



TESIS DE MAGISTER EN ARQUITECTURA
**EDUCAR A TRAVÉS DE LA INTEGRACIÓN DEL USUARIO A UN CENTRO DE RECICLAJE MEDIANTE
LA REINTERPRETACIÓN DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO DE BOTE INVERTIDO EN LA
ARQUITECTURA VERNÁCULA CHILOTA**

Alumna Florencia Kauffmann Parada

Profesor guía Diego Palma



TEMA: Contaminación de las aguas con residuos plásticos.

CASO: Centro de reciclaje y educación medioambiental.

LUGAR: Isla Lemuy, Chiloé.

POR: FLORENCIA KAUFFMANN PARADA

**Tesis de Magister en Arquitectura
presentada a la Facultad de Arquitectura y Arte de la Universidad del Desarrollo
para optar al grado académico / título profesional de**

ARQUITECTO

con mención en Sustentabilidad.

Y el grado de

MAGISTER EN ARQUITECTURA

con mención en Diseño y Construcción Sustentable

PROFESOR GUÍA

Arquitecto UC, Magister Arq UC PGC Sustainability Harvard University.

DIEGO ANTONIO PALMA

PROFESOR MENCIÓN

Arquitecto UC, Master U Politécnica de Madrid, LEED AP, Asesor CES, Javier Durán

Palma

Diciembre, 2018

SANTIAGO

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres por apoyarme siempre en mis sueños y metas. Sin ellos no podría estar estudiando lo que más me gusta, Arquitectura. A mi pololo y amigos por estar siempre a mi lado, dándome el ánimo necesario para seguir con mis estudios de la mejor manera. A Pellina, quien ha estado a mi lado en las largas noches de estudio y de elaboración de la tesis. A mi hermano, quien desde pequeña me enseñó acerca de la importancia de cuidar el planeta y tener hábitos ecológicos para lograr un mundo más sustentable.

Por último, quiero agradecer a mi profesora, María Soledad Larraín, por guiarme en este proceso de preparación de tesis y recalcar que, gracias a ella, pude aprender a buscar cuales son las herramientas fundamentales para la elaboración de ésta y aprender a evaluar y seleccionar cuales temas son más importantes a tratar.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

- Agradecimientos
- I. Resumen
- II. Marco teórico
 - II.1 Océanos de plástico*
 - II 2. Regla de las 3R*
 - II 3. Normativa*
 - II 4. Consumo y ahorro energético*
 - II 5. Propiedades del plástico*
 - II 6. Materialidad*
 - II 7. Residuos plásticos a nivel mundial y en Chile*
 - II 8. Plásticos en la construcción*
 - II 9. Referentes uso de plástico reciclado en la construcción*
 - II 10. Métodos educativos en la arquitectura*
- III. Tema
 - III 1. Introducción*
 - III 2. Conceptos claves*
 - III 3. Importancia de la revalorización de materiales*
 - III 4. Plástico y arquitectura*
 - III 5. Sistemas constructivos*
- IV. Lugar
 - IV 1. Emplazamiento*
 - IV 2. Problemática actual*
 - IV 3. Factores climáticos*
 - IV 4. Pre existencia y morfología urbana*
 - IV 5. Criterio de desarrollo sustentable*
- V. Caso
 - V 1. Objetivo general*
 - V 2. Referentes arquitectónicos*
- VI. Estrategias proyectuales
- VII. Desarrollo proyectual
- VIII. Bibliografía
- IX. Anexos

I. RESUMEN

La contaminación con residuos plásticos es un tema apremiante a nivel mundial, siendo el mar el ecosistema más afectado. Nuestra principal fuente de alimentación proviene de este lugar, en donde los micro-plásticos presentes terminan afectando nuestra salud a mediano plazo.

El estudio se enfoca en una de las islas del archipiélago de Chiloé, la cual posee la mayor cantidad de acumulación de residuos plásticos provenientes del mar debido a la sobre explotación de la industria acuícola de la zona. Por lo tanto, se busca responder de qué manera se puede disminuir la contaminación plástica en los mantos acuíferos de este sector.

Para generar un vínculo entre el proyecto y el lugar, el diseño se basa en el principal sistema constructivo de la arquitectura vernácula chilota, en donde el objetivo principal de éste es mitigar el problema de la contaminación del océano y de las costas de la isla, con el alcance local, desde un emplazamiento particular entre la tierra y el mar.

Se integra a modo educacional y visual al usuario a la arquitectura productiva mediante un centro de reciclaje y educación medioambiental de borde costero. Con este proyecto, se quiere fomentar el turismo del lugar, desarrollar su identidad y generar participación ciudadana en la limpieza de las costas. Se utilizan plásticos reciclados en suelos y mobiliario urbano, alargando así su vida útil. Al ser integrados estos elementos en la arquitectura, se puede hacer partícipe a la comunidad, acercándolos a las soluciones constructivas que puede brindar este material, para así, generar conciencia a través de métodos educativos y mitigar el problema de la contaminación plástica en el mar.

II. MARCO TEÓRICO

Océanos de plástico

La contaminación de los océanos es cada año mayor, y se ha posicionado como un tema de relevancia mundial por los resultados de distintas investigaciones, que generan preocupación por la gravedad de la escala de la contaminación, sobre todo por plásticos flotantes, y la rápida expansión del fenómeno en los últimos años.

La producción mundial de plástico tomó fuerza en el año 1950 y ha ido aumentando de forma exponencial, pasando de 2.1 millones de ton en los años 50 a 406 millones en el año 2015.

“Se estima que entre 1.15 y 2.41 millones de toneladas de plástico ingresan al océano cada año desde los ríos. Más de la mitad de este plástico es menos denso que el agua, lo que significa que no se hundirá una vez que se encuentre con el mar.”

(The Ocean Clean Up, 2018. *The great Pacific garbage patch*)

Según la organización sin fines de lucro, The Ocean Clean Up, existen cinco zonas de acumulación de plástico en el océano. La más grande se encuentra en el Pacífico Norte, entre Hawai y California. Ésta posee una superficie de 1.6 millones de kilómetros cuadrados aproximadamente.

Estos plásticos son arrastrados por las corrientes marinas, en donde quedan flotando durante años, llegando finalmente a los diferentes parches de basura del mundo. Es aquí, donde la mayoría se transforma en microplásticos, como resultado de la erosión de las olas, el viento y el sol. Tras registrar la zona desde aviones militares con equipos de sensores y GPS, se pudo calcular que esta zona contiene más de 1.8 billones de pedazos plásticos y un peso de 80.000 Ton.

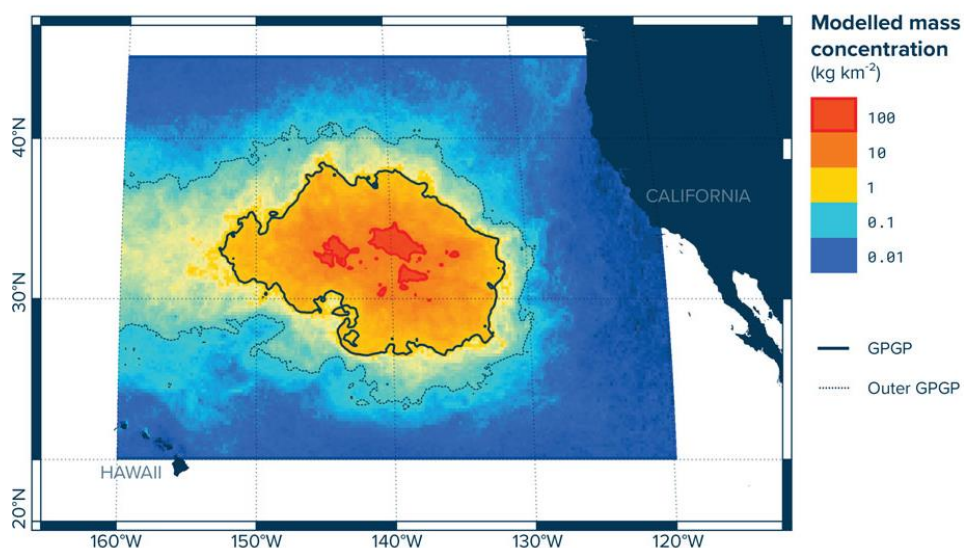


Figura 1: Fuente: The Ocean Clean Up, The great Pacific Patch.

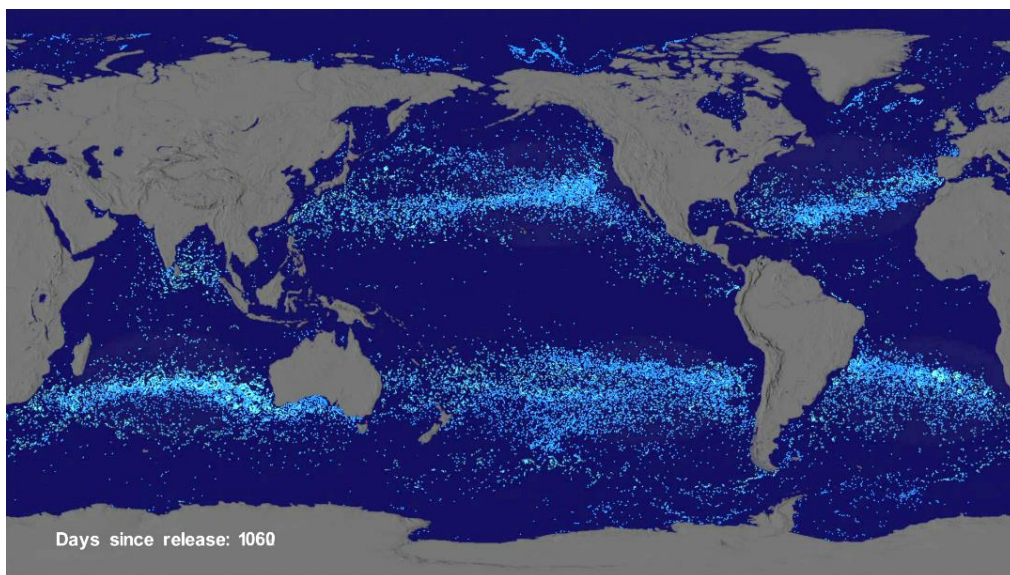


Figura 2. Fuente: NASA Estudio de visualización científica, Experimento de visualización de parches de basura.

En Chile, se realizó una investigación llamada Residuos Marinos Flotantes (RMF) en aguas costeras del Pacífico Sur, de la Universidad Católica del Norte. Los resultados muestran que hay gran acumulación de residuos en el mar, en donde los plásticos representan el 86% del total. De este porcentaje, predominan las bolsas plásticas (47.6%), luego otros plásticos

(34.7%) y por último elementos relacionados con la pesca (3.6%). Las mayores concentraciones se encontraron cerca de grandes urbes portuarias, sin embargo, los residuos se encontraban lejos de las costas ya que habían sido arrastradas por las corrientes marinas. Los RMF están presentes en todo el océano, desde lugares cercanos a grandes ciudades hasta zonas remotas, éstas últimas reciben los desechos de otros lugares, los cuales son transportados por corrientes y vientos. Se concluye que en las aguas costeras del Pacífico Sur hay alta cantidad de RMF, y que son parecidas a las densidades de otras zonas del mundo, tales como las costas de México y California. El parche de basura más grande del mundo se encuentra cerca de California, uno de los lugares que posee una densidad de basura plástica muy parecida a la de nuestro país.

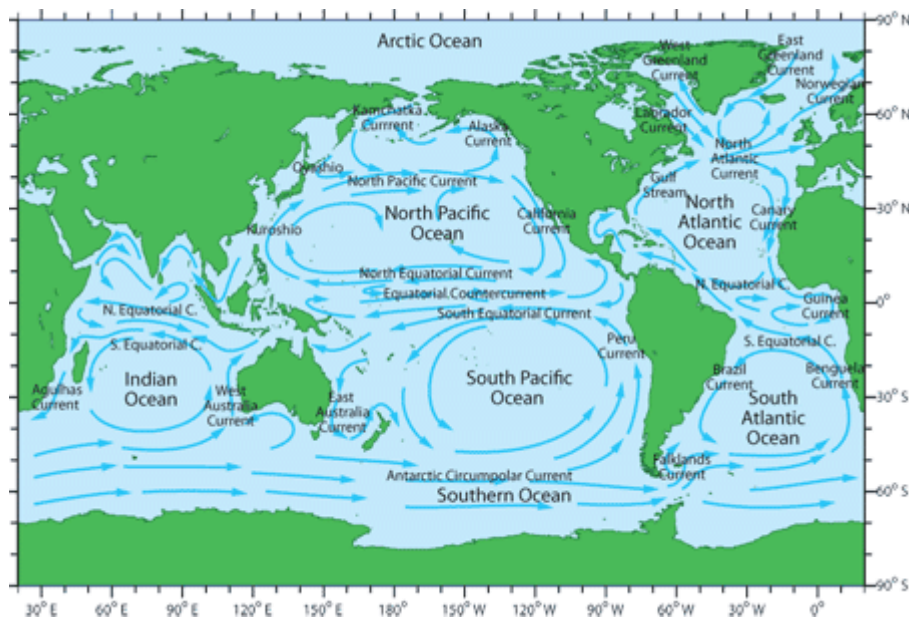


Figura 3. Fuente: SEOS Project, Ocean Currents.

La imagen anterior muestra los giros oceánicos a nivel mundial, que son los responsables de la acumulación de basura en ciertos puntos del mar (efecto Coriolis), debido a que arrastran los desechos desde diferentes partes llevándolos a un punto específico en donde se quedan varados por millones de años.

En Chile existen tres corrientes oceánicas:

- Corriente del Océano Antártico o Circumpolar
- Corriente de Humboldt
- Corriente de Günther o Corriente Subsuperficial Perú-Chile (se produce bajo la corriente de Humboldt)

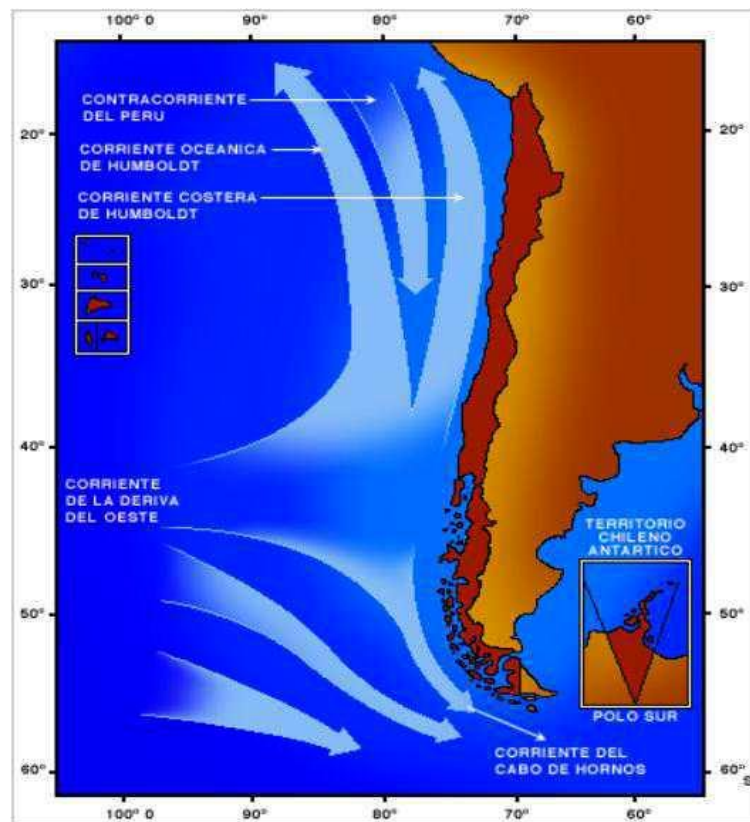


Figura 4. Fuente: CONICYT, “¿Sabía que Chile tiene una de las corrientes marinas más productivas del mundo?”

La principal es la Corriente de Humboldt, proviene desde el Sur de Sudamérica y recorre la costa occidental del continente. A la altura de Chiloé, se bifurca tomando el nombre de Corriente de Cabo de Hornos hacia el Sur y Corriente de Humboldt hacia el Norte. Ésta es rica en nutrientes y permite que las zonas por donde pasa, sean muy productivas y con una gran biodiversidad marina. Es por esta razón, que nuestro país es uno de los mayores productores de la industria acuícola a nivel mundial.

Sin embargo, actualmente esta corriente está arrastrando desechos desde otros lugares, llegando finalmente a nuestras costas. Por lo tanto, no solo está la contaminación que se

produce debido a las actividades del hombre, sean continentales o insulares en el territorio de Chile, sino que ésta se suma con los desechos de otras partes del mundo, aumentando considerablemente su volumen y afectando a la biodiversidad marina.

Regla de las 3R:

A continuación, se harán definiciones de las terminologías básicas del documento para entender su significado, función y diferencias.

- Reciclar: Consiste en un proceso industrial aplicado sobre un elemento inorgánico para poder volver a utilizarlo. Estos consisten principalmente en procesos de fundición, trituración y adición de químicos. Tiene el fin de dar una nueva oportunidad al material y prolongar su periodo de vida útil, reduciendo el consumo de recursos y gastos energéticos para crear nuevos productos. El reciclaje ayuda a luchar contra la disminución continua y acelerada de los recursos naturales de nuestro planeta. Además, es un proceso que no solo evita la explotación de recursos naturales, sino que también ayuda a la disminución de desechos producidos por las actividades cotidianas, los cuales se van acumulando de forma progresiva en nuestro entorno.

- Reutilizar: A diferencia del reciclaje, consiste en volver a utilizar un objeto, pero con otro fin, muchas veces siendo procesos caseros con productos cotidianos. Por ejemplo, se pueden reutilizar las botellas plásticas para crear maceteros, lámparas, dispensadores de alimentos, cajas, joyeros, productos de oficinas, entre otros. En la reutilización no se aplican procesos industriales, simplemente se mantiene la forma original del material, pero con un nuevo uso.

- Reducir: Su propósito es tal y como lo indica la palabra, minimizar al máximo los residuos que se generan para así disminuir los impactos medioambientales que se producen por estos mismos. Un ejemplo de esto, es el uso de las bolsas de género biodegradables que hoy en día se han fomentado para reducir el consumo de las bolsas plásticas en el área comercial.

- Upcycling: Es el término más reciente el cual fue creado en el año 1994 por Reiner Piltz, su traducción al español significa supra-reciclaje. Si bien este término nace del reciclaje, es diferente ya que no solo consiste en reciclar, si no que su propósito es transformar los residuos en elementos nuevos de mayor valor que los originales. La principal diferencia con el reciclaje común, es que este es un proceso netamente industrial, donde un residuo se transforma en uno nuevo muchas veces de la misma tipología, por ejemplo, reciclar una botella de plástico en una

nueva botella del mismo material, teniendo el producto nuevo el mismo valor que el original. En cambio, el upcycling transforma los residuos en nuevos objetos de mayor valor, pero en donde el producto final es diferente al reciclado, mirándolo con otros ojos y usando la imaginación y la creatividad. Por ejemplo, la empresa de diseño ReDisain, de Canarias, ha creado diferentes tipos de bolsos a partir de toldos. Por otro lado, la empresa española Swim Against ha logrado crear trajes de baño a partir de redes de pesca y botellas de plástico, usando el lema “Ropa de baño para nadar contra la contaminación del agua”. Por lo tanto, el upcycling está más ligado al área de diseño y no solamente al industrial como lo es el reciclaje.

- Economía circular: Consiste en un nuevo modelo económico el cual tiene el fin de aprovechar al máximo los recursos que se encuentran en el ciclo de vida de un producto con evaluación de impacto ambiental de su huella de carbono. Dándole énfasis a los conceptos de las 3R, reutilizar, reducir y reciclar.

“La idea de una economía circular es un llamado a la innovación a diseñar y entender las cosas con nutrientes biológicos y técnicos, que estén en sistemas donde o vuelvan al suelo o vuelvan a la industria para darles un mejor uso, una y otra vez. De esta manera le permites a la economía crecer, porque las cosas se reutilizan. En vez de que la economía esté en un espiral hacia la pérdida de materiales, toxificación y degradación, lo que haces es construir una economía que va en un espiral positivo y crece como un ser vivo. Una vez que se crea este marco de condiciones, los negocios pueden innovar en crecimiento, lo que es su naturaleza.”

(Mc Donough, 2018, Economía circular, oportunidades para el desarrollo de modelos de negocios regenerativos e innovadores.)

Normativa

Relacionando los conceptos anteriores con la sociedad, es importante dentro de la investigación tocar el tema de la educación medioambiental, la cual es definida como:

“Un proceso permanente de carácter interdisciplinario, destinado a la formación de una ciudadanía que reconozca valores, aclare conceptos y desarrolle las habilidades y las actitudes necesarias para una convivencia armónica entre los seres humanos, cultura y su medio biofísico circundante.”

(Ley N° 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente, 1994)

Teniendo en consideración que la educación medioambiental es fundamental como instrumento de gestión ambiental y desarrollo a nivel nacional, ¿Por qué no hay más instituciones de integración entre la comunidad y la cultura medioambiental?

Actualmente hay leyes tales como la Ley del fomento al reciclaje, que será explicada más adelante, que tratan las temáticas medioambientales como un instrumento importante para el desarrollo urbano. Los centros de reciclaje y las plantas de tratamiento de residuos se encuentran muchas veces en la periferia de las áreas urbanas, lo cual genera un desapego de esta actividad con la sociedad debido a su poca accesibilidad. Sin embargo, se han dotado a varios sectores de puntos limpios y zonas de reciclaje, pero a la vez, hay pocos proyectos arquitectónicos que integren a los centros de reciclaje con la educación medioambiental, casi siempre actúan como entidades separadas. Debido a esta razón, se buscará en esta investigación de qué manera se pueden relacionar ambos casos y qué efecto tendrá en la sociedad.

Dentro de los beneficios de integrar el reciclaje a la educación, está principalmente el hecho de generar conciencia, hacerle presente a la sociedad de los problemas actuales y cómo poder solucionarlos y/o mitigarlos. La idea es motivar a las personas para mejorar la situación actual de nuestro medioambiente.

Se ha implementado esta iniciativa en varios colegios e industrias, creándose así la Ley del fomento al reciclaje del Ministerio de Medio Ambiente. Ésta establece como principal instrumento la Responsabilidad Extendida del Producto (REP), el cual crea la obligación hacia los productores industriales a hacer una posterior recuperación de los desechos que generan. Además, promueve programas que incentivan el eco-diseño y programas de educación ambiental, apoyando a los Municipios a la recolección de estos residuos con un Fondo de Reciclaje.

