



CALOTE

reutilizando desechos chilotes



Alumna
M. Ignacia Würth Naveillan

Profesor guía
José Manuel Allard

Tesis presentada a la Escuela de Diseño de la Pontificia Universidad Católica de Chile para optar al título profesional de Diseñador

Diciembre 2018
Santiago, Chile



DISEÑO | UC
Pontificia Universidad Católica de Chile
Escuela de Diseño



CALOTE
reutilizando desechos chilotes

Alumna

M. Ignacia Würth Naveillan

Profesor guía

José Manuel Allard

Tesis presentada a la Escuela de Diseño de la Pontificia Universidad
Católica de Chile para optar al título profesional de Diseñador

Diciembre 2018
Santiago, Chile



DISEÑO | UC
Pontificia Universidad Católica de Chile
Escuela de Diseño

Agradecimientos

Gracias a todos los que fueron un apoyo importante en la realización del proyecto. Tanto a mi familia y amigos quienes estuvieron siempre ayudando con la mejor disposición, especialmente mis papás.

Gracias a mi profesor guía Jose por su tremendo entusiasmo y optimismo que, sin duda, fue clave para seguir adelante cada día.

0

Mar adentro

0.0 Introducción

1

2

Cultura chilota

2.1 Pérdida de la identidad
2.2 Interacciones críticas
2.3 Conclusiones

22

24

25

4

Estado del arte tejuelas

4.1 Tejas chilotas

4.2 Diseño de tejuelas

4.3 Tejuelas actuales

40

41

42

1

A la deriva

1.1 Chiloe crítico
1.2 Industrias
1.3 Residuos
1.4 Las conchas
1.5 Cal Austral
1.6 Marco Legal

4

6

12

14

16

19

3

Exploración de materiales

3.1 Bioplástico
3.2 Resina Epoxy
3.3 Concha pulida
3.4 Cal
3.5 Cerámica
3.6 Cemento
3.7 Conclusiones

28

30

31

32

33

34

36

5

Conociendo las materias primas

5.1 Producción de la arcilla

5.1.1 Producción de la cerámica

5.2 Producción del cemento

5.2.1 Producción del hormigón

5.3 Impacto Ambiental

46

47

48

49

50

6

Exploración final del material

6.1 Metodología general	54
6.2 Cemento	56
6.3 Cerámica	60
6.4 Conclusiones	62

8

Ejecución

8.1 Metodología general	72
8.2 Simulacro I	74
8.3 Prototipos I	76
8.4 Prototipos II	78
8.5 Simulacro II	80
8.6 Prototipos III	82

10

Calote

10.1 Concepto	98
10.2 Identidad Visual	99
10.3 Proyecciones	101
10.4 Ciclo de vida Calote	102
10.5 Servicio de compra	104
10.6 Embalaje	105
10.7 Modelo de negocios	106
10.8 Costos	107
10.9 Estado de Resultados	108

7

Formulación

7.1 Contexto	66
7.2 Oportunidad de diseño	66
7.3 Proyecto	66
7.4 Usuarios	67
7.5 Atributos de valor	67
7.6 Antecedentes y referentes	68

9

Testeo

9.1 Fabricación del panel	86
9.2 Puesta en escena	88
9.3 Validación	94

11

Saliendo a flote

11.1 Conclusión	110
11.2 Referencias	112



MAR ADENTRO



0.0 Introducción

La iniciativa de investigación surge gracias a una experiencia personal al trabajar en *La Pesca de los Mekis*, una tienda familiar que comercializa pescados y mariscos. Luego de la jornada, vi cómo cientos de conchas -de almejas, choritos y ostras- eran amontonadas, arrojadas a una bolsa de basura y finalmente acopiadas durante días en el basurero para luego ser transportadas a los vertederos municipales causando problemas de espacio y olor. Queda en evidencia que no se es consciente del ciclo de vida que tienen los recursos naturales que nos rodean, especialmente uno tan imponente como el mar, pudiéndose aprovechar al máximo la materialidad y propiedad de sus variadas especies.

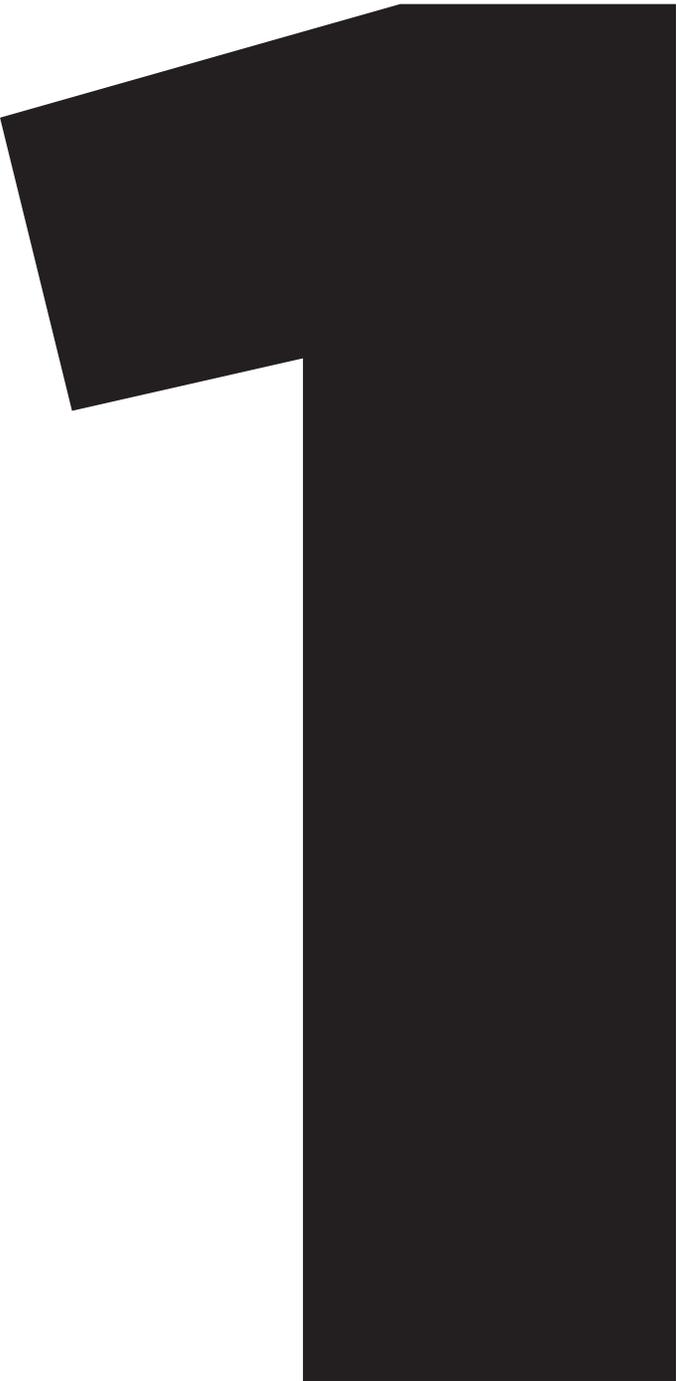
Chile se distingue por ser de singular geografía, logrando que su larga y angosta faja de tierra sea auténtica y especial para los que habitan en ella. Bordeando los 4.200 kilómetros de longitud terrestre se proyecta una profunda y extensa masa líquida de agua, convirtiéndose en uno de los países con mayor línea costera del mundo que, junto con las 200 millas marinas de zona económica exclusiva, gozan de ecosistemas con gran riqueza y biodiversidad. Sus características netamente marítimas hacen comprensible el gran despliegue de actividades pesqueras y acuícolas desarrolladas en los últimos años, evidenciando ventajas productivas altamente valoradas tanto en el mercado nacional como internacional.

Colindar con el Océano Pacífico condiciona el clima, las costumbres y, por sobre todo, la historia de los pueblos costeros. Esto implica asumir que se nos ha proporcionado generosamente un medio posible para la subsistencia y aún así pasa desapercibido el respeto y cuidado que éste

merece. La economía ha forzado la dependencia a los recursos marinos logrando, por un lado, que el aumento expansivo del desarrollo y producción genere números positivos pero, por otro lado, que se originen múltiples efectos negativos sobre el medioambiente que a largo plazo incumben a todo el planeta. Por lo tanto, ¿cómo devolverle el respeto al mar para lograr una armonía ecológica?

Frente a esta problemática surge la idea de investigar el tema de los residuos y satisfacer nuevas necesidades desde el diseño. La materia residual como tal es considerada un problema complejo ya que al desecharse no hay cómo eliminarla, por lo que su obtención no es un impedimento sino más bien una oportunidad para dar vida, valor y función a algo que nunca muere.





A LA DERIVA

1.1 Chiloé crítico

1.2 Industrias

1.3 Residuos

1.4 Las conchas

1.5 Cal Austral

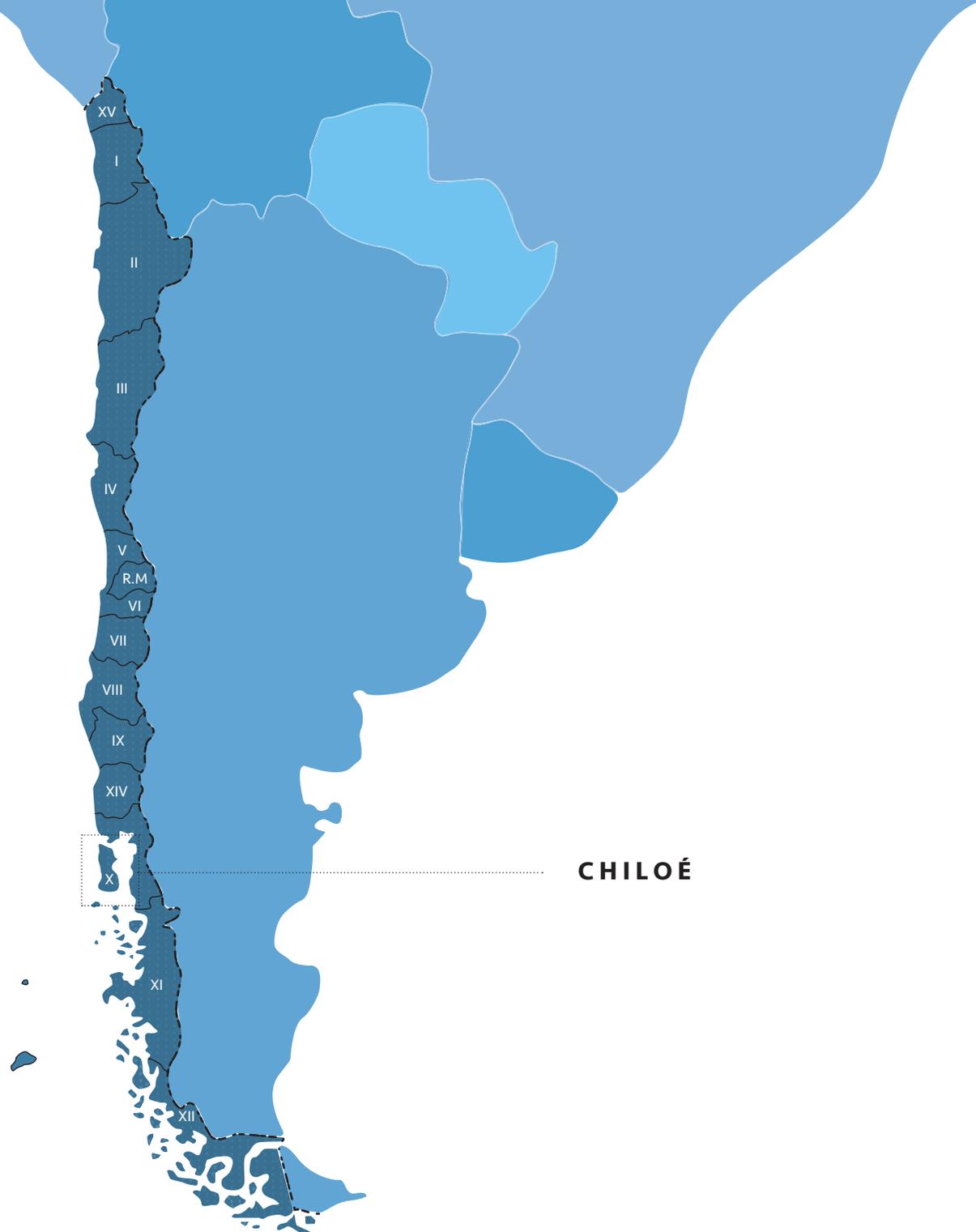
1.6 Marco Legal

1.1 Chiloé crítico

Chiloé se ubica en la zona norte de la Patagonia Chilena, X Región de Los Lagos. Es un archipiélago conformado por una Isla Grande -segunda mayor de Sudamérica- y treinta islas menores además de decenas de islotes y roqueríos que cubren una extensión de 9.181 km² y una longitud de 180 km de norte a sur (Ministerio del Interior y Seguridad Pública, 2018).

