabajo en terreno de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad** (equipo profesional de investigación y practicantes), además de alianzas con equipos de otras universidades nacionales e internacionales. Con el objetivo de apoyar la economía local se contratarán trabajadores de la zona de Pudahuel rural.

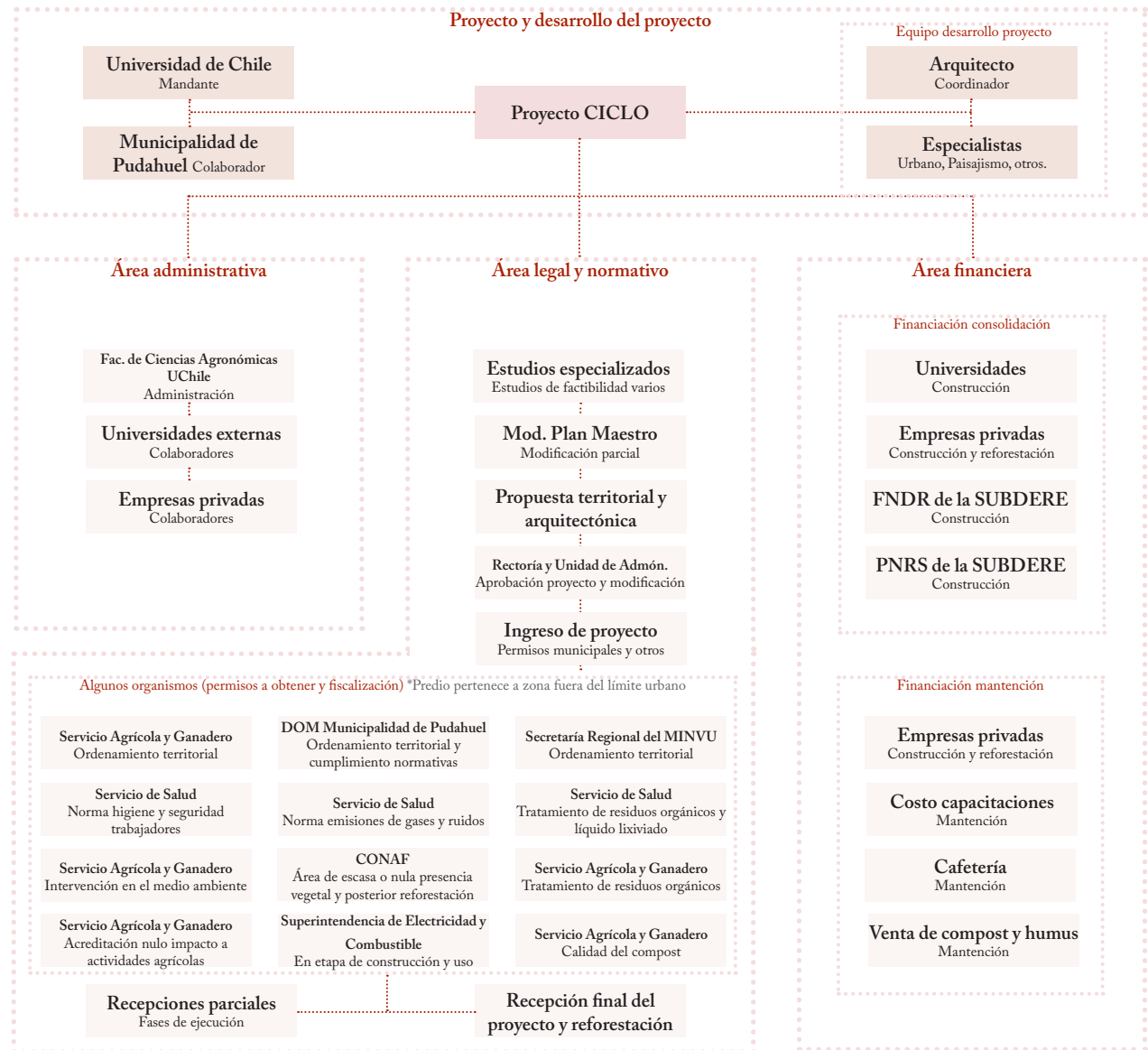
Para disminuir los costos de construcción se propone postular a fondos y programas de inversión, algunos son:

Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR), programa SUBDERE de la División Desarrollo Regional orientado a las inversiones públicas. Este programa entrega recursos presupuestarios para materializar programas y proyectos de desarrollo e impacto regional, provincial y local.

Programa Nacional de Residuos Sólidos (PNRS), programa SUBDERE de la División Desarrollo Regional orientado a las inversiones públicas. El propósito de este programa es mejorar las condiciones de sanidad y calidad ambiental de zonas urbanas y rurales a partir de la implementación de sistemas sustentables para el manejo de residuos sólidos domiciliarios.