En Noviembre del 2017 se inauguró el primer Centro de Reciclaje y Educación Medioambiental en la comuna de La Reina, Santiago. Éste se rige bajo la ley REP, en donde se fomenta la gestión

integrada de recolección de desechos y posterior reciclaje, usando este último como una herramienta de educación medioambiental a nivel social, económico y medioambiental.

Consumo y ahorro energético

Cabe mencionar que hay ahorro energético a través del reciclaje, la investigación toma como referencia datos sobre el consumo de energía eléctrica per cápita del Banco Mundial de energía y del Ministerio del Medio Ambiente.

Según el Banco Mundial, en el año 2011, la población mundial superó los 7.000 millones de personas y, por consiguiente, la demanda de consumo energético aumentó considerablemente. Esto está estrechamente ligado a la arquitectura y la sustentabilidad que esta puede proporcionar, mientras mejor sea el diseño y teniendo un uso adecuado de los materiales para una construcción, menor será la demanda energética de este.

En el siguiente gráfico se muestra el consumo energético a nivel mundial:

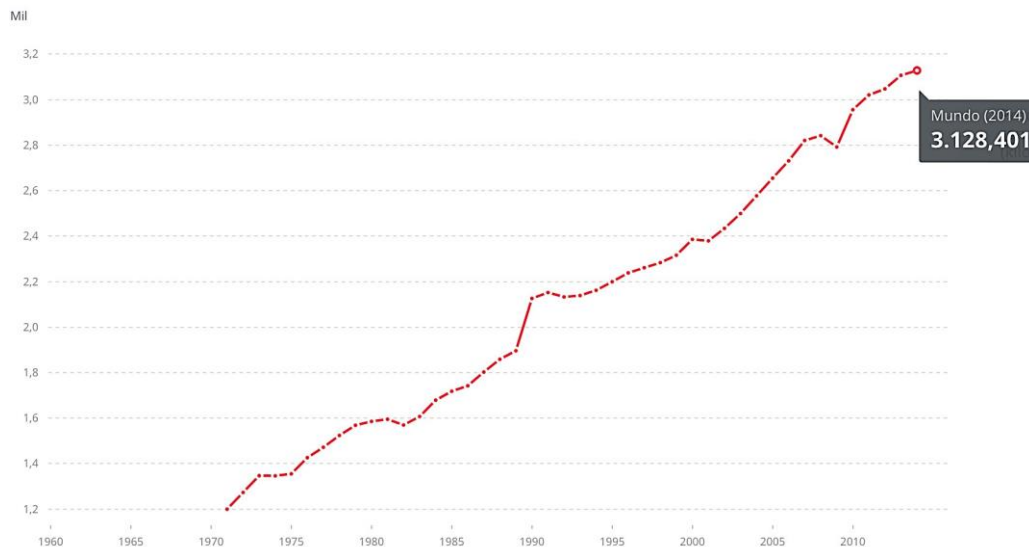


Figura 5. Fuente: Banco Mundial, "Consumo de energía eléctrica kWh per cápita"

Como se puede ver en la figura 5, el consumo energético ha ido aumentando considerablemente desde 1960, llegando a un valor de 3.128,401 kWh per cápita a nivel mundial. La unidad de este valor es la potencia (kilovoltio) que es utilizada en una hora.

El Ministerio del Medio Ambiente clasificó los siguientes datos como los parámetros de REP:

- Por cada tonelada de papel reciclado se produce un ahorro energético de 4.750 Kilowatt.
- Por cada tonelada de vidrio el ahorro es de 1320 Kilowatt.
- Por cada tonelada de plástico el ahorro es de 23.000 Kilowatt.
- Por cada tonelada de aluminio el ahorro es de 16.850 Kilowatt.

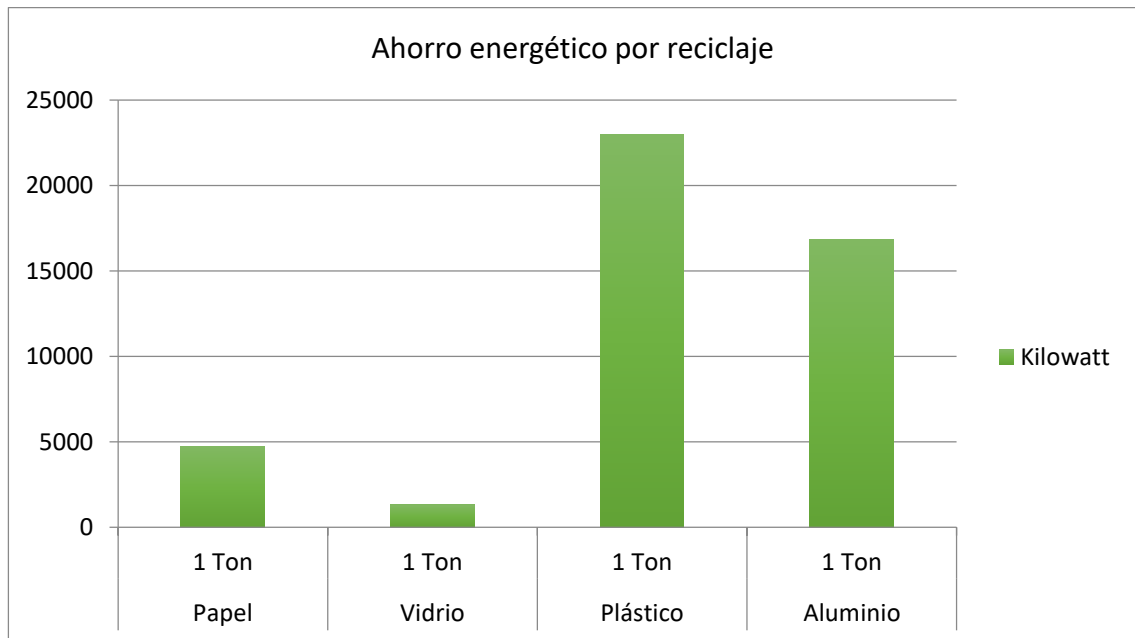


Figura 6. Gráfico de comparación del ahorro energético al reciclar de una tonelada de cada material.

Es por esto, que reciclar es la suma de eficiencia y ahorro resultando en una mayor rentabilidad de producción y, por lo tanto, disminución de CO₂ en la atmósfera. En otras palabras, al reciclar un material, hay ahorro energético en comparación a la producción nueva del mismo, siendo el plástico el que provee mayor ahorro si éste se recicla.

Propiedades del plástico

Este material requiere de una baja mantención, es de fácil instalación y manipulación, sin requerir mano de obra especializada.

Existen más de 50 tipos de plásticos y cada uno de estos posee diferentes características que son útiles para la construcción, las cuales se detallarán más adelante. Estos 50 tipos de plásticos, los cuales varían en sus componentes químicos, se clasifican posteriormente en 7 grandes grupos para poder reciclarse (Ver Anexo 1). Esta clasificación fue realizada por la Sociedad de la Industria del Plástico (SPI), en el año 1988 para brindar mayor eficiencia a este proceso de reciclaje.

En relación al ciclo de vida de este material, es considerado uno de los más eficientes energéticamente, teniendo una vida útil entre 30 a 50 años.

Propiedades:

- Duran en el tiempo y resistencia a la corrosión
- Ligereza
- Impermeables
- Translúcidos
- Son reciclables
- Fácil mantenimiento y limpieza
- Moldeables
- Económico
- Fácil transporte

Al ser reutilizable, disminuye los efectos negativos que tiene sobre el medio ambiente tanto terrestre como marino, reduce también la acumulación de basura en diferentes puntos de nuestro planeta y las emisiones de CO₂ en la atmósfera.

Materialidad:

La sustentabilidad de los materiales se considera dentro de la investigación para poder definir la materialidad del edificio. La madera como principal material de la propuesta arquitectónica proviene de un manejo forestal sustentable y poco transporte. Además de otros materiales

sustentables, dentro de estos, el mismo plástico que se retira del mar y de la costa con este proyecto. Éste último se utiliza en instalaciones menores tales como textura de suelo y mobiliario.

Beneficios de utilizar madera:

- Es de fácil transporte
- Fácil y rápida instalación y montaje
- Excelente aislante térmico
- Es un recurso renovable
- Perdura en el tiempo
- Tiene baja huella de carbono:

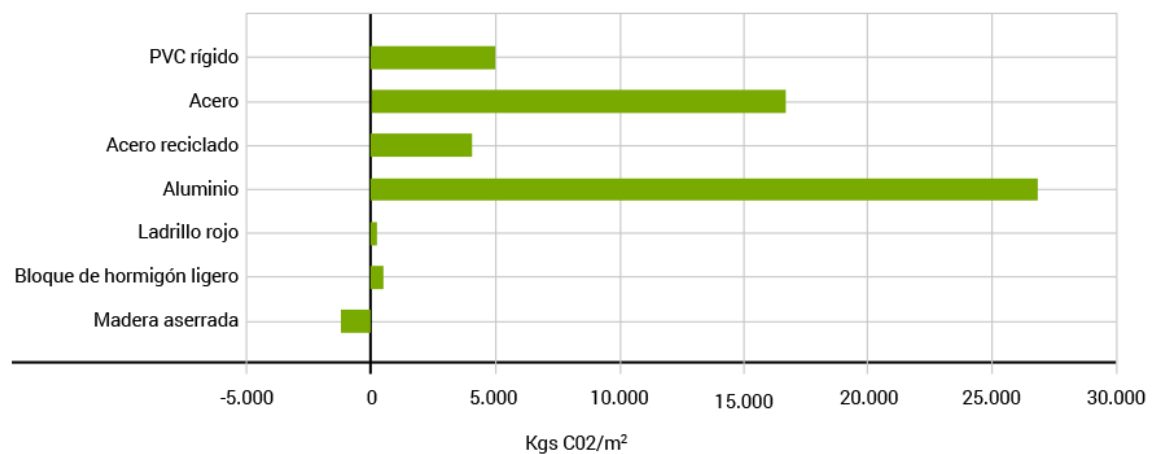


Figura 7. Fuente: Madera 21, Por qué usar madera.

Como se puede ver en la figura anterior, la madera es la que posee menor huella de carbono, siendo el único material cuyo uso contribuye a reducir el CO2 del ambiente.

- Es limpia y eficiente energéticamente:

Según Madera 21, asociación de la Corporación Chilena de la Madera (CORMA), se utiliza menos energía en el proceso de extracción y manufactura de la madera, por lo que se considera como un material más limpio en comparación a otros tales como el hormigón y el acero, siendo estos últimos no renovables.

La figura 8 muestra una comparación entre la energía que se necesita en la producción de diferentes materiales. Como se puede observar, la madera es la que utiliza menos cantidad de energía y el acero gasta 24 veces más que éste, siendo una cantidad considerable en términos energéticos.

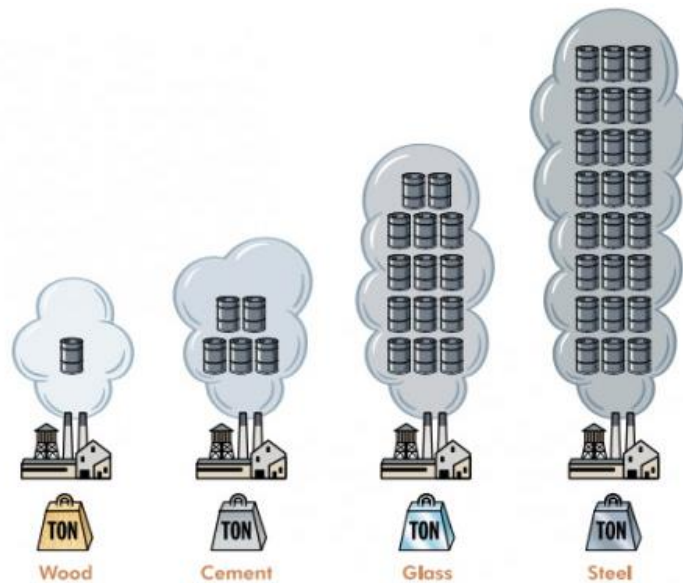


Figura 8. Fuente: *The Engineered Wood Association, Green building*

El uso de la madera para la construcción es ideal dentro de Chile, hay muchos recursos forestales que, al ser utilizados de forma responsable, pueden abastecer a la industria de la construcción por muchos años.

“Beneficios económicos, sociales y ambientales:

- Chile es uno de los diez mayores productores de madera del mundo.
- Es líder mundial en plantación de pino radiata junto con Nueva Zelanda.
- La industria forestal constituye el segundo sector exportador de la economía chilena.
- La producción forestal chilena proviene de una superficie inferior al 3,5% del territorio nacional.
- Más del 90% de las plantaciones forestales se ha establecido en suelos degradados.
- El potencial de expansión de la industria en terrenos de estas características supera el millón de hectáreas. “

(Equipo de Madera 21 de Corma, Por qué usar madera.)

Se utiliza madera como material principal para crear una relación entre el proyecto y la cultura arquitectónica chilota. Las construcciones vernáculas y contemporáneas usan casi en su totalidad este material, entonces no irrumpe con la tipología constructiva de la isla.

Residuos plásticos a nivel mundial y en Chile

Según The Waste Atlas, a nivel latinoamericano Chile es el país que produce mayor cantidad de basura y la cual es generada principalmente en los sectores urbanizados, siendo transportados por vientos y ríos hacia el mar. Según la investigación publicada en la revista Science, realizada por Jenna Jambeck, ingeniera ambiental y profesora de la Universidad de Georgia, se desconoce la cantidad exacta de residuos plásticos que terminan en el océano.

“Al vincular los datos mundiales sobre desechos sólidos, densidad de población y estado económico, estimamos la masa de desechos plásticos en tierra que entran al océano. Calculamos que se generaron 275 millones de toneladas métricas (TM) de desechos plásticos en 192 países costeros en 2010, con 4.8 a 12.7 millones de TM entrando al océano.”

(Jambeck J., Ingeniera ambiental Universidad de Georgia, Revista Science 2015)

EN CHILE

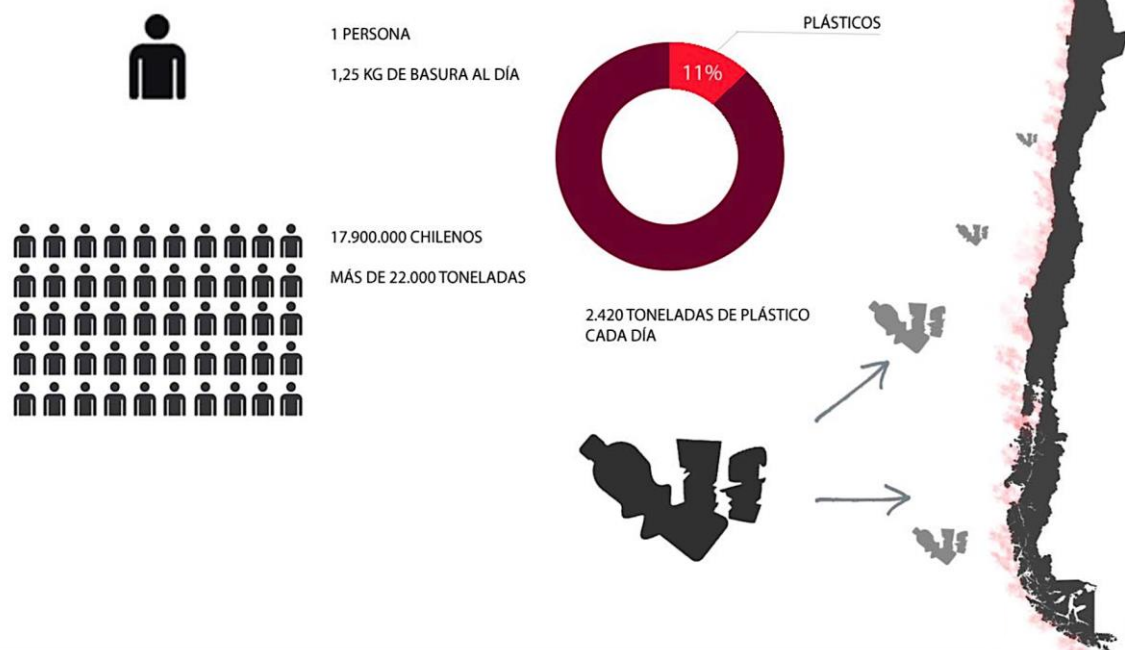


Figura 9. Fuente: Elaboración propia, según datos de The Waste Atlas.

“Hay una falta de políticas públicas de reciclaje y también un aumento del nivel adquisitivo de las personas que se suma a la falta de conciencia sobre la cantidad de basura que generamos”

(Asún M., Director de Greenpeace Chile, 2016)

BASURA PRODUCIDA POR HABITANTE AL DÍA



Figura 10. Fuente. Banco Interamericano de Desarrollo y Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria con intervención de Florencia Kauffmann

Chile está muy cercano al promedio de basura generado a nivel mundial. Al ser un país en vías de desarrollo, es importante reducir la cantidad de basura que generamos, pero más aún, crear los sistemas adecuados para reciclarlos y generar conciencia en la población.

“No se trata de un problema cuya solución desconocemos. Sabemos recoger basura. Cualquiera puede hacerlo. Sabemos cómo eliminarla. Sabemos reciclar. Solo es cuestión de construir las instituciones y los sistemas necesarios.”

(Siegler T., Economista de recursos de Vermont, 2018)

Los vertederos legales están llegando a su límite y éstos cobran a las empresas por la cantidad de basura que se deja en ellos. Lamentablemente, muchas de estas prefieren no pagar y terminan tirando su basura en terrenos baldíos y ríos en diferentes zonas del país. Esto genera una alta contaminación de los suelos y puede ser muy molesto para las personas que viven cerca de estos vertederos ilegales.

Entonces, es fundamental generar conciencia a través de la educación acerca del reciclaje. Todo elemento plástico puede ser reutilizable, permitiendo tener un nuevo ciclo de vida del material, aprovechando los beneficios que tiene tanto en productos cotidianos como en la arquitectura.

“La educación es clave para comprender el problema y reconocer que nuestra vida diaria realmente afecta los océanos”

(Eriksen M., Director de investigaciones y cofundador de 5Gyres, Instituto de investigación sobre la contaminación con plásticos, National Geographic 2018)

El gráfico de la figura 11 muestra el porcentaje de residuos inorgánicos presentes en el Océano Pacífico durante el año 2017, se puede apreciar que son los plásticos los que predominan en cantidad.

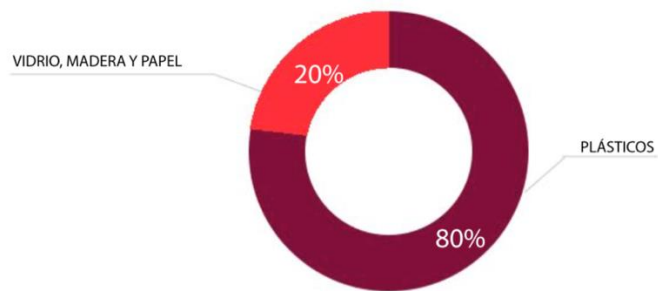


Figura 11. Fuente: Elaboración propia según datos de Greenpeace.

Teniendo en cuenta que la mayoría de los elementos plásticos están diseñados para ser utilizados una sola vez, es un tema por lo que hay que generar conciencia en las personas. Considerando además que una botella de plástico tiene un uso promedio de 20 minutos y que se compran un millón de botellas de plástico por minuto a nivel mundial.

Por otro lado, dos de los tres materiales que resultan siendo el 20% de los presentes en el mar, la madera y el papel, son de origen vegetal, por lo que no contienen gran cantidad de agentes tóxicos. El tercero, el vidrio, debido a su morfología, tiene a irse al fondo de los océanos, por lo que no perjudica a gran escala a la fauna marina. En cambio, los plásticos flotan durante varios años, afectando directamente a la flora y fauna acuática.

El siguiente gráfico muestra diferentes tipos de productos plásticos que se usan cotidianamente:



Figura 12. Fuente: Hopewell Et Al

Plásticos en la construcción

Actualmente hay gran cantidad de plásticos utilizados en la arquitectura y la construcción, el cual en los últimos años se ha transformado en un material abundante dentro de esta área.

Su uso puede variar desde detalles tanto exteriores como interiores, tanto en la fachada como en el mobiliario. Se especificará más adelante los diversos usos que se le puede dar a este material dentro de la arquitectura, detallando además sus características y resultados.