Debido a su ubicación geográfica, posee una atmósfera climática bastante particular donde influyen distintas variables. Predomina un clima templado lluvioso con influencia mediterránea en el sector norte. La temperatura media sólo alcanza los 11°C y por la homogeneidad del relieve no hay mucha variación en las mínimas. Sin embargo con la precipitaciones ocurre lo contrario, las lluvias oscilan entre 1.330mm y 2.000mm de agua caída debido a la discontinuidad de la presión, altura y humedad que generan las masas de aire que producidas por el mar. En cuanto al sector centro y sur de la isla lo cubre un clima templado frío con máximo invernal de lluvias debido a su cercanía a las regiones más frías. El promedio anual de temperatura es menor a los 10°C variando sólo por sus fuertes vientos, siendo intensas las precipitaciones el año completo (Icarito, 2018).

La población data más de 150.000 personas viviendo en el territorio y es una de las provincias más rurales de Chile. La mayoría se concentra en el sector nororiente de la isla, donde los vientos son de menor intensidad al igual que las precipitaciones por la presencia de la cordillera de la Costa (Icarito, 2018). Esto condiciona que las principales ciudades se asienten en tierras aptas para la agricultura así como también en bahías y canales que permitan la comunicación y transporte para su intensa actividad marítima. En contraste, el sector occidental está mínimamente poblado debido a las acantiladas tierras y playas de escasa amplitud mareal. Sin embargo, su interior está cubierto por densos y amplios bosques que permiten refugiar la biodiversidad de la zona, incluso, bajo la protección del Estado (Geute, 2018).





“

En Chile, el 68% de los vertederos opera al margen del reglamento, sin permisos sanitarios o ambientales. Es decir, casi 7 de cada 10 lugares en los que hoy se deposita la basura que una persona elimina de su casa, funciona de manera irregular.

(Yévenes, 2012)

www.chiloenoticias.cl
Playa de Isla Lemuy, Puqueldón

A medida que se ha ido desarrollando la isla, los chilotes han logrado establecerse como una población activa a pesar de estar desconectados del territorio continental, logrando aportar especialmente al ámbito económico gracias a su nivel industrial pesquero y acuícola.

Lamentablemente este aislamiento ha provocado que no existan servicios residuales estables y capacitados para el uso de toda la población. Esto ha promovido que la situación de Chiloé pase a ser un problema grave ya que está infestado de basura tanto domiciliaria como industrial. Por lo tanto, al no haber lugar donde almacenarla, se bota a la intemperie provocando daños que afectan a largo plazo tanto a la población como a la infraestructura de la isla.

Se analizó la situación de los vertederos de las comunas de Ancud, Castro, Chonchi, Curaco, Dalcahue, Puqueldón, Quellén, Quellón, Quemchi y Quinchao, los cuales reciben generalmente residuos domiciliarios, a excepción de los vertederos en Quellón y Ancud que reciben, además, restos de mariscos. Actualmente la isla concentra 10 establecimientos de disposición final de residuos sólidos, de los cuales 6 cuentan con resolución sanitaria y los 4 restantes ubicados en las principales comunas -Ancud, Castro, Quemchi y Quellón- además de recibir decomisos de mariscos que intensifican el hedor, no cuentan con autorización para su operación. Más aún, existen otros vertederos clandestinos que no cumplen con la totalidad del trámite legal mínimo para este tipo de instalaciones, por lo que las únicas dos salidas es adecuarse

a la legislación vigente, o bien, deben ser clausurados ya que la falta de fiscalización diaria de los residuos y el nulo control sobre ellos es aún un tema pendiente por resolver (Szantó, 2009).

Martin Thiel, biólogo marino y director del programa *Científicos de la basura* está investigando la gravedad de la situación en Chile. Años atrás, tras de descubrir que los habitantes sureños utilizan como basureros a los ríos y canales y se diera cuenta que la lluvia del invierno conduce los desechos hacia el mar, situó en estado crítico al país manifestando una grave perturbación frente a la biodiversidad presente y hace un llamado de atención a las industrias presentes (González & Palavicino, 2016).

Industria Acuícola

Desde mediados del siglo XIX, Chiloé empezó a fundar importantes pueblos que se dedicaron a la industria. Estos fueron Quellón, Dalcahue y Chonchi, los cuales desde sus inicios han contado con el mar como proveedor principal para llevar el mando de los recursos marinos, potenciando una incuestionable fortaleza frente a las demás regiones. Tal ha sido su éxito, que ha logrado captar el interés del territorio continental formándose así la Industria Acuícola, es decir, la manipulación del hombre en el cultivo y la reproducción de especies acuáticas en agua dulce o salada (Fundación Chile, 2016).

Desde que se instauró el rubro en el país el año 1980, se ha mostrado un notable crecimiento posicionando a Chile como el octavo país con mayores ventas en el sector acuícola a nivel mundial (CONICYT & Gobierno de Chile, 2007). En cuanto al nivel nacional, "es el tercer mayor sector productivo que factura más de U\$4,5 mil millones al año y emplea a más de 45 mil personas" (Fundación Chile, 2016). Además, las tasas anuales acuícolas demuestran un 8,9% de aumento en comparación con el 1,2% de la actividad pesquera tradicional (Tacon, 2003), hecho que confirma que la disponibilidad o variedad de peces sin manipulación externa ha alcanzado su límite y por efecto provocan una mayor dependencia de la acuicultura en el futuro (Josupeit & Franz, 2004). La faena incluye la extracción de tres grandes grupos: los peces, los organismos planctónicos y los moluscos alcanzando los 1.151.000 de toneladas el 2017.

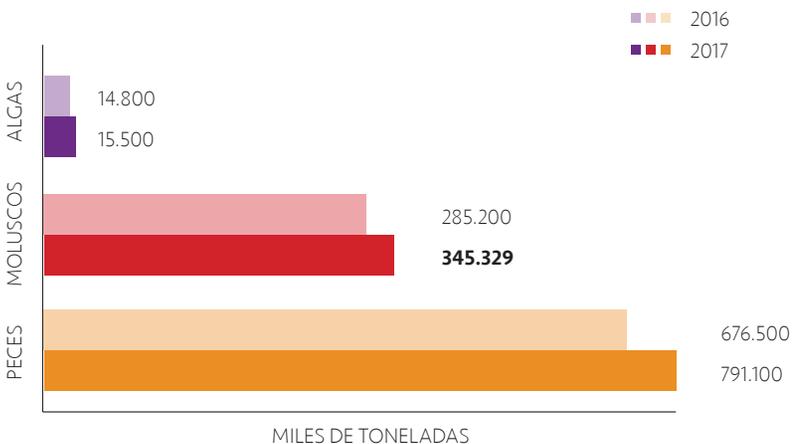


Figura 1. Cosechas por grupo de especies. Fuente: SUBPESCA, 2018.

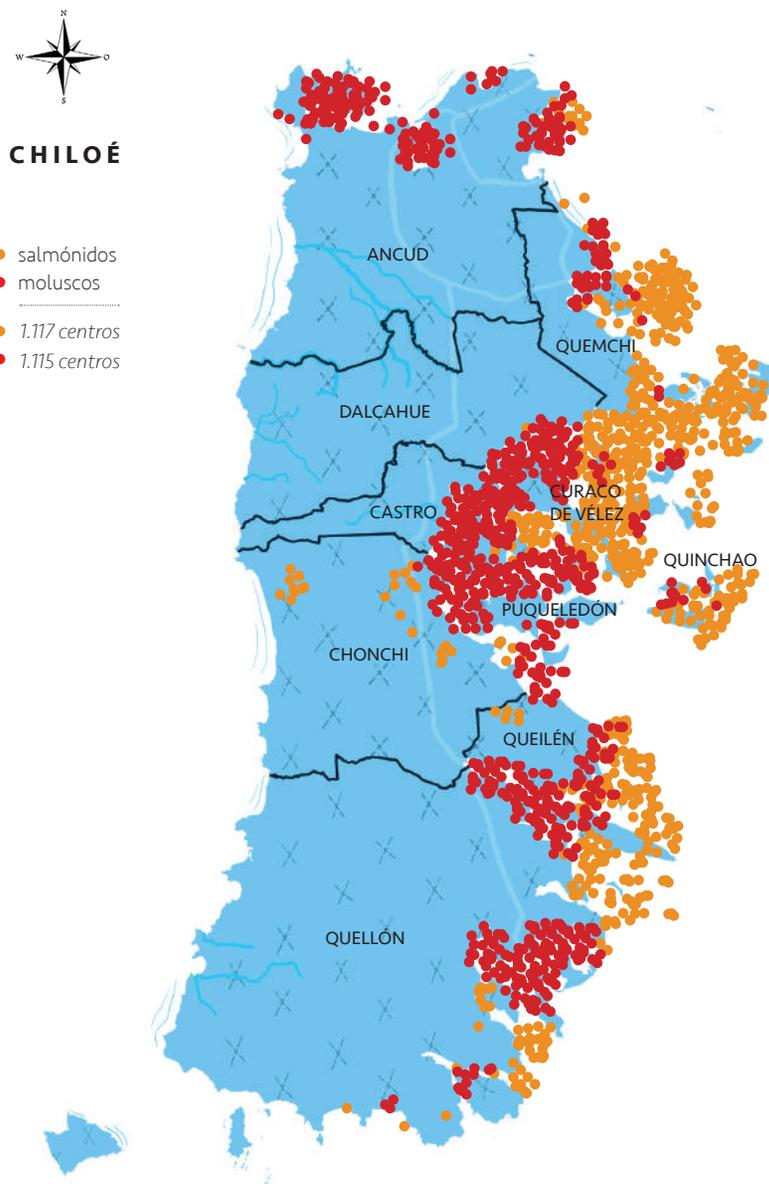


Figura 2. Mapa de centros acuícolas concesionados en la Isla de Chiloé. Los puntos simbolizan la localización del centro y el color corresponde a la especie cultivada. Fuente: Estay & Chávez, 2015.

Sub Industria Mitilicultora

Dentro del grupo de los moluscos, se encuentra la sub-industria mitilicultora que se encarga de la crianza de una especie en particular: los mejillones o choritos. Éstos pertenecen a la familia de los mitílidos y su nombre original es *Mytilus Chilensis*. Representan el mayor ejemplar cosechado de la categoría de los moluscos, lo que lo sitúa como objeto principal de la investigación.

Según los datos de la Asociación de Mitilicultores de Chile (AmiChile), el crecimiento de esta sub-industria es tan notable que ha logrado posicionarse como la segunda productora de mejillones a nivel mundial (Musquiz, 2017). Asimismo, un estudio realizado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, rectifica que la actividad va a favor para Chile evidenciando que su producción corresponde a una de las de mayor utilidad en el mercado, específicamente en los internacionales por la fuerte demanda de los países europeos (AQUA Chile, 2017).

Finalmente, el Informe Sectorial de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA) del 2018 indica que se cosecharon 337.408 toneladas de mejillones el año 2017 catalogando a la décima región como un tejido industrial hegemónico que concentra el 100% de la producción total de mejillones.

ESPECIE	TONELADAS COSECHADAS	PARTICIPACIÓN EN LAS COSECHAS NACIONALES ACUÍCOLAS
MEJILLÓN	337.408	29,30 %
OSTIÓN DEL NORTE	4.181	0,40 %
OSTRA DEL PACÍFICO	51	0,04 %
OTROS	3.689	0,30 %
Total	345.329	30,04 %

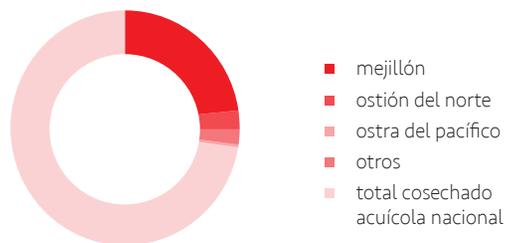


Tabla 1 y Figura 3. Especies de moluscos, su cosecha y participación en el mercado nacional acuícola el año 2017. Fuente: SUBPESCA, 2008.



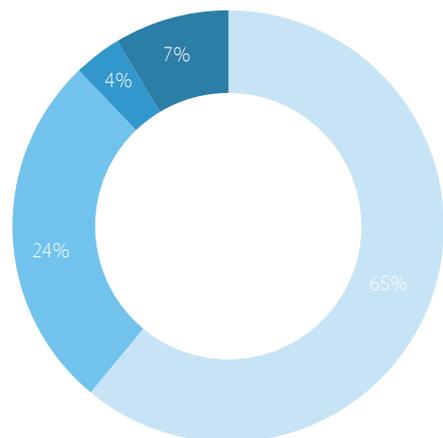
Figura 4. Disección del mejillón *Mytilus chilensis*. Fuente: Hickman, Roberts, Keen, Lanson & Larson, 2009.