La materia prima (compost y humus) generado es un recurso que podría ser aprovechado tanto para el uso propio y comunal como para la venta a interesados considerando un ingreso extra al proyecto para su

Tabla 06 | Gestión propuesta del proyecto



Fuente | Elaboración propia.

mantención en el tiempo.

La reforestación al ser una actividad cara será realizada por empresas privadas que tengan que realizar convenios de compensación ambiental de reforestación en la región Metropolitana según la Ley de Emisiones.

b. Gestión social y económica

Este proyecto contribuye a un ahorro económico no menor a la Ilustre Municipalidad de Pudahuel por concepto de pago de disposición final de los residuos orgánicos y de poda que actualmente es pagado a las empresas contratistas de transporte y al Vertedero Sanitario KDM en Tiltil, agregando un beneficio local a nivel ambiental (ver tabla de beneficios observados en el referente DIGA La Pintana).

Respecto al beneficio social **toda exposición y visitas guiadas serán abiertas a la comunidad y sin costo** para juntas de vecinos, centros educacionales (jardines infantiles, colegios, liceos, universidades, institutos, otros), empresas, organizaciones, particulares, entre otros. **Las capacitaciones destinadas a empresas, organizaciones u otros entes interesados tendrá un costo** considerado como ingreso extra al proyecto.

c. Gestión legal y normativa

La gestión previa a la materialización del proyecto es una larga tramitación, iniciando por la aprobación de Rectoría, Unidad de Administración y Facultad de Ciencias Agronómicas y otras facultades, además de la modificación parcial del Plan Maestro. Junto a esto se deben llegar a acuerdos de colaboración con la Ilustre Municipalidad de Pudahuel, universidades externas y empresas privadas.

Posteriormente para el desarrollo de Proyecto CICLO se debe contar con un equipo de trabajo conformado por arquitectos y especialistas urbanos, paisajistas, ingenieros, entre otros que aporten en la definición del proyecto.

Para los trámites legales y normativos se debe contar con permisos de edificación aceptados por la Dirección de Obras Municipales (DOM) de la Ilustre Municipalidad de Pudahuel, además por estar fuera de los límites urbanos debe adquirir la aprobación de la Secretaría Regional del Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) y Servicio Agrícola Ganadero (SAG). Adicionalmente se debe aprobar varios permisos ambientales, sanitarios, condiciones de trabajo y otros (algunos mostrados en la tabla anterior) y presentar ingreso de proyecto al Sistema de Evaluación Impacto Ambiental (SEIA).

d. Presupuesto

Para el presupuesto estimado se tomó como referencia los datos de casos estudiados y un cálculo estimativo en base al costo de construcción por tipo de edificio y áreas verdes por metro cuadrado proyectado especificadas en la tabla a continuación.

Tabla 07 | Presupuesto de obra

*Estos datos son aproximados, ya que pueden variar si se cambia la superficie construida posteriormente.

Zona de proyecto	M ²	UF/ M ²	Total UF
Edificios construidos tipo 1 (Edif. de Recepción Pública - Edif. de Administración y Operarios - Edif. Científico-Educativo)	741	25	18.525 UF
Edificios construidos tipo 2 (Edificios sector productivo)	2.240	15	33.600 UF
Vías vehiculares y exterior sector productivo	6.403	10	64.030 UF
Patios	9.588	5	47.940 UF
Elemento de proyecto	M ^{lineal}	UF/ M ^{lineal}	
Muros de contención	969	3	2.907 UF
Zona de proyecto	N° Plantas *Aprox.	UF/ N° Planta	
Reforestación	5.655	1	5.655 UF
Total UF			172.657 UF
Total Pesos chilenos			\$4.954.306.287

Fuente | Servicio de Impuestos Internos (SII) Consulta 02 de julio de 2020. UF = 28.694,50 pesos chilenos

~ Fases de ejecución ~

Proyecto CICLO se desarrolla considerando muchas variables no sólo de proyección territorial, sino también dentro de una compleja dinámica de poderes, actores y empresas que quieran adjudicarse. Por lo tanto, dado a la escala territorial, alta inversión, acuerdos, gestión administrativa y aceptación de permisos es aconsejable una materialización de forma gradual en el tiempo definiéndose fases sucesivas y evaluadas conforme al avance.

