

# Observatorio de biodiversidad y ecosistemas de la zona central de Chile

**Planteamiento integral de título.**

Rocío Gaete Pavez

Profesor guía: Guillermo Crovari



Universidad de Chile  
Facultad de arquitectura y urbanismo.  
Semestre primavera, 2021.

## Motivaciones

A lo largo de los cinco años que he estudiado arquitectura he podido ser testigo de la variada cantidad de áreas en las que impacta la arquitectura y que en conjunto de nuevas herramientas lograr generar soluciones desde múltiples ámbitos, esto siendo potenciado por el enfoque crítico de la Universidad de Chile respecto a los problemas actuales que presenta el país, me ha motivado en este proceso a generar una propuesta acorde a estos lineamientos, que sea un aporte para nuestra sociedad.

La crisis medio ambiental es un tema muy relevante y que los últimos años hemos comenzado a evidenciar en nuestro territorio, es por este motivo que surge la idea de que a través de la entrega de información, conocimientos y experiencias se valore nuestro entorno natural, así de esta manera internalizar que debemos cuidar y proteger el medio ambiente.

Por otro lado, otro tópico que nació de una inquietud personal es la impresión 3d, sobre la que realicé mi seminario de investigación, este emergente sistema constructivo resulta ser un aporte al medio ambiente, como se revisará más adelante, además permite construir geometrías complejas, lo que es un aporte respecto a las condiciones climatológicas presentes en la zona.

Mi proyecto de título es una convergencia de estos intereses, que busca promover el valor natural del medio ambiente que esta en crisis, apoyado por una herramienta que es este sistema constructivo que se presenta como una oportunidad y contribución para potenciar la importancia del cuidado del medio ambiente.



## Resumen

En este documento se presentarán los elementos articuladores para generar un proyecto que busca educar y fortalecer el valor natural de la biodiversidad de la zona central, específicamente del parque laguna Carén, de esta manera, generar consciencia en la ciudadanía sobre los efectos del cambio climático en nuestro entorno.

Estos elementos van desde ambientales hasta constructivos, así de esta forma plantear un proyecto integral y coherente a la problemática.

## Introducción

El desarrollo industrial a nivel global actual ha generado múltiples problemas al medio ambiente, como desertificación, temperaturas cada vez más extremas, escasez hídrica, erosión de los suelos, contaminación del aire, entre otros, destruyendo progresivamente la biodiversidad, en múltiples lugares del orbe. Esto ha sido causado en su gran medida por el humano, debido a que en las distintas actividades humanas se emiten gases de efecto invernadero al ambiente (GEI), que son causantes del cambio climático, una de ellas es el área de la construcción, responsable del 39% de las emisiones de GEI.

Por estas razones desde el ejercicio de arquitectura se debe ser responsables y responder a esta crisis global tomando diferentes decisiones en las distintas etapas del proyecto y del ciclo de vida del edificio, para disminuir las emisiones de GEI. Esto se puede lograr desde distintas aristas, por ejemplo, utilizando sistemas constructivos menos con

taminantes, materiales locales o con bajo consumo hídrico, diseñar pensando en el confort térmico y lumínico del edificio, entre otros. Adicionalmente construir entendiendo y valorando el lugar donde se emplazan las edificaciones, de esta manera siendo conscientes y respetuosos con el medio ambiente. Estos valores se pueden y se deben transmitir más allá de nuestra profesión, de esta manera generando consciencia y aprecio por los valores naturales locales, que son beneficiosos en múltiples aspectos.

# ANTECEDENTES

## Cambio climático

Durante las últimas décadas nuestro planeta ha mostrado síntomas del daño que hemos provocado como humanidad y en vista de los actuales niveles de contaminación y catástrofes naturales a causa de esto, los esfuerzos de diversas naciones y organizaciones se están centrando en lograr que la carbono neutralidad para el año 2050, este objetivo se está trabajando en múltiples áreas y una de éstas es la que se podría catalogar por ser la más influyente sobre el resto, nos referimos a la construcción, de hecho,

El sector de la construcción es responsable del 39% de las emisiones de gases de efecto invernadero relacionadas con los procesos a nivel mundial, lo que hace que los edificios de energía neta o casi nula sean fundamentales para alcanzar la neutralidad climática. (Ürge-Vorsatz et al., 2020).

Al hablar de construcción no nos referimos esencialmente al acto de construir un edificio, si no que a todo lo que implica antes, durante y posterior a ello. Por ende, planificar tomando en cuenta las múltiples variables para disminuir las emisiones de GEI es de suma importancia. Para comenzar se debe pensar en dónde y cómo construir, ya que, "La ONU estima 2.500 millones de nuevos residentes urbanos para 2050, lo que aumentará aún más las emisiones globales de gases de efecto invernadero (GEI) y la demanda de energía y los impactos ambientales causados por el entorno construido." (Pomponi et al., 2021).

Dentro del contexto mundial se observa una gran preocupación por este tema y una de las medidas más recientes adoptadas fue el acuerdo de París, en la COP21 el año 2015 en

París, participando 196 países, entre ellos Chile y los países con mayores índices de contaminación, es decir, los países más desarrollados.

Los principales lineamientos son generar un desarrollo sostenible y erradicar la pobreza, pero cada país es el encargado de informar las contribuciones que realizará para alcanzar:

El objetivo central del Acuerdo de París es reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático manteniendo el aumento de la temperatura mundial en este siglo muy por debajo de los 2 grados centígrados por encima de los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitar aún más el aumento de la temperatura a 1,5 grados centígrados. (Convención Marco De Las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático. [CMNUCC], 2017).

Debido a esto es que al proyectar se debe planificar considerando distintos parámetros como, por ejemplo: urbano, social, geográfico, cultural, entre otros, así, proyectando nuestras edificaciones en el tiempo y espacio, siendo respetuosos con el entorno donde nos situemos. Para ejemplificar, en el caso de crecidas de causas de agua, por no respetar los límites naturales se han provocado aluviones, que se producen principalmente por la deforestación, ya que prácticamente no existe una barrera vegetal que absorba las aguas lluvias, generando deslizamientos e inundaciones, adicional a esto, el pavimento seca las napas subterráneas de la tierra, debido a que es impermeable.