Proceso de Cultivo

La fase de procesamiento y elaboración está dirigida por 40 empresas localizadas en Chiloé (Mejillón de Chile, s.f.), las cuales se dividen en categorías (A, B, C y D) según la calidad de infraestructura que poseen y los procesos realizados, permitiéndoles un manejo de exportaciones ordenado y diferenciado según las exigencias sanitarias.

CATEGORÍA	DESTINO
A	EE.UU, EUROPA Y SUDESTE ASIÁTICO
B	AMERICA LATINA
C	CONSUMO NACIONAL
D	CONSUMO NACIONAL

Tabla 2. Destinos de exportaciones de empresas mitilicultoras ubicadas en Chiloé. Fuente: Bagnara & Maltrain, 2008.



■ micro ■ pequeña ■ mediana ■ gran

Figura 5. Tipos de empresas mitilicultoras en Chiloé. Fuente: mejillondechile.cl

OCTUBRE



1.

CAPTACIÓN SEMILLAS

Se realiza en zonas de captación natural denominados semilleros o criaderos.

Una vez comprada la semilla, se procede a la instalación de ella en estructuras colgantes llamadas "colectores", que se surmergen 1 o 3 metros bajo el mar logrando la fijación de las larvas para la reproducción del mejillón. Los colectores son cuerdas de cultivo que miden 20-25 cm de ancho y 4 mts. de largo y van colgadas mediante un sistema de flotación en el agua.

2.

ENCORDADO

Proceso cuando la semilla es traspasada a una cuerda hechas de red de pesca con superficie filamentosa para permitir la fijación de la larva.



3.

DESDOBLE

Para una mejor clasificación posterior del mejillón, se confeccionan nuevas cuerdas de cultivo a partir de la cuerda inicial con la semilla pre-engordada obteniendo mejillones de tamaños similares. Así pues, el colector puede ser simple o doble.



4.

ENGORDE

La infraestructura del sistema de cultivo es llamada "long line", la cual los colectores que cuelgan logran sostenerse por medio de boyas flotantes (de plástico o poliestireno expandible) y un sistema de anclaje que evita el desplazamiento y hundimiento del sistema.

En esta etapa es crucial que la calidad de las aguas y las condiciones ambientales sean las adecuadas para el desarrollo del mejillón, por lo que se deben respetar los tiempos de cultivos. Esto finalizará cuando el peso del colector oscile entre los 45 y 70 kg.



5.

COSECHA

Por último, se levantan las cuerdas de crecimiento desde los sistemas de cultivos para posteriormente desprender los mejillones, seleccionarlos por tamaño y limpiarlos para comercializarlos. Puede ser por medio mecánico o manual y si su destino es el consumo fresco, pues simplemente se embolsa y reparte a los compradores. Por el contrario, si es para consumo masivo se debe transportar hacia las plantas procesadoras para su próximo tratamiento.

Proceso de Producción Industrial

Más que la producción para el consumo inmediato, que sería para abastecer restaurantes, ferias y caletas, se da la producción de tipo industrial para abastecer mercados tanto nacionales como internacionales.

Este recurso es procesado principalmente en 4 líneas de elaboración, siendo el congelado y la conserva las dominantes, seguido por el cocido y fresco refrigerado en menor cantidad debido a que la mayor parte de la producción es exportada. Asimismo, esta elaboración se da en 3 formatos: en carne sola que se empaca al vacío, en concha entera y por último, en media concha.

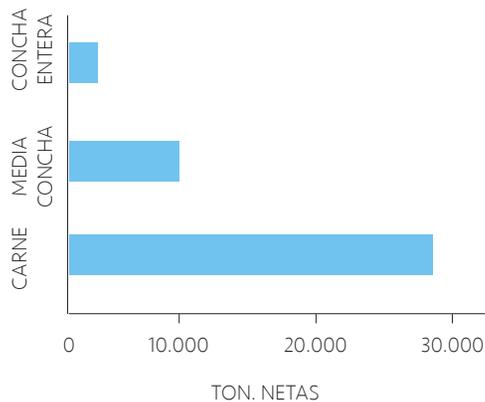


Figura 6. Exportación de mejillón cocido congelado por línea de elaboración el 2011. Fuente: Manzanares, 2013.



1.

RECEPCIÓN

Se transporta en camiones la materia prima que viene en sacos de 25 a 30 kilogramos a la planta procesadora y se reciben en el área de recepción para su posterior lavado.

2.

LAVADO Y CALIBRADO

Se vierten los sacos en las *tolvas industriales, luego bajan hacia la cinta transportadora e ingresan a la desgranadora que lava y desgrana los mejillones. Una vez terminado, siguen hacia un control de calibración donde los separan según 3 categorías de tamaño: pequeño, mediano y grande.

**tolva industrial: embudo de gran tamaño destinado al depósito y canalización de materiales granulares o pulverizados.*



3.

DESBISADO

Para un mejor control, se transportan a la planta de proceso de materia donde les sacan los bisos u otra materia orgánica al mejillón de forma mecánica.



4.

COCCIÓN

Se introduce en un tanque presurizado a vapor con tecnología de horno infrarrojo, o bien, de shock térmico según el tipo de producto con la finalidad de darle un tratamiento térmico para asegurar la completa apertura de las valvas y facilitar el proceso en la etapa siguiente. Posteriormente se le da una cocción en agua asegurando un tratamiento seguro y amigable puesto que minimiza su deshidratación. Así se garantiza la calidad del producto ya que compromete la salud de los consumidores.



5.

DESCONCHADO

Luego, el producto se traslada por las cintas transportadoras hacia el desconchador. Es un equipo de vibrado que separa al molusco, quedando por un lado la carne y por otro la concha. Una vez desconchado, la carne es recogida y empujada por corrientes de agua dirigiéndola a la otra etapa. En cuanto a la concha, ésta se traslada hacia un triturador para su eliminación.



6.

SELECCIÓN

El producto va pasando sobre la cinta transportadora y el personal capacitado realiza el control de calidad del producto de forma manual y selecciona los mejillones aceptables. Toda materia extraña, residuo sobre el mejillón o incluso el tamaño es requisado en esta etapa. Luego, los seleccionados pasan por un túnel de congelación rápida alcanzando la temperatura requerida que impide la formación de cristales de hielo en la carne. Finalmente, se calibra según los tamaños de venta.



7.

EMPAQUE

El producto final se dirige hacia la sala de empaque donde se almacena y envasa a granel para completar los pedidos de cada cliente terminando con su despacho.

Tipos

En Mayo del 2017 se visitó personalmente la planta de SudMaris Chile S.A, una de las grandes empresas de categoría A, pudiendo presenciar el proceso productivo del mejillón en sus tres formatos: la carne con concha, media concha y por último, sin concha.

Se constató que al término del proceso quedan residuos de pallets e insumos plásticos que se pueden reciclar al final de su vida útil. En cambio, el poliestireno expandido (P.E.S) utilizado en las boyas durante el cultivo, es un tema importante ya que hay muchos restos repartidos en varios sectores costeros de la isla. Esto sucedió en respuesta al cambio normativo que regula la actividad mitilicultora luego de prohibir el uso de flotadores de P.E.S y remplazarlos por nuevos de plásticos.

Según un estudio realizado el 2017 por el Laboratorio para el Análisis de la Biósfera de la Universidad de Chile (LAB), existen más de 30 toneladas de escombros depositados solamente en la playa de Detif y se estiman 57.000m³ en total (CNN Chile, 2018). Asimismo, los reportes del 2016 de DIRECTEMAR dicen que se trata de 141,8 km lineales de orilla infestada por este residuo. El P.E.S es tóxico y resulta que al desintegrarse en partículas blandas y pequeñas es imposible de limpiar afectando a la fauna del lugar y su paisaje (LAB, 2017).



Chiloé ha sido devastada por una industria cuyo crecimiento está fuera de control y que no cuenta con planes adecuados de respuesta ante este tipo de crisis.

Matías Asun

(Greenpeace Chile, 2017)



Aunque parezca insólito, otro significativo y complejo residuo acumulado de la subindustria miticultora, resultan ser las conchas sobrantes del proceso productivo (El Mostrador, 2017).

Se trata de un considerable volumen que corresponde a casi un tercio de la cantidad total de mejillones cosechados, por lo tanto se estima un total de 92.304 toneladas de conchas acumuladas anualmente, que si lo traspasamos a cantidades diarias corresponden a 9 transantigos cargados completamente de conchas.

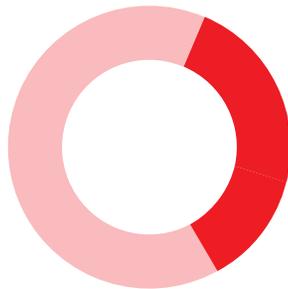
La problemática fundamental radica en la cantidad de metros cúbicos que utilizan en los vertederos habiendo poco espacio suficiente. Esto ocurre especialmente durante la temporada alta de cosechas, ya que las toneladas de conchas acumuladas al día agudizan aún más la dificultad que significa deshacerse de ellas. Además, la descomposición de la materia orgánica que lo acompaña (restos de viandas, algas, bisos, etc.) causan un olor desagradable produciendo que el primer riesgo se haga patente a través del aire y, cabe recalcar, que la mayoría de los vertederos industriales se ubican en las zonas turísticas provocando repercusiones económicas, estéticas e insalubres (Bagnara & Maltrain, 2008).



©Ignacia Würth

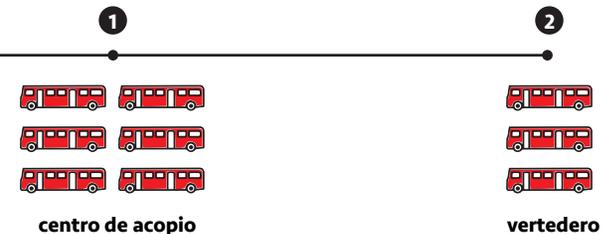
Conchas residuales dispuestas en bins, Planta Sudmaris

- conchas residuales
- total de mejillones cosechados



92.304

= 9 transantigos de clase A diarios



Fuente: Sistema de Información Transantiago, 2014.

Figura 7. Cosecha de mejillones el año 2017. Fuente: Poseck, A., comunicación personal, 28 de Mayo de 2018.

Composición

Miguéns (2016), en su estudio sobre la valorización de la concha del mejillón, se refiere a esta especie como un bivalvo rígido con dos conchas unidas por un ligamento de proteínas, las cuales desempeñan la función de ser el soporte de la vianda y protectora de los depredadores. Lo interesante está en que la estructura ósea de la concha está formada por dos minerales llamados aragonito y calcita, cuya composición es la misma: 96-97% de carbonato de calcio (CaCO_3), el resto lo constituye un 4% de fase orgánica y una pequeña proporción de agua.

La fase orgánica, a pesar de ser mínima, se cree que juega un papel fundamental en la microestructura de los cristales de carbonato de calcio ya que se forma una matriz proteica que une estas láminas cerámicas proporcionando resistencia y tenacidad.

COMPONENTE	ABREVIACIÓN	%
CARBONATO DE CALCIO (CAL)	CaCO_3	96-97
FASE ORGÁNICA	-	4
AGUA	H_2O	0-1

Tabla 3. Composición concha mejillón. Fuente: Miguéns, 2006.

Estructura

Anatómicamente, la concha está compuesta por tres capas originadas por la biomineralización del carbonato cálcico (CaCO_3): la capa exterior llamada periostraco tiene la función de proteger la capa inferior de la abrasión y disolución; la capa media denominada prismática es la más gruesa y su nombre alude a su estructura formada por prismas de calcitas paralelos entre sí; finalmente la capa interior se conoce como nácar y podría ser clasificada como un compuesto biomineralizado ya que se compone de aragonita laminar cuya orientación es paralela a la superficie y está unido por una matriz orgánica muy proteica que le otorga resistencia (quitina). A través de una fotografía obtenida por microscopía electrónica de barrido (MEB) se detalla esta formación (figura 16), conocida como una estructura de ladrillo y mortero (Martínez, 2016).



Figura 8. Disección del mejillón *Mytilus chilensis*. Fuente: Hickman, Roberts, Keen, Lanson & Larson, 2009.

Propiedades del carbonato de calcio

El Doctor James Morris, científico del Royal Belgian Institute of Natural Sciences, denomina a las conchas acopiadas como “un colosal desperdicio de biomateriales potencialmente útiles” por su excelente concentración cálcica. (Morris, Backeljau & Chapelle, 2018, p. 1).