A continuación, se detallan porcentajes a nivel medioambiental al utilizar plástico como material en la construcción de proyectos arquitectónicos:

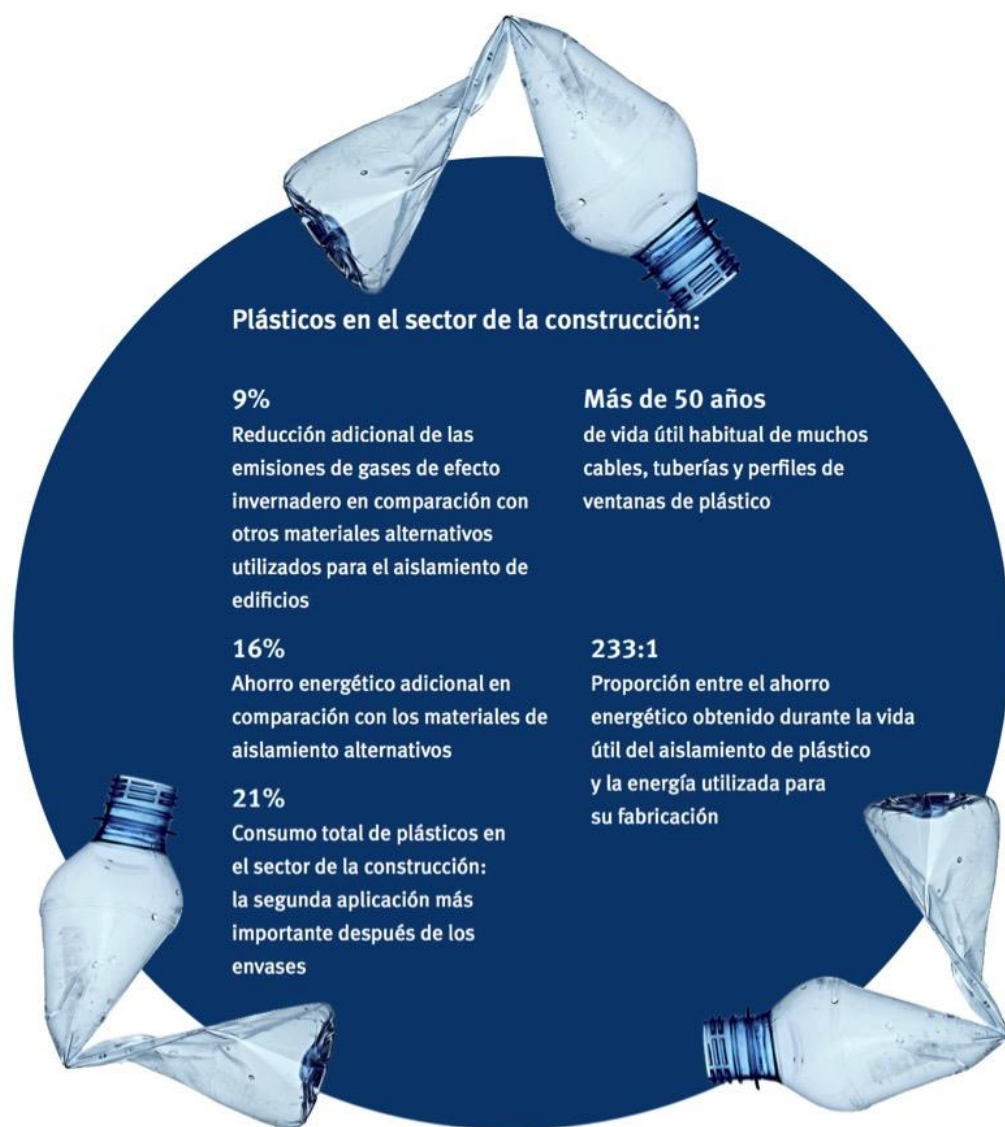


Figura 13. Fuente: Los plásticos para una arquitectura moderna y sostenible, Plásticos en el sector de la construcción, cifras, edición 2017 (con intervención de F. Kauffmann)

Referentes uso de plástico reciclado en la construcción

El edificio Vallecas 51, emplazado en Madrid y diseñado por los arquitectos Pablo Fernández, José Antonio Tallón y Luis Burriel, es un ejemplo de esto. Utiliza en su fachada diferentes plásticos, seleccionados previamente por su color, generando así una fachada única y la cual varía en 3 gamas de verdes.



Figura 14. Fuente: Arqa, Vallecas 51

Se puede apreciar que este proyecto destaca tanto por el color de su fachada como por el uso de un material reciclado y las posibilidades que este brinda de diferentes relieves y profundidades dentro de la misma envolvente.

Otro ejemplo de una construcción arquitectónica moderna reconocida que utiliza este material, es el Water Cube ubicado en Pekin, del estudio PTW Architects. Su fachada está compuesta por módulos de ETFE (etileno-tetra-fluoro-etileno) el cual es un polímero plástico y que tiene la intención de representar el agua tanto desde su interior como desde su exterior. Las membranas translúcidas le permiten tener permeabilidad y aislamiento a su vez, además del espectáculo visual de diferentes cambios de color de su fachada. Al ser una membrana doble y con un espacio de aire a su interior, facilita la ventilación del edificio.



Figura 15. Fuente: Arup Architects

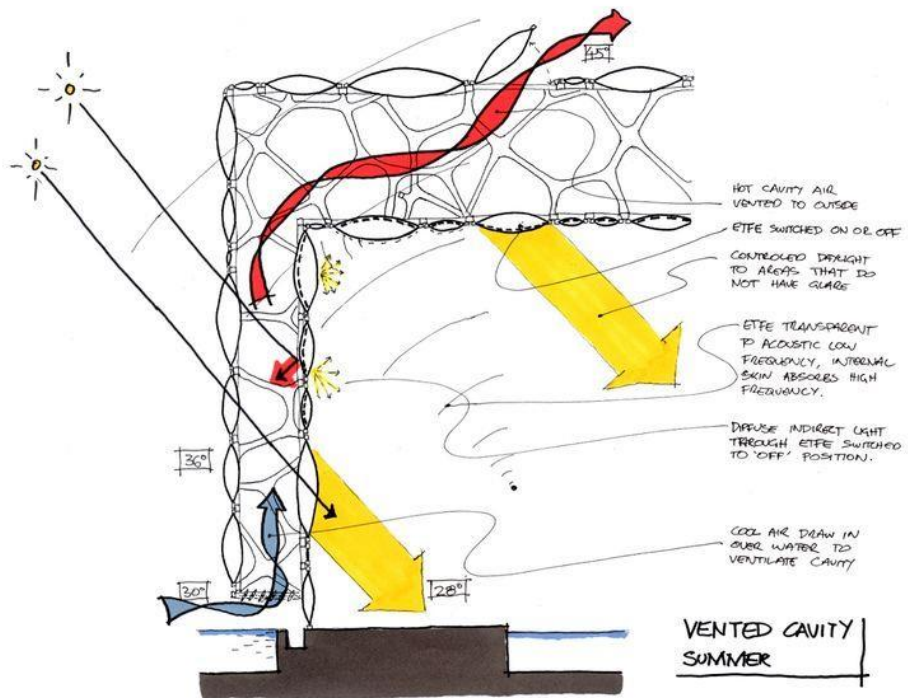


Figura 16. Fuente: Architecture Au

La arquitectura moderna está incluyendo al plástico como un material innovador, en donde éste brinda una infinidad de posibilidades para crear proyectos atractivos y funcionales. Teniendo en cuenta la enorme cantidad de basura plástica presente en nuestro medio, este problema se puede transformar en una solución, se puede aprovechar la cantidad de desechos acumulados para así recolectarlos y luego reciclarlos para que tengan así un nuevo uso dentro de la arquitectura.

Métodos educativos en la arquitectura

Se busca encontrar dentro de esta área métodos de reutilización de residuos plásticos los cuales integren tanto al reciclaje como estrategias educativas. Se tomarán como elementos arquitectónicos fundamentales el uso del color en los materiales y la iluminación natural de los espacios. Es recomendable dentro de esta gama de colores, usar tonos cálidos ya que favorecen las áreas sociales y de trabajo, además de ser estimulantes.

Hay que relacionar los plásticos recolectados disponibles para reciclar con su uso en las metodologías educativas, para así hacer un correcto uso de ellos, pudiendo ser el color un factor determinante dentro del uso del programa educativo.

Tomando la educación como factor fundamental para concientizar a la sociedad, se describen los tipos de metodologías educativas según Real Influences, asociación de docentes de diversos países del mundo:

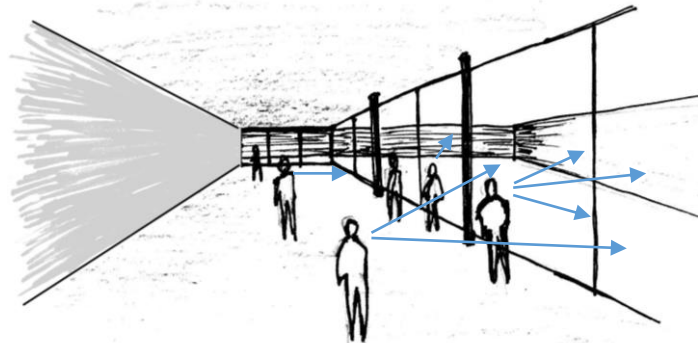
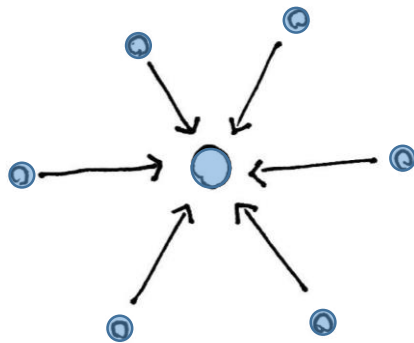
- Clase invertida
- Aprendizaje basado en proyectos (ABP)
- Aprendizaje cooperativo
- Aprendizaje basado en problemas
- Design thinking
- Aprendizaje baso en competencias (ABC)

Se tomarán de referencias dos de estas metodologías, las ABP y las ABC, la primera es de las más nuevas dentro del área de la educación y consiste en que los alumnos adquieran conocimientos mediante la elaboración de productos y proyectos los cuales sean capaces de dar una respuesta ante una problemática real. Brinda mayor garantía didáctica para el eficiente desarrollo del aprendizaje debido a que da a conocer una problemática concreta, pasando al pensamiento crítico del alumno, realización de posibles soluciones hasta la resolución final del problema.

Las metodologías de ABC, son herramientas que fomentan el trabajo en equipo ligadas a las competencias, es decir, al ser, saber y al hacer integrados a la acción teniendo como referente al mundo productivo.

Por lo tanto, ambas metodologías son importantes para hacer la relación entre arquitectura productiva y educación medioambiental. Tomando la problemática real de la contaminación, haciéndole ver a la sociedad lo que pasa actualmente donde ellos residen, experimentando con el material y proponiendo soluciones las cuales se ven reflejadas en la arquitectura del espacio de aprendizaje.

Para esto, el proyecto posee una zona de talleres para los usuarios a modo de aula educativa. Se organizan en torno a una mesa central y poseen espacios de trabajo alrededor para lograr que todos los usuarios puedan participar del proceso de reciclaje del plástico. Los talleres se encuentran cerca del sector de trabajo industrial, sin embargo, están delimitados con muros vidriados para generar conexión visual con el trabajo de la fábrica, pero a la vez, brinda seguridad a las personas, sin entorpecer el funcionamiento del edificio.



Hacer partícipe al usuario del proceso de reciclaje para un mejor aprendizaje. Se diseñan talleres con el fin de educar y que las personas puedan crear productos de uso cotidiano y urbano.

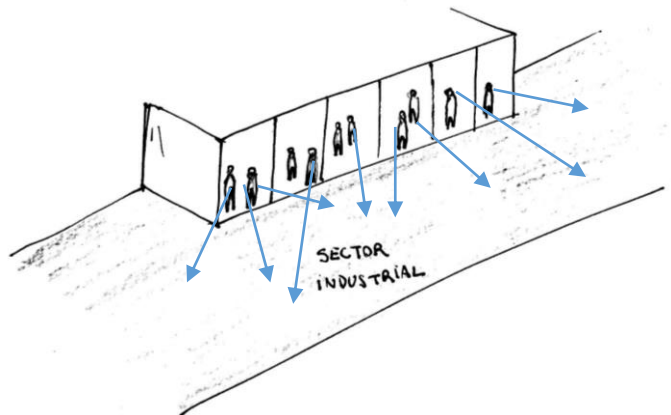


Figura 17: Fuente: Elaboración propia



Figura 18. Fuente: National Geographic, Revista Un mar de plástico Edición 2018

Esta imagen muestra la acumulación de residuos plásticos recolectados y separados por color a orillas del río Buriganga en Bangladés. Las personas que se encargan de esta recolección, son los mismos habitantes que reciclan de manera informal los plásticos que contaminan su entorno. Siguiendo este modelo de separación y clasificación por color de los desechos plásticos, se quiere configurar una plaza lúdica e interactiva como nuevo espacio público recreacional para Puqueldón. Se utilizará plástico reciclado como textura de suelo para la plaza de acceso del proyecto. Con esto, se quiere integrar a los habitantes del pueblo a participar del proceso de construcción.

La siguiente imagen muestra un ejemplo de texturas de suelos posibles hechas con plásticos reciclados.



Figura 19 Fuente: Halcraft collection, baldosas hexagonales de plástico reciclado



Figura 20. Fuente: Thomas Industry, muestra de láminas de plástico reciclado

También se debe tener en cuenta la importancia de la iluminación natural dentro de los espacios, la arquitecta Ximena Muñoz, especialista en este tema, menciona:

"La iluminación es una disciplina que va muy de la mano con la arquitectura, constituyendo un complemento vital de ésta, ya que permite resaltar las características propias de cada construcción"

(Muñoz X., Arquitecto especialista en iluminación, Iluminación en las aulas, 2011)

La iluminación natural en recintos educacionales tiene efectos positivos en la concentración de los alumnos, mejorando su rendimiento, siempre y cuando se haga un correcto uso de esta herramienta. Se debe tener en cuenta que esta luz debe ser homogénea y siempre tratando que la mayoría de los espacios puedan tener este tipo de iluminación, mejorando además el confort interno de los recintos.

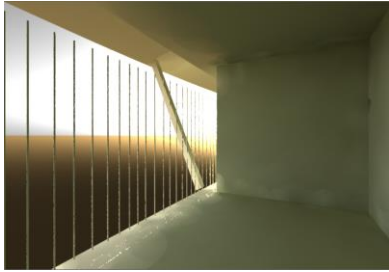


Figura 21. Fuente: Elaboración propia, análisis iluminación 9:00 AM 21 Junio



Figura 22. Fuente: Elaboración propia, análisis iluminación 12:00 PM 21 Junio

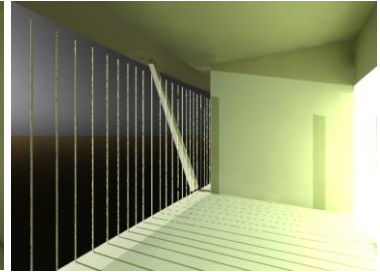


Figura 23. Fuente: Elaboración propia, análisis iluminación 16:00 PM 21 Junio

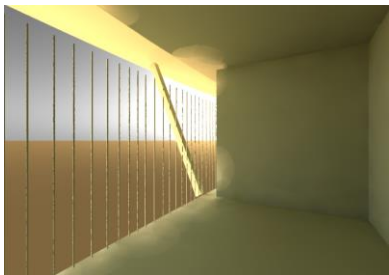


Figura 24. Fuente: Elaboración propia, análisis iluminación 09:00 AM 21 Septiembre



Figura 25. Fuente: Elaboración propia, análisis iluminación 12:00 PM 21 Septiembre

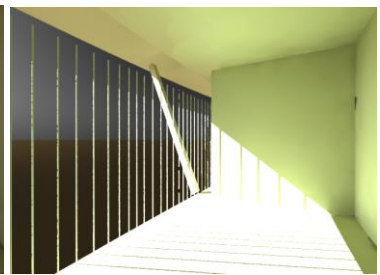


Figura 26. Fuente: Elaboración propia, análisis iluminación 16:00 PM 21 Septiembre

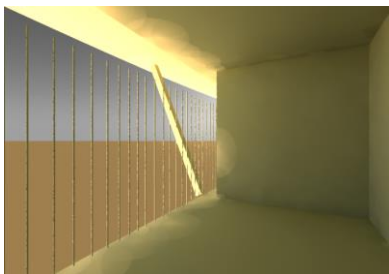


Figura 27. Fuente: Elaboración propia, análisis iluminación 09:00 AM 21 Diciembre

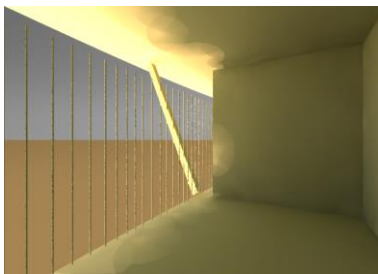


Figura 28. Fuente: Elaboración propia, análisis iluminación 12:00 PM 21 Diciembre



Figura 29. Fuente: Elaboración propia, análisis iluminación 16:00 PM 21 Diciembre

Imágenes del interior de un taller del proyecto en diferentes fechas del año, equinoccio, verano e invierno a 3 horas diferentes para mostrar la iluminación interior.

III. TEMA

Interacción de descontaminación oceánica y la comunidad local. Espacios de encuentro para la educación ambiental y la colaboración de distintos usuarios en trabajos de limpieza del mar y la costa.

Introducción

Durante las últimas décadas los productos plásticos se han convertido en uno de los más utilizados por la sociedad debido a su bajo costo, alta durabilidad y versatilidad. Actualmente es difícil encontrar productos que no contengan plástico dentro de sus componentes, donde la mayoría de estos están hechos para ser usado solo una vez y están presentes en casi todos los elementos que usamos cotidianamente. Es precisamente este material el que en los últimos años ha sido una gran amenaza para el medio ambiente, sobre todo para el entorno marino y su biodiversidad.



Figura 30. Fuente: National Geographic, Un mar de plástico Edición 2018

La problemática de la contaminación debido al exceso de basura que producimos día a día es apremiante. Producimos cantidades enormes de basura y ésta se demora muchos años en biodegradar. Hay varios lugares del mundo en donde los basurales han llegado a su punto límite de capacidad o simplemente están por alcanzarlo.

En Chile, cada persona produce 1,25 kilos de basura al día, teniendo en cuenta que la población es casi 18 millones de personas, esto sería una cantidad de más de 22.000 toneladas de basura por día. De toda esta basura, el 11% de los residuos inorgánicos son desechos plásticos. Donde finalmente muchos de estos terminan en las zonas costeras del país, contaminando las aguas y, por lo tanto, afectando directamente en la biodiversidad que habita estos lugares. Más de 10 mil toneladas de estos desechos plásticos tienen un mal manejo y no se recicla, en el año 2010 entre 4,8 y 12,7 millones de toneladas de estos residuos terminaron en el mar chileno. Estas cifras demuestran que cada año que pasa, el consumo aumenta y en consecuencia la contaminación también.

Mucha de la basura que se encuentra en el océano llega a través de los ríos desde nuestras ciudades. Estos residuos afectan a la fauna marina debido a que los animales los confunden con comida llevándolos muchas veces a la muerte. Además, esta basura termina contaminando y destruyendo el entorno marino, tanto corales como playas, comprometiendo finalmente nuestra salud. Esta contaminación nos afecta debido a la falta de higiene y gran cantidad de enfermedades que podemos adquirir a través de la acumulación de estos residuos como también, estos elementos con agentes tóxicos pueden llegar a nosotros a través de nuestra alimentación.

Muchas veces no somos conscientes de este problema debido a que no lo vemos, ya que el 70% de esta basura termina acumulada en el fondo del mar y el 30% restante es el que queda flotando en la superficie del agua durante décadas. Por otro lado, están las corrientes marinas o también conocidas como giros oceánicos, los cuales concentran y acumulan estos residuos como grandes mantos de basura que flota en la superficie constantemente. Los desechos acumulados son afectados por el movimiento de las olas y por externalidades climáticas tales como el sol y el viento. Lo cual hace que los plásticos se vayan fragmentando en pedazos cada vez más pequeños hasta finalmente terminar siendo micro-plásticos, los cuales son los más difíciles de capturar y los más dañinos para la fauna marina y los pájaros.

Se identifican dentro de estos desechos dos tipos de plásticos, el macro y el micro, la diferencia entre ambos es que el último se considera cualquier elemento o partícula plástica con un tamaño menor a 5 milímetros y es el que mayores estragos causa debido a que es confundido por los animales como comida, intoxicándolos y llevándolos a la muerte. Además, es el más difícil de visualizar y capturar debido a su tamaño. Es por esta razón, que es importante que los residuos plásticos puedan ser recolectados antes de que terminen fragmentados y perdidos en el agua.

Con esta investigación y con los datos antes mencionados, se quiere demostrar que el problema de contaminación de las aguas con residuos plásticos se puede transformar en una oportunidad. Se puede aprovechar de recolectar los residuos ya sea para poder estudiarlos y/o reutilizarlos y también así limpiar en parte las zonas más afectadas por esta acumulación contaminante plástica del entorno.

La mejor manera de llegar a la sociedad y hacer de este problema como algo propio, es a través de una interacción directa con la situación, generando así conciencia en ellos.

Se busca encontrar una nueva forma de hacer arquitectura, teniendo como elemento innovador la integración del área productiva con lo educacional a través de un espacio público de recolección de residuos plásticos del mar.

Se espera entonces, disminuir la contaminación del agua con estos desechos, utilizándolos como un instrumento educacional motivando a los usuarios y generando mayor conciencia medioambiental.

Conceptos claves

Reciclar - Concientizar - Reintegrar - Reutilizar

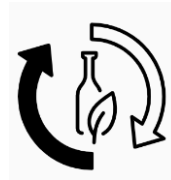


Figura 31. Fuente: Elaboración propia

Estos conceptos representan los objetivos que se quieren lograr con el proyecto, en donde se busca acercar a los usuarios al sistema de reciclaje como espacio público de reintegración para así crear conciencia para la reutilización de desecho plásticos.

La importancia de la revalorización de materiales

La arquitectura debe responder a las necesidades respecto al escenario actual del cambio climático y alta contaminación de nuestro entorno. El diseño y gestión de proyectos que incluyan sistemas constructivos de bajo impacto ambiental se debe tener en cuenta, por lo que utilizar materiales reutilizados favorece el ahorro energético y la disminución de desechos llegando así, a una optimización de los costos en la construcción.

El proyecto busca encontrar un método de concientización y hacer evidentes los problemas existentes en el lugar como resultado de la contaminación con plástico en las aguas y en las costas.

Una solución es enseñarles los beneficios de una vida sin estos desechos, tanto a nivel social, económico y ambiental. Es por esto, que el proyecto integra como programa un sector de exhibición y talleres educativos para así sensibilizarlos con esta problemática.

Es fundamental sacar provecho de estos residuos plásticos a beneficio de los usuarios tanto al momento de habitar como de manera educativa para tener un buen resultado en cuanto a la interacción de la actividad productiva con la educación medioambiental como concientización ante este tema.

Cada espacio programático del proyecto posee diferentes requerimientos, el área educacional, por ejemplo, necesita luz natural y homogénea, temperatura cálida que esté dentro de la banda de confort y ventilación constante. Se hace un diseño que tiene fachadas hacia todas las orientaciones para lograr un confort lumínico interior, con la intención de crear diferentes sensaciones a modo de una arquitectura motivacional en el sector de educación, siendo diferente a los requerimientos de la zona de producción.

Por lo tanto, se busca encontrar un equilibrio entre la arquitectura productiva y la educacional para crear un ambiente apto para los usuarios en ambos casos.