Imagen 1: Lista roja de especies amenazadas, IUCN.  
Fuente: <https://www.iucnredlist.org/es>

Además de estas catástrofes provocadas por la mala intervención del humano, se ha destruido la flora, que es de vital importancia ya que es el hábitat de diversas especies como aves, insectos, mamíferos, entre otros y su destrucción genera migración de algunas especies, en primera instancia o la extinción en casos más extremos. "Más de 40,000 especies están amenazadas de extinción." (IUCN, Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, 2021). Además, posee otra función de vital importancia, dado que es la responsable de generar el recambio de dióxido de carbono por oxígeno, por lo que es fundamental preservarla.

Se debe cambiar el paradigma actual, debemos trabajar de manera ética con el medio ambiente que afecta directamente en las personas, de esta manera debemos haciéndonos cargo de principio a fin de las edificaciones e intentar impulsar políticas que exijan obligatoriamente un compromiso ecológico desde el principio al fin del ciclo de vida de los edificios y que también promuevan la rehabilitación de espacios en desuso, de esta manera mejorando nuestro entorno y calidad de vida. Esto se establece debido a que no todos los profesionales de nuestra área están realmente comprometidos con esta crisis que nos afecta.

## **Cambio climático Contexto chileno**

Como se vio en el apartado anterior el cambio climático esto está aconteciendo en todo el mundo y en las últimas décadas se han evidenciado cambios en nuestro país. Para los años 2010-2015, ha sido asociada con fuertes déficits de precipitación especialmente en el Norte Chico, pero también déficits apreciables en todo Chile Central hasta la Araucanía. Se estima que alrededor de un cuarto del déficit de precipitación durante la mega sequía actual es atribuible al cambio climático antrópico. (Arroyo, et al., 2019).

Según Arroyo, et al. (2019) en Chile existe una amplia base de datos en la parte climatológica, monitoreados en distintos puntos del país desde hace varios años, pero no así en el área dedicada al monitoreo y detección de los efectos provocados por el cambio climático

sobre ecosistemas y la biodiversidad, se carece de estudios a largo plazo sobre el tema. (p. 39). Además "en los últimos dos veranos se ha constatado la muerte paulatina del follaje de muchos árboles del bosque esclerófilo de la cuenca de Santiago." (Miranda et al., 2019)

La mesa de biodiversidad en la COP25, compuesta por 5 submesas coinciden y recomiendan para Chile en "Crear un Observatorio Nacional de la Biodiversidad y Ecosistemas o red de sitios donde monitorear y entender mejor la dinámica de los ecosistemas naturales, el impacto del cambio climático sobre ellos y el ciclo del carbono", otro punto que recomiendan es "Asegurar el acceso a la información sobre biodiversidad y plataformas digitales." (Arroyo, et al., 2019).

Adicionalmente según la OCDE (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2016) menciona que: De los 127 ecosistemas terrestres existentes en el territorio continental de Chile, 16 perdieron más de la mitad de su vegetación nativa entre 1992 y 2012 debido a la plantación de bosques, la expansión de las zonas agrícolas y urbanas, la tala ilegal y los incendios forestales. Más del 60% de las especies clasificadas en Chile se encuentran en peligro de extinción, pero sólo el 3,5% de las especies del país están clasificadas. La salud de los ecosistemas marinos es relativamente buena, pero varias poblaciones de peces se encuentran en situación de explotación completa o sobreexplotadas. Más del 80% de las zonas protegidas cuentan con planes de gestión, pero la ejecución de muchos de ellos solo ha sido parcial o incompleta o ha quedado desfasada.

Bajo este escenario de cambio climático en nuestro país se ponen en riesgo múltiples especies de nuestra biodiversidad y se deben realizar esfuerzos para frenar estos cambios del medio ambiente, como los recomendados en el párrafo anterior, pero como acción a corto plazo, se debe evitar la deforestación, conservar y restaurar los bosques nativos en la mayor cantidad de lugares posibles.

Chile central está catalogado como uno de los 35 hotspots de biodiversidad con prioridad de conservación, es decir “una región terrestre de excepcional concentración de especies endémicas [...], y que a la vez está sometida a fuertes amenazas de destrucción: que al menos el 70% de la vegetación original haya desaparecido.” (Médail, 2009, p.1).

Como hemos visto, la zona central del país concentra la mayor parte de la población (73% la zona central y 40,5% la región Metropolitana, según el censo 2017), lo que implica una fuerte intervención antrópica sobre el territorio desde tiempos de la colonia. La intervención en forma de cultivos, ganadería, extracción de árboles y arbustos para leña o carbón, prolongada en el tiempo, hacen que prácticamente no existan muestras de vegetación prístina. (Barba, 2020, p.252).

Estas amenazas se pueden apreciar en distintas escalas, por ejemplo, con el cambio de uso de suelo sumado al cambio climático, van generando escenarios ideales para la propagación de incendios forestales, que casi en su totalidad son iniciados por el humano, pero las condiciones propician que éstos sean de mayor envergadura y más a menudo. Otro ejemplo es la amenaza por efecto de la intervención antrópica, que disminuye la flora o introduce especies exóticas, generando disminución de polinizadores, que afectan directamente a la flora endémica y nativa.

La centralización de Chile se ha concentrado principalmente en la cuenca de la región metropolitana y ha ido generando un acelerado crecimiento demográfico en las últimas décadas, como se aprecia en la imagen 2, este crecimiento en su mayoría no ha sido planificado, por lo que la relación con el entorno natural tampoco lo ha sido.

Si bien se han creado distintas herramientas para la planificación urbana de este territorio, se puede apreciar claramente como la ciudad ha ido engullendo a su entorno, siendo gran parte de estas zonas edificaciones. Se realizó un catastro de las principales áreas verdes de la región metropolitana donde se aprecia este hecho.

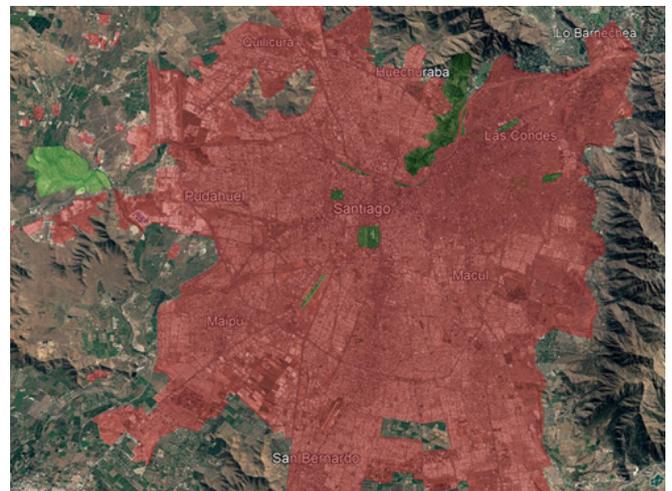


Imagen 3: Principales áreas verdes de la región metropolitana. Elaboración propia, 2021.