Etapa 0: Estudios, desarrollo de proyecto y permisos (años no especificados y que dependen del tiempo de gestión política y acuerdos, financiación, normativa y permisos, entre otros asuntos más)

- 0.1_ Estudios topográficos y mecánica de suelos.
- 0.2_ Estudios hidráulicos de afloramiento de napas subterráneas, área influencia estero y zonas de escurrimiento de aguas actualizado.
- 0.3_ Estudios de factibilidad y rentabilidad.
- 0.4_ Desarrollo anteproyecto y proyecto arquitectónico.
- 0.5_ Ingreso Solicitud de permiso de edificación a Dirección de Obras Municipales de la Ilustre Municipalidad de Pudahuel, además de ingreso de permisos ministeriales y a corporaciones como CONAF cuando corresponda.
- 0.6_ Seguimiento del expediente y corrección de observaciones.
- 0.7_ Aprobación de la solicitud.
- 0.8_ Pago de derechos municipales y adquisición del permiso de edificación y permisos ministeriales (o corporativos como CONAF) correspondientes.

Etapa 1: Obras provisionales y trabajos previos

- 1.1_ Instalación de faenas (construcción de instalaciones provisionales, además de aseo y cuidado de la obra).
- 1.2_ Despeje del terreno.
- 1.3_ Reconocimiento del subsuelo y trazado.
- 1.4_ Selección y protección de flora.

- 1.5_ Excavaciones y movimiento de tierras.
- 1.6_ Delimitación y protección de áreas de escurrimiento.

Etapa 2: Obra gruesa, obras viales y canalización de instalaciones

- 2.1_ Preparación de taludes y consolidación del terreno.
- 2.2_ Trazado y canalización de instalaciones de red de agua potable, aguas lluvias, red de agua lixiviada y red de alcantarillado.
- 2.3_ Trazado y canalización subterránea de red eléctrica (según especificaciones en zonas soterradas).
- 2.4_ Construcción de muros de contención.
- 2.5_ Consolidación de vías peatonales y vehiculares.

Etapa 3: Edificio Administrativo y Operarios, Edificio Científico-Educacional, Edificio de Recepción Pública, Estacionamientos, Miradores del Cerro Amapola y Patios interiores

- 3.1_ Excavación, consolidación y construcción de cimientos en edificios.
- 3.2_ Construcción de sobrecimientos y pavimentos en edificios.
- 3.3_ Construcción de estructuras verticales de edificios.
- 3.4_ Construcción de cubiertas en edificios.
- 3.5_ Instalación de terminaciones y revestimiento de interiores y exteriores de edificios.
- 3.6_ Instalación y conexión de red de agua potable, alcantarillado, aguas lluvias, eléctrica y corrientes débiles.
- 3.7_ Pavimentación de pasillos exteriores, patios y miradores.
- 3.8_ Instalación de luminaria exterior y mobiliario.
- 3.9_ Instalación de cierros.
- 3.10_ Arborización y jardines.

Etapa 4: Portería Camiones, Edificios y Módulos de Recepción y Tratamiento de Residuos Orgánicos y de Poda, Bodega maquinaria, Área de compostaje, Área de lombricultura, Módulo de Producto Terminado, Bodega de almacenaje, Patios y Barreras vegetales

- 4.1_ Excavación, consolidación y construcción de cimientos en edificios.
- 4.2_ Construcción de sobrecimientos y pavimentos en edificios.
- 4.3_ Construcción de estructuras verticales de edificios.
- 4.4_ Construcción de cubiertas en edificios.
- 4.5_ Instalación de revestimiento y terminaciones de edificios.
- 4.6_ Instalación y conexión de red de agua potable, alcantarillado, aguas lluvias y eléctrica.
- 4.7_ Construcción de camas de compostaje y lombricultura con sus respectivas canalizaciones de aguas lixiviadas.
- 4.8_ Pavimentación de vías peatonales y vehiculares.
- 4.9_ Instalación de luminaria exterior y mobiliario.
- 4.10_ Instalación de cierros.
- 4.11_ Arborización y jardines.

Etapa 5: Reforestación (tiempo según acuerdos con empresas externas y acorde a recepción final del proyecto)

- 5.1_ Tiempo previo al inicio se deben tener firmados los convenios de compensación ambiental con empresas que deban reforestar dentro de la región Metropolitana según la Ley de Emisiones, ya que ellos financiarán y llevarán a cabo la reforestación.
- 5.2_ Previo al inicio se tramita la obtención de las plantas en viveros (obtención de germoplasma local del sector y crecimiento de la planta según especie), las plantas no deben medir menos de 2 metros de altura para que la reforestación obtenga resultados más favorables. Comúnmente la densidad de plantas por hectárea es de 1.250 plantas/ha.
- 5.3_ Preparación del terreno.
- 5.4_ Transporte de las plantas.
- 5.5_ Plantación (en la época más favorable para la actividad según especialista).
- 5.6_ Seguimiento y mantenimiento de áreas reforestadas.

~ Normativa y manuales aplicados ~

Se aplicó las siguientes **leyes y normativas**:

- _ D.F.L. N° 458 de 1976: Ley General de Urbanismo y Construcciones.
- _ D.S. N° 47 de 1992: Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.
- _ Ley N° 19.300: Ley sobre bases generales del medio ambiente.
- _ Plan Regulador Metropolitano de Santiago.
- _ Decreto N° 594: Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo.