El reciclaje de estos residuos ofrece una amplia gama de nuevos productos, tanto cotidianos como arquitectónicos. Se pueden utilizar de diferentes maneras de acuerdo al uso y enfoque que se le quiera dar. A continuación, se detallarán diferentes ejemplos de cómo puede ser usado este material en diversas ocasiones:

Exterior de construcciones:

- Aislante en la parte inferior de una cubierta y en ventanas
- Canaletas
- Revestir e impermeabilizar fachadas
- Refuerzo de estructuras
- Construcción de senderos a modo de paisajismo

Diseño:

- Versatilidad y flexibilidad del material permite multiplicidad de formas
- A través de nuevas tecnologías, aprovechar las energías renovables del entorno
- Variedad en la combinación de colores del propio material
- Elaboración de elementos que protegen del sol tales como toldos y sombreaderos

Interior de construcciones:

- Brinda soluciones económicas en el ámbito de iluminación
- Recubrimiento de cables
- Fabricación de accesorios, tejidos y muebles

Entonces, el plástico puede ser utilizado de diferentes maneras dentro de la arquitectura, creando diferentes texturas y colores. Con la intención de crear un espacio recreativo dentro del proyecto, se utiliza este material que tiene como resultado productos irrepetibles debido a su mezcla de diferentes gamas de colores. Se utilizará en el acceso del proyecto con el objetivo de crear un espacio lúdico y atractivo.

Sistemas constructivos

A nivel mundial se han experimentado y empleado diferentes sistemas constructivos con el plástico como material principal. Un ejemplo de esto, es una vivienda ubicada en Cundinamarca, Colombia, la cual fue construida en 5 días utilizando el plástico como principal material de construcción. Su sistema constructivo consiste en ladrillos y pilares elaborados con plástico reciclado, los cuales están ensamblados entre sí, permitiendo la construcción de la vivienda de dos pisos. Se emplea el método de extrusión de polímeros, el cual consiste en moldear el plástico mediante un flujo continuo de presión, pasándolo finalmente a un molde para dar la forma deseada. Cada ladrillo pesa 3 kilos y posee las mismas dimensiones que un ladrillo de arcilla. El ensamblaje de estos permite la aislación de calor, acústica y sismo resistencia.



Figura 32. Fuente: Plataforma Arquitectura, En 5 días se construyó esta vivienda con ladrillos de plástico reciclado.

Otro sistema constructivo es el utilizado por la empresa Byfusion el cual afirma:

“No es necesariamente fundir el plástico, sino que lo calentamos hasta el punto de que la química del plástico cambia cuando lo enfrías, de tal forma que se junta”.

(Byfusion, Bloques de plástico reciclado para crear las casas ecológicas del futuro, 2016)

Los productos que resultan de este proceso, son bloques llamados Replast, y los cuales pueden ser conformados por cualquier tipo de plástico. Esta es la solución que presenta Byfusion para gestionar todo residuo plástico que contamina las aguas y el aire como resultado de una mala gestión de los basurales.



Figura 33. Fuente: Materiales alternos de construcción, Byfusion.

Estos ladrillos ecológicos se crean a partir del reciclaje de desechos plásticos, en primer lugar, estos se secan para luego triturarlos y vaciar estos pedazos pequeños en moldes, los cuales se llevan a temperaturas sobre los 360°C en hornos industriales para que una vez fríos, desmoldarlos y obtener finalmente este nuevo material el cual posee gran resistencia. Como se ve en la imagen anterior, si los ladrillos se refuerzan con enfierradura, sirven como estructura de muro en lugares que no sean sísmicos.

El plástico reciclado Ecopixel, es un material nuevo, económico y sostenible creado por la empresa Ecopixel. Ésta surgió con el objetivo de crear muebles y diferentes objetos con el fin de cuidar el medio ambiente. Este nuevo material no es más que plástico de baja densidad reciclado, el cual resulta en un producto el cual le brinda un nuevo uso. Además, se puede reciclar nuevamente a través de un proceso de fundición entre 105 y 120°C, por lo que esto permite a las personas hacerlo desde sus casas. Lo caracteriza su apariencia moteada, haciendo que el usuario pueda reconocerlo fácilmente y permitiendo que cada elemento de este material sea irrepetible.



Figura 34. Fuente: Ecopixel, A new recycled material that is sustainable

Por otro lado, existe un proyecto a gran escala en el cual se ha utilizado la eco-construcción llamado EcoArk, ubicado en Taiwán. Es una mega estructura la cual fue construida con 1.5 millones de botellas de plástico. Esto demuestra que la reutilización del plástico es posible y que, al hacerlo, se generan muchas opciones y oportunidades para su uso no convencional. La envoltente de botellas que posee permite una textura de fachada única y a la vez que la iluminación natural al interior sea mayor pero tenue a la vez.



Figura 35. Fuente: Plataforma Arquitectura, EcoArk, Taiwán

Cada día se están haciendo nuevos descubrimientos acerca de cómo el plástico se puede integrar a la construcción. Unos estudiantes del MIT experimentaron con el concreto y botellas PET, descubriendo que éste se puede fortificar al agregar el material plástico a la pasta de cemento. El resultado fue que al agregarle el pulverizado de botellas PET, se produce un concreto que es hasta un 15% más resistente que el hormigón común. Teniendo en cuenta que el hormigón es el segundo material más utilizado después del agua, con esta solución constructiva, se puede reducir la cantidad de cemento a utilizar, disminuyendo también las emisiones de CO₂ dentro de la industria del cemento.

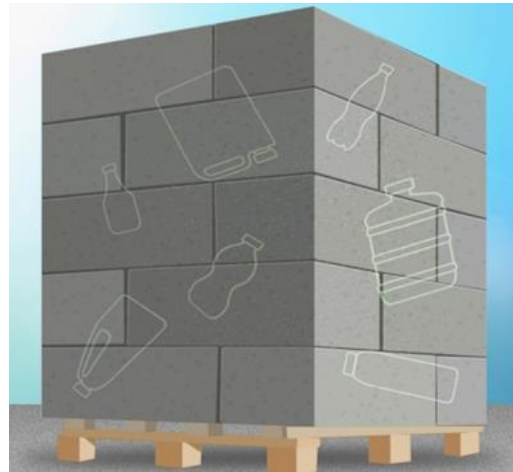


Figura 36. Fuente: OTECH. Estudiantes MIT fortifican concreto con plástico reciclado.

El tema de la revalorización de materiales existentes es fundamental como medio de reutilización de elementos plásticos que son considerados como residuos. La mayoría de estos pueden volver a utilizarse tras un proceso de reciclaje, alargando así su vida útil.

Entonces, para poder utilizar este material, es importante saber cuáles son los tipos residuos plásticos que predominan en el agua (Ver Anexo 2), debido a que serán éstos los reutilizados y cada uno posee diferentes propiedades, por lo tanto, se utilizan en el diseño final de diferente manera según el nuevo producto que se quiere crear. Al integrar a los usuarios en el diseño y confección de nuevos elementos, se logra un mayor acercamiento al sistema de reciclaje.

IV. LUGAR

Emplazamiento

Se busca un sector el cual esté fuertemente afectado con la contaminación acuífera, es por esto, que el estudio se enfocará en la Zona Sur de Chile, específicamente en Chiloé. Este sector es de los más afectados del país, en donde se acumulan grandes masas de residuos plásticos contaminantes en el mar y en las costas, viéndose encasillados debido a su condición morfológica de archipiélago. Está ubicado en la Región de Los Lagos, la cual concentra, junto con la Región de Aysén, el 97% de la industria acuícola del país, y es en el archipiélago de Chiloé, donde están ubicadas la mayoría de estas industrias. Esta actividad comenzó con industrias salmoneras en la década de los 80, y fue consolidándose de a poco pasando a ser lo que es actualmente, la segunda industria de alimentos más importante del país.



Figura 37. Fuente: Imagen satelital de Google Earth
(con intervención de F. Kauffmann)

Problemática actual

Chiloé tiene una extensión de 8.300 km² y al tener condición de isla y estar rodeada de agua, muchas veces la basura que habita sus costas proviene desde otros lugares véase la figura 30, la cual llega a través de las corrientes marinas terminando en las costas de Chiloé. Ésta se acumula junto con los residuos propios de su población y también la que es generada por las actividades industriales del sector.

A diferencia de los años 80, actualmente la acuicultura de este lugar no solo está enfocada en las salmoneras, sino que también en la miticultura (cultivo de choritos), concentrándose el 70% de esta industria en Chiloé gracias a las buenas condiciones ambientales que poseen sus aguas. La acuicultura no solo trae beneficios en la economía local y nacional, sino que también brinda gran cantidad de empleos para los residentes de la zona. Gracias a la instalación de este sector

industrial, los chilotes tuvieron una importante mejora en sus condiciones de vida debido a que no solo generó nuevos empleos, sino que también fomentó el desarrollo del turismo de la zona.

Sin embargo, esta misma industria ha causado muchos estragos durante los últimos años. Al ser tan alta la producción acuícola, también lo es su contaminación. Se han descubierto grandes acumulaciones de desechos en diferentes partes de Chiloé, pero en donde hay una mayor concentración de estos es en las playas de Isla de Lemuy, ubicada en la zona de la costa interior del archipiélago.

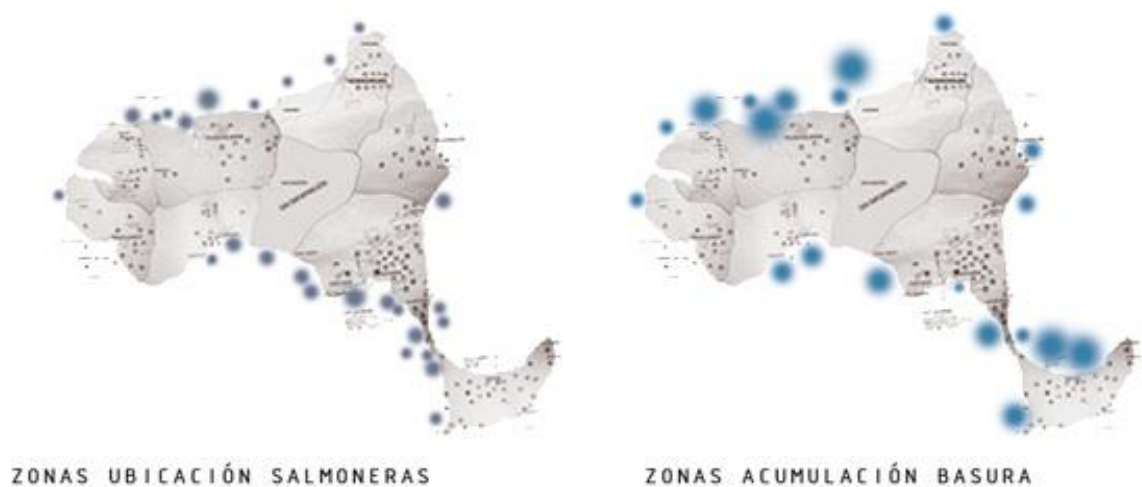


Figura 38. Fuente: Ilustre Municipalidad de Puqueldón con intervención de F.Kauffmann

En la figura anterior se señala la ubicación de las industrias salmoneras y luego las zonas de acumulación de desechos alrededor de la isla. Como se puede observar, los residuos se encuentran muy cercanos a las salmoneras y algunos exactamente en el mismo lugar de estos.

La comuna de Puqueldón posee 4.125 habitantes según el censo del 2017. Se compone de 9 localidades menores, siendo ésta el foco principal de turismo y fuentes de trabajo. La población es rural y las actividades principales son el cultivo marino, agricultura y ganadería. En esta localidad se encuentran 3 de las 16 iglesias declaradas Patrimonio de la Humanidad por la Unesco: Iglesia de Achildo, Iglesia de Detif y la Iglesia de Ichuac.

El pueblo de Puqueldón es en donde se concentra el 95% de la población de la isla y es donde se encuentran los principales servicios públicos, tales como la Municipalidad, el registro civil y el consultorio. Está dotada de servicios de turismo tales como campings, restaurantes, hospedajes, paseos en lancha, ferias artesanales y agroturismo.

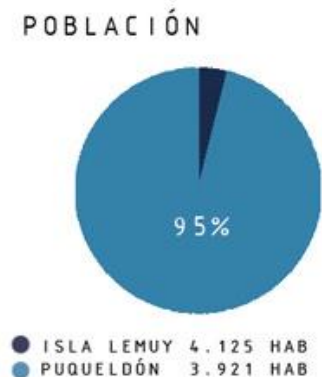


Figura 39. Fuente: Elaboración propia según datos Censo 2017

Sin embargo, la infraestructura es deficiente debido a la poca cantidad que hay en relación a la alta demanda turística en la época de verano. Los habitantes de este pueblo necesitan más espacios públicos ya que el único lugar de encuentro es la plaza. Isla Lemuy al ser una zona aislada, tiene como principal problemática la falta de conectividad con el resto de Chiloé, ésta se hace por medio de transbordadores y pequeñas embarcaciones, tanto hacia la isla grande como para las otras localidades de la isla.

Es un lugar con mucho potencial turístico, debido a su valor paisajístico único, pero la falta de equipamiento les impide crecer como comuna. Las siguientes imágenes muestran el paisaje del sector.





Figura 40. Fuente: Fotografías de Andrés Salas, Puqueldón y su entorno.

Un estudio de la Universidad de Chile, en el año 2017, demostró que hay más de 30 toneladas de residuos plásticos en las costas de la isla. Lemuy es una de las islas más grandes del archipiélago, posee una superficie de 97 km² y tiene una población de 4.125 habitantes. Además, fue declarada Zona Típica de Chiloé gracias a la importancia de la iglesia emplazada en uno de sus pueblos, Detif.

Los desechos encontrados en sus playas tienen dos causas, en primer lugar, una gran cantidad llega por las corrientes marinas desde otros lugares y la otra, es el uso de boyas de plumavit y de plástico junto con redes y cabos pertenecientes a la industria acuícola.

Teniendo en cuenta la importancia de este territorio singular, su turismo y que el mar es la principal fuente de trabajo para los residentes chilotes, ésta es una zona de interés para la mitigación de estos desechos plásticos.

El capitán del puerto de Chonchi, Miguel Ángel Bravo declara "La particularidad de Detif es que, producto del mal tiempo, funciona como un embudo, o sea todo lo que viene desde el canal Dalcahue, Achao, del golfo de Ancud llega al sector de Detif"

(Isla Lemuy: desechos invaden nuevamente el borde costero de Detif, La Estrella Chiloé. 2017)

En Chiloé el impacto del Cambio Climático afectará principalmente a las áreas de la pesca y la acuicultura, las cuales son las principales fuentes de ingresos y de empleos del lugar junto con el turismo, igualmente importante para esta Zona Típica de chilena.

Por otro lado, el Cambio Climático generará cambios en la biodiversidad de la zona debido a que la velocidad de adaptación de las especies es mucho más lenta en comparación a la rapidez con la que está cambiando el planeta.

El sector industrial de la pesca y la acuicultura se verá afectado por varios factores tales como el cambio en la temperatura superficial del mar, su grado de acidez, los niveles de concentración de nutrientes en el agua y también pueden cambiar los patrones y direcciones de las corrientes oceánicas, todos estos factores son resultado del Cambio Climático.

Las siguientes imágenes fueron tomadas el año 2017, en diferentes playas de Isla Lemuy a modo de demostrar la situación en la que se encuentran.



Figura 41. Fuente: Code X Verde, Contaminación en Isla Lemuy



Figura 42. Fuente: El ciudadano, Chiloé contaminado

Factores climáticos

Se toma como referencia la tabla de mareas de Ancud, ya que no hay información específica de Isla Lemuy. Las mareas de la zona tienen poca variación a diferencia de otros puntos de Chiloé. Llega al punto máximo de marea alta (pleamar) después de las 11:00 hrs y a las 00:00 hrs teniendo una variación de 2,2 m entre marea alta y baja por día.

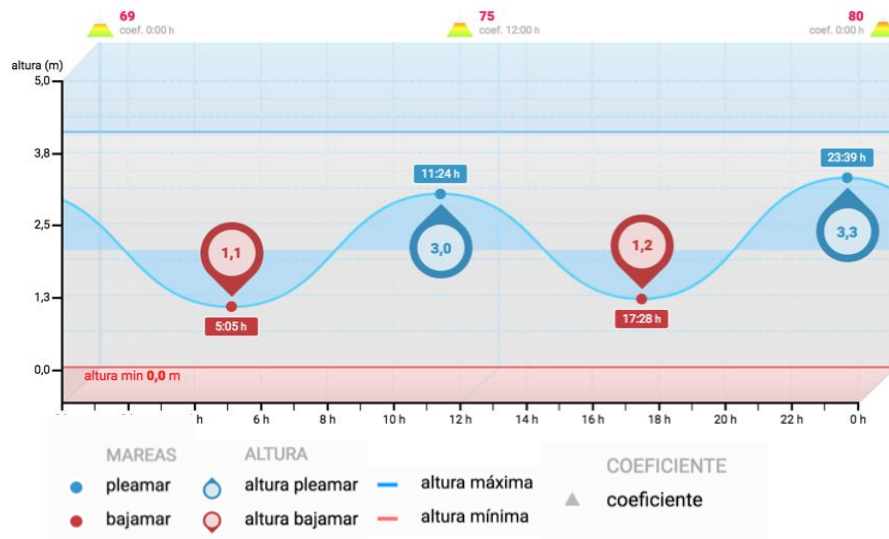


Figura 43. Fuente: Tabla de Mareas de Chile, Variación de marea en Ancud, Chiloé.

Como se ve en la figura 43, hay 4 mareas cada día, teniendo dos altas y dos bajas, alternándose entre sí. Sin embargo, no hay grandes cambios en el nivel del agua y el oleaje es calmado ya que se encuentra en el archipiélago y el agua está contenida a través de canales debido a la morfología del lugar.

A continuación, se realizará un análisis de las condiciones climáticas del lugar:

Clima oceánico, Cfb, según clasificación Köppen

C: Frío, menos de cuatro meses al año con temperatura media superior a 10°C

F: Húmedo, precipitaciones constantes, sin estación seca.

B: Templado, verano fresco sin superar los 22°C en el mes más cálido.

Según la clasificación Köppen, Chiloé posee un Clima Oceánico, lo que significa que las temperaturas son bajas, no tiene estación seca y es húmedo. La temperatura máxima del mes más cálido no supera los 18°C, y la del mes más frío es de 10,1°C.

En la figura 44, aparecen las temperaturas por día promedio mensual, teniendo mayor detallan de cómo son estas a lo largo del día. En cambio, en la figura 45, se detallan las temperaturas promedio máximas, medias y mínimas cada mes del año.

Temperaturas anuales:

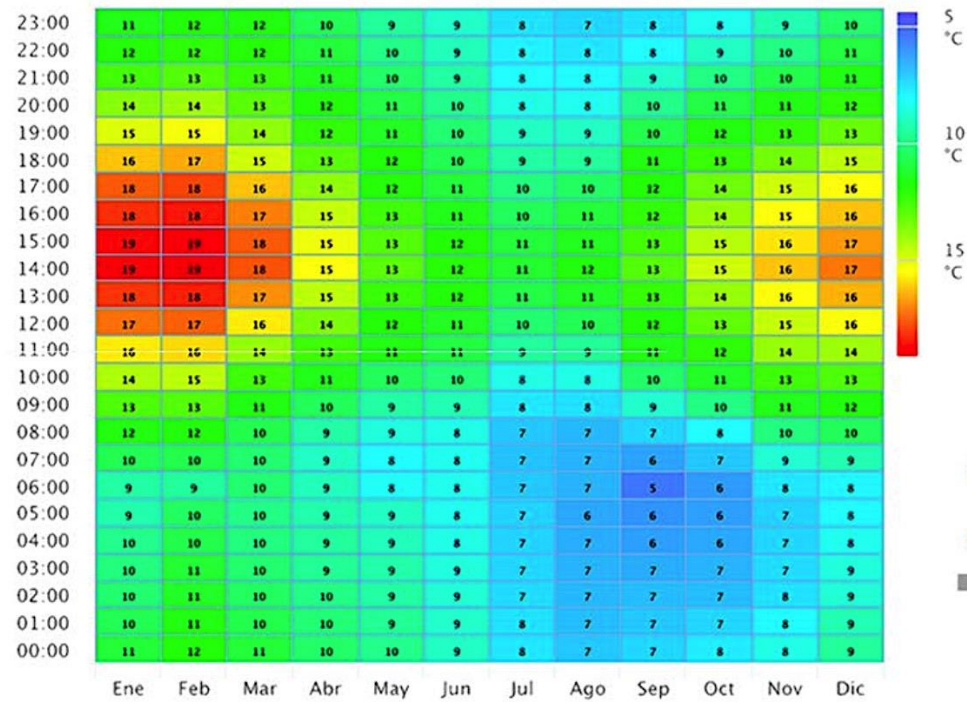


Figura 44. Fuente: Explorador Solar de Universidad de Chile

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiem- bre	Octubre	Noviem- bre	Diciembre
Temperatura media (°C)	14.5	14.2	13.1	11.9	9.5	8.4	7.8	8	8.6	10.3	11.6	13.1
Temperatura mín. (°C)	11.3	11.1	10	9.1	7.2	6.2	5.5	5.5	5.9	7.3	8.7	10
Temperatura máx. (°C)	17.7	17.4	16.2	14.7	11.9	10.6	10.1	10.5	11.4	13.3	14.5	16.2

Figura 45. Fuente: Explorador Solar de Universidad de Chile

En el siguiente gráfico se muestra la banda de confort en Chiloé a lo largo del año. El color azul representa los periodos en que no se encuentra en confort, en cambio, el color amarillo representa la banda de confort en relación a la temperatura.