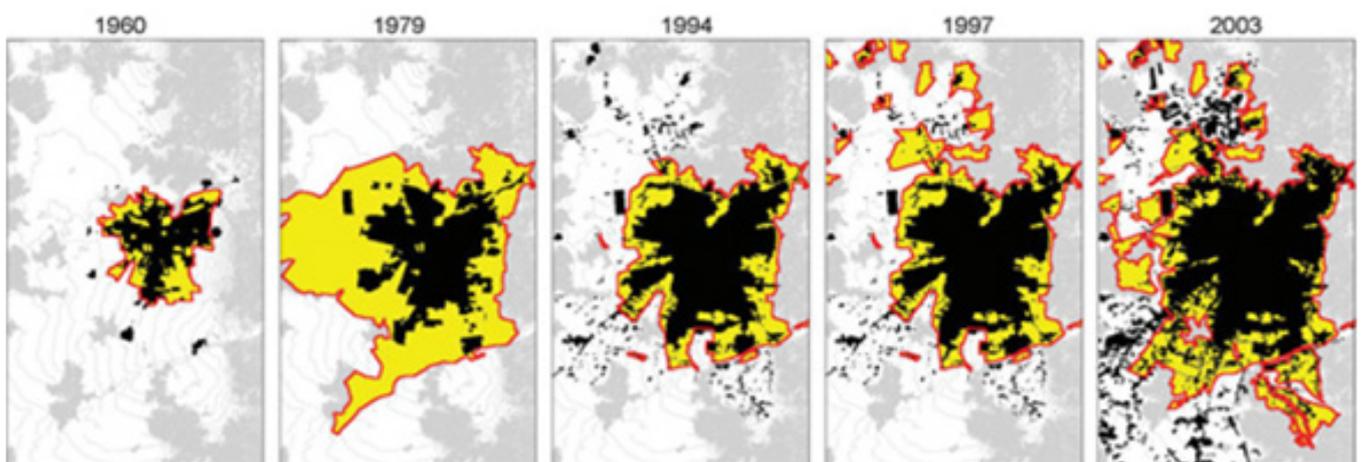


Imagen 2: Evolución de la mancha urbana sobre el valle de Santiago entre 1960 y 2003. Fuente: Barba, M. (2019). Identidad Y Transformación Del Paisaje El Territorio Laguna Carén.

**Parque Quinta normal 1841; 35 ha**

**Parque O´ Higgins 1873; 76 ha**

**Parque forestal 1905; 17 ha**

**Parque metropolitano 1917; 737 ha**

**Parque padre hurtado 1981; 46 ha**

**Parque araucano 1983; 22 ha**

**Parque de los reyes 1992; 31 ha**

**Parque bicentenario Vitacura 2007 - 2011; 27 ha**

**Parque bicentenario de Cerrillos 2011; 50.4 ha**

**Parque de la familia 2015; 20 ha**

Listado de parques y su extensión en Región metropolitana. Elaboración propia, 2021.

Al costado izquierdo de la imagen resalta el terreno mas grande que está contemplado como un parque metropolitano, pero que aún no está consolidado, se trata del parque laguna Carén el que tiene una superficie de 1022 hectáreas, superando a muchos parques en cuanto a su extensión. Este terreno aun no está inmerso en la ciudad por lo que ha permitido su preservación hasta el día de hoy.

### **Sistemas constructivos en hormigón**

En los apartados anteriores se revisó de qué manera se pueden disminuir las emisiones de GEI, una forma es por la materialidad a utilizar para construir, otra es la incorporación en el diseño de estrategias pasivas para lograr el confort térmico y lumínico, por último, están los sistemas constructivos, que en algunos casos pueden generar más residuos que en otros, como veremos más adelante.

El hormigón armado es uno de los materiales más utilizados para la construcción en Chile, ya que este material posee múltiples ventajas, primero al tiene un amplio mercado, que genera distintas soluciones certificadas como, por ejemplo, los aditivos, que tienen diferentes funciones como acelerar el fraguado, mejorar la fluidez, etc. Otras ventajas es que está estandarizado y normado, es dúctil, durable,

antisísmico y resistente al fuego. Por otro lado, también tiene desventajas, ya que posee una gran cantidad de CO2 incorporado al momento de elaborarlo, además al trabajarlo de manera convencional requiere de encofrados y de estructuras que soporten este encofrado y que el desecho de estos elementos son una gran preocupación hoy en día.

El ministerio de la vivienda, de obras públicas y del medio ambiente están trabajando en conjunto para disminuir la cantidad de residuos derivados de la construcción, y en un trabajo conjunto con Recylink y Regemac que recogen y reutilizan estos residuos. Y con distintos incentivos o medios de difusión se busca reducir la gran cantidad de estos residuos, que son un gran problema tal como se detalla a continuación:

En Chile, los residuos de la construcción y demolición (RCD) representan cerca del 34% de los residuos sólidos (Conama 2010)<sup>18</sup>. Al año 2023, se proyecta que la generación de RCD alcanzará las 7.455.602 de toneladas anuales, solo considerando vivienda (Minvu 2019), lo que equivale a más de 7 millones de metros cúbicos y a un volumen de 15,5 estadios nacionales. Este volumen no considera los RCD generados por la construcción de edificios públicos, infraestructura, demoliciones ni tampoco los escombros originados tras desastres naturales. (Hoja de Ruta RCD Economía Circular en Construcción, 2020, p.37)

Este es un tema muy alarmante ya que muchos de estos residuos van a parar a vertederos ilegales u orillas de ríos contaminando el entorno.

Se revisará y compararán tres sistemas constructivos en hormigón de la industria chilena o que se han comenzado a integrar, para posteriormente realizar una comparación respecto a cuál de estas opciones es la que menos emisiones de GEI poseen.