Se revisó los **planes reguladores comunales**, pero no entra dentro del diseño por no pertenecer a las áreas urbanas normadas:

- _ Plan Regulador Comunal de Pudahuel / Ordenanza Local.
- _ PLADECO 2016/2019 Pudahuel.

Por otro lado, los **manuales** aplicados en el proyecto fueron:

- _ Guía de soluciones accesibles para espacios públicos y viviendas del MINVU (2018).
- _ Manual de Accesibilidad Universal de la Corporación Ciudad Accesible Boudeguer & Squella ARQ (2010).
- _ Vol. 3 Manual de Elementos Urbanos Sustentables, Tomo I: Sustentabilidad en el Espacio Público y Recomendaciones para Chile del MINVU (2018).
- _ Vol. 3 Manual de Elementos Urbanos Sustentables, Tomo II: Pavimentos y Circulaciones y Mobiliario Urbano del MINVU (2018).
- _ Vol. 3 Manual de Elementos Urbanos Sustentables, Tomo III: Luminarias, Material Vegetal y Sistemas de Riego Eficiente del MINVU (2018).
- _ Manual Técnico de Construcción y Requisitos Mínimo para Parques, Plazas, Áreas Verdes y Áreas Deportivas del MINVU (2017).
- _ Vol. 3 Manual de Vialidad Urbana “Recomendaciones

para el Diseño del Espacio Vial-Urbano (REDEVU)” (1998, MINVU).

Otros referentes basados en estrategias de **obras construidas** fueron:

- _ Espacios abiertos en la Expo 92 de Jaime López de Asiain (Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Sevilla, 1997).

Para datos faltantes o sin respuesta por parte de especialistas consultados se consideró las observaciones de la Declaración de Impacto Ambiental del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) ficha nombrada como “Anteproyecto de la urbanización del parque científico tecnológico de la Universidad de Chile” (2003). En el documento se aprueba un permiso de sistemas de alcantarillado de aguas servidas para una primera etapa con una población igual o mayor a 2500 habitantes, ingresado a nombre de Fundación Valle Lo Aguirre. Además de esta información se toman otras resoluciones para el proyecto futuro y consideraciones para su instalación desde las conclusiones de ministerios, corporaciones y municipio.

~ Referentes de proyecto ~

Imagen 104_ Museo del Desierto de Atacama, Monumento Ruinas de Huanchaca, Antofagasta, Chile. ©CPVARQ (Coz, Polidura y Volante Arquitectos). Fuente: www.plataformaarquitectura.cl



Imagen 105_ Plaza Mirador Pablo Neruda, Santiago, Chile. © Catalina Harrison, Julio Cabello y Humberto Eliash (Carlos Martner + Humberto Eliash + Sebastián Lambiasi + Tomás Westenenk). Fuente: www.plataformaarquitectura.cl



Imagen 106_ Reurbanización Plaza Ricard Vinyes, España. ©Elena Valles (Estudio EMBT, Arq. Ellric Miralles). Fuente: www.plataformaarquitectura.cl



Imagen 107_ Eggum Tourist Route, Lofoten, Noruega. ©Jarle Waehler/Statens vegvesen (Snøhetta). Fuente: www.snohetta.com



Imagen 108_ Escuela de Artes Visuales de Oaxaca, México.
©Sandra Pereznieta (Taller de Arquitectura - Mauricio
Rocha). Fuente: www.plataformaarquitectura.cl



Imagen 109_ Oficina central Parque natural Fogo, Cabo
Verde. ©Fernando Guerra | FG + SG (OTO). Fuente: www.plataformaarquitectura.cl



Imagen 110_ Dehesa paisaje. Parque, jardines y cubierta de
Caja Badajoz, Extremadura, España. ©Cristina Jorge Camacho
(Estudio Lamela). Fuente: www.plataformaarquitectura.cl



Imagen 111_ Oaxaca. (Fotografía por Philippe Yong). Fuente:
www.flickr.com/photos/p-y/7197233956/in/photolist-bXZpAN-bXZGUC-bXZyqJ

Imagen 112_ Parque Quilapilún de Anglo American, Colina, Chile. (Panorama). Fuente: www.consejominero.cl

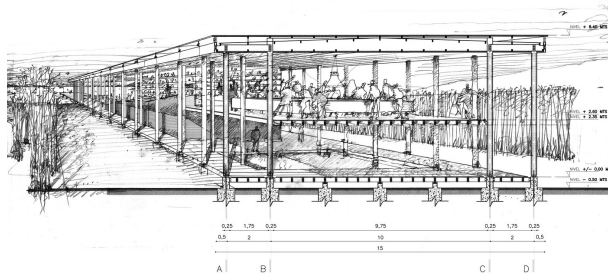


Imagen 113_ Proyecto de título Muelle de Mimbre, Chimbarongo, Chile. (Domingo Arancibia). Fuente: www.plataformaarquitectura.cl