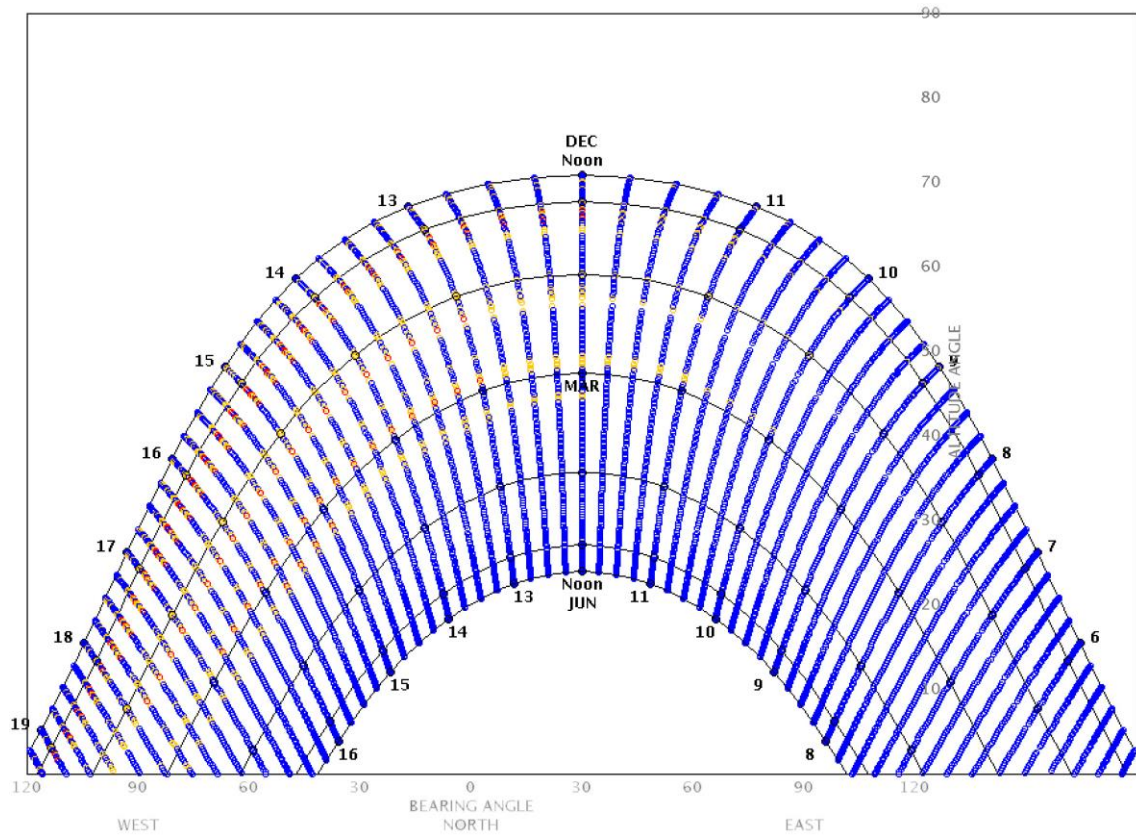


Figura 46. Fuente: Banda de confort térmico, Climate Consultant

Al momento de hacer el diseño arquitectónico de cualquier proyecto hay que tener en cuenta los factores climáticos del lugar en donde éste va a estar emplazado para así crear las mejores soluciones de diseño pasivo y así minimizar la utilización de elementos activos.

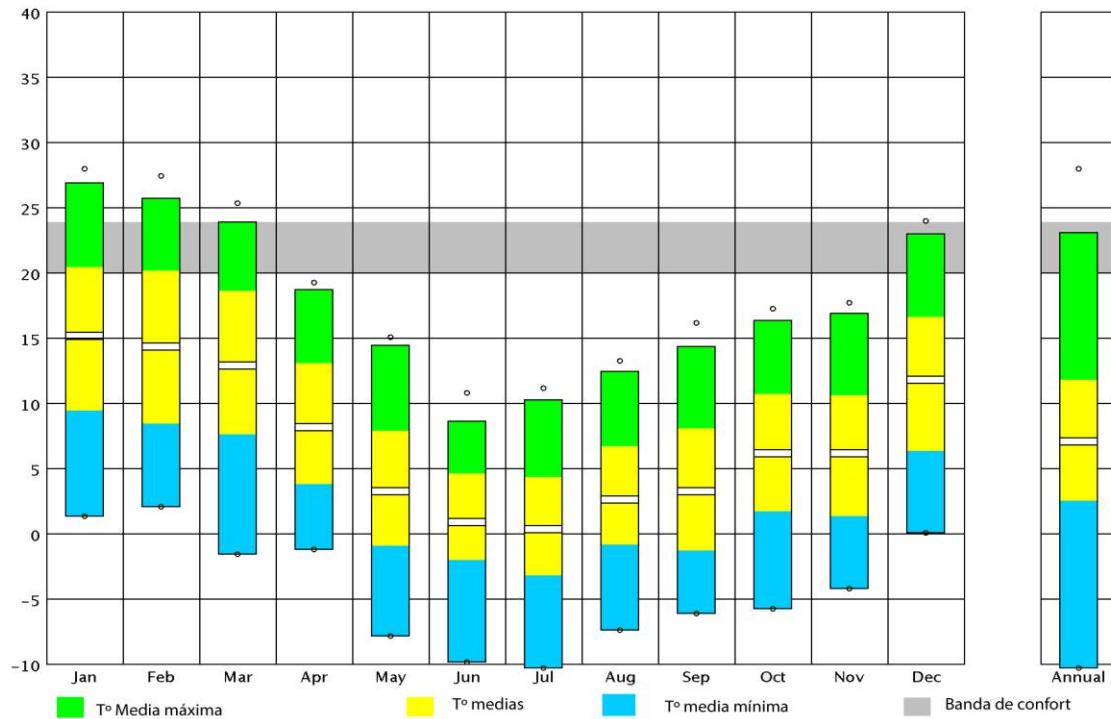


Figura 47. Fuente: Banda de Confort y temperaturas mensuales, Climate Consultant

La banda de confort en relación a la temperatura de Chiloé va entre los 20 y 24°C. Como se puede ver en la figura anterior, este sector está en confort solo en los meses de verano. Por lo tanto, dentro del ámbito de la arquitectura es fundamental pensar en estrategias de diseño para la captación de calor al interior de los recintos. Debido a que las temperaturas son bajas, se debe tener captación de calor a través de la radiación solar durante la mayoría del año, exceptuando los meses de verano.

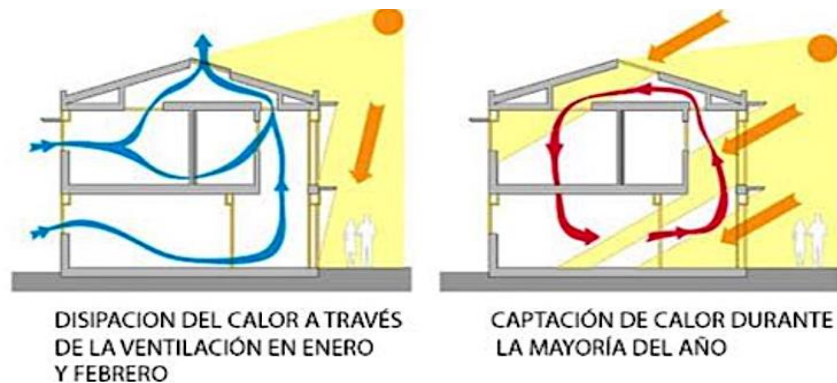


Figura 48. Fuente: Espacios Vives, Arquitectura solar, ahorro y vivienda.

Precipitaciones:

Es una zona lluviosa, teniendo un total de 2.275 mm de precipitaciones al año. Esto sumado a los fuertes vientos, genera periodos de temporales, los cuales son los principales causantes, junto con las corrientes oceánicas de llevar los residuos plásticos a las orillas de las playas de Isla Lemuy.

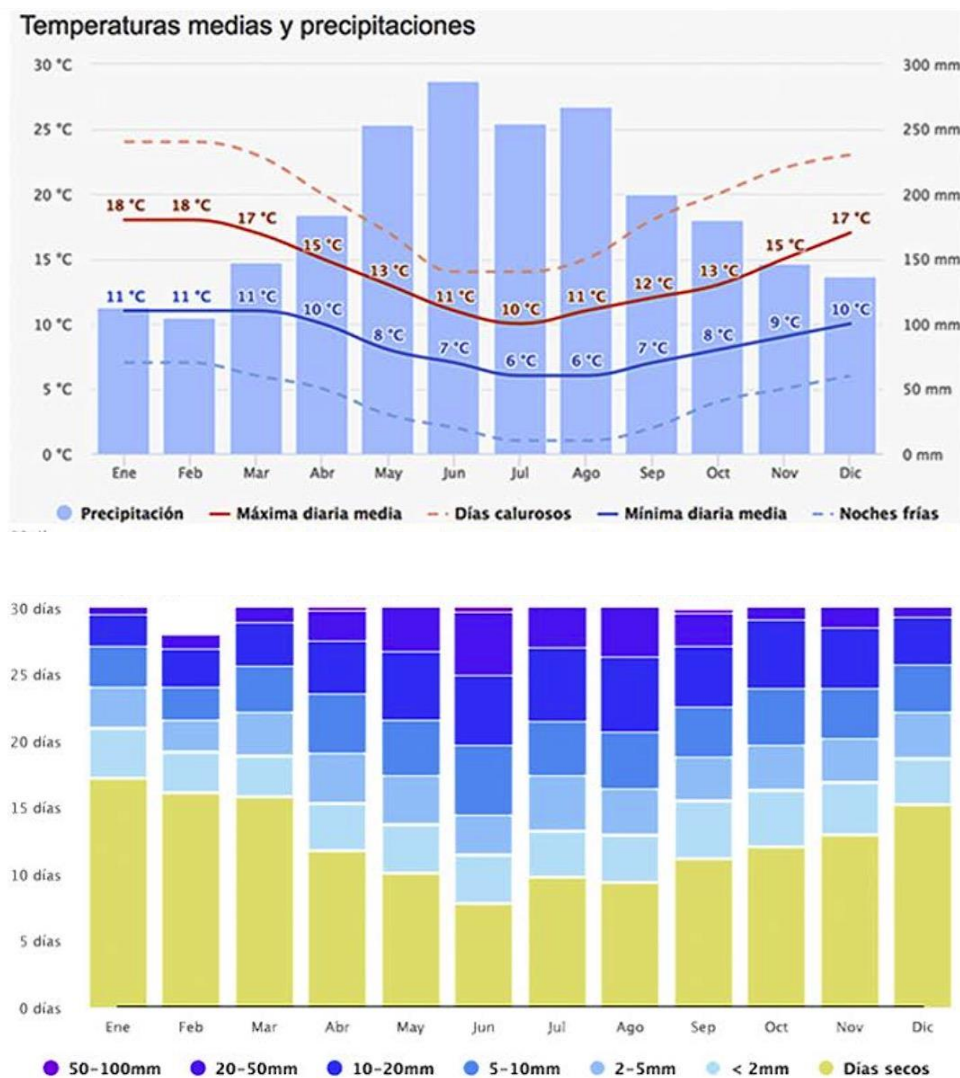


Figura 49. Fuente: Explorador Solar de Universidad de Chile (Uch).

A continuación, se detalla el mes más lluvioso y el que tiene menos precipitaciones junto con un total anual de estas. Estos valores son fundamentales para tener en cuenta detalles constructivos tales como tipo de material, tamaño de aleros y si es necesario que la construcción deba estar a nivel de suelo o sobre pilotes.



Figura 50. Fuente: Elaboración propia según datos de Explorador Solar Uch.

Viento:

Rosa de los vientos anual en Puqueldón.

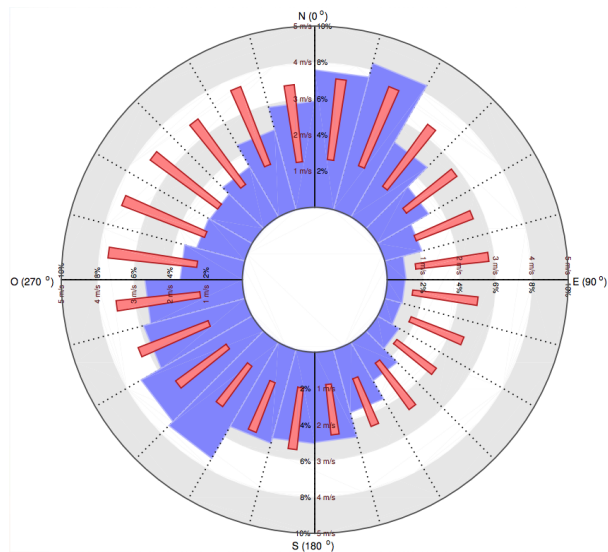


Figura 51. Fuente: Explorador Eólico de Universidad de Chile

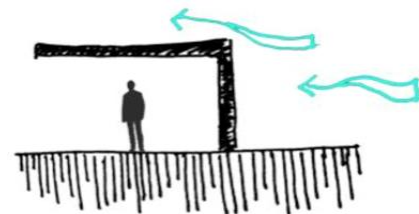


Figura 52. Fuente: Elaboración propia

Predominan los vientos desde el Nororiente y los del Suroriente, siendo los más rápidos los del Norponiente, pero estos están menos presentes a lo largo del año.

Es por esto que se necesita protección contra los vientos hacia ciertas direcciones, para crear espacios mayor protegidos y confortables para los usuarios.

Pre existencias y morfología urbana

Puqueldón es de los pocos poblados que tiene infraestructura vial, es por esta razón, que se decide emplazar el proyecto en este sector. Además, es un lugar en el que se están haciendo proyectos de planificación para expandir la zona urbana. Como se puede apreciar en el corte urbano, no hay bloqueo visual hacia el mar, demostrando la importancia de la relación con el borde costero.

VIALIDAD



CORTE ESQUEMÁTICO URBANO

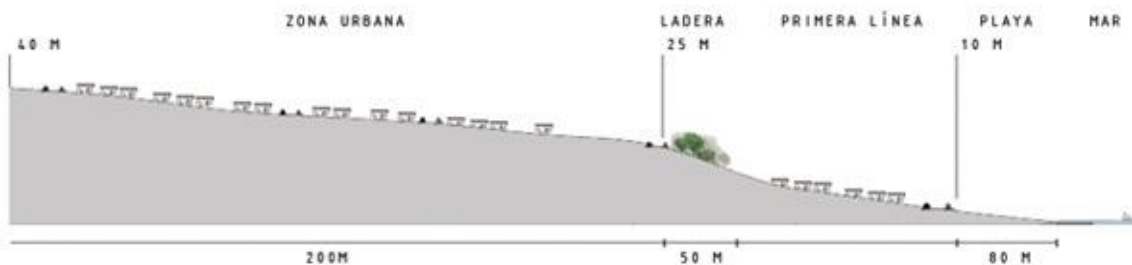


Figura 53. Fuente: Elaboración propia según Perfil de elevación e imagen satelital Google Earth

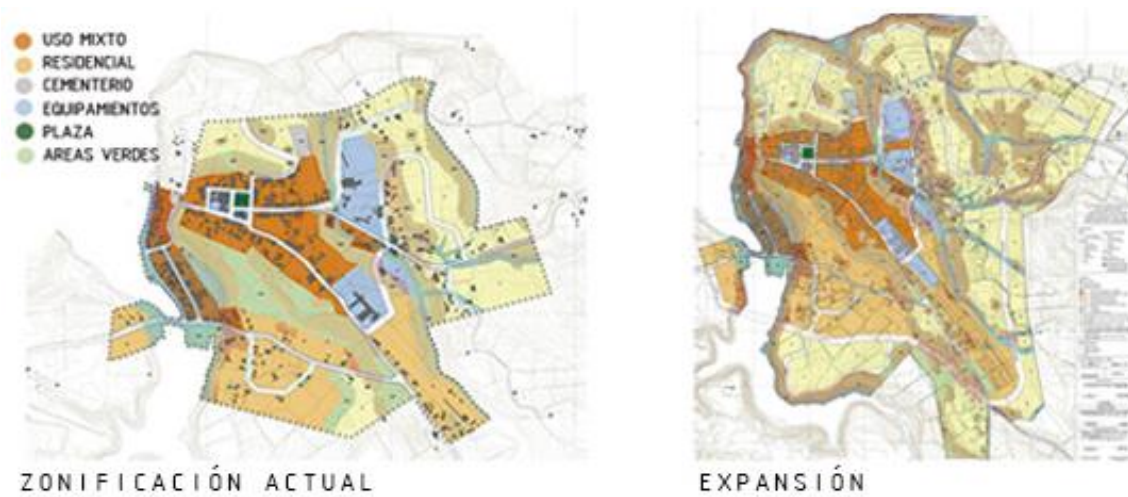


Figura 54. Fuente: Ilustre Municipalidad de Puqueldón, Plan regulador de Puqueldón 2017.



Figura 55. Fuente: Elaboración propia con imagen satelital de Google Earth, emplazamiento proyecto

Se elige como emplazamiento un sector en donde actualmente está el muelle del pueblo, el cual se encuentra en mal estado y en donde es el punto de convergencia de las vías principales de Puqueldón.

Además, este punto vincula la mayoría de las actividades marítimas con la comunidad, favoreciendo un turismo que pueda dar impulso económico al pueblo y mejores opciones de conectividad con el resto del archipiélago. El centro de reciclaje y cultura medioambiental da la oportunidad de tener un nuevo espacio público para los habitantes de la isla, siendo también un nuevo punto de conectividad ya que, al tener condición de muelle, éste se utilizaría tanto por lancheros como por transbordadores.

Se toma la arquitectura de borde como elemento articulador entre lo urbano y el entorno natural, específicamente el mar. Debido a que Lemuy se encuentra rodeada de una gran masa de agua, hay que tener como concepto principal la conexión entre ésta y el borde, siendo el proyecto arquitectónico el articulador entre ambas.

Actualmente, no hay una buena conexión entre lo urbano y el borde. El borde costero es el que más materias primas le brinda a la isla y de los elementos del paisaje más importantes como foco turístico. Sin embargo, con la acumulación de residuos en sus costas, está comenzando a estar deshabitado. No hay entes públicos o privados que se hagan cargo de este problema, y, para los usuarios les es muy difícil recoger estos escombros debido a su gran volumen.

Al estar en el borde costero y con el edificio sobre el mar, se favorece el transporte de basura hacia Castro porque toda la conexión existente es a través de transbordadores y no por tierra. Por esta razón, la arquitectura de borde para este lugar debe estar relacionada no solo con el entorno y sus factores climáticos, sino que también, a este problema que se ha dado durante los últimos años, cada vez con mayor frecuencia para así mejorar la calidad de vida de los habitantes de Lemuy con una correcta relación de arquitectura de borde como elemento articulador de espacios.

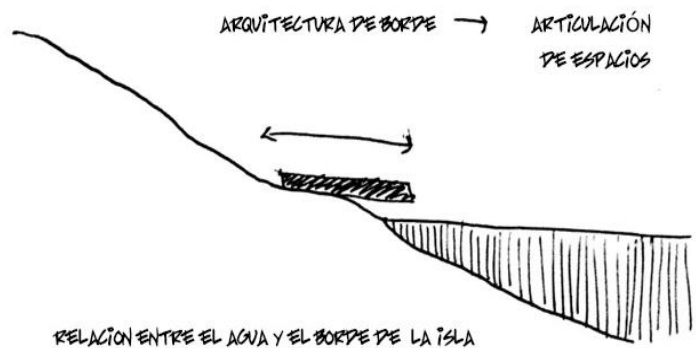


Figura 56. Fuente: Elaboración propia

Criterio de desarrollo sustentable

Como el turismo ha ido disminuyendo este último tiempo, y sabiendo los potenciales que tiene la isla como foco de atracción, la Municipalidad de Puqueldón está creando estrategias para revertir esta situación. El siguiente cuadro señala una de ellas, se enfoca principalmente en los criterios y objetivos para lograr un desarrollo sustentable en este sector.

De acuerdo al Reglamento para la Evaluación Ambiental Estratégica¹, los Criterios de Desarrollo Sustentable "generan el marco y las reglas de sustentabilidad dentro de las cuales se deben manejar y centrar la evaluación y el proceso de decisión". Por lo tanto, el criterio de sustentabilidad que ha sido definido para este Plan es el siguiente:

CUADRO N° 7-1: Criterio de Desarrollo Sustentable

Desglose de Criterio de Desarrollo Sustentable	Descripción	Objetivos
Mantener la Identidad lemuyana	Puqueldón es una comuna isla, parte del archipiélago de Chiloé, y como tal, alberga una identidad única y propia, necesaria de resguardar.	Mantener el rol e imagen lemuyana en la comuna
Conserva el marco natural y cultural	Su valor paisajístico, como sus bordes costeros y bosques, y el patrimonio cultural, como sus iglesias y construcciones típicas, deben ser resguardadas por el Plan.	Generar normas urbanísticas que disminuyan la ocupación en áreas sensibles, y mantener el valor natural y cultural de la comuna.
Fomentar el desarrollo turístico	Dadas las cualidades naturales y culturales, se reconoce el potencial turístico de la comuna.	Generar zonas que permitan la instalación de servicios y comercio en las áreas centrales urbanas de la comuna.

Figura 57. Fuente: Plan Regulador Comunal de Puqueldón año 2017

Además, se recalca en el artículo 10 (figura 58) que hay deficiencia en servicios básicos para poder abastecer y fomentar el turismo.

10. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL ESTRATÉGICO

De acuerdo a la Guía de Orientación para el Uso de la Evaluación Ambiental Estratégica en Chile (Ministerio de Medio Ambiente, diciembre 2015), el Diagnóstico Ambiental Estratégica (DAE) *se basa en el análisis situacional y de tendencias, o patrones de conducta, de los criterios de evaluación, aplicados a los Factores Críticos de Decisión.*

El objetivo del Diagnóstico Ambiental Estratégico es analizar el contexto de los Factores Críticos de Decisión y sus grandes tendencias.

10.1 COMPATIBILIDAD SOCIOAMBIENTAL POR POTENCIAL TURÍSTICO Y CALIDAD DE VIDA RESIDENCIAL

La comuna de Puqueldón alberga un potencial turístico importante el cual, actualmente, no está asociado con una oferta de comercio, servicios o turísticos, que puedan albergar esa demanda.

10.1.1. POTENCIAL TURÍSTICO

El potencial turístico presente en la comuna de Puqueldón tiene relación con dos aspectos. Por un lado, la comuna de Puqueldón alberga un marco natural y paisajístico importante y evidente, y por otro lado, alberga monumentos históricos (que fueron declarados como patrimonio de la humanidad por la UNESCO) y zonas típicas. La conjunción de estas dos variables hacen de Puqueldón una comuna con un potencial turístico importante.

Figura 58. Fuente: Plan Regulador Comunal de Puqueldón año 2017

V. CASO

Objetivo general

Tras la información expuesta anteriormente, ante la problemática de la contaminación de las aguas con los desechos plásticos, se busca encontrar una solución que mitigue el problema, no que lo solucione de raíz. Esto es porque aún faltan muchos años, avances tecnológicos y también que las personas logren tomar conciencia a través de la educación para poder hacerlo.

El objetivo general es crear un proyecto en el cual se pueda habitar el espacio a través del reciclaje. Teniendo siempre en cuenta el factor de la relación entre lo productivo y el área educacional. Se propone una intervención arquitectónica de borde que pueda ayudar a limpiar estas aguas para luego darle un nuevo uso a estos desechos, aumentando así la esperanza de vida de este elemento.