En primer lugar, tenemos el sistema tradicional el que el hormigón es transportado desde la fabrica a la obra, ya en obra este debe ser vertido dentro de los moldajes que son los que dan la forma final al hormigón, estos mol

dajes son placas fenólicas, que pueden ser reutilizado de 20 hasta 50 veces, dependiendo del fabricante y su mantención. Estas placas son sujetadas por alzaprimas, marcos metálicos y/o de madera, en el caso de estos últimos también pueden reutilizarse cierta cantidad de veces, pero en algún momento se deben desechar.

Los paneles se fabrican sobre un mesón donde se posicionan robotizadamente los marcos metálicos para generar los límites de los muros y/o las ventanas y puertas. Luego de tener estos elementos posicionados, se procede a poner la enfierraduras y/o cañerías manualmente, según se requiera, para posteriormente pasar a la etapa de hormigonado, donde el



Imagen 4: Construcción en hormigón armado con sistema constructivo tradicional.

Fuente: <https://www.sitprevencio.cat/cursos/salut-i-treball-organiza-un-curso-de-encofrados-de-6-horas-presencial-en-reus/?lang=es> 22 de diciembre del 2021, 22:52.

Además, como se aprecia en la imagen 4, para generar espacios para el cableado, cañerías, terminaciones u otros se utiliza poliestireno expandido, que es un material que no se degrada y es tóxico.

En segundo lugar, analizaremos la empresa **Baumax**, la que posee un sistema constructivo robotizado que prefabrica paneles de hormigón armado, para la construcción de casas y edificios, y que en su sitio web declaran que tienen la capacidad de construir 4 casas de 140m<sup>2</sup> en un día.

mesón móvil se posiciona para que un capacho en un puente se mueva depositando el hormigón. Finalmente, esto se deja en una cámara donde se manejan las condiciones de humedad y temperatura para que el hormigón fragüe en menor tiempo. Con los paneles de hormigón ya listos se transportan a obra, donde se montan a los cimientos y entre muros y losas montan con uniones frescas.

Con este sistema constructivo se puede decir que se evita el uso de moldajes y poliestireno expandido a diferencia del anterior, su desventaja es que se deben transportar los paneles desde la fábrica a la obra y ser montados

con una grúa, lo que va generando GEI en cada tramo del transporte. Además, se puede mencionar que, si bien para la fabricación de los paneles está controlada la cantidad de material a utilizar, de todas maneras, se requiere de uniones de hormigón entre los distintos elementos, lo que genera un pequeño margen de error en este aspecto. Finalmente hay que mencionar que la capacidad de producción de “4 casa en un día” se ve sujeta a la disponibilidad de producción de los cimientos en obra, lo que podría generar un sobre stock de paneles.



Imagen 5: Imágenes del proceso productivo de Baumax.

Fuente: <https://www.vollert.de/es/referencias/detail-spanisch/baumax-desarrolla-sistema-de-construccion-prefabricado-para-edificios-de-viviendas-en-chile> 22 de diciembre del 2021, 23:30

En tercer y último lugar, analizaremos el sistema constructivo de **impresión 3d**, si bien con este sistema se puede construir con mezclas diferentes al hormigón, estas no son muy utilizadas ya que como se comentaba anteriormente la pujante industria del hormigón, tiene múltiples soluciones ya estudiadas y certificadas, es por esto, que éste es el material más utilizado en la construcción con impresión 3d y no otro.

La impresión 3d en construcción es la deposición de capas horizontales que se apoyan sucesivamente unas sobre otras, ascendiendo verticalmente, así imprimiendo los distintos elementos de la edificación. Se debe mencionar que existen múltiples tipos de impresoras en el mercado, pero finalmente todas trabajan bajo ese mismo principio.

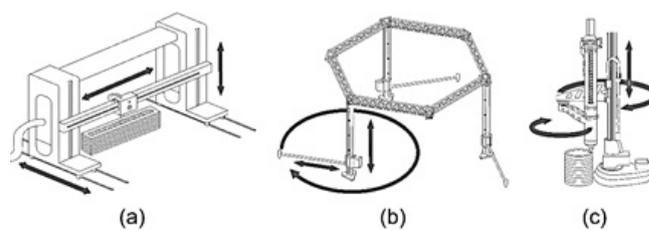


Imagen 6: Diagrama de funcionamiento impresoras 3D.

(a) Vulcan II, (b) Crane WASP, (c) Potterbot Scara Heavy Duty. Fuente: Elaboración propia, Adaptado de: (a) Meet the Vulcan [Fotografía], por Icon (<https://www.iconbuild.com/technology>). (b) TECLA [Fotografía], por 3d WASP (<https://www.3dwasp.com/en/3d-printed-house-tecla/>) (c) Scara H.D. [Fotografía], por 3d Potter (<https://3dpotter.com/printers/scara-elite-xbpln>).

Como se aprecia en la imagen, la diferencia entre ellas es la manera en que desplazan el extrusor, que es el encargado de imprimir y el área de impresión que alcanzan. En el caso “a”, el área de impresión es fijo, pero el logra imprimir un largo de 21 metros, en el caso “b” el extrusor tiene un alcance de 6,3 metros de diámetro, pero esta impresora al ser hexagonal se puede unir a más impresoras de este mismo tipo, generando una red de impresoras que pueden trabajar simultáneamente teniendo un área de impresión de grandes proporciones. Finalmente, en caso “c” posee un diámetro de 6.3mt, al igual que la anterior, pero esta no se le pueden acoplar otras impresoras.



Imagen 7: Proyecto TECLA impreso en 3d, Italia.

Fuente: <http://www.upsocl.com/inspiracion/el-futuro-ya-llego-las-primeras-casas-ecologicas-construidas-en-impresoras-3d-listas-en-dos-dias/>

Con la impresión 3d se ve una oportunidad de disminuir la cantidad de estos desechos ya que no es necesario el uso de todos estos elementos, como moldajes, soportes, etcétera, para construir. Antes de continuar, hay que mencionar que, si bien la metodología de Baumax puede sonar similar a impresión 3d, se debe aclarar que ellos tienen un proceso robotizado que no se cataloga como impresión 3d, ya que solo es el capacho liberando hormigón, pero no se va construyendo tridimensionalmente un elemento mientras se vierte el material.