Imagen 114_ Parque Urbano Kaukari, Copiapó, Chile. ©Rodrigo Opazo (Teodoro Fernández Arquitectos). Fuente: www.plataformaarquitectura.cl



Imagen 115_ Urubamba Garden, Cuzco, Peru. ©Renzo Delpino (Juan Grimm). Fuente: www.plataformaarquitectura.cl



Capítulo IV
Final

Epílogo

El proceso de título resultó ser la etapa más difícil por la que he pasado durante los años de formación y práctica, y no es para más, es la antesala al mundo laboral de la arquitectura donde con nerviosismo uno se prepara y aplica lo aprendido.

Muchas veces me vi dificultada en la toma de decisiones: se inició teniendo un norte por el cual emprender el camino del diseño, pero después ese norte se perdía y aparecía en el transcurso de las correcciones del proyecto. Los pensamientos negativos, la indecisión y no ser fieles a las ideas pueden jugar una mala pasada, más aún viviendo procesos importantes nacionales e internacionales (crisis política-social-económica en 2019 y posterior crisis sanitaria-medioambiental Covid-19 en 2020) que afectaron el rendimiento físico e intelectual.

Por tanto, es bueno estar mirando constantemente los ideales y pasos en positivo que uno ha tenido, y en especial tener un profesor guía que pueda aconsejar y encaminar a través de sus conocimientos y práctica de la arquitectura por muchos años más que los que recién egresamos.

Otro punto importante fue integrar la resiliencia como concepto de adaptación de nosotros mismos y el proyecto frente a un medio adverso en que nos encontramos, tratando de tomar acciones para avanzar en nuestro propósito.

Respecto al proyecto, más que dar una contrapropuesta al Plan Maestro expongo una posible solución a las condiciones técnicas-urbanísticas que se deben cumplir. Y si bien, no tuve acceso a mayor información adapté lo conocido al proyecto de la mejor forma posible.

Para abordar el tema de arquitectura y paisaje es necesario tener sensibilidad con lo existente, comprender el complejo sistema que se desprende del contexto territorial. Y por ende, de cómo componer el espacio habitable y productivo con los elementos destacable de la geografía tratando de respetar las condiciones intrínsecas del territorio.

La extensión de la ciudad es un hecho, pero hago un llamado a la pertinencia territorial, preguntando como mantener los paisajes y cultura de Pudahuel rural a pesar del gran movimiento inmobiliario, industrial y logístico que está teniendo la zona en los últimos y futuros años. Entonces nace el debate entre globalización e identidad local, y sobre como disponer de los avances tecnológicos y científicos de hoy en simbiosis con las dinámicas y potencialidades del paisaje y cultura rural del centro de Chile.



Bibliografía y otros

~ Bibliografía ~

+IQAir Air Visual. (2018). *World Air Quality Report. Region & City PM2.5 Ranking*. Obtenido de: <https://www.airvisual.com/world-most-polluted-cities?continent=59af929e3e70001c1bd78e50&country=&state=&page=1&perPage=50&cities=>

Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático (ASCC). (2014). *Acuerdo de Producción Limpia: Ferias Libres Sustentables 2014*. Obtenido de: http://www.agenciasustentabilidad.cl/resources/uploads/documentos/archivos/200/apl_ferias_libres_sustentables.pdf

Amico I. (s.f.). *Cortinas forestales*. Forestal 22. Obtenido de: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_forestal22_alamos_cortinas.pdf

Amigos de la Tierra. (2015). *Ventajas del compostaje*. Ed. Mundoprint. Obtenido de: https://www.tierra.org/wp-content/uploads/2016/01/Informe_compost_2015_.pdf

Astorga del Canto, C. (2018). *Tratamiento de lixiviados de un relleno sanitario: Propuesta y evaluación de un sistema de humedales artificiales*. Obtenido de: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/152920>

Bollo E. (2003). *Lombricultura una alternativa de reciclaje*. Primera ed. digital 142 p.