Teniendo como caso un centro de reciclaje y recolección de residuos plásticos en los mantos acuíferos para crear un nuevo espacio público para el pueblo e integrar a los usuarios en el proceso de reciclaje.

El proyecto está emplazado en un sector urbano con acceso al mar para que así el edificio cumpla con varias funciones: centro de reutilización de estos plásticos, que tenga integrado el sistema la recolección que se realizará en el agua, ser un nuevo espacio público y de recreación y, por último, cumplir el rol de centro educativo medioambiental para los habitantes de Lemuy. Por lo tanto, el proyecto constaría de dos partes, el edificio mismo en donde se ubicará la zona productiva y educacional junto a una zona sobre el agua en donde se puedan captar y recolectar estos residuos mediante muelles. En otras palabras, el uso que se da dentro de este está sustentado por la materia prima recolectada ahí mismo para luego trabajarla y usarla como material educativo.

Con esto, se haría un mejor manejo de la basura, aprovechando la excesiva acumulación de ésta en la zona de Lemuy, transformando finalmente un problema en una oportunidad. El material recogido será tratado y utilizado como método de aprendizaje para las personas, siendo de utiliza pública. Los materiales reciclados y creados por los habitantes que asisten a los talleres se utilizan para la construcción del suelo y mobiliario de la nueva plaza, la cual será el acceso principal hacia este espacio de reintegración y aprendizaje.

El fin del proyecto arquitectónico propuesto, no solo busca mejorar la calidad de vida de los habitantes de Lemuy, sino que también crear un proyecto que disminuya el impacto

medioambiental y la contaminación de las aguas para que no incida en la demanda turística de la zona. Debido a la acumulación excesiva de basura, muchos turistas han dejado de ir a esta Zona Típica debido a las malas condiciones que existen en sus costas, por lo tanto, se busca recuperar la imagen urbana y la esencia del lugar.

Por otro lado, el proyecto debe ser una intervención arquitectónica no invasiva, que se relacione tanto a la geografía, el entorno, la arquitectura y la cultura chilota. Es por esto que el diseño se basa en una reinterpretación de la arquitectura vernácula de la zona, el sistema constructivo de bote invertido.

El programa del edificio está organizado según la secuencia del sistema de reciclaje, partiendo por un punto de recolección y luego pasa por zonas de almacenamiento, lavado, reciclaje y posterior diseño de nuevos productos.

Se deja una planta libre amplia para una fácil y constante circulación de los trabajadores, en donde los usuarios visitantes solo pueden acceder a espacios delimitados para garantizar su seguridad. El edificio se diseña con el propósito de ser permeable y translúcido para generar una constante conexión entre los visitantes y el trabajo productivo del centro de reciclaje. Además, esto permite que no se pierda la multiplicidad visual del entorno inmediato para acercar a las personas en el reconocimiento de la bahía que brinda el proyecto arquitectónico.

Referentes arquitectónicos

Se toma como referente la Planta de tratamiento de residuos en Shenzhen, el cual fue ganador del concurso generado en esa ciudad para la creación de un "Centro de gestión de residuos y producción de energía". La propuesta ganadora consiste en un complejo de 66.000 m² en el cual se incinera la basura para luego transformarla en energía. Este proyecto es un ejemplo de la integración de un Centro de reciclaje con la educación, haciendo partícipe a los usuarios mostrando el trabajo productivo como herramienta educacional.



Figura 59. Fuente: Arquitectura Viva, SHL + Gottlieb Paludan, planta de tratamiento de residuos en Shenzhen

Tal y como se muestra en el proyecto anterior, se integra el ámbito educacional con lo productivo a través de una enseñanza visual e interactiva entre el usuario y el trabajador. Demostrando que es una buena implementación a través de un proyecto arquitectónico, ya que el usuario puede acercarse tanto al producto inicial como al final, siguiendo constantemente el periodo y etapas de producción de éste.

En el último esquema se muestra una franja circular de color rojo, ésta representa el recorrido perimetral continuo que hacen los usuarios para observar el trabajo dentro de la planta. Por lo tanto, hay un anillo perimetral exterior que mantiene una constante conexión visual hacia lo productivo.

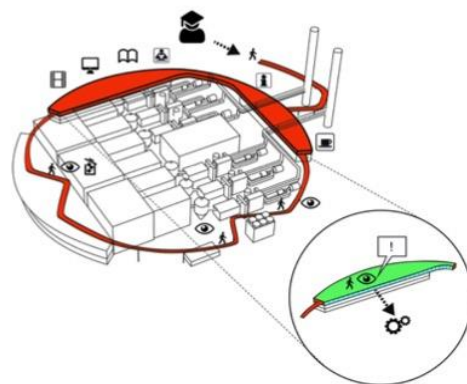


Figura 60. Fuente: Arquitectura Viva, SHL + Gottlieb Paludan, planta de tratamiento de residuos en Shenzhen

Hay que priorizar los sectores más vulnerables a estos cambios climáticos y que se han visto afectados por la contaminación. Según expertos y junto con los fundamentos presentados en esta investigación, la zona de la costa interior de Chiloé es de las más afectadas del país. El proyecto propuesto del "Centro de reciclaje y Educación Medioambiental en Isla Lemuy" es sostenible y a la vez económico debido a que no necesita gastos en traslados para la recolección de desechos gracias a su estratégica ubicación. Una vez hecha esta recolección, se obtiene directamente la materia prima que se reciclará y dará paso a espacios de aprendizaje como método de concientizar a las personas, creando una nueva oportunidad de uso a los residuos plásticos de la zona. La idea también es aprovechar al máximo las condiciones climáticas del lugar, integrándolas al diseño para así disminuir al máximo los gastos energéticos del edificio. En esta zona hay baja radiación solar, por lo tanto, al ser un diseño con fachadas permeables, se aprovecha al máximo la luz natural durante el día. Al mitigar la contaminación del sector, mejorará la calidad de vida de los residentes de Isla Lemuy y fomentará aún más el turismo el cual se ha perdido estos últimos meses debido a la contaminación de sus playas con desechos plásticos de la industria acuícola.

VI. ESTRATEGIAS PROYECTUALES

1. Morfología

El proyecto es circular debido a que esta forma permite tener un recorrido continuo, sin tener que ir y volver por el mismo lugar. Con esto, se puede reconocer la bahía y la vista del entorno natural en 360° el cual es de alto valor para los lemuyanos.

Con la circunferencia se genera un tercer espacio, el cual no se puede hacer con una barra, por ejemplo. Este nuevo espacio pone en valor al mar, elemento del paisaje principal para el funcionamiento del edificio y en donde se desarrolla el sector de embarcadero de recolección. Los muelles están ubicados en el área interior de la estructura circular para generar una barrera de protección ante las condiciones climáticas y marítimas del lugar.

Además, con esta forma, es posible tener fachadas en todas las orientaciones. El proyecto tiene la intención de captar la mayor cantidad de luz natural, y con las diversas fachadas se pueden generar diferentes aperturas para crear aptos para el confort lumínico de los usuarios.



Figura 61. Fuente: Elaboración propia

2. Emplazamiento de borde

Relación tierra-mar y la arquitectura como un elemento conector.

El edificio no se inserta en la trama urbana, pertenece más al paisaje que al pueblo a pesar de la proximidad al mismo. Por lo que requiere una forma que establezca una relación apropiada con el paisaje. Se elige esta ubicación y no otro de los poblados de la isla debido a que es el que tiene mayor cantidad de población y población flotante, por lo tanto, mayor demanda de servicios.



Figura 62. Fuente: Elaboración propia con imagen satelital de Google Earth

No solo se quiere crear un conector entre la educación medioambiental y la arquitectura productiva, sino que también a nivel de terreno. Teniendo como conector al elemento arquitectónico para generar así una conexión de borde, entre el agua y la tierra.

El edificio estará sobre el mar porque así es más fácil llegar a este directamente desde el agua ya que por estar emplazado en una isla, el principal medio de transporte y acceso es en barco. Los desechos se recolectan con embarcaciones lo cual resulta más eficiente debido a que la mayoría de éstos se encuentran flotando en el mar, evitando así, que lleguen a las costas.

A continuación, se muestran esquemas de la geografía del terreno, el cual posee 3 partes: ladera, playa y el mar, este último se separa en un límite doble debido al cambio de la marea existente.

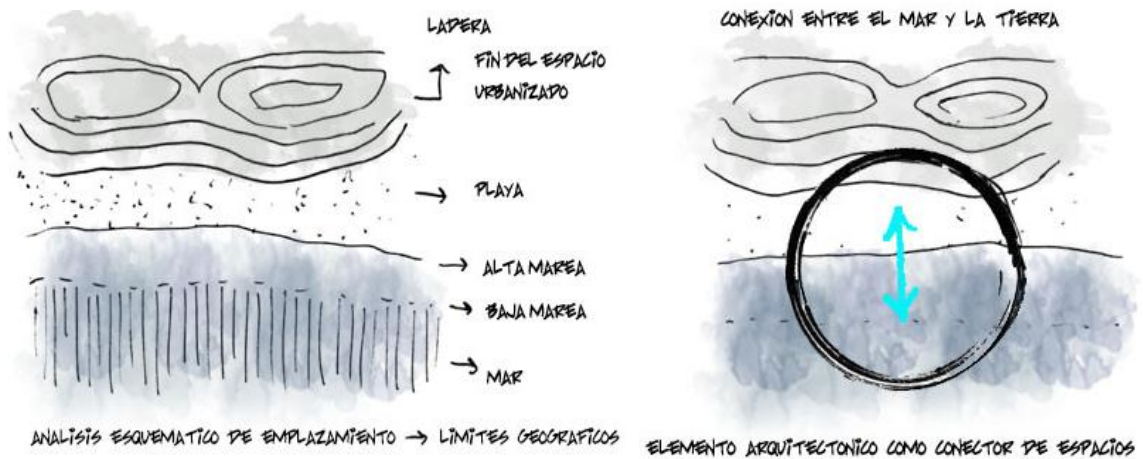


Figura 63. Fuente: Elaboración propia.

Este proyecto estará posado en la tierra y en el agua a la vez creándose así dualidad en un mismo elemento. Por lo tanto, hay arquitectura de muelle, en cuanto a su relación con el agua, y también arquitectura de borde, en la parte que se encuentra sobre la tierra. Es por esto, que hay que relacionar esta condición de conector dentro del borde no solo en su morfología, sino que también en su materialidad.

3. Que el proyecto sea construido mediante la reinterpretación del sistema constructivo de las construcciones vernáculas chilotas de bote invertido y palafitos.

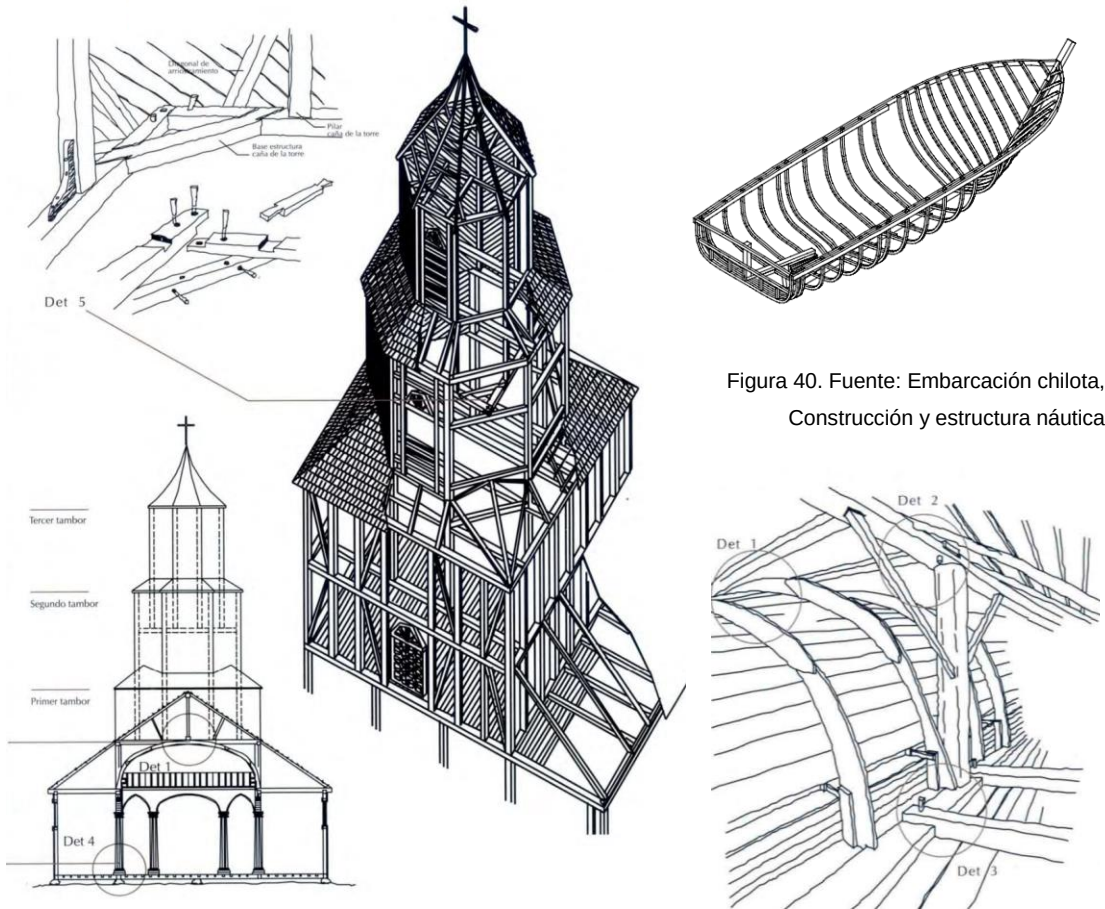


Figura 40. Fuente: Embarcación chilota, Construcción y estructura náutica

Figura 64. Fuente: Arquitectura religiosa y doméstica de Chiloé, Sistemas constructivos: uso de la madera. Hurtado M., Noviembre 2012.

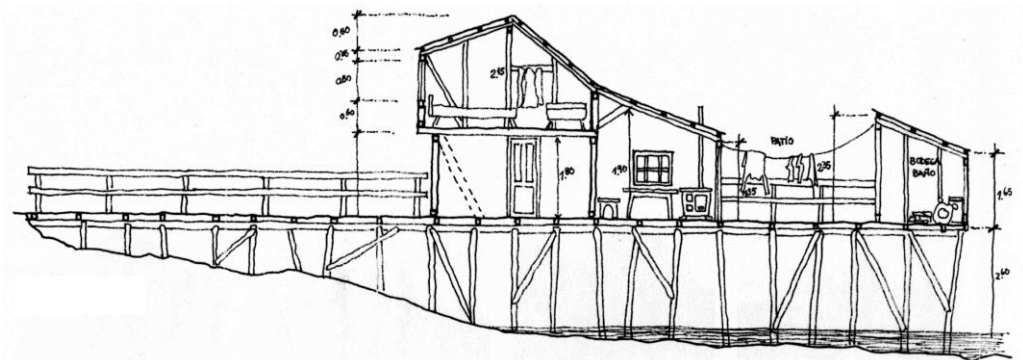


Figura 65. Fuente: Arquitectura religiosa y doméstica de Chiloé, La vivienda tradicional. Hurtado M., Noviembre 2012.

Existe una arquitectura que se relaciona con el territorio gracias a estas construcciones vernáculas que utilizaron los chilotes para la adaptación en emplazamiento de borde. Siendo los ejemplos de la figura 66 y 67 los sistemas constructivos característicos de Chiloé.

El proyecto utiliza el sistema de bóveda invertida, utilizada principalmente en iglesias como una reinterpretación de la construcción de la embarcación típica chilota, como método de relación con la cultura de la zona. No se utiliza la forma curva en la cubierta porque se crea una doble curvatura debido a la morfología del proyecto. Como solución constructiva se simplifica la forma estructural de la iglesia, dejando solamente los sectores rectos para la cubierta.

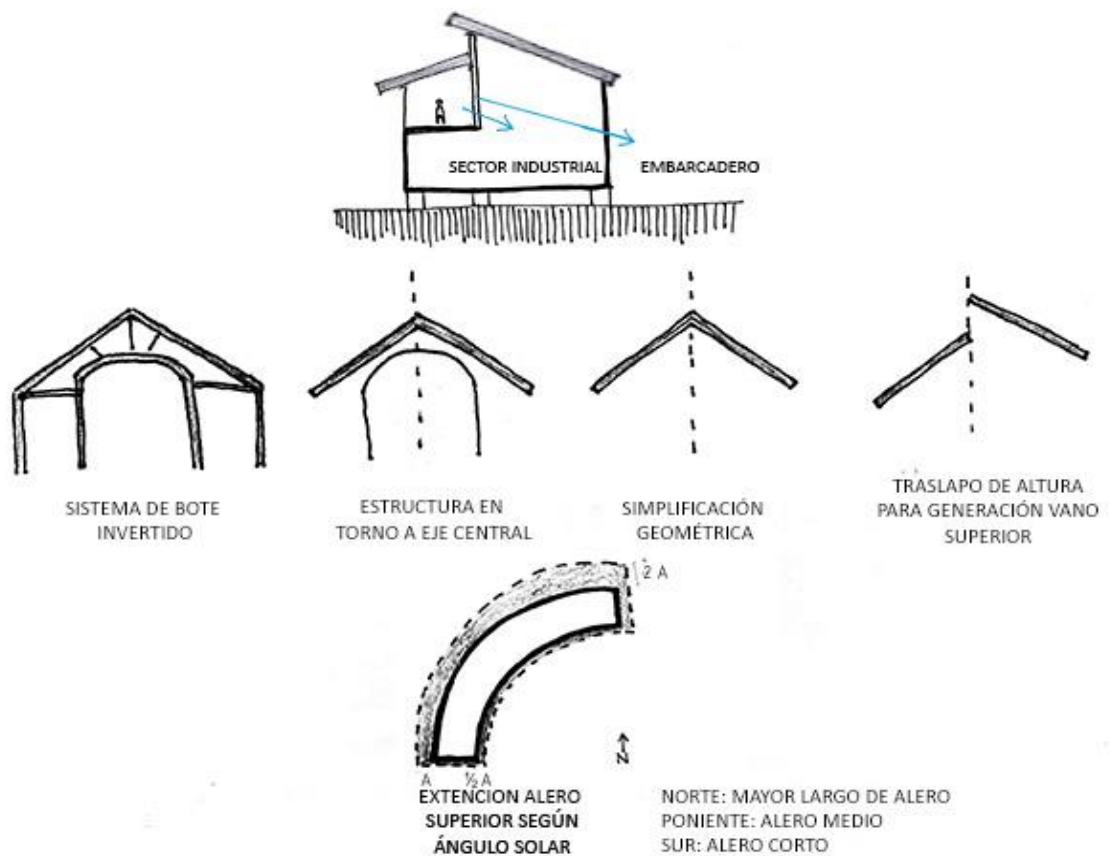


Figura 66. Fuente: Elaboración propia, esquemas de cubierta

4. Recorrido perimetral continuo para que los usuarios tengan dominio visual sobre el proceso de reciclaje

Debido a la forma y funcionalidad del proyecto, es importante mantener la conexión de los programas a través de un recorrido continuo, permitiendo así la conexión visual entre el usuario y la actividad productiva mencionada anteriormente. La idea es que este recorrido sea secuencial, ordenando la ubicación de los programas según la producción del proceso de reciclaje (Ver Anexo 7), para así no interrumpir el recorrido de los usuarios. Además, esta estrategia se relaciona con la anterior ya que esta forma de circulación permite además tener un circuito perimetral que proteja el área interior de la estructura.



Figura 67. Fuente: Elaboración propia.

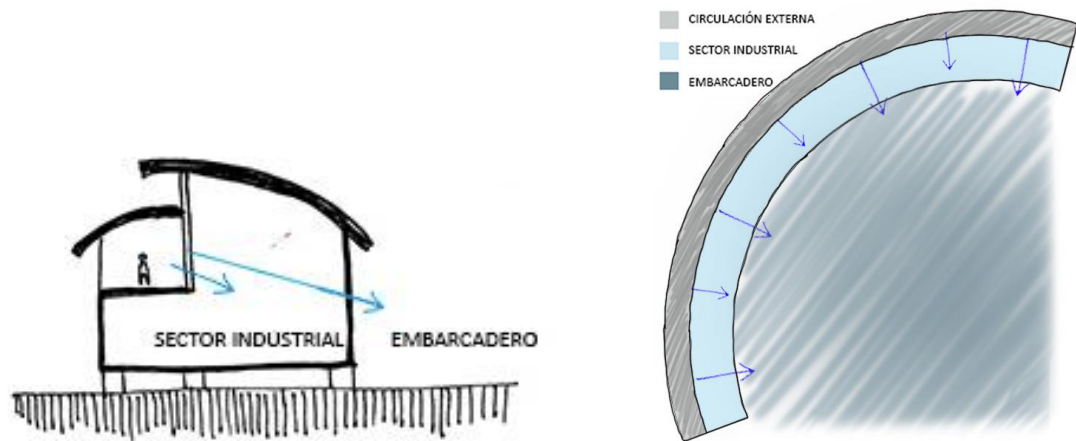


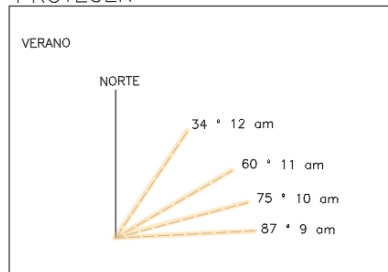
Figura 68. Fuente: Elaboración propia

5. Control y captación solar

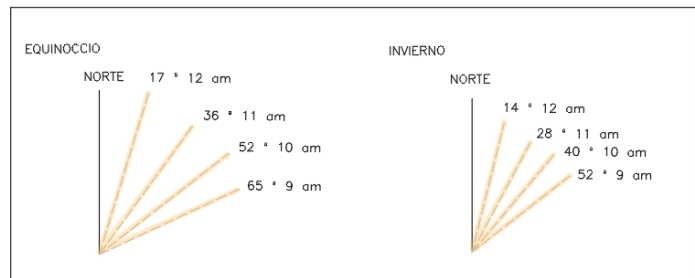
Se utiliza una fachada ventilada de madera con celosías verticales para poder tener así un mejor control de los rayos del sol. Se usa como referencia los ángulos solares de verano, invierno y los equinoccios en diferentes horarios.