En este sistema al ir imprimiendo se deja exactamente el espacio para cañerías, alumbrados, etc. También la cantidad de material que se utilizará está calculada de manera precisa, y a diferencia del caso de Baumax no se necesita hormigón adicional para ensamblar piezas, también genera menos GEI ya que el transporte es solo el de la máquina a obra y no se requiere de equipos adicionales como grúas. Otra ventaja es que la impresión 3d reduce los tiempos de construcción y permite generar geometrías complejas, por ejemplo, de doble curvatura o uniones de muros en ángulos diferentes a los tradicionales incluso ovalados, de esta manera dando una riqueza

espacial a los proyectos arquitectónicos. La desventaja de este sistema constructivo es que, si bien se han construido viviendas en distintos lados del planeta, no está regulado en Chile bajo la norma antisísmica, pero actualmente se encuentra en investigación en la Universidad del Biobío la manera de poder construir con impresión 3d en Chile.



### Parque Laguna Caren

Parque laguna Carén es un predio de 1022 hectáreas, ubicado a las afueras de Santiago, camino a Valparaíso, en la comuna de Pudahuel, posee un único acceso que es a través de la ruta 68. Se ha mantenido preservado debido a que se encuentra alejado de la urbe. Este terreno está bajo el alero de la universidad de Chile, la que ha generado un proyecto para realizar un parque tecnológico, que se ha puesto en marcha paulatinamente desde hace un par de años.

El entorno de Parque Laguna Carén posee un gran valor paisajístico y ecológico, existen especies endémicas y nativas, la vegetación es de tipo esclerófila, correspondiente a la zona central de Chile, posee una laguna que cruza desde el norte del predio desembocando al oriente en el estero Lampa, en ciertas épocas del año se forman humedales someros. Los límites del predio son por el lado norte el cambio de textura, ya que colinda con terrenos agrícolas, por el lado oriente el estero Lampa es el límite, mientras que al sur es la Ruta 68 que luego de manera escalonada se corta el terreno y finalmente el límite poniente es el cerro puntilla de Lo Vásquez.

Las vulnerabilidades y riesgos que se vislumbran este emplazamiento son el crecimiento de la ciudad hacia este sector, el que es un si-

tio de interés, ya que existe una buena infraestructura vial, donde está la autopista Vespucio Norte, el tramo final de la costanera que se une con la Ruta 68 que es una de las principales vías de acceso a Santiago, la existencia de terrenos disponibles para edificar, que se encuentran relativamente cerca de centro de Santiago y del transporte público, como el metro.

Esta latente posibilidad de expansión está supeditada al límite urbano, ya que el terreno es de carácter rural y alrededor de éste se han propuesto los Proyectos de Desarrollo Urbano Condicionado (PDUC), que permiten el desarrollo urbano en sectores rurales y que a través de algunas condiciones se busca resguardar el carácter rural. "Algunas de estas condiciones permiten incorporar nuevo suelo a la ciudad, pagando por los impactos sociales del desarrollo, apuntando principalmente a resguardar la calidad de éste, mitigar los impactos producidos e incentivar la inversión privada." (Barba, 2020, p.322). Al moverse eventualmente el límite urbano, estas condiciones que ayudan a resguardar el entorno ya no se aplicarían y se podría edificar con mayor densidad, lo que significaría evidentemente un impacto en el entorno.

Este lugar responde a la categoría de clima templado, pero en los últimos años se ha apreciado una disminución evidente en las precipitaciones, que a largo plazo podría



Imagen 8: Algunas especies de flora y fauna presente en parque laguna Carén.  
 Fuente: Proyecto ciclo en plan maestro parque laguna Carén, Velásquez, 2020.

modificar la flora y fauna. Además, posee una particularidad meteorológica, al estar ubicada entre cerros, por un lado la cordillera de la costa y por otro el cerro amapolas se genera un biombo climático, al pasar la nubosidad que proviene de la costa sucede el fenómeno Foehn que es la condensación de la nubosidad en este caso por la ladera de la costa debido a que los vientos fríos ascienden por ésta, mientras que por la ladera contraria descienden los vientos cálidos y secos, de esta manera en el sector de parque laguna Carén existe una menor cantidad de precipitaciones, respecto a Santiago.

Como se presenta en el Reporte anual de la evolución del clima en Chile 2020:

Durante el 2020 el calentamiento se produjo en prácticamente todo el territorio continental, presentándose anomalías positivas, es decir más cálido que lo normal, en el 76% (115 estaciones 11 meteorológicas). La comuna de Pudahuel de la Región Metropolitana fue la que presentó el mayor calentamiento con una anomalía de casi 4°C respecto al promedio 1981-2010. (DMC & DGAC, 2021).

Este hecho evidencia cómo el calentamiento global está afectando nuestro clima y que este territorio si bien es un espacio donde el crecimiento de la ciudad aún no lo alcanza, éste está en amenaza, por lo que puede ser el punto de inicio para generar cambios y educar a nuestro país, sobre cómo la interacción con nuestro ecosistema genera diversos beneficios y utilizando la tecnología



Imagen 9: Predio Parque laguna Carén. Elaboración propia, 2021.

disponible se puede construir un espacio coherente a estos principios, disminuyendo la cantidad de desechos en la construcción, adicionalmente integrar un diseño arquitectónico bioclimático, que integre las variables climatológicas, propias del lugar con el fin de disminuir en la mayor medida de lo posible el gasto energético operacional.

La vegetación permite reducir los riesgos de incendios, ya que además de capturar el CO<sub>2</sub> de la atmósfera, genera humedad en el ambiente, de esta manera disminuyendo el factor 30-30-30, es decir, 30°C o más, 30% de humedad o menos y vientos con velocidad de al menos 30 kilómetros por hora. Se debe tener en consideración que dicha vegetación debe tener ciertas características, Según Barba (2019), estas deben ser un "reemplazo de especies exóticas, especialmente el eucalipto y la incorporación de vegetación nativa como herramienta para mejorar las condiciones ambientales y ecológicas del territorio." (p.272). Evidentemente el incorporar vegetación autóctona, potenciará la fauna propia del lugar.

Si bien dentro de este predio existe un gran cuerpo de agua, existen 200 metros de restricción de edificación alrededor de la laguna, también los suelos aledaños a estos cuerpos de agua son de carácter pantanoso y poseen mayor vegetación, por lo que es un motivo adicional para no ubicarse cerca de éste.