Caro, C. (2010). *Jardines y parques : eficiencia hídrica en áreas verdes*. 2010, Sep./Nov. Publicado en: SustentaBiT, no.6, p. 24-28. Obtenido de: <http://biblioteca.cchc.cl/DataFiles/23121-2.pdf>

Cesped V., Fernández A. & Universidad de Chile. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. (2017). *Centro de Investigación Colectiva Parque Científico Tecnológico Laguna Carén*. Obtenido de: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/147289>

COP25. (2019). *Agenda Ciudadana 2019*. Obtenido de: https://www.cop25.cl/wp-content/uploads/2019/08/agenda_ciudadana_308-1.pdf

Córdova C. (2006). *Estudio de factibilidad técnico-económica para instalar una planta de compostaje, utilizando desechos vegetales urbanos*. Obtenido de: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/105098>

El-Jawaher A. Bin Dohaish (2019). *Black Gold: The Best alternative in Waste Management via Agriculture*. University of Jeddah, Saudi Arabia. Obtenido de: https://www.researchgate.net/publication/332671201_Black_Gold_The_Best_alternative_in_Waste_Management_via_Agriculture

Gabetta J. (2004). *Cria Casera de Lombrices: Manual práctico para su aprovechamiento ecológico*. Buenos Aires, Argentina: Ed. Continente S.R.L.

Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas (FCFM), Geofísica, Universidad de Chile. (2019). *Evaluación de Recurso Eólico. Informe de Viento*. Obtenido de: <http://walker.dgf.uchile.cl/Explorador/Eolico2/>

FAO. (2011). *The state of the world's land and water resources for food and agriculture (SOLAW) – Managing systems at risk*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome and Earthscan, London. Obtenido de: <http://www.fao.org/3/i1688e/i1688e.pdf>

Ilustre Municipalidad de Pudahuel (2007). *Pudahuel: En el Camino de la Memoria. De Las Barrancas a Pudahuel, 450 años de historia*. Primera ed. 177p.

Ilustre Municipalidad de Pudahuel. (2018). *Plan Regulador de Pudahuel, Memoria Explicativa*. Obtenido de: <https://www.mpudahuel.cl/sitio/index.php/municipalidad/estudio-plan-regulador/estudio-plan-regulador>

IPCC. (2014). *Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Resúmenes, preguntas frecuentes y recuadros multicapítulos. Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea y L.L. White (eds.)]. Organización Meteorológica Mundial, Ginebra (Suiza). Obtenido de: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WGIIAR5-IntegrationBrochure_es-1.pdf

Martínez M., Besancon Y. & Universidad de Chile. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. (2012). *Parque de compostaje y lombricultura en Licantén*.

Santiago: Universidad de Chile.

Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (2018). *Tercer Informe Bienal de Actualización de Chile sobre Cambio Climático*. Obtenido de: <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/12/3rd-BUR-Chile-Spanish.pdf>

Ministerio de Obras Públicas (MOP). (2006). *Manual de manejo de áreas verdes para proyectos concesionados*. Obtenido de: http://www.concesiones.cl/quienes_somos/funcionamientodelsistema/Documents/Manual_de_manejo_de_areas_verdes.pdf

Motta L. & Pinzón A. (2011). *Evaluación de la viabilidad financiera del aprovechamiento de los residuos orgánicos producidos en Centroabastos S.A. para la generación de energía y compostaje para la Empresa Incom Ltda.* Obtenido de: <https://core.ac.uk/download/pdf/47065979.pdf>

Ojeda A., Urrutia A., & Becchi F. (2013). *Programa de Arborización: Un chileno, un árbol. Árboles Urbanos de Chile. Guía de Reconocimiento*. Santiago, Chile: Editora e Imprenta Maval Ltda. Obtenido de: http://www.conaf.cl/cms/editorweb/institucional/Arboles_urbanos_de_Chile-2da_edicion.pdf

Pineda J., Instituto Hondureño del café. (2006). *Lombricultura*. Honduras, Tegucigalpa: Litografía LÓPEZ, S. de R. L. Obtenido de: <http://www.asocam.org/sites/default/files/publicaciones/files/aa3947fa7e7b1775e4a2dc2261ead741.pdf>

Röben E. (DED/ Ilustre Municipalidad de Loja, Ecuador). (2002). *Manual de Compostaje Para Municipios*. Obtenido de: <http://www.resol.com.br/Cartilha7/ManualCompostajeparaMunicipios.pdf>

Roca-Cusachs B., Berdugo R. & Leon P. (2016). *Informe Final: Requisitos ambientales, sanitarios y de uso de suelo, aplicable al emplazamiento y operación de plantas de compostaje u otras tecnologías en la RMS*. Obtenido de: http://santiagoresiliente.cl/assets/uploads/2017/05/Informe_Final_Compostaje_RMS.pdf

Román P., Martínez M. & Pantoja A. (2013). *Manual de Compostaje del Agricultor. Experiencias en América Latina. FAO*. Obtenido de: <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>

Rossetti F. (2009). *Experiencias de paisaje: tradición y contemporaneidad en el paisajismo chileno actual*. Obtenido de: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3364558.pdf>

Saldías M. (2011). *Jardinería en Chile*. Santiago, Chile: Ediciones Universidad Central / Comité Editorial FAUP. Obtenido de: http://arquitecturadelpaisaje.uccentral.cl/jardineria_chile/files/jardineria_chilena.pdf

Silva T., Weil A. & Universidad de Chile. Facultad de Arquitectura y Urbanismo (2019). *Laguna Carén: Juego de poder. Cuerpo, ficción y política en la arquitectura*. Santiago, Chile.