MAÑANA

PROTEGER

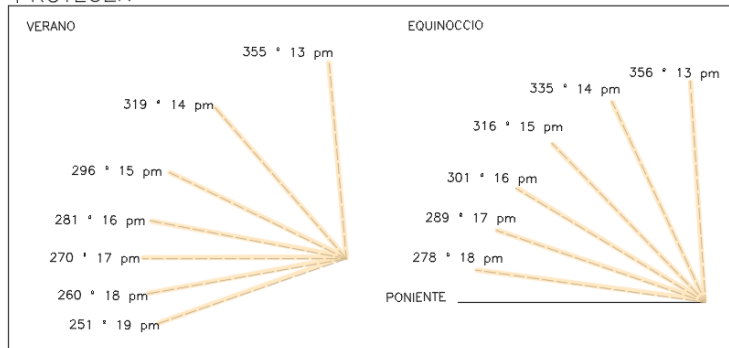


CAPTAR



TARDE

PROTEGER



CAPTAR

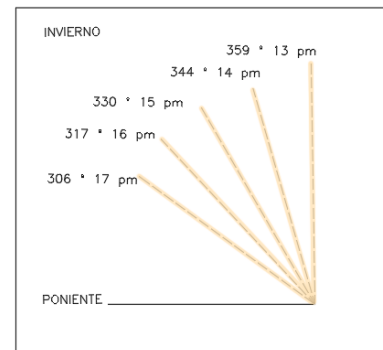


Figura 69. Fuente: Elaboración propia según información de Sun Earth Tools

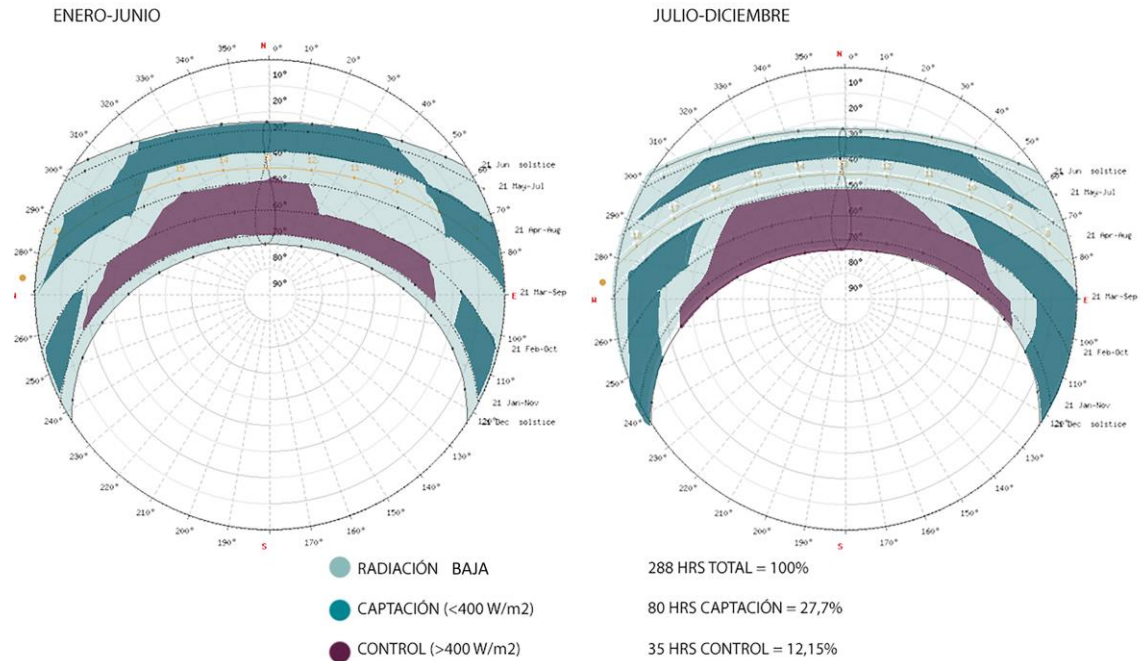


Figura 70. Fuente: Elaboración propia según información de Sun Earth Tools

La distancia entre las celosías es definida según el requerimiento de cada recinto en el interior del centro. Éste se divide en tres zonas, las cuales tienen diferentes requerimientos lumínicos según el programa que se emplea.

La zona amarilla, que cumple con la función de los talleres, es la que necesita mayor cantidad de iluminación natural, teniendo así un confort lumínico y visual para las personas al momento de hacer trabajos manuales, por lo tanto, la apertura entre celosías es amplia.

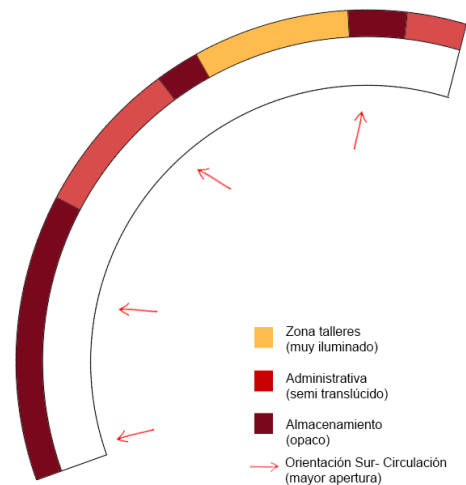


Figura 71. Fuente: Elaboración propia

La zona roja es la administrativa, la cual no requiere de una iluminación natural constante debido a que no hay requerimiento de trabajo en detalle de los usuarios.

La zona burdeo es de almacenamiento, ésta debe ser completamente opaca debido a que los elementos plásticos no deben recibir luz para tener un mejor mantenimiento.

Por último, en la arista de la semicircunferencia con orientación Sur, tiene aperturas amplias pero que van variando en la distancia entre cada celosía. La idea es generar una iluminación variada y con diferentes enmarcaciones del paisaje externo.



Figura 72. Fuente: Plataforma Arquitectura, Pabellón Circular

Gracias a estas diferentes separaciones de celosías según la fachada, se puede dotar de un confort lumínico interior apto para la realización de diferentes actividades, las cuales están relacionadas según los requerimientos mínimos de iluminancia (lux).

LUGAR	ILUMINACION Lux (Lx)
Pasillos, bodegas, salas de descanso, comedores, servicios higiénicos, salas de trabajo con iluminación suplementaria sobre cada máquina o faena, salas donde se efectúen trabajos que no exigen discriminación de detalles finos o donde hay suficiente contraste.	150
Trabajo prolongado con requerimiento moderado sobre la visión, trabajo mecánico con cierta discriminación de detalles, moldes en fundiciones y trabajos similares.	300
Trabajo con pocos contrastes, lectura continuada en tipo pequeño, trabajo mecánico que exige discriminación de detalles finos, maquinarias, herramientas, cajistas de imprenta, monotipias y trabajos similares.	500
Trabajo prolongado con discriminación de detalles finos, montaje y revisión de artículos con detalles pequeños y poco contraste, relojería, operaciones textiles sobre género oscuro y trabajos similares.	1.500 a 2.000

Figura 73. Fuente: Recomendaciones de niveles de iluminación en edificios no residenciales. Laboratorio de ambiente humano y vivienda

A continuación, se presenta un croquis representativo del resultado proyectual arquitectónico tras la investigación realizada.

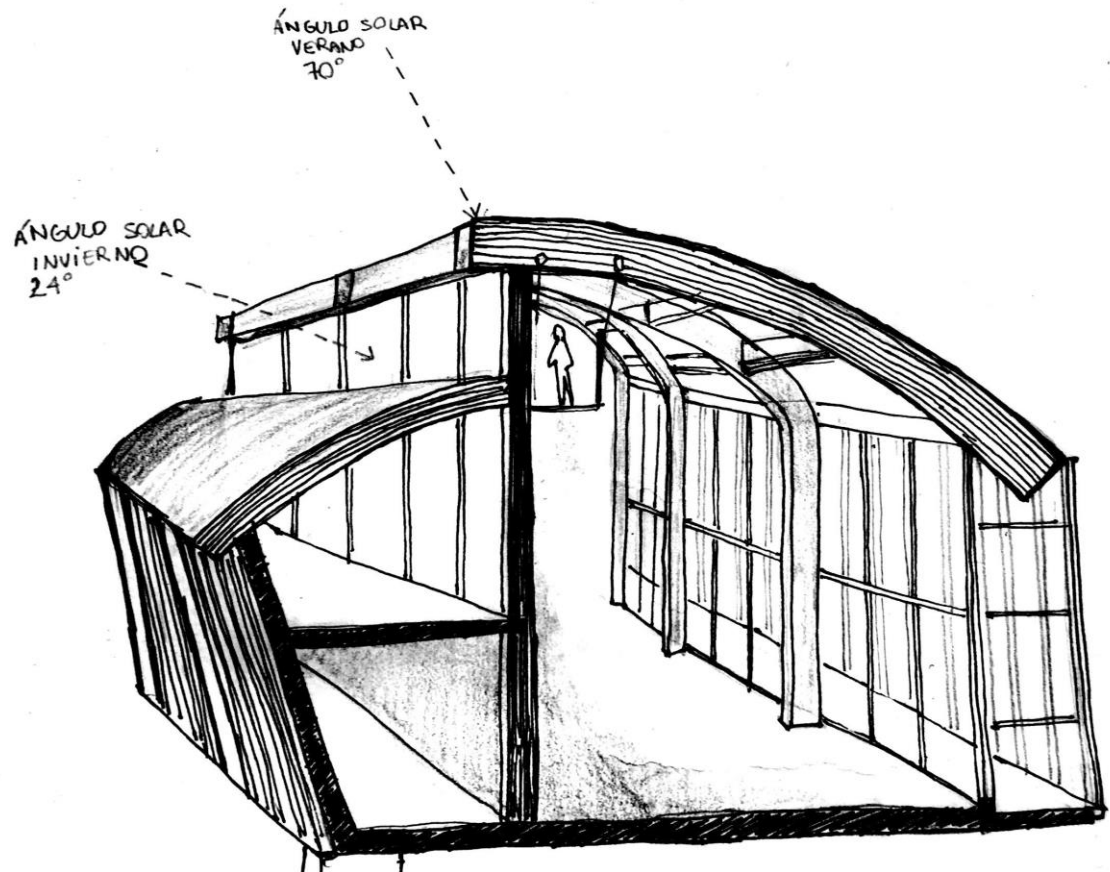


Figura 74: Fuente: Elaboración propia, croquis sección del proyecto

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Aqua. (2016). Chiloé y es desarrollo acuícola. Enero 2016. Aqua, Acuicultura + Pesca. Sitio web: <http://www.aqua.cl/editorial/chiloe-y-el-desarrollo-acuicola/>
- BBC Mundo. (2014). Miden exactamente cuánto plástico hay en los océanos. Diciembre 2014. BBC. Sitio web: http://www.bbc.com/mundo/ultimas_noticias/2014/12/141211_ulnnot_ciencia_oceanos_plasticos_az
- Burgos, Libertad. (2017). Plan Regulador Comunal de Puqueldón, Región de Los Lagos, Informe Ambiental. Diciembre 2017. Ilustre Municipalidad de Puqueldón. Sitio web: http://eae.mma.gob.cl/storage/documents/02_IA-Incompleto_PRC_Puqueldon.pdf.
- Chile Desarrollo Sustentable (2011). ¿Qué es la educación medioambiental? Febrero 2011. Chile Desarrollo Sustentable. Sitio web: <http://www.chiledesarrollosustentable.cl/development-sustainable/ministerio-de-medio-ambiente/educacion-ambiental-ministerio-de-medio-ambiente/%C2%BFque-es-la-educacion-ambiental/>
- Code x Verde. (2017). Imágenes satelitales revelan contaminación antropogénica en las playas de Chiloé. Agosto 2017. Code x Verde, información discusión y análisis para el desarrollo sustentable. Sitio web: <http://codexverde.cl/imagenes-satelitales-revelan-contaminacion-antropogenica-en-playas-de-chiloe/>
- CONICYT. (2017). ¿Sabías que Chile tiene una de las corrientes marinas más productivas del mundo?. Septiembre 2017. Explora, CONICYT. Sitio Web: <https://www.explora.cl/162-sabias-que/sabias-ocean/14004-sabias-que-chile-tiene-una-de-las-corrientes-marinas-mas-productivas-del-mundo>
- Defendamos Chiloé. (2017). Denuncia y estudio revelan crisis por basura en Zona Típica de Detif. Agosto 2017. Movimiento Defendamos Chiloé. Sitio Web: <http://www.movimientodefendamoschiloe.cl/web/2017/08/04/denuncia-y-estudio/>
- Defendamos Chiloé. (2017). Estudio de la Universidad de Chile descubre 30 toneladas de basura en playa de Chiloé. Agosto 2017. Sitio Web: <http://www.movimientodefendamoschiloe.cl/web/2017/08/03/estudio-de-la-u-de-chile/>
- Diario U.Chile. (2018). La ruta para mitigar la contaminación en las playas de Chile. Enero 2018. Diario Universidad de Chile. Sitio Web: <http://radio.uchile.cl/2018/01/01/la-ruta-para-mitigar-la-contaminacion-en-las-playas-de-chile/>
- Ecologistas en Acción. (2017). Basuras Marinas, plásticos y micro plásticos. Orígenes, impactos y consecuencias de una amenaza global. Enero 2017. Ecologistas en Acción. Sitio web: <https://www.ecologistasenaccion.org/IMG/pdf/informe-basuras-marinas.pdf>
- Esther. (2015). La clasificación de los plásticos. Octubre 2015. El Blog Verde. Sitio Web: <https://elblogverde.com/clasificacion-plasticos/>
- FAICH (2017). Iglesia Santiago de Apóstol de Detif. Agosto 2017. Iglesias de Chiloé. Sitio Web: <http://www.iglesiasdechiloe.cl/?p=149>

- Fuenzalida, J. (2017). Vecinos de isla Lemuy relatan cómo es vivir con 30 toneladas de basura. Agosto 2017. Soy Chiloé. Sitio web: <http://www.soychile.cl/Chiloe/Sociedad/2017/08/12/481334/Vecinos-de-isla-Lemuy-relatan-como-es-vivir-con-30-toneladas-de-basura.aspx>
- Fundación Chile. (2016). ¿Qué es la acuicultura? Marzo 2016. Fundación Chile. Sitio web: <http://fch.cl/que-es-la-acuicultura/>
- Gestores de residuos (2015). La clasificación de los plásticos. Marzo 2015. Sitio Web: <https://gestoresderesiduos.org/noticias/la-clasificacion-de-los-plasticos>
- Gobierno de Chile. (2014). Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. Diciembre 2014. Portal del Ministerio del Medio Ambiente. Sitio Web: <http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2016/02/Plan-Nacional-Adaptacion-Cambio-Climatico-version-final.pdf>
- González, Carlos. (2017). Inédito estudio satelital detecta 30 toneladas de basura en playa de Chiloé. Agosto 2017. La Tercera. Sitio Web: <http://www2.latercera.com/noticia/inedito-estudio-satelital-detecta-30-toneladas-basura-playa-chiloe/>
- Greenpeace. (2017). El tsunami de plástico que golpea las playas chilenas. Enero 2017. Greenpeace Chile. Sitio web: <http://www.greenpeace.org/chile/es/noticias/El-tsunami-de-plastico-que-golpea-las-playas-chilenas/>
- Harmonía (2017). ¿Cuál es la diferencia entre reciclar y reutilizar? Harmonía, Medioambiente. Febrero 2017. Sitio Web: https://www.harmonia.la/medio_ambiente/cual_es_la_diferencia_entre_reciclar_y_reutilizar
- Huffpost. (2018). ¿Qué es el upcycling? La moda sostenibles que está de moda. Abril 2018. Sitio Web: https://www.huffingtonpost.com.mx/2018/04/03/que-es-upcycling-la-moda-sostenible-que-esta-de-moda_a_23401231/
- Laboratorio para el Análisis de la Biósfera, Universidad de Chile (2017). Estudio para la generación de un modelo predictivo de residuos en 3 playas de Chiloé, mediante Teledetección Cuantitativa. Agosto 2017. Biosfera Unifersidad de Chile. Sitio web: <http://www.biosfera.uchile.cl/PredRes.html#.WqbqJOhubIU>
- Lara, Vonne. (2015). La teoría del color de Goethe y su relación con la personalidad del ser humano. Abril 2015. Hiper Textual. Sitio Web: <https://hipertextual.com/2015/04/teoria-del-color-goethe>
- La Tercera. (2015). Hasta 25 mil toneladas de plástico anuales se arrojan al mar desde Chile. Mayo 2015. La Tercera. Sitio web: <http://www2.latercera.com/noticia/hasta-25-mil-toneladas-de-plasticos-anuales-se-arrojan-al-mar-desde-chile/>
- La Red, Reciclados plásticos. Sin fecha. El proceso de reciclaje del plástico. Sitio Web: <http://www.recicladoslared.es/proceso-de-reciclaje-de-plasticos/>
- Laville, Sandra. (2017). El mundo compra un millón de botellas de plástico por minuto que acaban en vertederos o en el mar. Junio 2017. The Guardian. Sitio web: https://www.eldiario.es/theguardian/compra-botellas-plastico-mayoria-vertederos_0_659684375.html

- Lucirmás (2015). ¿Qué es el upcycling?. Marzo 2015. Sitio Web: <https://lucirmas.com/que-es-el-upcycling/>
- Lucirmás (2017). Diferencia entre upcycling y recycling. Octubre 2017. Sitio Web: <https://lucirmas.com/diferencia-entre-upcycling-y-recycling/>
- Madrid es Madrid (2009). Edificio Vallecas 51. Noviembre 2009. Sitio Web: <http://www.madridesmadrid.com/edificio-vallecas-51/>
- Martín, Laura. (2014). Islas de plástico, un problema a la deriva. Septiembre 2017, de Compromiso Empresarial Sitio web: <http://www.compromisoempresarial.com/rsc/2014/06/islas-de-plastico-un-problema-a-la-deriva/>
- Merino, Humberto. (2017). Cambio climático: Los desafíos de las costas de Chile. Noviembre 2017. Enfoque. Sitio web: <http://www.revistaenfoque.cl/tsunamis-marejadas-y-el-cambio-climatico-los-desafios-de-la-costa-de-chile>
- Ministerio del Medio Ambiente. (1994). Ley N° 19.300 Bases Generales del Medio Ambiente. Marzo 1994. DEGRAF. Sitio web: <http://www.degraf.cl/es/normativa/ley-no-19300-bases-generales-medio-ambiente>
- Ministerio del Medio Ambiente. Sin fecha. Ley de Reciclaje. Ministerio del Medio Ambiente, Gobierno de Chile. Sitio web: <http://leydereciclaje.mma.gob.cl/>
- MIT. Sin fecha. Estudiantes de MIT fortifican concreto mediante la adición de plástico reciclado. OTECH. Sitio Web: <http://otech.uaeh.edu.mx/noti/index.php/ecologia/estudiantes-del-mit-fortifican-concreta-mediante-la-adicion-de-plastico-reciclado/>
- Muñoz, Ximena. (2011). Iluminación en las aulas, optimizando el rendimiento escolar. Mayo 2011. EMB construcción. Sitio web: <http://www.emb.cl/construccion/articulo.mvc?xid=318&edi=14>
- OVACEN. Sin fecha. El plástico en la arquitectura moderna. OVACEN. Sitio Web: <https://ovacen.com/el-plastico-en-la-arquitectura-moderna/>
- Pérez, Julián (2010). Definición de reciclaje. Definición. Sitio Web: <https://definicion.de/reciclaje/>
- Pérez, Ricardo. (2017). La nueva economía de los plásticos: 25 mil toneladas llegan al mar cada año. Abril 2017. La Nación. Sitio web: <http://lanacion.cl/2017/04/17/la-nueva-economia-de-los-plasticos-25-mil-toneladas-de-desechos-llegan-al-mar-al-ano/>
- Ramírez, María José. (2016). El reciclaje, una tendencia como fuente de emprendimiento. Febrero 2016. Crece Mujer. Sitio web: <https://www.crecemujer.cl/capacitacion/ideas-de-negocio/el-reciclaje-una-tendencia-como-fuente-de-emprendimiento>
- Realinfluencers. (2017). 8 metodologías que todo profesor del siglo XXI debería conocer. Marzo 2017. Real Influencers. Sitio web: <https://www.realinfluencers.es/2017/03/02/8-metodologias-profesor-siglo-xxi-deberia-conocer/>

- Repaveca. Sin fecha. Reducir, reutilizar y reciclar. Repaveca. Sitio Web: <http://www.repaveca.com.ve/index.php/biblioteca/item/396-reducir-reutilizar-y-reciclar>
- Tapia, Rodrigo. (2018). Limpiadores de mares. Marzo 2018. Qué Pasa. Sitio Web: <http://www.quepasa.cl/articulo/actualidad/2018/03/limpiadores-de-mares.shtml/>
- Soy Chiloé (2017). Isla Lemuy: desechos invaden nuevamente el borde costero de Detif. Agosto 2017. La estrella Chiloé, Soy Chile. Sitio Web: <http://www.soychile.cl/Chiloe/Sociedad/2017/08/29/484454/Isla-Lemuy-desechos-invaden-nuevamente-el-borde-costero-en-Detif.aspx>
- Top Ten Chile (2017). ¿Qué está haciendo Chile por el desarrollo del reciclaje?. Marzo 2017. Top Ten. Sitio web: <https://top-ten.cl/article/que-esta-haciendo-chile-por-el-desarrollo-del-reciclaje>
- WDC. Basura en el mar. Sin fecha. WDC en acción. Sitio Web: <http://ar.whales.org/node/8206>

IX. ANEXOS

1. Tipos de plásticos que se pueden reciclar.

Guía de Reciclaje de Plásticos



Botellas de bebida
Botellas de agua
Envases de aceite



Bolsas de supermercado
Implementos de aseo



Tubos y cañerías
Cables eléctricos
Envases de detergentes



Manteles, envases de
crema y shampoo,
bolsas para basura



Mamaderas
Tapas de botellas
Vasos no desechables
Contenedores de
alimentos



Vasos, platos y cubiertos
desechables
Envases de yogurt
Envases de helado
Envases de margarina



Teléfonos
Artículos médicos
Juguetes



Figura 75. Fuente: El Blog Verde, clasificación de los plásticos

2. Principales desechos que se encuentran en el mar a nivel mundial.

La mayoría de estos residuos son elementos plásticos que usamos cotidianamente, y, tras pasar varios años flotando en el mar, muchos terminan en las costas contaminando las playas.