En el sector donde se plantea urbanizar dentro del Parque, se puede apreciar un suelo de carácter seco, con vegetación difusa. Este suelo, pumicita no absorbe el agua que cae de las lluvias, por ende, formando pozas en la superficie del terreno, por esto también es importante separarse del suelo para construir, pero además esto se puede mejorar esta condición con el uso de vegetación que absorba y/o amortigüe este exceso de agua superficial.

Respecto a lo normativo el Parque Laguna Carén se contempla como parte del Sistema Metropolitano de Áreas verdes y recreación según el PRMS, y 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.

Por otro lado, en la O.G.U.C. se detalla que:

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.

Según el PRMS, el terreno en casi toda su extensión se cataloga como inundable, a excepción del cerro Amapola y Puntilla de Lo Vásquez. Pero se realizó un estudio particular para revisar la factibilidad del desarrollo del polo Laguna Carén y se evidenció que las áreas de inundación son menores a las señaladas por el PRMS.

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. (Velásquez, 2020, p.90)

El Parque tecnológico laguna Carén es una iniciativa de nuestra institución, que presenta los principales lineamientos para proyectar desde este espacio el futuro de la universidad y del país, estos son:

- El fomento de la investigación transdisciplinaria.
- El fortalecimiento de nuestros vínculos con el resto del Estado chileno y la esfera pública.
- El fomento de la innovación y la relación con el sector económico empresarial.
- Profundización de nuestra relación con otras universidades con énfasis en la Red de universidades públicas.
- El compromiso con la internacionalización.
- La preocupación por los temas ambientales y el compromiso con la sostenibilidad.
- La creación de un espacio abierto de acercamiento a la comunidad, con actividades culturales permanentes.

A modo de conclusión podemos ver que el cambio climático es un evento del cuál debemos tomar acción, ya que nos está afectando y se agrava día a día. Se deben generar propuestas que apunten a un cambio en la visión de nuestro entorno natural, donde existen distintas estrategias para lograr reducir nuestro impacto al medio ambiente y la impresión 3d se presenta como una oportunidad para generar una reducción sustancial de la contaminación del área de la construcción, que a la vez estos elementos responden a los lineamientos planteados por la universidad de Chile para el parque tecnológico laguna Carén.

# EL PROYECTO

## Problema Arquitectónico

Como se revisó en los antecedentes se vislumbra que existe un gran problema a nivel mundial que es el cambio climático, que ha producido una serie de alteraciones y fenómenos climatológicos, los que afectan en gran medida a la flora y fauna.

Chile no está exento de este escenario mundial, si bien han existido catástrofes naturales, estas no suceden con tanta frecuencia como en otros países, pero a pesar de esto se han notado los efectos provocados por la mega sequía que afecta nuestro país.

La expansión de la ciudad es un problema preocupante, ya que ha ido quitando terreno a la flora y fauna, y no se es contemplada en muchos casos para ser parte de la ciudad y resguardar este patrimonio natural. Como se revisó el predio de laguna Carén es susceptible a alguna de estas amenazas, por lo que es fundamental consolidar este espacio y ponerlo en valor.

Otro problema que presenta Chile es la poca información e investigación en la materia medioambiental y biodiversidad, ya que no existe infraestructura destinada a esto, y no se posee información recabada al respecto, lo que no permite tomar acciones para enfrentar esta problemática, que con el transcurso de los años se va agravando.

En último lugar, pero no menos importante, está el rol de la ciudadanía y privados con la naturaleza, que en muchas ocasiones no sabe relacionarse con ella, ya que se desconoce sobre el tema, como por ejemplo cuáles son las especies protegidas, la importancia la preservación de la flora para la fauna, los beneficios que nos generan, entre otras.

## Propuesta programática

Desde el análisis de los diferentes temas y de la problemática se objetivo general, la creación de un Observatorio de biodiversidad y ecosistemas de la zona central de Chile, en parque laguna Carén. Los objetivos específicos son:

-Valorar el paisaje natural y la biodiversidad de la zona central, específicamente del parque laguna Carén.

-Divulgar los conocimientos recabados para estudios y proyecciones sobre los efectos del cambio climático sobre la biodiversidad.

-Ser un referente para que se repliquen observatorios a lo largo de Chile o se generen alianzas con otras organismos o universidades en post de generar una amplia base de datos, para el manejo de la crisis ambiental.

-Reducir el impacto medioambiental mediante la utilización de un sistema constructivo con menor emisiones de GEI e integrando estrategias de diseño pasivo para disminuir el gasto operacional del edificio.

-Educar de manera innovadora a través de elementos tecnológicos didácticos dentro del observatorio.

-Reactivar parte del acceso a laguna Carén, reconociendo y articulando elementos preexistentes.

El programa se centra en el monitoreo, comprensión, valoración, exposición y divulgación del conocimiento recopilado sobre el impacto del cambio climático en Chile sobre el ecosistema apoyándose, en herramientas digitales tanto en la construcción como en las distintas actividades y plataformas en las que trabaje.

## Ubicación

Se plantea ubicarlo en el parque laguna Carén, que es un sitio que idóneo de acuerdo con los lineamientos de la universidad de Chile, como se revisó en los antecedentes. Dentro de las 1022 hectáreas del predio se realizó un análisis para determinar dentro de que zona debía ser ubicado el proyecto.

Se analizaron diferentes variables para determinar un sitio en específico dentro del parque. Estas variables fueron:

Tipos de suelo, que se distinguía la calidad de suelo y el comportamiento para edificar sobre éste.

Pendiente del terreno, que debe ser la mínima posible para la nivelación y acceso de la máquina de impresión 3d para la construcción del proyecto.