Se ha estudiado que la versatilidad de este compuesto químico obtenido luego de un simple proceso de calcinación y molienda de la concha, es capaz de aplicarse en formato gravilla (trituradas) y polvo. En cuanto a la gravilla, se ha detectado el uso de conchillas trituradas en losas de casas danesas otorgándole la propiedad de aislante térmico presentando un valor U de 0,13 W/mK, es decir, su transmitancia térmica es similar a la de materiales convencionales de construcción (Munch-Andersen & Møller, 2004). En aquel mismo estudio, se menciona a las conchas de bivalvos como un impedimento de la humedad ya que presenta bajos valores de capilaridad si se compara con otros materiales granulares. En cuanto al formato polvo, se ha utilizado en tres aplicaciones diferentes. Primero como reemplazo del cemento o arena en la producción de concreto logrando las mismas capacidades mecánicas y de resistencia (Fuenzalida, 2015). Segundo, se ha utilizado como fuente de calcio para la alimentación de animales, específicamente de aves, ya que es un suplemento alimenticio necesario tanto para el desarrollo como la formación de cáscaras de huevos resistentes (Ravindran & FAO, s.f.). Y tercero, como fertilizantes corrigiendo el PH de suelos ácidos proporcionando un ambiente alcalino capaz de disminuir la presencia de patógenos, siendo posible su uso único o combinado con otros materiales (Báez, Castro, Louro & Valladares, s.f.).



Diferentes construcciones danesas con concha de mejillón



Alimentación avícola



Fertilizante de suelos

Carbonato de calcio tradicional

A modo de paréntesis, el carbonato de calcio tradicional viene de la extracción de la caliza, una roca mineral muy cotizada en la actualidad que la transforman en 3 diferentes formatos: carbonato de calcio, óxido de calcio y por último, hidróxido de calcio. Estos pasan por un proceso de calcinación obteniendo tamaños y grados de pureza específicos que permiten la fabricación de una amplia gama de productos que van desde medicamentos hasta papeles. También es comúnmente utilizado en la industria del plástico para disminuir los costos de la resina sirviendo como carga de relleno o aditivo logrando mejorar ligeramente la resistencia, viscosidad, estabilidad dimensional, la apariencia superficial, el color, la dureza y la conductividad del material (Gómez, 2007).

Sin embargo, un estudio sobre la comparación de los compuestos químicos del carbonato de calcio caliza con el carbonato obtenido de las conchas (cal), arrojó viables similitudes en cuanto a la cantidad y calidad que tiene el mineral a pesar de la diferencia del tamaño de partícula (Hamester, Santos & Becker, 2012, p. 205). Por lo tanto, se hace factible el reemplazo implicando un proceso industrial más simple, de menor consumo de energía, costos y de menor impacto ambiental.

La Planta

El carbonato de calcio obtenido de las conchas no compete a nivel industrial con el de caliza ya que es una alternativa menos explorada. No obstante, se ha invertido una tecnología más básica y aún así mantiene las mismas propiedades.

Bajo la inquietud del qué hacer las conchas residuales de la Industria mitilicultora, se formó la empresa Cal Austral, ubicada en Dalcahue, actuando como el único sitio de acopio en Chiloé. Esta empresa se ha dedicado al tratamiento de las conchas y la transforman en cal agrícola para usarse como fertilizantes de suelos ácidos, logrando sustituir al mineral comercial siendo más económico y amigable con el medio ambiente.

CONCHA DE CHORITO	PIEDRA CALIZA
CAL AUSTRAL (25 kg)	CAL COPRIN (25 kg)
\$ 1.580	\$ 9.370

Tabla 4. Comparación precios de la Cal. Fuente: Ahumada & Marin, comunicación personal, 18 de Abril de 2018.

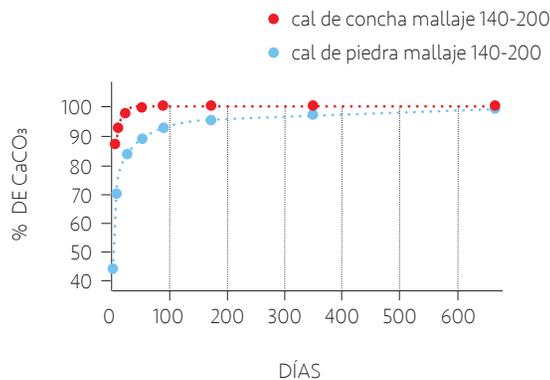


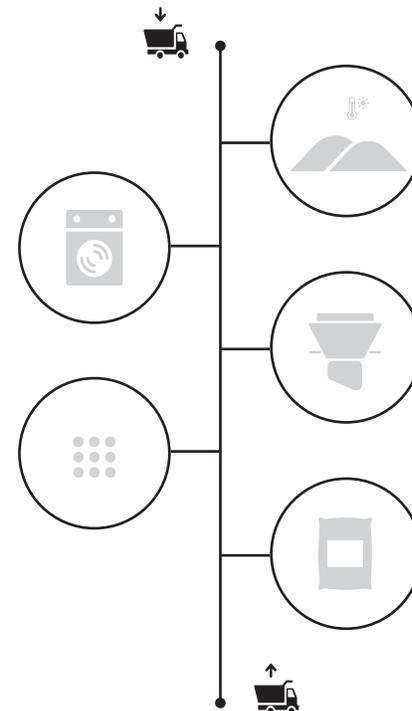
Figura 9. Reactividad de la cal para Cal Austral. Fuente: Ramírez, Pinochet & Suárez, 2005.

Volumen

En el informe estadístico de la empresa (Cal Austral, 2017) se detalla que el año 2017 recibieron **48.281** toneladas por m³, es decir, casi la mitad de todas las conchas residuales acumuladas de la industria. Los proveedores corresponden a las grandes plantas productoras de la isla quienes envían gratuitamente estas conchas para deshacerse de ellas y a la vez y abastecen con materia prima a la planta de Cal Austral, siendo esa la principal razón de su bajo costo.

Proceso productivo

En Cal Austral ingresan las conchas sobrantes de las principales plantas mitilicultoras de la isla, ya sean enteras o trituradas, y se les exige que vengan limpias y sin carne. El proceso productivo consta de cinco etapas, primero las conchas se secan a la intemperie por un par de meses para que toda la materia orgánica sea eliminada naturalmente. Segundo, pasan al secador rotatorio el cual extrae toda la humedad restante. Tercero, son conducidas a la tolva del molino en donde quedan pulverizadas. Cuarto, el material pasa a través de un sistema de clasificación granulométrica. Quinto, una vez clasificado según el micraje requerido, pasan a ser envasadas para su comercialización (Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, s.f.).





Planta Cal Austral, Dalcahue
©Ignacia Würth



*Planta Cal Austral, Dalcahue
©Ignacia Würth*

Upcycling

Hoy en día los mercados mundiales están cada vez más atentos a los modelos productivos empleados en las empresas. El modelo económico lineal, que consiste en “tomar, hacer y desechar”, produce una inestable generación de residuos logrando la inclinación de las empresas hacia una producción responsable. Esto ha revolucionado el modelo hacia una alternativa de subsistencia llamada Economía Circular, en donde el concepto de upcycling se hace latente, es decir, se transforman los insumos para mantener su utilidad y evitar su desperdicio (Ellen Macarthur Foundation, s.f).

Cambios legislativos

Años atrás, el sector mitilicultor percibía como un plus el contar con una certificación ambiental, sin embargo ahora es una exigencia. El 2013 las instituciones Innova-Chile y CORFO financiaron un estudio llamado Generación y difusión de conocimiento en torno a la certificación ambiental y eco-etiquetado para la mitilicultura chilena (AQUA Chile (AVS), 2013), en el que los participantes eran las empresas mitilicultoras y proveedores. El objetivo era la necesidad de comenzar el desarrollo de una *Life Cycle Analysis* concluyendo que la certificación a través de las eco-etiquetas o sellos produce efectos positivos sobre los productores, el mercado, el consumidor y el medio ambiente, a pesar de que sea una inversión a largo plazo.

En cuanto a los productores, el que se adhieran a un programa de certificación y sumarse a la tendencia ecológica, es visto como una manera efectiva de evidenciar el compromiso con el medio ambiente para atraer clientes. La figura 10 muestra que más de la mitad de las empresas estarían dispuestas a invertir en un sello, principalmente en el área ambiental del ciclo de vida del producto, ya que corresponde a la segunda prioridad de certificación tal como muestra la tabla 5.



Figura 10. Reactividad de la cal para Cal Austral. Fuente: Ramírez, Pinochet & Suárez, 2005.

Ley R.E.P

En Junio del 2016 se aprobó en Chile la Ley 20.920 llamada Responsabilidad Extendida del Productor (R.E.P), la cual obliga a los fabricantes a gestionar y financiar los residuos con el objetivo de disminuir los desechos impulsando su revaloración y reciclaje (AQUA Chile, 2017).

Si bien, como primera etapa se establecieron a los aceites lubricantes, aparatos eléctricos, baterías, envases y neumáticos como productos prioritarios, expertos estiman que el primer impacto dentro de la industria de mejillones será en la distribución y packaging de los productos, pero que no tomará mucho tiempo en afectar al resto de sus residuos.

RANKING	PRIORIDAD DE CERTIFICACIÓN
1	Sanitaria
2	Ambiental por análisis de ciclo de vida
3	Huella de carbono
4	Ambiental a través de buenas prácticas
5	Ambiental a través de normas

Tabla 5. Resultados de ejercicio de priorización respecto a prioridades de tipos de etiquetas ambientales para la industria mitilicultora. Fuente: AQUA Chile (AVS), 2013.





CULTURA CHILOTA

2.1 Pérdida de la identidad

2.2 Interacciones críticas

2.3 Conclusiones

Mar + tierra



El archipiélago de Chiloé conforma un universo cultural propio logrando una de las identidades regionales más típicas de Chile. El origen de la sociedad chilota viene del mestizaje entre huiliches con españoles, misioneros jesuítas y alemanes, quienes siempre se desarrollaron en un mundo aislado del continente. Ellos propagaron la creación de diversas costumbres gastronómicas, arquitectónicas, mitológicas y religiosas que caracterizan a la zona, pero, la primera coordenada que define su mundo cultural surge anterior a eso, desde el origen y contacto del hombre con la naturaleza.

El mar es el entorno vital que orienta la actividad económica de la isla, en complemento con la tierra (agricultura). El chilote se adapta en ambos medios, tornándose en un ser peculiar e integrado, que traspasa cada elemento de esta rutina en su quehacer cotidiano. Así aprende a domar la naturaleza y a respetarla. Por ejemplo, desarrollaron productos marítimos como las canoas o *dalcas*

chilotas por los “Carpinteros de Ribera” que se basan en los conocimientos locales de las condiciones del mar austral utilizando la madera de los bosques nativos; obras de construcción como los palafitos ideados para vivir acoplado al mar para mariscar o pescar cuando bajaba la marea (Equipo LS, 2016); materiales de viviendas como las tejuelas de madera provenientes de árboles nativos tales como el mañío, alerce, coigüe o raulí (Montiel, 2015); de vestimentas como mantas y ponchos hechos de weke, lana de guanaco o posteriormente de una raza ovina chilota con marcadas características propias, pensados para la temperatura y latitud lluviosa (Museo Regional de Ancud, Colecciones digitales. (s.f); de gastronomía como el curanto, una mezcla de mariscos y papas nativas cocinadas en un hoyo en la tierra debido a la necesidad de cocinar en un clima difícil como el patagónico (Ecured, 2017); incluso el universo mitológico dota al individuo de signos y sentidos necesarios para su relación con los otros y con su entorno.

La segunda coordenada identificada que define la cultura, es el aislamiento geográfico capaz de potenciar la reciprocidad detallada anteriormente. Ahora bien, desde 1960 hasta nuestros días aquella situación cambió drásticamente y la isla fue sometida a un acelerado proceso de apertura impulsado por la Economía, debilitando su sistema social comunitario y también al mar, su principal activo simbólico y productivo. Circunstancias como el descenso de la población rural, la re-urbanización del territorio geográfico, la dependencia del cultivo marino, la contaminación de todo tipo y la pérdida de los valores tradicionales avasallados por los valores continentales significan un panorama de cambio cultural importante, en donde las manifestaciones tradicionales se transforman y alteran el universo conceptual-simbólico propio de Chiloé (Geute, 2018).

Turismo



En consecuencia, esta región cargada de misterio recibe permanentemente a familias, estudiantes y por sobre todo, turistas. Según datos de la Oficina de Información Turística de Castro, se estimó que el 2016 ingresaron a Chiloé 496.967 turistas, los que se concentran en el período de primavera-verano y han aumentado la visita de extranjeros en un 9% y visitas nacionales en un 3% con respecto al año anterior (Vidal, 2017).

A nivel regional el estudio EMAT del Instituto Nacional de Estadísticas (INE), posiciona a la región de Los Lagos como la tercera en concentrar el mayor número de *pernoctaciones durante el 2016 con 1.744.525.

**pernoctaciones: número total de noches que los pasajeros se alojan en el establecimiento de alojamiento turístico (INE, 2017).*

1.