Señoret F. & Acosta J. (2013). *Cactáceas endémicas de Chile, Guía de Campo*. Ed. Corporación Chilena de la Madera, Concepción, Chile. Obtenido de: https://www.corma.cl/wp-content/uploads/2018/10/cactaceas_chilenas_2013.pdf

Vásquez A. (2016). *Infraestructura verde, servicios ecosistémicos y sus aportes para enfrentar el cambio climático en ciudades: el caso del corredor ribereño del río Mapocho en Santiago de Chile*. Obtenido de: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rgeong/n63/art05.pdf>

Velasco E. & Roth M. (2010) "Cities as net sources of CO₂: Review of atmospheric CO₂ exchange in urban environments measured by eddy covariance technique." *Geography Compass*. Obtenido de: https://www.researchgate.net/publication/229890288_Cities_as_Net_Sources_of_CO2_Review_of_Atmospheric_CO2_Exchange_in_Urban_Environments_Measured_by_Eddy_Covariance_Technique

World Bank. (2012). *What a waste. A Global Review of Solid Waste Management*. Urban Development & Local Government Unit. Obtenido de World Bank Group de: https://siteresources.worldbank.org/INTURBANDEVELOPMENT/Resources/336387-1334852610766/What_a_Waste2012_Final.pdf

World Resources Institute. (2005). *Navigating the Numbers: Greenhouse Gas Data and International Climate Policy*. Obtenido de: https://pdf.wri.org/navigating_numbers.pdf

Zuleta C., Alvarez E., Díaz H. & Universidad de Chile. Departamento de Ingeniería Civil. (2000). *Anteproyecto vial Estero Lampa, tramo 1, KM. 0,000 al KM. 1,430*. Santiago de Chile.

Zuñiga D., Paneque M & Universidad de Chile (2013). *Estimación de la huella de carbono del proceso de compostaje y lombricultura de la dirección de gestión ambiental de la Ilustre Municipalidad de La Pintana*. Santiago, Chile. Obtenido de: <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/151414/Estimacion-de-la-huella-de-carbono-del-proceso-de-compostaje-y-lombricultura-de-la-Direccion-de-Gestion-Ambiental-de-la-Ilustre-Municipalidad-de-La%20Pintana.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

~ Páginas web, georeferenciación y videos en línea ~

Centro UC Cambio Global. (2017). *Comunicación y recursos: Cambio Global*. Obtenido de: <https://cambioglobal.uc.cl/comunicacion-y-recursos/que-es-el-cambio-global>

Corporación Nacional Forestal. (s.f.). *Catastros de uso de suelo y vegetación [formato SHP]*. Obtenido de: <http://www.ide.cl/descarga/capas/item/catastros-de-uso-de-suelo-y-vegetacion.html>

EduRed. (s.f.). *Laguna Carén*. Obtenido de: https://www.ecured.cu/Laguna_Car%C3%A9n

Ecocelta Galicia S.L. (s.f.). *Ecocelta: Biofertilizante y gestión ambiental. Humus líquido 1L con dosificador (Ácidos Húmicos)*. Obtenido de: <https://ecocelta.com/es/productos/8-humus-liquido-8437008737089.html>

EFE. (2019). *EFE: Chile Sequía. Chile decreta la región de Valparaíso como zona de catástrofe por sequía*. Obtenido de: <https://www.efc.com/efe/america/sociedad/chile-decreta-la-region-de-valparaiso-como-zona-catastrofe-por-sequia/20000013-4065273>

EstoEsAgricultura. (2019). *Cómo hacer compost [Manual práctico para el agricultor]*. Obtenido de <https://estoesagricultura.com/como-hacer-compost/#:~:text=Para%20activar%20la%20descomposici%C3%B3n%20de,por%20cada%20m3%20de%20compostera>.