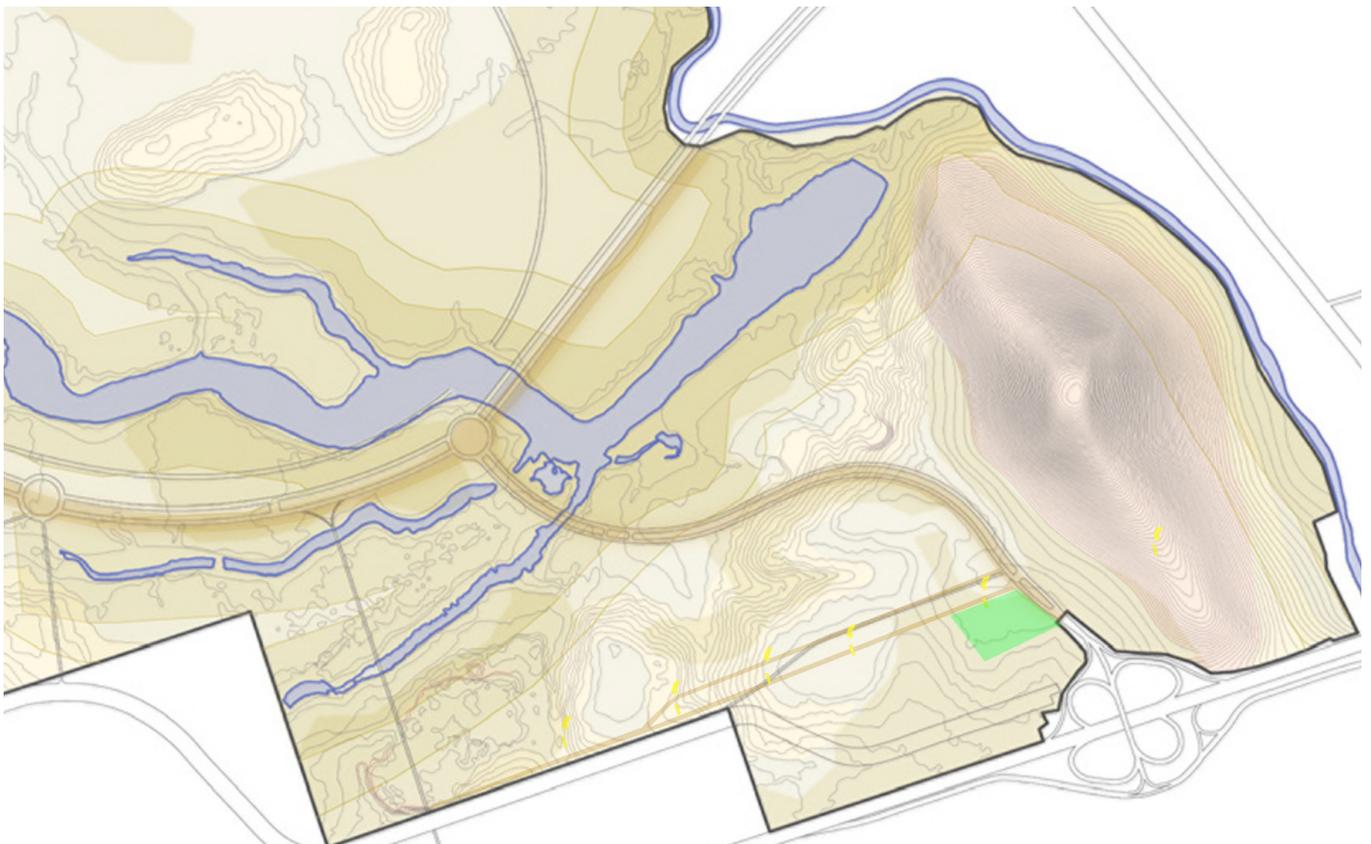
Distanciamiento a cauces permanentes y aguas superficiales, este punto es muy importante ya que no se puede edificar sobre terrenos que sean inundables.

Masas de vegetación, se quiere evitar la intervención a vegetación existente por lo que se debe escoger un espacio con la menor vegetación posible.

Comportamiento de los vientos, que nos dará indicios de cómo diseñar frente a éste.

Principales vías vehiculares para tener acceso de las maquinas para construir el proyecto y mayor concurrencia de público.

El cruce de esta información se realizó, resultando el área destacada en verde como el espacio que cumple con todos los requerimientos para el proyecto:



## Estrategias iniciales

A partir de estas premisas el proyecto de título debe considerar las variables para generar un diseño arquitectónico acorde a nuestro contexto mundial, y que responda al entorno de manera de generar confort para los usuarios tanto lumínicos como térmicos y para evitar lo más posible el consumo operacional del edificio.

En primer lugar, se propone integrar ventilación cruzada, la que permite un recambio de aire y una temperatura adecuada según los requerimientos de cada espacio dentro del proyecto.

En segundo lugar, se propone integrar cubiertas verdes y habitables, las que tienen una serie de beneficios, como evitar el sobrecalentamiento de la cubierta, la generación de oxígeno y absorción de CO<sub>2</sub> y adicionalmente también trabaja como aislante acústico.

En tercer lugar, se orientarán los distintos espacios hacia donde exista un mayor asoleamiento, permitiendo la entrada de luz a los distintos recintos, así prescindiendo de iluminación artificial durante el día.

En cuarto lugar, se trabajará con la radiación solar que en esta zona del país permite trabajar con inercia térmica del hormigón en la primera instancia del proyecto para tener un óptimo confort térmico.

Se trabajará con la preexistencia del acceso utilizando su geometría, pero a la vez tomando elementos de la naturaleza como concepto en planta.