EL MERCADO



Considerando el potente comercio pesquero-acuícola en la isla, una de las principales atracciones en cada ciudad chilota es sin duda el mercado, tanto para turistas como locales quienes van diariamente a comprar el pescado fresco o simplemente consumir ahí mismo. La observación clave durante la visita realizada el 24 de Mayo fue el constante uso de bolsas plásticas donde entregan el ceviche u otra preparación rápida a pesar del incentivo nacional de dejar de usarlas por tratarse de una zona costera. En este escenario se veían varios envases plásticos desechados en el suelo y la gente pisándolos sin darse cuenta, además llevaban más de dos bolsas plásticas casi vacías lo que no reflejaba un ambiente limpio ni consciente (poner foto de ppt seminario).

2.

CONDICIONES CLIMÁTICAS



Como se explicó en el capítulo anterior, Chiloé posee un clima húmedo y lluvioso. Durante la visita, tocó un día lluvioso y se circuló a pie por Castro, su capital. La observación clave fue que la intensidad del clima obstruye la infraestructura de la isla al estar las veredas destrozadas. En este escenario se puede ver que incluso se formaban pozas de agua impidiendo el paso peatonal además de verse desordenado y poco estético. Al día siguiente, hubo otra observación clave en la empresa Cal Austral, sucedía que el suelo no estaba conformado por tierra o maicillo sino que por la cal que ellos producen, la cual se podía notar por su color más café claro. Lo interesante es que es de granulometría tan fina que deja las huellas marcadas y, en contacto con la lluvia del exterior, se generaba una especie de barro capaz de endurecerse.

3.

PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO



Los orígenes de las viviendas chilotas remontan a humildes cabañas de paja y barro (Silva, 2004). Luego la llegada de los españoles y jesuitas impulsó el “boom de la madera” y pasaron a ser revestidas por tejuelas de madera extraídas de árboles nativos, sobre todo, del Alerce por su excelente durabilidad, resistencia a la humedad y maleabilidad. La función de este revestimiento arquitectónico se centra en la textura que el chilote construye para diferenciarse, protegerse y finalmente orientarse, ya que en el monte al no existir senderos señalados o al haber neblina tupida, se transforman en códigos cardinales ubicables. Sin embargo, a pesar de ser uno de los patrimonios más significativos para los isleños, éstas tienen una compleja mantención y su obtención es limitada a causa de la tala excesiva (Montiel, 2015). Es por eso que el Alerce está protegido a través del decreto supremo N° 490 del Ministerio de Agricultura y sólo se pueden conseguir tejuelas de árboles caídos a un costoso precio (Lignum S.A, 2014). La observación clave de la visita fue que hay varias casas con tejuelas en mal estado requiriendo una mantención constante. Además, se han visto otras soluciones como revestimientos de metal corrugado que, además de ser poco acorde a la estética del lugar, le restan el valor simbólico a la icónica tejuela chilota.

A continuación se infiere una propuesta de materialidad para cada interacción crítica según las características o propiedades que necesitaría cada solución. Luego a partir de estas tres interacciones se desarrollarán exploraciones de cal con otros materiales como concha sola, plástico, resina, cerámica, cal con agua y cemento para definir la solución final a partir de los resultados.

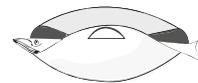
1.

EL MERCADO

Solución: soporte o envases ecológicos hechos de bioplástico con cal.

Propuesta material:

- Plástico biodegradable
- Concha entera pulida
- Cerámica
- Resina Epoxy



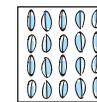
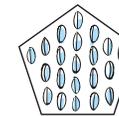
2.

CONDICIONES CLIMÁTICAS

Solución: azulejos, baldosas, pastelones o similar.

Propuesta material:

- Plástico biodegradable
- Resina Epoxy
- Concha prensada
- Cemento



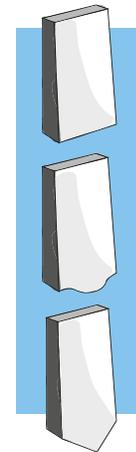
3.

PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO

Solución: tejas chilotas hechos de otro material pero manteniendo la forma para no alterar su patrimonio.

Propuesta material:

- Resina Epoxy
- Concha prensada
- Cemento
- Cerámica







EXPLORACIÓN DE MATERIALES

3.1 *Bioplástico*

3.2 *Resina Epoxy*

3.3 *Concha pulida*

3.4 *Cal*

3.5 *Cerámica*

3.6 *Cemento*

3.7 *Conclusiones*

Rescatando las propiedades del polvo de concha, durante la visita a Chiloé se tuvo la oportunidad de visitar la planta de Cal Austral quienes proporcionaron y financiaron 50 kg de cal para abastecer la experimentación.

A continuación se detallará sobre las muestras realizadas con esta materia prima y sus observaciones.

**La medida estándar para todos los ingredientes, corresponde a un vaso de 50 ml. Esto dará como resultado una cantidad suficiente para lograr los primeros experimentos.*

Preparación

A raíz de los problemas ambientales que causa el plástico, se investigó una opción menos contaminante. El bioplástico mantiene las mismas propiedades del plástico normal, es ligero, de bajo costo y flexible pero lo más notable es que se degrada en 18 meses debido a sus componentes de tipo renovables (Borràs, s.f.).

Ingredientes

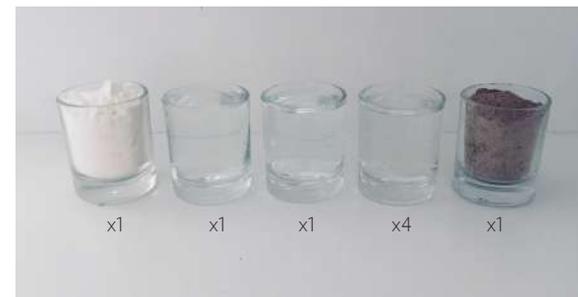
- 1 parte de Maicena para cocinar
- 1 parte de glicerina vegetal para cocinar
- 1 parte de vinagre blanco para cocinar
- 4 partes de agua
- 1 parte de Cal

Primero, se prende a fuego lento la cocina y se vierten los 4 vasos de agua en un bowl de metal seguido por la maicena, el vinagre blanco y se revuelve. Una vez mezclados, se introduce el vaso de glicerina y se revuelve sin parar hasta que la mezcla empieza a segregar pedacitos sólidos. Se continúa revolviendo y la mezcla líquida cambiará a un estado más denso hasta formarse una pasta (poner fotos, guiarse de informe seminario). Transcurridos los 9 minutos se apaga el fuego de la cocina y se introduce en un nuevo recipiente junto con la proporción de cal. Se probó con 5 proporciones distintas para medir cómo se comportaba el biomaterial obtenido:

BIOPLÁSTICO		CAL (CaCO ₃)
1	:	½
1	:	¾
1	:	1
1	:	1 ½
1	:	2

Finalmente se esparce sobre un soporte de silicona para poder desmoldarlo fácilmente y se deja reposar a temperatura ambiente por 36 horas aproximadamente (3 días) para lograr un secado correcto.

Registro



Observaciones

- *Fuego directo*: El trozo bioplástico de diámetro 7 cm se sometió a la llama por 30 segundos, éste se calentó agarrando un color naranja y luego inflamándose hasta que al retirarlo se apagó solo lentamente agarrando el color negro del carbón y emitiendo un olor molesto.

- *Aislación térmica*: Se envolvió con bioplástico de proporción 1 : ½, un pedazo de jamón crudo y se refrigeró por 5 días para ver si mantenía su estado. Alcanzada la fecha se comprobó que éste se disecó perdiendo su estado crudo, además el frío hacía que el bioplástico transpirara el agua condensada.

- *Resistencia*: La muestra resulta muy maleable al manipularse, eso sí es muy delicada y se puede rasgar con mucha facilidad.

Se concluye que todas las proporciones utilizadas son factibles a excepción de 1 : 2 ya que se resulta una masa quebradiza.



1 : ½



1 : ¾



1 : 1



1 : 1 ½



1 : 2

Preparación

Se quiso trabajar con resina por su resistencia, dureza y buena apariencia estética logrando un efecto esmaltado.

Ingredientes

- 1 parte de resina
- 1 parte de catalizador
- 2 partes de conchas trituradas

Se agregó 1 parte de resina para manualidades más 1 parte de su catalizador en un vaso, se revolvió hasta conseguir una mezcla homogénea y se agregó dos partes de concha triturada sin dejar de revolver. Una vez mezclado se introdujo al molde y se vibró manualmente para evitar la formación de burbujas. Finalmente, se dejó reposar por 36 horas (12 horas más de lo normal) ya que se veía una textura "pegote" en los bordes. Una vez captado de que no se iba secar más, se decidió desmoldar. Se infiere que fue por falta de catalizador.

Registro



Observaciones

- Las conchas quedan encapsuladas dentro de esta capa polimérica permanente tal como son, es decir, no se ve ninguna reacción química.

- *Resistencia:* La muestra resulta muy resistente ya que al catalizar, la resina queda como un plástico 100% duro capaz de soportar golpes y manipulaciones sin deformarse.

- *Fuego directo:* se sometió a la llama e inmediatamente se inflamó y derritió, perdiendo su forma rígida y emitiendo un olor molesto.

Preparación

Se quiso ver cómo funcionaba la concha pulida, si era resistente y capaz de ser transformada en un envase funcional. Para eso se tomaron 3 conchas de tamaños similares como muestras interviniendo sólo en la capa externa.

Ejecución

La primera concha se limpió con una toalla seca para quitarle el polvo y los restos orgánicos visibles como bisos pegados y el esmalte descascarado de la superficie.

La segunda se pulió por 18 minutos con el dremel, quedando totalmente lisa y de color opáco.

La tercera pasó por el mismo tratamiento de la segunda pero al final para darle un acabado más fino y brillante, se enceró con una pasta pulir tardando 10 minutos más.

Registro



Observaciones

- *Fuego directo*: Las tres conchas se sometieron a fuego directo por separado y todas se calentaron agarrando un color naranja que, al cabo de los 7 segundos, se convierte en una llama pequeña que se esfuma sola y deja el rastro del carbón emitiendo olor a quemado.

- *Resistencia*: mientras más pulida la concha, más débil y endeble es su cáscara.

Preparación

Ya que se necesitaba crear un producto que tuviese que agarrar forma y resistencia, se tuvo como primera curiosidad la experimentación de la cal con lo más básico, el agua.

El objetivo era comprobar si funcionaba como aglomerante tal como la observación detectada en la planta de Cal Austral, es decir, la formación de un barro extremadamente fino en el suelo.

Ingredientes

- 1 parte de agua
- 2 partes de cal

Para ello, se procedió a mezclar 1 parte de cal con $\frac{1}{4}$ de agua. Luego se dejó secar por 7 días para asegurarse que estaba totalmente seco y se sacó del molde. Efectivamente se obtuvo como resultado un volumen de cal endurecido capaz de mantener su forma sin problemas, quedando incluso con la forma y el detalle exacto del molde ya que su fina granulometría permite adherirse a las cavidad más pequeñas. Ante la curiosidad, se consultó en internet y se encontró que un atributo del polvo de concha es su capacidad aglomerante por naturaleza, es decir, al igual que el yeso y cemento cuando se amasan con agua, logran fraguar y endurecerse.

Registro



Muestra de cal sometida a la ducha



Muestra de cal posterior a la ducha

Observaciones

- *Resistencia:* No se demuestra una resistencia del 100% ya que al hacer fuerza sobre los cantos de la muestra, éstos se quiebran con facilidad.

- *Fuego directo:* se sometió la muestra a la llama y de a poco el borde empieza a calentarse, luego carbonizarse, al cabo de pocos segundos se prende una llama pero sólo al estar en contacto con el fuego ya que al sacarlo, la llama se apaga inmediatamente y permanece caliente. La muestra no se consume sino que queda hecha cenizas color gris.

- *Agua:* Se sometió la muestra a la ducha y al tener contacto con el agua, se desmorona lentamente tiñendo el agua color café y dejando pequeños granos de cal. Se considera esta prueba como punto de partida del proyecto ya que se concluye exitosamente que la cal es capaz de endurecerse por sí sola, sin embargo le falta otro material que lo aglomere o conglomere permanentemente. Esto abre paso a la búsqueda de exploración con nuevos materiales.

Preparación

La idea de probar con cerámica se dio luego de haber hablado con el profesor Luis Andueza de Estructuras y Materiales, quien dio un conocimiento clave para el proyecto respecto a que la concha es a un material de origen pétreo, al igual que la arcilla. Ante esto, Nelson Lagos -ecólogo marino- dice que "dentro de la ciencia de los materiales, conchas de carbonato pertenecen al grupo de las cerámicas, las cuales contienen elementos metálicos y no metálicos. Son aislantes eléctricos y térmicos, estables y resistentes a la compresión" (AQUA Chile, 2018). Asimismo, se estudió que en la antigüedad las conchas eran utilizadas como desengrasantes en la industria cerámica (Gutiérrez, 2002, p. 50) cuya función era facilitar el secado y reducir el exceso de plasticidad.