European Environment Agency. (s.f.). *Waste: a problem or a resource?*. Obtenido de European Environment Agency de: <https://www.eea.europa.eu/signals/signals-2014/articles/waste-a-problem-or-a-resource#tab-related-briefings>

García, José [Universitat Politècnica de València UPV]. (2014). *Introducción a la Distribución en Planta | 18/25 | UPV*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=tdvrvyURLzM>

García, José [Universitat Politècnica de València UPV]. (2014). *Distribución en planta funcional | 21/25 | UPV*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=xTXqBWCUUhW>

García, José [Universitat Politècnica de València UPV]. (2014). *Clasificación de Procesos Productivos | 15/25 | UPV*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=HOXdYBp87vc>

Fajardo D. (2019). *La Tercera: Gobierno anuncia estrategia nacional para reciclar residuos orgánicos*. Obtenido de: <https://www.latercera.com/pulso/noticia/gobierno-anuncia-estrategia-nacional-reciclar-residuos-organicos/618193/>

Manual de Lombricultura. (s.f.). *Cantidad de humus líquido producido por lecho*. Obtenido de: <https://www.manualdelombricultura.com/foro/mensajes/26627.html>

Ministerio de Vivienda y Urbanismo, IDE MINVU. (s.f.). *Catastro de Parques Urbanos [formato SHP]*. Recuperado de: <http://www.ide.cl/descarga/capas/item/catastro-de-parques-urbanos.html>

OECD (2016). *Society at a Glance 2016: OECD Social Indicators*. OECD Publishing, Paris. Obtenido de: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264261488-en>

RecicloOrgánicos. (2018). *Reciclo Orgánicos: Chile - Canada Program*. Obtenido de: <https://www.reciclorganicos.com/>

~ Presentaciones en documento y otros ~

COP25-Chile. (2019). *COP25-Chile 2019. Un climate change conference. Time for action*. Obtenido de: <https://s3.sa-east-1.amazonaws.com/cop25.cl/documents/esp/LOGI%CC%81STICA%20COP25.pdf>

Centro de Proyectos Estratégicos, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile (2018). Presentación sin título. Obtenido de: Centro de Proyectos Estratégicos FAU, Universidad de Chile.

Valencia Manual. (2007). *La Pintana: Un modelo de desarrollo sustentable. Gestión y ordenamiento ambiental local*. Obtenido de: <https://es.slideshare.net/aranyaseca/la-pintana-un-modelo-de-desarrollo-sustentable>

Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA). (2003). *Anteproyecto de la urbanización del parque científico tecnológico de la Universidad de Chile. Fundación Valle Lo Aguirre*. Obtenido de: http://seia.sea.gob.cl/expediente/ficha/fichaPrincipal.php?modo=normal&cid_expediente=176216

Universidad de Chile (2018). *Laguna Carén: Un proyecto que despierta la imaginación de Chile*. Octubre, 2018. Obtenido de: Centro de Proyectos Estratégicos FAU, Universidad de Chile.

Universidad de Chile & Urbanica. (2019). *Proyecto Académico Laguna Carén: Aproximación Conceptual*. Obtenido de: Centro de Proyectos Estratégicos FAU, Universidad de Chile.

~ Charlas asistidas ~

Subiabre, F. (Mayo de 2020). *Webinar: Diseño del paisaje responsable en espacios públicos*. Webinar Fundación Mi Parque en línea por Zoom.

Sáez, M. J. (Junio de 2020). *Webinar: Diseño de espacios públicos en: entornos rurales*. Webinar Fundación Mi Parque en línea por Zoom.

~ Entrevistas y conversaciones con expertos ~

Claudia Campodónico Lira, Asesoría Urbana – Ilustre Municipalidad de Pudahuel, comunicación personal, 18 de marzo de 2019.

Daniela Andrade, Encargada de Medio Ambiente – Ilustre Municipalidad de Pudahuel, Ingeniera en Recursos Naturales, comunicación personal, 26 de abril de 2019.

Carolina Miranda, Departamento de Medio Ambiente – Ilustre Municipalidad de Pudahuel, Geógrafa PUC, comunicación personal, 07 de mayo de 2019.

Valentina Salinas, Jefe Áreas Verdes Parque Santiago Amengual - Pudahuel, Ingeniera Industrial Agrónoma PUC, comunicación personal, 08 de mayo de 2019.

Patricio Navarrete Benavides, Jefe de Departamento Educación Ambiental de la DIGA – Ilustre Municipalidad de La Pintana, comunicación personal, 03 de junio de 2019.

Héctor Maestre, Arquitecto en Centro Proyecto Estratégico FAU - Universidad de Chile, comunicación personal 07 de junio de 2019.

Luis Zaviezo Schwartzman, Director Infraestructura Estratégica - Rectoría - Universidad de Chile, comunicación personal 02 de agosto de 2019.

Sebastián Silva, Monitor Sección Huerto, Invernadero y Vivero - EcoParque Peñalolén, comunicación personal 21 de agosto de 2019.

Franco Fernández, Monitor Sección Compostaje y Lombricultura - EcoParque Peñalolén, comunicación personal 21 de agosto de 2019.

Paulette Naulin Gysling, Ing. Forestal - Laboratorio Biología de Plantas CFCN - Universidad de Chile, comunicación personal 07 de mayo de 2020.



Escuela de Arquitectura
Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Universidad de Chile