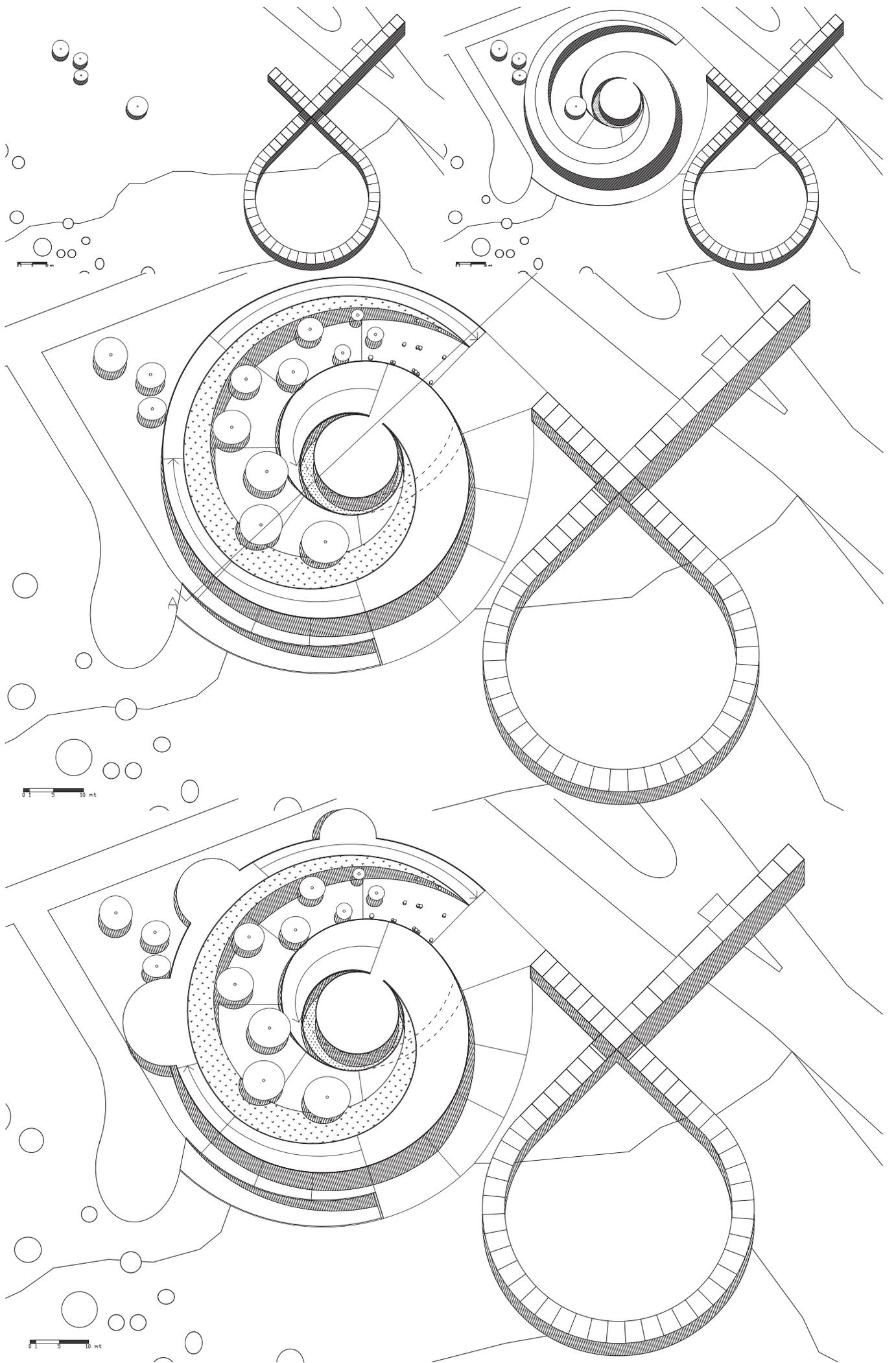
Para el manejo de vientos se propone generar un desnivel, elevando la zona donde se construirá el proyecto, con la parte más alta hacia el suroeste que es de donde provienen los vientos más fuertes y frecuentes

Se generará una cubierta verde y recorrible, la cual tendrá plataformas en puntos estratégicos donde se podrá apreciar el paisaje de laguna Carén en 360 grados.



Fuentes: <https://resolviendolaincognita.blogspot.com/2016/03/la-falsa-curva-de-fibonacci.html>

<https://www.quo.es/naturaleza/a21423/la-espiral-de-fibonacci/>  
<https://www.investigacionyciencia.es/revistas/investigacion-y-ciencia/plantas-matematicas-764/cuando-las-plantas-hacen-matematicas-17346>



## Referencias

- Arroyo, M. T. K., Pauchard, A., D ALARCÓN, J. A., BOZINOVIC, F., BUSTAMANTE, R., ECHEVERRÍA, C., ... & ROZZI, R. (2019). Impactos del cambio climático en la biodiversidad y las funciones ecosistémicas en Chile. Biodiversidad y cambio climático en Chile: Evidencia científica para la toma de decisiones. Informe de la mesa de Biodiversidad. Santiago: Comité Científico COP25.
- Barba, M. (2019). Identidad Y Transformación Del Paisaje El Territorio Laguna Carén [Tesis de doctorado no publicada]. Universidad Politécnica de Madrid Escuela Técnica Superior de Arquitectura
- Convención Marco De Las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático. [CMNUCC]. (2017). ¿Qué es el Acuerdo de París?. 28 de septiembre del 2021 de Sitio web: <https://unfccc.int/es/process-and-meetings/the-paris-agreement/que-es-el-acuerdo-de-paris>.
- Dirección Meteorológica de Chile y Dirección General de Aeronáutica Civil. (2021). Reporte anual de la evolución del clima en Chile 2020. 23 de noviembre del 2021, de Ministerio del medio ambiente Sitio web: <https://cambioclimatico.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/06/ReporteClimatico2020-edmay2021.pdf>
- Estrategia Sustentable RCD. (2020). Hoja de Ruta RCD Economía Circular en Construcción, 2020. 25 de noviembre del 2021, de Sitio web: [http://construye2025.cl/rcd/wp-content/uploads/2020/08/HDR-PAGINA\\_RCD\\_200825.pdf](http://construye2025.cl/rcd/wp-content/uploads/2020/08/HDR-PAGINA_RCD_200825.pdf)
- Miranda, M., C. Doobs, M. Olave y P. Olave (2019). Sequía y olas de calor extremas: registro de su efecto en comunidades y especies esclerófilas del Mediterráneo Central de Chile. En Seminario Bosque Esclerófilo ante Olas de Calor: nuevos escenarios y desafíos que impone el cambio climático. Santiago: Pontificia Universidad Católica de Chile, Proyecto GEF Montaña Ministerio de Medio Ambiente Chile.
- Médail, F. (2009). Los hotspots de biodiversidad, una herramienta para la conservación de la flora mediterránea. Conservación vegetal.
- OCDE; Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2016). Evaluaciones del Desempeño Ambiental: Chile, Aspectos destacados. 23 de diciembre del 2021, de Sitio web: [https://www.oecd.org/environment/country-reviews/EPR\\_Chile\\_Aspectos\\_Destacados.pdf](https://www.oecd.org/environment/country-reviews/EPR_Chile_Aspectos_Destacados.pdf)
- Pomponi, F., Saint, R., Arehart, J. H., Gharavi, N., & D'Amico, B. (2021). Decoupling density from tallness in analysing the life cycle greenhouse gas emissions of cities. *Npj Urban Sustainability*, 1(1), 1-10. <https://doi.org/10.1038/s42949-021-00034-w>
- Ürge-Vorsatz, D., Khosla, R., Bernhardt, R., Chan, Y. C., Vérez, D., Hu, S., & Cabeza, L. F. (2020). Advances Toward a Net-Zero Global Building Sector. *Annual Review of Environment and Resources*, 45(1), 227-269. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-012420-045843>