El primer objetivo era observar la reacción química entre la cal y el chamote (masa de arcilla) para ver si eran compatibles, y el segundo era ver qué ventajas podría aportar esta interacción. Se consultó a una artista experta en cerámica, Daniela Pulido, quien trabaja con gres y contó que se trata de un tipo de pasta compuesta de arcilla y materiales desengrasantes con características destacables como dureza y baja absorción de agua una vez cocida. El mayor campo de aplicación es la producción de pavimentos y revestimientos de baldosas.

Ingredientes

- (A 1) - 1 parte de pasta de arcilla roja + 1 parte de cal
- (A 2) - 1 parte de pasta de arcilla roja sola
- (B 1) - 1 parte de pasta de arcilla negra + 2 partes de cal
- (B 2) - 1 parte de pasta de arcilla negra sola

Se mezcla la cal y pasta de arcilla manualmente. Luego se seca a temperatura ambiente por 1 semana, encogiéndose y facilitando su desmolde. Finalmente se somete a una primera quema de horno a 950°C por 6 horas (baja temperatura) y luego a una segunda quema a 1245°C por 11 horas (alta temperatura). La decisión de haber hecho 4 muestras fue para comparar sus resultados.

Registro



Muestras sin cal post horno



Muestras con cal post horno

Observaciones

*La diferencia entre estas dos pastas radica solamente en que la pasta negra tiene más cantidad de zinc.

*La temperatura del horno va subiendo paulatinamente.

-*Apariencia:* luego de la reacción térmica ocurrida en las quemadas, las 4 muestras se ven mantuvieron compactas y resultando las 2 que llevaban cal más porosas que las sin cal. En la muestra roja se pueden apreciar pequeños puntos negros como si fueran los granos de cal quemados a diferencia de la negra que no se puede percatar ya que no hay contraste de color.

- *Resistencia:* las muestras resultaron muy duras, resistentes y compactas a prueba de golpes y caídas (se dejó caer a 50 cm del suelo).

- *Fuego directo:* se sometieron primero las dos muestras sin cal a la llama y al cabo de 5 segundos comenzaron a calentarse, a los 10 segundos estaba tan caliente que uno se quemaba al tocar con el dedo y al cabo de 20 segundos se formaba una pequeña llama sólo al estar en contacto con el fuego porque al sacarla, la llama se apagaba. Luego se dejaron a un lado reposando mientras se hizo lo mismo con las dos muestras con cal y ocurrió exactamente lo mismo. Finalmente las 4 muestras se enfriaron gradualmente demorándose 35 minutos en estar completamente frías.

- *Agua:* se sometieron las 4 juntas al agua y ninguna se desmoronó, sólo absorbieron agua y se secaron a los pocos minutos.

Preparación

La idea de probar con cemento nació debido a la necesidad de conglomerar la cal para evitar su desmoronamiento. El cemento es un excelente conglomerante formado por cal de caliza (CaCO_3), arcilla y otros minerales (Coordinación General de Minería, 2014 que actúa por reacción hidráulica. En la construcción se utiliza para dos tipos de mezclas, una es el *cemento sólo* que lleva agua y aditivos, y la segunda es el *hormigón* que lleva 1 parte de cemento, $\frac{1}{2}$ parte de agua y 2 partes de agregados, ya sea arena fina o gravilla (árido grueso como piedras) para dar consistencia a la mezcla, resistencia ante el desgaste de la intemperie y optimizar la cantidad de cemento para economizar costos (Moreno, 2015).

Se procedió a hacer una muestra sólo de cemento y otra de cemento + cal como reemplazo a la arena fina, para luego compararlas:

Ingredientes

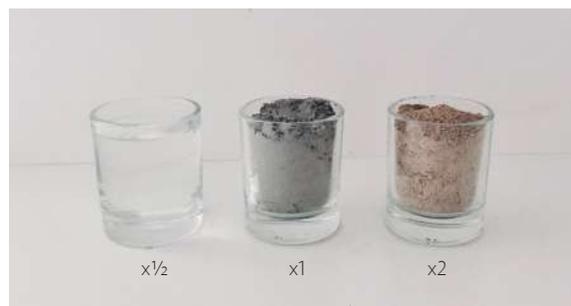
(A) - 2 partes de cemento + $\frac{1}{2}$ parte de agua

(B) - 2 partes de cal + 1 parte de cemento + $\frac{1}{2}$ parte de agua

Para la mezcla A, se parte introduciendo el cemento y luego los líquidos sin parar de revolverlo hasta lograr una consistencia espesa que luego se introduce en el molde y se deja secar por 7 días mínimo hasta desmoldarse.

Para la mezcla B, se parte introduciendo el cemento y la cal en el recipiente y se revuelven hasta que los polvos queden combinados. Luego se le agrega de a poco el agua hasta lograr una consistencia espesa, cosa que si se pone una porción en una cuchara y se da vuelta pues ésta no debe caerse de inmediato. Si sobra agua es mejor no incorporarla porque al haber un exceso tiende a una menor resistencia a largo plazo por la formación de grietas. Finalmente se vierte sobre el molde, se espera 7 días mínimo hasta estar seco y se desmolda.

Registro



Observaciones

- *Apariencia:* La mezcla B quedó más porosa que la mezcla A, ya que el cemento tiene un densidad y granulometría menor. El color resultante de la mezcla A es color grisáceo claro al ser puro cemento, en cuanto a la mezcla B quedó de una gama clara similar pero con un tono más cafésoso debido a la cal. Evidentemente se ve que la reacción obtenida fue hidráulica y no presenta ninguna anomalía.

- *Resistencia:* las muestras resultaron muy duras, resistentes y compactas a prueba de golpes y caídas (se dejó caer a 50 cm del suelo).

- *Fuego directo:* se sometió primero la muestra A (sólo cemento) a la llama e inmediatamente comenzó a calentarse. Al igual que las muestras de cerámica, a los 10 segundos estaba tan caliente que uno se quemaba al tocar con el dedo y al cabo de 20 segundos se formaba una pequeña llama sólo al estar en contacto con el fuego porque al sacarla, la llama se apagaba. Se dejó reposar al lado mientras se procedió con la muestra B (cemento + cal), la cual ocurrió exactamente lo mismo y al mismo tiempo sólo que ésta quedó marcada con la huella del fuego (carbonizada). Finalmente la muestra de cemento se demoró más en enfriar que la muestra de cemento con cal, infiriéndose que es mejor conductor térmico pero un peor aislante térmico.

- *Agua:* se sometieron las 2 juntas al agua y ninguna se desmoronó, sólo absorbieron agua y se secaron a los pocos minutos.



Una vez finalizada la experimentación de posibles materiales, se llevaron las muestras a dos personas expertas en temas de sustentabilidad e ingeniería para conocer su opinión y visión sobre los materiales estudiados. La primera reunión fue con Gonzalo Muñoz, el fundador de TriCiclos, una empresa B que busca soluciones para reducir la generación de residuos en Chile bajo una gestión sustentable del ciclo de vida de los productos y la segunda reunión fue con Mauricio López, Ingeniero civil y profesor PUC especialista en materiales y tecnología del hormigón.

A continuación se muestran las conclusiones estudiadas de cada material.

Bioplástico

En primer lugar, el material a pesar de ser compacto, se rasga fácilmente debilitando la construcción de formas y terminaciones que se quieren lograr. En segundo lugar el color, por defecto, queda café y hace falta de un pigmento potente que pueda oscurecerlo para obtener un color más amigable. En tercer lugar, a pesar de ser biodegradable, termina incentivando la dependencia al plástico que actualmente está muy normalizado. Asimismo, según Jay Sinha y Chantal Plamondon en su libro "Life without plastic", afirma que el bioplástico no es tan oportuno como promete ser, ya que si bien se requiere un 20% de material renovable, el 80% restante podrían ser resinas fósiles y aditivos sintéticos que terminan contaminando lo mismo y, peor aún, confunden el funcionamiento del reciclaje en vertederos (Martinko, 2017). Gonzalo fue muy crítico en este tema ya que el plástico es uno de los materiales que más dañan la naturaleza, del que hay en exceso y lamentablemente tienen una corta vida útil por su desechabilidad. Por último, el tema de envases es muy delicado ya que compromete el contacto con alimentos y se necesitan complejas patentes para que sea factible, por lo que se descarta la opción de trabajar con bioplástico al igual que ejecutar la interacción crítica n° 1.

Resina epoxy

Luego de hablar con los expertos se llegó a la conclusión de que, al tratarse de un polímero plástico, sucedía algo similar al bioplástico. La mezcla se ve muy estética y de fácil venta pero no se produce reacción alguna entre sus componentes, sólo se logra un efecto adhesivo "atrapando" a la concha triturada o bien a la cal, lo que impide la estimulación de las propiedades calcáreas anteriormente estudiadas. Esto afectó a las pruebas realizadas, ya que sus resultados son producto de las propiedades de la resina y no de la concha. Además, se suma que la resina en estado líquido y sólido es igual de tóxica y contaminante que el plástico descartando al material.

Concha pulida

Para este material hay que considerar que el factor tiempo es primordial.

Mientras se pulía y enceraba la concha se percató que tarda mucho tiempo, requiere precisión y además debe ser un trabajo hecho a mano por lo que la cadena productiva y su costo estimado no es viable a largo plazo. Por autorización de Gonzalo y Mauricio se descarta la opción de trabajar con la concha sola, además recalcan que es un producto muy frágil y poco maleable, siendo más importante anteponer el valor funcional por sobre el estético.

Cal

Fue muy interesante para ambos expertos y para mí la conglomeración inmediata de la cal, ya que da un primer indicio de que es factible su reacción con el agua llegando a formar un “nuevo material” similar al adobe por ejemplo. Lo positivo es que se comprueba que no es necesario otro procedimiento productivo del que ya tiene Cal Austral (ya sea más calor, limpieza o tamizado) para que funcione.

Aún así es muy necesario el agregado de otro material conglomerante o aditivos para que la masa que no se desmorone ante su manipulación y quede dura para siempre.

Cerámica

Acá se pudo ver un suceso peculiar que resulta interesante en la exploración. La apariencia porosa adquirida por la cal demuestra que efectivamente se produjo una reacción química.

Luego de investigar más acerca de la arcilla se comprobó en una investigación sobre la influencia del carbonato de calcio en la eficiencia energética de la producción de ladrillos, que la adición de este mineral (cal) permite una mejora de las propiedades físico-mecánicas del producto (Betancourt, Martirena, Day, Díaz, 2007).

Lo anterior incentivó la realización de más muestras para ver qué ocurre si se le agregan distintas proporciones de cal y cómo afecta a las propiedades de la arcilla.

Cemento

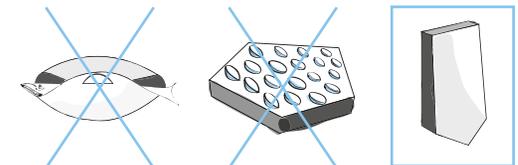
La reacción química entre la cal y el cemento también fue exitosa ya que ambos conglomerantes fraguaron en el tiempo esperado con excelentes resultados mecánicos y por sobre todo, una rigidez suficiente logrando que no se desmorone la muestra en el agua. Si bien los resultados de las pruebas con cal no difieren tanto de las con cemento, se vio que funcionan bien juntos si se usan como complementos.

Ambos son porosos y absorben agua, sin embargo tienen la facultad de resistir y no quebrarse, secándose al cabo de unos minutos. Además reaccionan parecido frente al fuego, incluso se infiere que la cal ayuda a que sea más aislante que el cemento, cosa que se puede comprobar con la ayuda de un laboratorio. Y por último, resulta interesante la textura y color que se obtiene de la mezcla, otorgando una diferenciación estética y aleatoria.

A pesar que los expertos consultados son de áreas profesionales totalmente distintas, ambos concluyeron que debía trabajar con cemento o arcilla más que plástico ya que son del mismo origen que la cal y, mejor aún, contienen cal como materia prima base. Inferen que de la exitosa reacción producida se pueden obtener ventajas ya sea minimizando costos, materia prima, o bien, dotándolo de cualidades novedosas.

Mauricio López fue muy enfático en este punto, insistió en que se debía enfocar el estudio hacia un atributo que permitiera diferenciarse de la competencia y que sirva como indicador para compararlo y valorarlo, ya que tanto el cemento como la arcilla cuentan con una buena base de resistencia, permeabilidad y fungicida (Coordinación General de Minería, 2014).

En cuanto al producto final por realizar, se analizaron las interacciones críticas restantes (nº2 y nº3) concluyendo que son muy similares e influyentes entre sí, ya que tanto las tejas como baldosas tienen que solucionar el tema de la estética y funcionalidad enfrentada a la acción climática. Sin embargo, la interacción nº3 abarca aquellos problemas de manera más integral en el sentido de que además de tratarse de un producto que debe ser pensado para el clima, es un bien necesario y vital para el cobijo y funcionamiento de una casa. Por último, y no menos importante, es que también se rescata la identidad de una cultura legendaria del país que a la larga contribuye en ingresos, popularidad y éxito. Por lo tanto, se tiene como opción tentativa trabajar con tejas como primer producto y dejar a las baldosas, pastelones o similares como subproductos de una colección posterior.