Figura 76. Fuente: Top 10 item collected, Ocean Conservancy (con intervención de F. Kauffmann)

3. Radiación Global incidente de Chiloé:

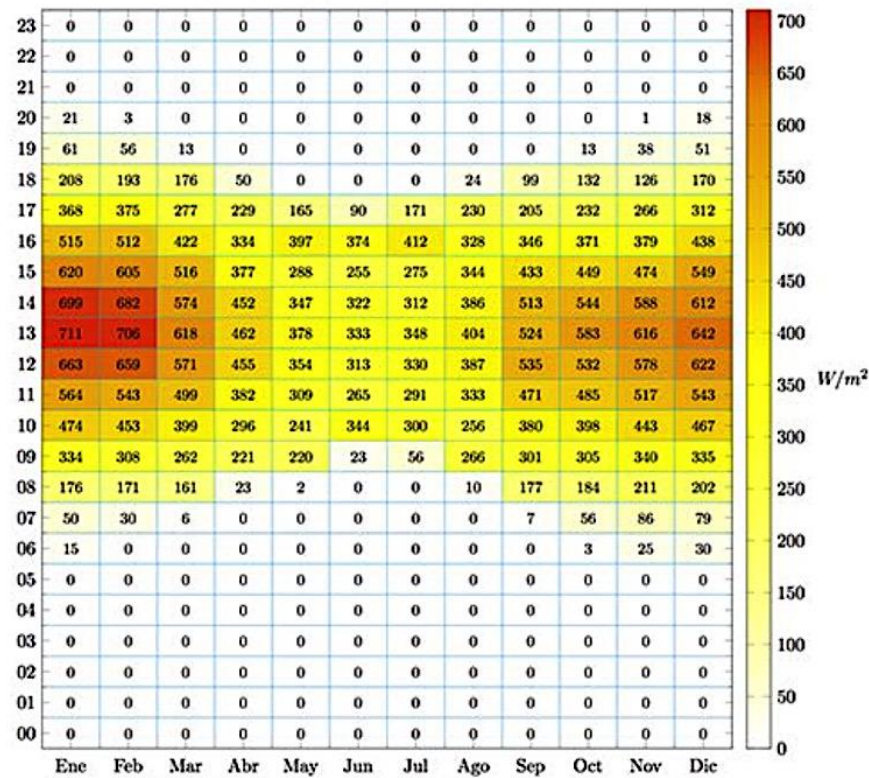


Figura 77. Fuente: Explorador solar de Universidad de Chile

La radiación es muy baja, llegando a un pick de 711 W/m2 en Enero a las 13:00 horas. Esto está estrechamente relacionado a que el porcentaje de nubosidad en Chiloé es muy alto.

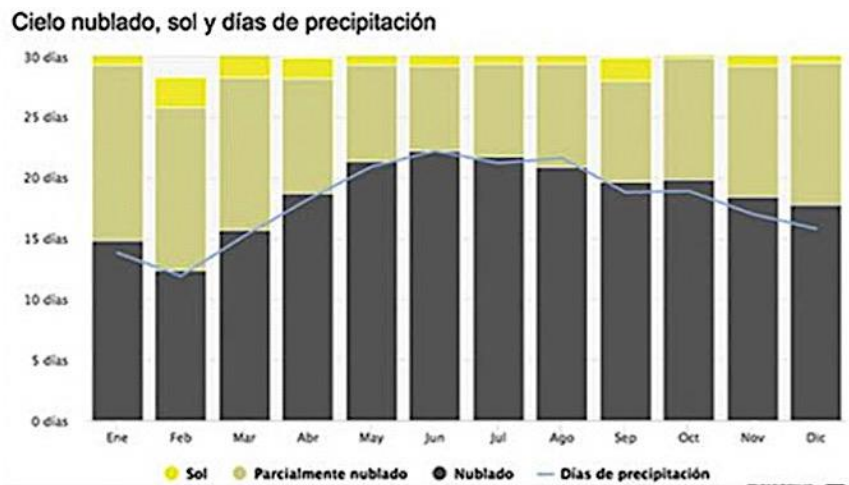


Figura 78. Fuente: Climograma Chiloé, Meteoblue

4. Nubosidad:

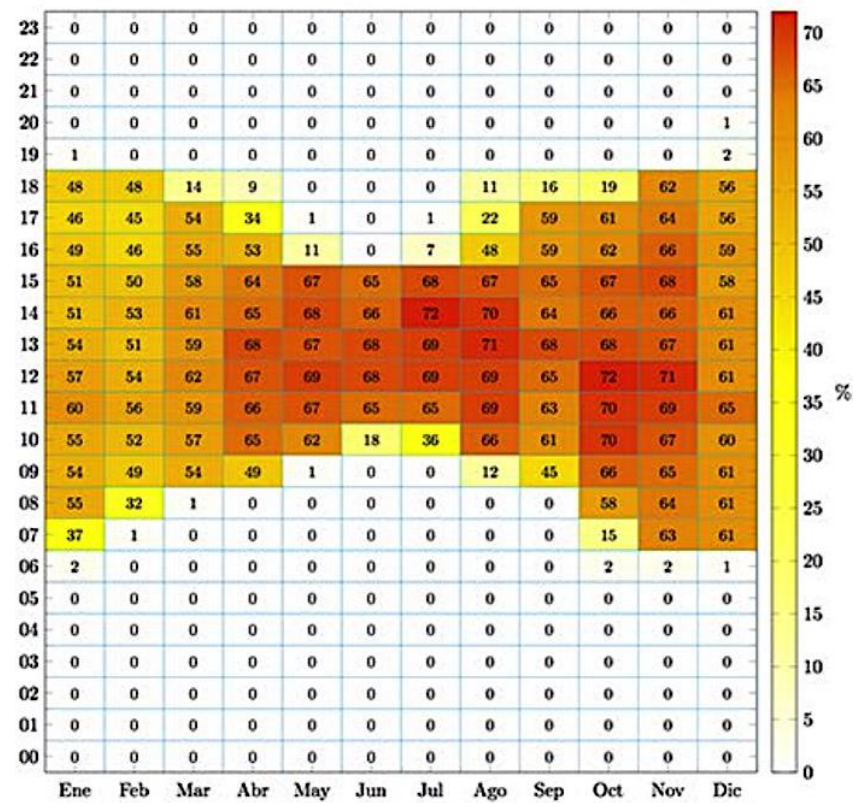


Figura 79. Fuente: Explorador solar de Universidad de Chile



Figura 80. Fuente: Elaboración propia

5. Evidencias caso 4: Moldeabilidad

Se moldearon tiras rectas y planas de botellas plásticas delgadas con calor local, el cual hizo que se enrollaran.



Figura 81. Evidencia 2, efecto cinta.

Cuánto se enrolla cada una depende de la cantidad de tiempo que el material se expone al calor, por lo que se puede generar curvas pronunciadas y también más sutiles como para la construcción de cubiertas.

6. Evidencias caso 5: Moldeabilidad mediante fundimiento.

Separación de polietileno de baja de densidad por color, una vez triturado, se pone en un horno a 250°C, fundiéndose los pedazos entre sí para luego generar con moldes nuevas formas.



Figura 82. Evidencia 4, plástico azul



Figura 83. Evidencia 4, plástico rojo



Figura 84. Evidencia 4, plástico azul proceso de fundido



Figura 85. Evidencia 4, plástico rojo, previo a fundir

Resultado:



Figura 86. Evidencia 4, bloque en L del plástico azul



Figura 87. Evidencia 4, bloque plástico rojo

Gracias a que este material es moldeable, se pueden lograr diversas formas de acuerdo al uso que uno le quiera dar. Se puede utilizar esta técnica para elaboración de mobiliario, decks y hasta en muros según los requerimientos de cada espacio.

7. Proceso de reciclaje del plástico

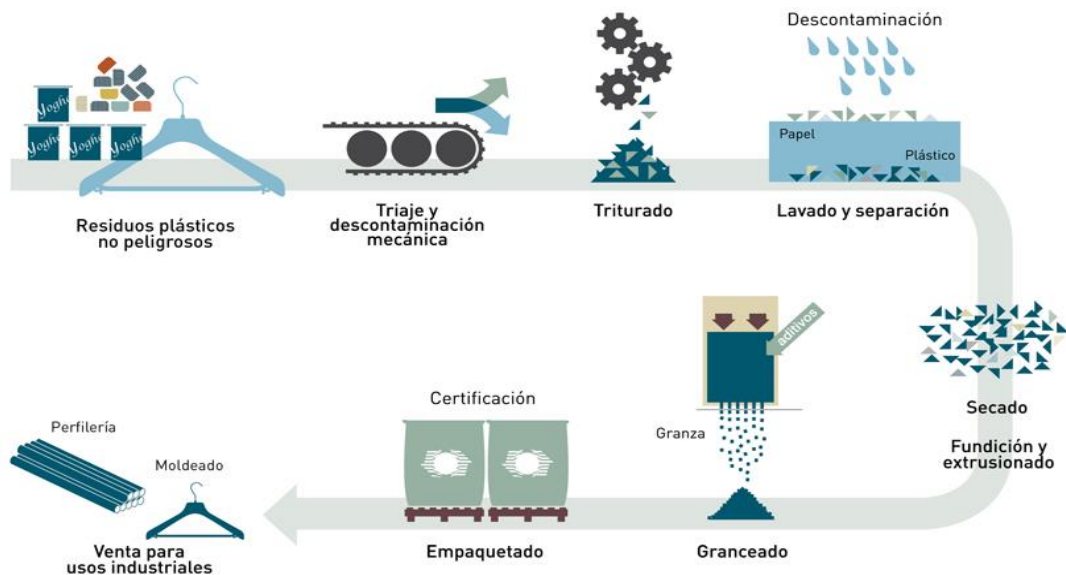


Figura 88. Fuente: Gestión de residuos, el complejo proceso de reciclaje del plástico

8. Interacción entre la flexibilidad y la rigidez del material

A modo de crear evidencias, se experimenta con diferentes tipos de plástico, en donde se buscó demostrar sus características de flexibilidad y rigidez. A pesar de ser propiedades opuestas, se complementan de buena manera, sobretodo en la idea de crear la dualidad antes mencionada del elemento conector arquitectónico.

Caso 1: Flexibilidad

De una botella de cloro se realizó la siguiente figura tras hacer varios cortes a ésta. La primera imagen muestra la permeabilidad del material en torno a una luz interior. La segunda, por el contrario, muestra esta misma estructura a plena luz de día.

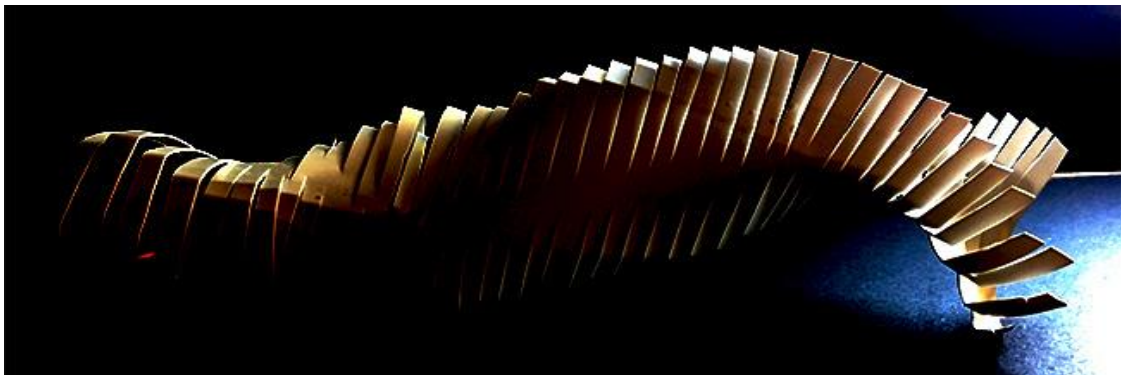


Figura 89. Evidencia 1 con luz interior.



Figura 90. Evidencia 1 con luz exterior.

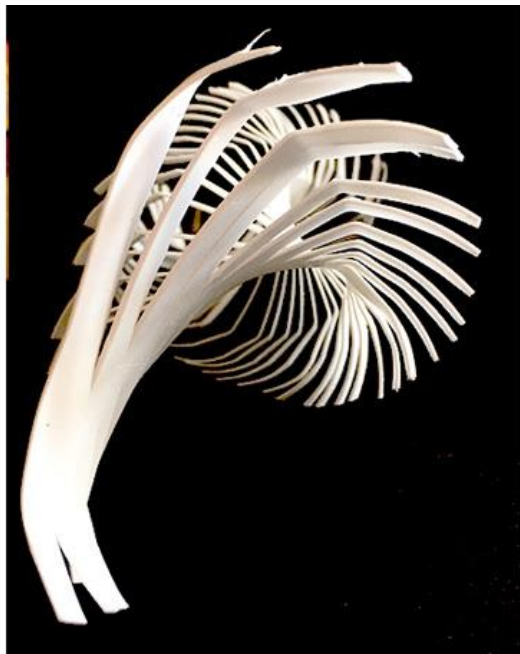


Figura 91. Evidencia 1 Centro



Figura 92. Evidencia 1 Perspectiva

Según de donde provenga el foco de luz, el material debido a sus pliegues va tomando diferentes tonalidades, marcándose a veces el contorno y otra el interior. Esta técnica se puede utilizar para construir mobiliario interior y exterior para recintos.

La flexibilidad del plástico se puede utilizar como un recorrido lúdico el cual contenga el programa educativo de los talleres y espacios de recreación creando diferentes sensaciones al interior de estos recintos a través de un juego de luz de acuerdo a las perforaciones que se hagan en la envoltente del material plástico.

Caso 2: Flexibilidad y permeabilidad

En este caso, se quiere demostrar que este material no solo es flexible, sino que también posee alta permeabilidad, lo cual es útil en los sectores de envoltente exterior y cubiertas debido a la gran cantidad de precipitaciones de Chiloé, permitiendo a la vez, tener una variedad del diseño de relieve exterior debido a la flexibilidad del plástico. Esta estrategia también puede utilizarse a modo de arquitectura lúdica, demarcando y delimitando cuales son los espacios de recreación y cuáles son los recintos de trabajo productivo.

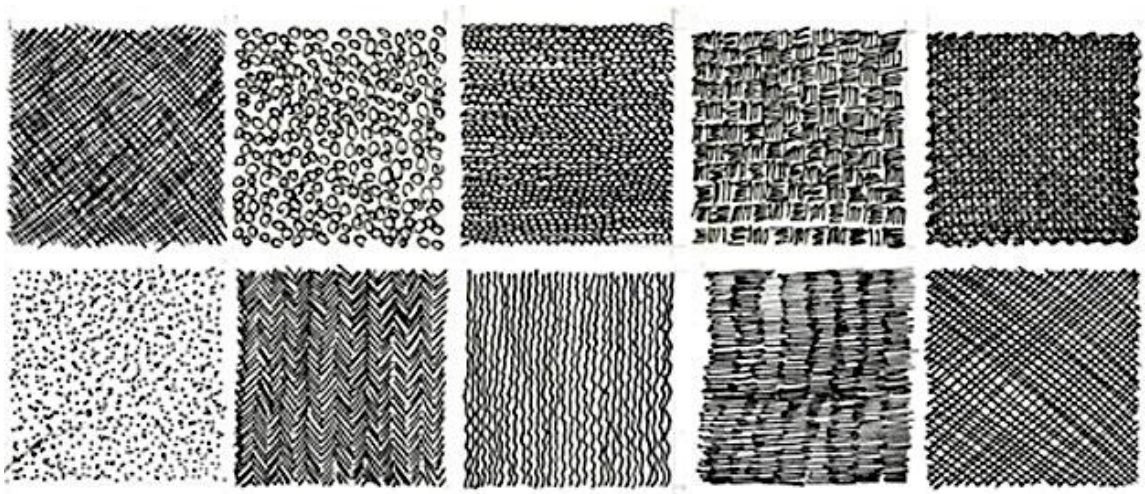


Figura 93. Fuente: Elaboración propia.

El esquema anterior muestra una serie de diseños de texturas que puede tener la envoltura para tener diferentes controles de iluminación dentro de los recintos lúdicos creando diversas sensaciones en los usuarios.

A modo de experimento, se cortaron varias botellas por la mitad, generando luego una superposición y entrelace entre éstas, llegando a una forma más orgánica.

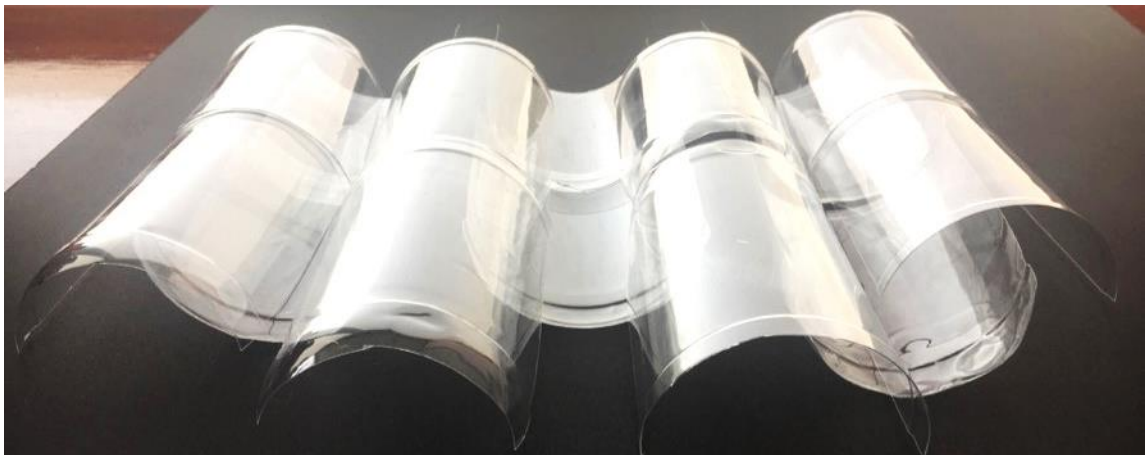


Figura 94. Evidencia 3, superposición y reflejo.



Figura 95. Evidencia 3, entrelace de módulos.

Este tipo de forma se puede utilizar como material para la cubierta de la construcción. Permite el paso de la luz natural y desagüe de aguas lluvias según la pendiente necesaria. Además, estos módulos se pueden lijar para tener una superficie con mayor opacidad y no completamente translúcida. Por lo tanto, se pueden crear variedad de diseños ortogonales y orgánicos dependiendo del uso que se le quiera dar al material de acuerdo al programa.

Caso 3: Rigidez

Esta propiedad es el opuesto de la flexibilidad, por lo tanto, se relaciona con la parte del circuito rígido, de la estructura, la cual compone el sector productivo. Formaría la parte de la materialidad del elemento conector entre tierra y mar.

Se ubica la parte rígida en todo el circuito del proyecto y la zona lúdica antes mencionada sobre el agua, relacionándola así también con el movimiento de ésta como algo flexible.

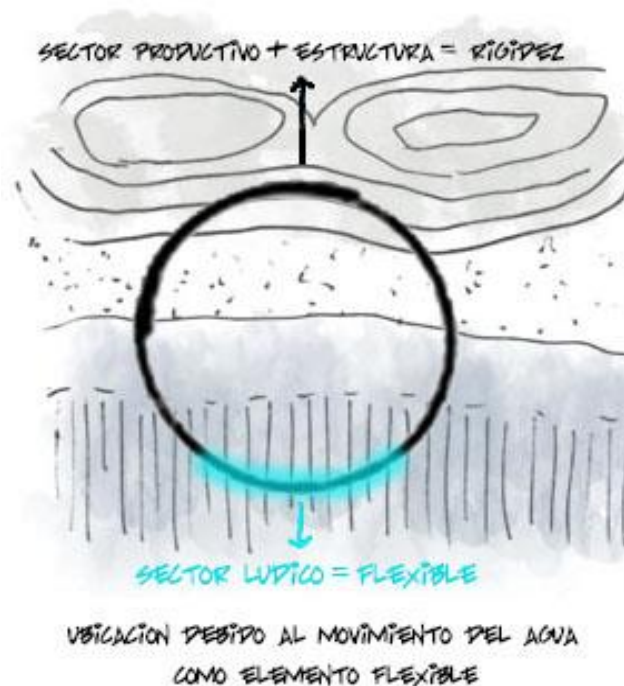


Figura 96. Fuente: Elaboración propia.

Como muestra, se utilizaron tiras de botellas PET para luego entrelazarlas entre sí, generando un cubo entramado, permitiendo ver la flexibilidad del material tanto como propiedad como en uso. El entramado fue doble, teniendo como resultado mayor resistencia y rigidez de éste.

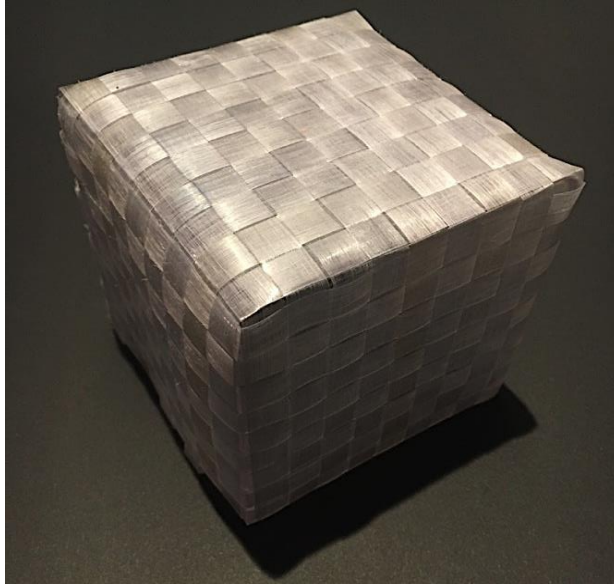


Figura 97. Evidencia 5, cubo de tiras de botellas de plástico

Estas pruebas con los diferentes tipos de desechos de polietileno, demuestran la adaptabilidad del material para poder crear nuevos y variados elementos constructivos reciclados a partir de una misma materia prima, el plástico.



Tesis de Magister en Arquitectura presentada a la
Facultad de Arquitectura y Arte
de la Universidad del Desarrollo para optar al
grado académico/ título profesional de
Arquitecto con mención en **Sustentabilidad**,
y grado de **Magister en Arquitectura**
con mención en
Diseño y Construcción Sustentable.