ESTADO DEL ARTE TEJUELAS

4.1 *Tejas Chilotas*

4.2 *Diseño de tejuelas*

4.3 *Tejuelas actuales*

Historia

La tradición del trabajo en madera en Chiloé nació por búsqueda de soluciones constructivas capaces de resistir al clima de la isla dando como resultado el nacimiento de la tejuela. El mañío, el raulí, y sobre todo el alerce, fueron las principales maderas con las que tradicionalmente se fabricaban debido a la resistencia a la intemperie, aunque aún así les colocaban preservantes para aminorar el ataque de agentes biológicos o naturales y así alargar su vida útil.

Sin embargo, el alerce es considerado el ejemplar de la tejuela, pero al estar en extinción ha encauzado la tala de otro tipo de maderas que lamentablemente, siendo igual de escasas, no cuentan con la veta ni resina del alerce original. Por efecto, la fabricación de rajado es con motosierra y no “al filo del machete” como tradicionalmente lo hacían bajo el árbol muerto en plena luna llena. Esto ha logrado que se pierda la valoración por aquél impreciso rajado que exponía la materia viva, la conexión con la naturaleza y por último, la mística del ritual (Ramos, 2017, pp. 30-32).

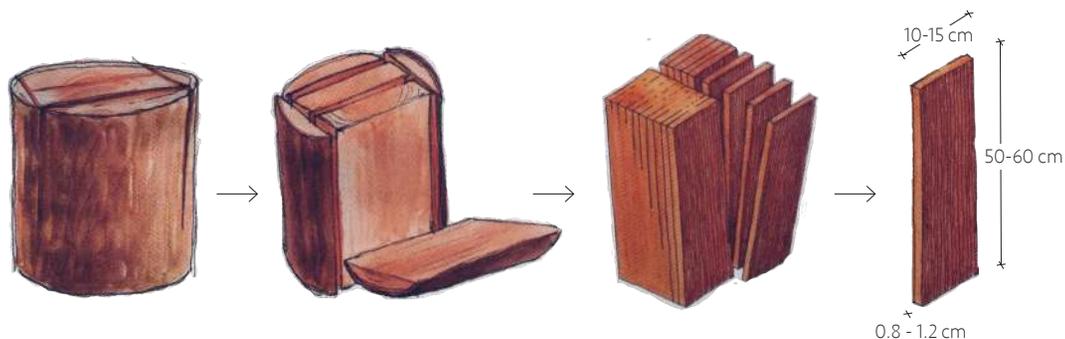


Figura 11. Rajado de tejuela, ilustraciones del libro tejuelas de Chiloé. Fuente: Ramos, 2017.

Especificaciones técnicas

Históricamente, la tejuela podía alcanzar los 150 mm de ancho, entre 8 y 12 mm de espesor y 600 mm de largo como promedio (CORMA, 2016). Transcurridos los años, las razones económicas, la escasez de bosque nativo y la modificación en las técnicas de construcción han alterado el tamaño. Si bien, antes se dejaba a la vista $\frac{1}{3}$ de la envergadura de la tejuela como resultado del traslape para una mejor aislación, hoy se deja $\frac{1}{2}$ o incluso un par de centímetros. Por ejemplo, una tejuela de 60 cm de largo y 15 de ancho que deja expuesto sus 20 cm inferiores, da como resultado un rectángulo de 20x15 a la vista que se repite por secuencia de orden traslatorio. En cambio, se cree que por temas prácticos del chilote y por una deficiencia cualitativa en los nuevos tipos de materiales sintéticos existentes como el PVC o fibrocemento, se ha optado por trabajar con largos de 40 o 50 cm para la tejuela adoptando un sistema de traslape más corto y angosto.

* Se utilizan entre 8.000 y 12.000 tejuelas (incluido el techo) en una casa promedio en Chiloé (De la Sotta, 2004).

Instalación

Para la instalación, específicamente en los techos, se debe considerar la colocación de las tejuelas en sentido contrario a la dirección del viento para evitar su filtración a la vivienda. Asimismo, hay veces en que a los revestimientos de techos y muros les ponen una barrera de humedad alquitranada ya sea en todo el perímetro o entre cada fila para prevenir filtraciones de agua.

Una vez colocadas las costaneras en el muro comienza el tinglado, es decir, el cubrimiento de la superficie dispuestas en filas horizontales que van de abajo hacia arriba. La primera hilada debe ser de $\frac{2}{3}$ del largo de la tejuela permitiendo que la segunda hilada asuma la diagonal entre la base de la tejuela y su fijación a la pared. Para eso, se usan dos clavos galvanizados colocados bajo la parte expuesta de la hilada que va encima, quedando ocultos. El objetivo es que una tejuela traslape la inferior cosa de que el encuentro de dos tejuelas de la hilada superior calce con el centro de la tejuela ubicada en la hilada inferior a modo de lograr un eficiente drenaje de la lluvia (Ramos, 2017, p. 33).

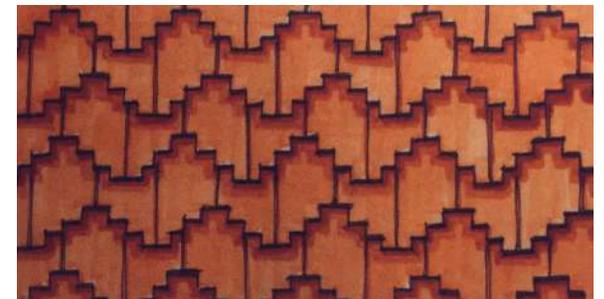
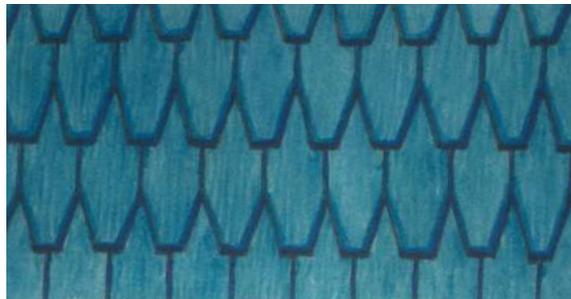


Figura 12. Tinglado de tejuelas, ilustraciones del libro tejuelas de Chiloé. Fuente: Ramos, 2017.

El autor Francisco Ramos plantea en su libro *“Tejuelas de Chiloé”* que los revestimientos que han transcurrido en la humanidad pasando desde las carpas bere-bere de África, los Zigurat de la antigua civilización mesopotámica hasta llegar a la tejuela de piedra pizarra usada en las fachadas o techos de las iglesias europeas del siglo XV, se deben a que cada población ha debido explorar las fuentes de materia prima local y con ella satisfacer sus necesidades.

Insertándose en la mística chilota, se logra encontrar que toda explicación va de la mano con la naturaleza. El diseño de las tejuelas se debe a una observación profunda de los peces, reptiles y aves. Sus escamas o plumas fueron creadas para protegerse del medio ambiente y cumplir diversas funciones, siendo versátiles para amoldarse en diferentes cuerpos o espacios, tal como las tejuelas chilotas. Así como las piedras amontonadas permitieron sobrepasar el ataque climático, o la piedra laja permitió darse cuenta de la facilidad de instalación que implicaba aquel formato, o los troncos y huesos permitieron dar estructura, o paños de cuero dieron cobijo y así sucesivamente, se logró llegar a una abstracción del entorno aplicada en el diseño de las tejuelas (Ramos, 2017, pp. 19-25).

A continuación se muestra una selección muy acotada de los diseños más frecuentados en la isla, unos son más clásicos y otros más arriesgados. Esto no quita que sean los únicos, al contrario, existen más de 150 modelos de tejuela dispuestos de varias maneras distintas, tanto simétrica o asimétricamente (Ramos, 2017, pp. 39-42).



Tipos

Con el transcurso de los años, ha surgido gran interés por salvaguardar tanto la imagen patrimonial chilota como su milenario bosque, lo que ha cautivado reinterpretar la clásica tejuela en nuevos materiales a fin de componer arquitectura.

1.

Teja de Madera: Generalmente son de pino o algunas pocas de alerces protegidos, pueden proporcionar una protección duradera en el tiempo y una estética rústica, pero son propensas a hongos, al desgaste por las condiciones climáticas y a provocar incendios.

Dimensiones: 40-60 x 10-12 x 0,8-1 cm

Precio unitario: \$500 - \$800

Huella carbono: 0,57 kgCO₂/kg

2.

Teja cerámica: Son piezas curvas, planas o mixtas producidas a partir de arcilla cocida. Resisten al fuego, son durables y requieren de poco mantenimiento siendo ese su mayor punto a favor. Aún así tienden a quebrarse fácilmente ante algún golpe o impacto.

Dimensiones: 44 x 15,8 x 1,2 cm

Precio unitario: \$590

Huella carbono: 0,41 kgCO₂/kg

3.

Teja hormigón: Unas pocas son de mortero (cemento y agua) pero la mayoría son de hormigón (cemento, arena y agua). Presentan mejor resistencia mecánica pero pesan más que la teja cerámica. Aunque su menor absorción de agua la hace aconsejable en climas fríos.

Dimensiones: 42 x 33 x 2,6 cm

Precio unitario: \$600

Huella carbono: 0,27 kgCO₂/kg

4.

Teja de fibrocemento: Reciclables y durables, generalmente se encuentran sobre una base de celulosa, que absorbe el calor y lo aísla. Se venden en planchas con tecnología de pintado, acabado y recubrimientos que otorgan terminaciones finas aunque poco natural.

Dimensiones: 120 x 40 x 0,6 cm

Precio unitario: \$3.990

Huella carbono: 1,39 kgCO₂/kg

5.

Teja de PVC: Son ligeras y resistentes a químicos y a la corrosión. No absorben agua, por lo que pueden limpiarse fácilmente. Hay en diferentes diseños y vienen en planchas grandes y onduladas pero de textura lisa, dando la apariencia de metal corrugado más que de tejuela.

Dimensiones: 183 x 93 x 0,9 cm

Precio unitario: \$21.600

Huella carbono: 4,27 kgCO₂/kg

6.

Teja Asfáltica: Compuestas de laminado asfáltico y material abrasivo como granos cerámicos. Se encuentran en diversos diseños y espesores siendo económicas, aunque tienen una menor vida útil respecto a otros materiales.

Dimensiones: 30,5 x 91,5cm

Precio unitario: \$290

Huella de carbono: 4kgCO₂/kg

7.

Teja Metálica: Livianas y fáciles de instalar. Generalmente no ofrecen una buena aislación térmica, provocando un incremento en la temperatura interior y lo más preocupante es la oxidación y corrosión que puede tener en climas húmedos.

Dimensiones: 2000 x 1010 x 0,4 cm

Precio unitario: \$12.490

Huella carbono: 8,57 kgCO₂/kg

8.

Teja de pizarra: Obtenidas a partir de rocas lo que las hace más costosas pero rentables a largo plazo, ya que duran 100 años o más manteniendo la estética natural, noble, pura y auténtica. Favorecen el desagüe y son impermeables, el contra reside en su peso y costo.

Dimensiones: 45 x 25 x 0,5 cm

Precio unitario: \$930

Huella carbono: similar a la de la madera ya que sólo se emiten gases tóxicos al aire durante la extracción, al no requerir cocción ni procesos químicos (OVACEN, s.f).



Análisis

Los datos de huella de carbono están sacados del libro *Ecodiseño en la edificación* escrito por Ignacio Zabalza y Alfonso Aranda (2011, p. 80). En aquel estudio se tomó en cuenta el valor estimado en kilogramos de energía utilizada durante las etapas de producción y ciclo de vida tal como se detallan a continuación:

- En la etapa de fabricación se tomó en cuenta el suministro de materias primas, transporte implicado y procesos productivos de los materiales de construcción analizados.
- En la etapa de transporte se consideró, para todos los materiales, un camión de 20-28 toneladas recorriendo una distancia media de 100 km entre planta y obra.
- En la etapa de construcción se analizó el impacto asociado al material agregado como la arena para la fabricación de tejas o el agua que se usa para la mezcla.
- En la etapa de disposición final se consideró el impacto causado en los vertederos o incineradoras, en el reciclado parcial antes de ir a una planta y en el reciclaje directo en la obra.

Los resultados revelan que dentro de la competencia, las tejas de madera (refiriéndose a la de alerce original), cerámica y hormigón son las de menor impacto ambiental visto a nivel general, es decir, abarcando todas las variables del proceso. Esto permitió excluir a las otras opciones y continuar con la exploración de cal mezclada con cerámica y cemento. Si bien se determinó que la teja de cerámica tiene una huella de carbono más alta que la de cemento, ésta no se descarta ya que la diferencia no es mucha y ambas opciones son viables para hacer tejas, por lo que se pretende continuar haciendo un levantamiento de información de las materias primas para que revelen -desde una mirada más puntual- los datos claves y decisivos para la elección del material final.





CONOCIENDO LAS MATERIAS PRIMAS

5.1 *Producción de la arcilla*

5.1.1 *Producción de la cerámica*

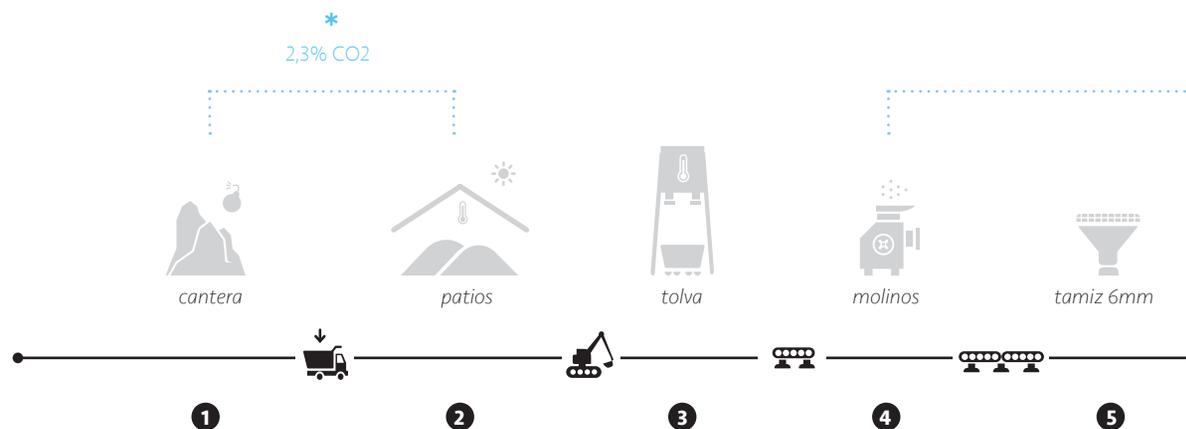
5.2 *Producción del cemento*

5.2.1 *Producción del hormigón*

5.3 *Impacto ambiental*

Para una mejor comprensión de las materias primas pétreas con las que se procederán a experimentar, se hizo un levantamiento de información sobre los procesos productivos de la industria cerámica y cementicia, pasando desde la obtención de materia prima hasta el despacho de los productos finales.

El objetivo es, en primer lugar, conocer los procesos productivos de ambos casos; y en segundo lugar, determinar la incidencia de la contaminación ambiental generada por aquellas industrias a nivel mundial, para tener una noción del alcance o potencial ecológico que tendría el producto final.



1. Extracción de Materia Prima

Aprovechando la pendiente de la cantera, el depósito de material arcilloso se divide en capas horizontales con la finalidad de explotarlo simultáneamente, es por eso su forma escalonada (Barragan, 2007). Esta explotación se hace de forma mecanizada mediante extracción y arranque, o bien, con sustancias explosivas obteniendo arcilla, arena y caolines (Ministerio de Minas y Energía, 2003).

2. Reposo natural

Debido a que la arcilla extraída está húmeda, pasa por un proceso de maduración y desgasificación entre 10 a 12 meses en unos lechos del patio con el objetivo de que la acción física de la intemperie disgregue los grandes trozos de arcilla facilitando la posterior trituración (Arcillas de Colombia, s.f).

3. Homogeneización natural

La arcilla disgregada pasa por un proceso de homogeneización con los demás minerales hasta conseguir una mezcla estándar.

4. Molienda

Una vez conseguida la arcilla homogeneizada se realiza la trituración pasando por molinos, desintegradores y laminadores obteniendo un grano más fino y de textura lisa para su posterior conformado. Desde la banda transportadora sale la arcilla que va a ser molida.

5. Tamizado

Luego pasa por la banda para ser tamizada por una malla de 6mm, aquella que no cumple con la granulometría cae directamente al molino de martillos donde la arcilla es golpeada hasta adquirir la granulometría requerida (Arcillas de Colombia, s.f).

Figura 13. Proceso productivo arcilla. Fuente: Enciso, Pacheco, Rivera & Guerrero, 2014.

* = % CO₂ emitido en forma directa según la o las etapas del proceso productivo en el caso de Ladrillera Los Cristales, Colombia. Fuente: Devia & Suárez, 2016, p.103.

5.1.1 Producción de la cerámica

Las cerámicas son piezas formadas por tierras y minerales que se moldean, comprimen y someten a una cocción de alta temperatura. Está destinado principalmente al ámbito de la construcción (bloques para muros; baldosas para suelos; tejas para revestimientos; etc.), por lo que debe tener buena resistencia a la compresión y a los efectos de la intemperie (Devia & Suárez, 2016, p.18).

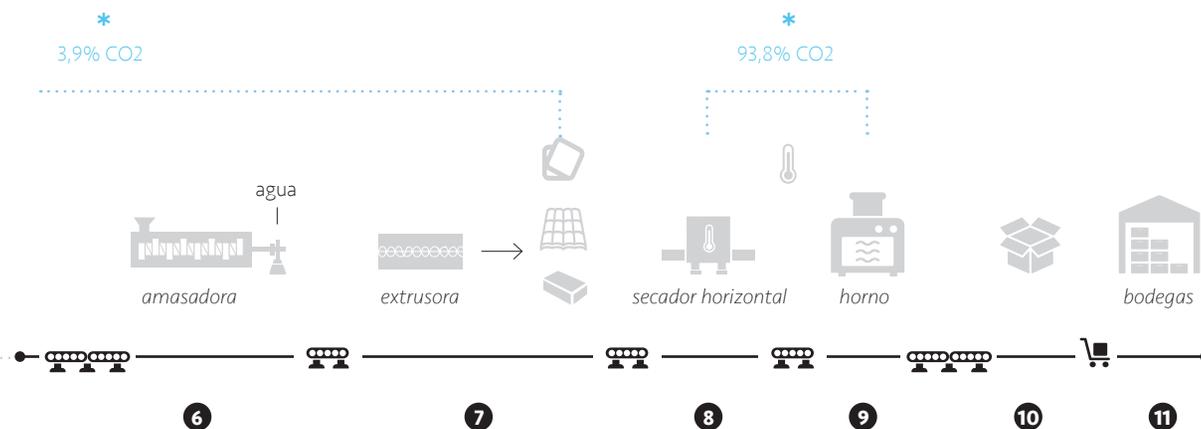


Figura 14. Proceso productivo cerámica.
Fuente: Enciso, Pacheco, Rivera & Guerrero, 2014

6. Amasado

La mezcla de arcilla debe estar húmeda (12%-15%) para que se pueda moldear, por lo que el amasado regula el contenido de agua (4-6%) mediante su adición.

7. Moldeado y Corte

Se da a la arcilla la forma que deberá tener después de la cocción, ya sea manual o con máquinas eléctricas.

8. Secado

El producto llega con un 35% de agua disperso en su masa, por lo que las partículas minerales inmersas en los canales capilares de agua deben evaporarse durante 8 días quedando con un 5-7% de agua.

9. Cocción

Es fundamental ya que da consistencia al material creando nuevos compuestos cristalinos que confieren la durabilidad del producto y las propiedades de insolubilidad, solidez, resistencia mecánica, impermeabilidad, etc. Acá se concentra la mayor cantidad de emisiones directas de CO2 de todo el proceso, incluida la arcilla.

9.1 Pre calentamiento

En el horno, se da paso al aire caliente subiendo la temperatura gradualmente hasta llegar a 700°C liberando la humedad presente y manteniendo las condiciones óptimas para evitar fisuras o derrumbes dentro del horno.

9.2 Calentamiento

Una vez pre calentado el producto, se procede a ir aumentando la quema de carbón como combustible hasta alcanzar gradualmente los 1.200 - 1400°C.

9.3 Enfriamiento

Se abren las válvulas para permitir la corriente de los gases residuales dando ingreso al aire del medio ambiente, el cual se desplaza atravesando el producto que se encuentra ya cocido bajando gradualmente la temperatura hasta dejarlos enfriar por completo. Acá se concentra el 5-10% de energía térmica consumida.

10. Control de Empaque

Se retira el producto y las que quedaron imperfectas se reutilizan para servir de chamote. Éste junto con las cenizas residuales de carbón se agregan a la arcilla (desengrasantes) en el paso 4.

11. Almacenamiento

Se traslada el producto de forma manual o en camiones para su comercialización.

Fuente: Devia & Suárez

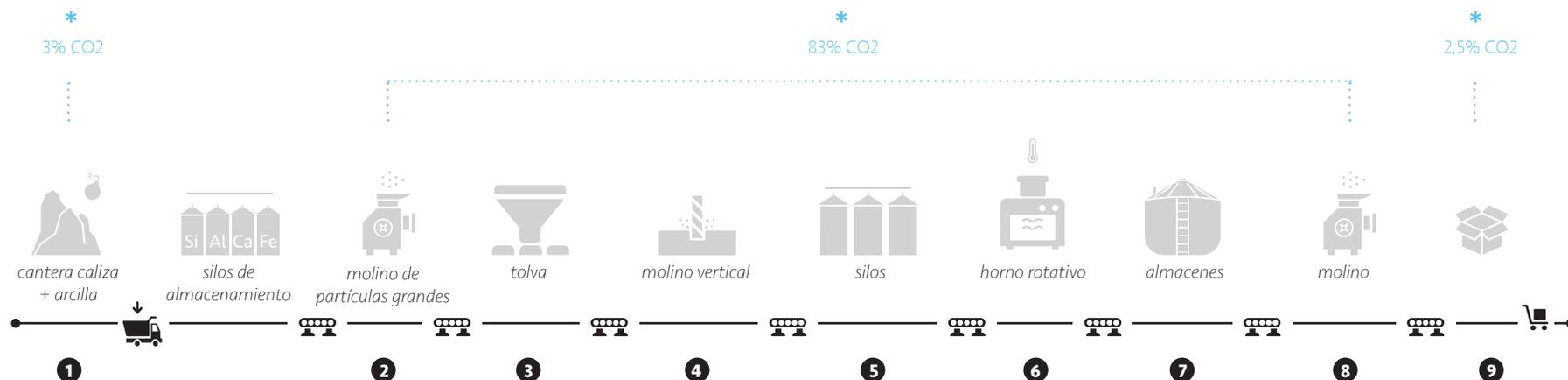


Figura 15. Proceso productivo cemento.
Fuente: Hircow, 2017

1. Extracción

Las canteras se explotan por detonación o por extracción con excavadoras. Se usa un 60-69% de carbonato de calcio proveniente de las canteras calizas, y de las canteras de piedra se usa un 18-24% de sílice, 4 -8% de aluminio y 1-8% de Hierro u otros minerales.

2. Trituración

El material extraído se transporta hacia molinos donde ocurre la trituración para obtener la granulometría adecuada. Luego se traslada a la planta mediante cintas transportadoras o camiones para su almacenamiento en los lechos (silos) de prehomogeneización.

3. Prehomogeneización

El material es seleccionado para la dosificación de los distintos componentes de tal forma que el material resultante se uniforme en tamaño y composición química.

4. Molienda de crudo

Se muelen los materiales para reducir el tamaño de la mezcla y obtener un proceso económico en el horno. La molienda se efectúa gracias a la presión que ejercen los rodillos del molino vertical sobre una mesa giratoria.

5. Homogeneización

La harina o crudo se lleva a un silo homogeneizador, donde se mezcla de manera uniforme en los silos de almacenamiento.

6. Calcinación

La alimentación al horno es a través del precalentador de ciclones para facilitar la cocción: el primer crudo se introduce por la parte superior de la torre y mientras éste desciende, los gases del horno aumentan gradualmente hasta los 1000°C. En el pick de 1400º se producen complejas reacciones químicas formándose el clinker (mate-

rial grisáceo). Finalmente, a la salida del horno, se destapan las válvulas y circula el aire del exterior para bajar la temperatura a los 100°C.

7. Almacenamiento de clinker

El clinker se transporta a almacenes donde es separado y mezclado con yeso y otros ingredientes.

8. Molienda final

La nueva mezcla alimenta los rodillos o molinos de bola y luego los separadores de aire clasifican por tamaños al polvo obtenido, enviando los más finos (cemento) a los almacenes y los gruesos son regresadas a la molienda.

9. Envase y embarque

El cemento se almacena en silos clasificados según las características obtenidas y se envasa para su distribución.

5.2.1 Producción del hormigón

Los productos de hormigón son piezas elaboradas a partir de una mezcla de cemento, agregados de arena y agua con características de durabilidad y resistencia.

Es el material de construcción más empleado en el mundo. Cada año, la industria emplea 1.6 billones de toneladas de cemento, 10 billones de toneladas de áridos y un billón de toneladas de agua (Cagiao et al., 2010).

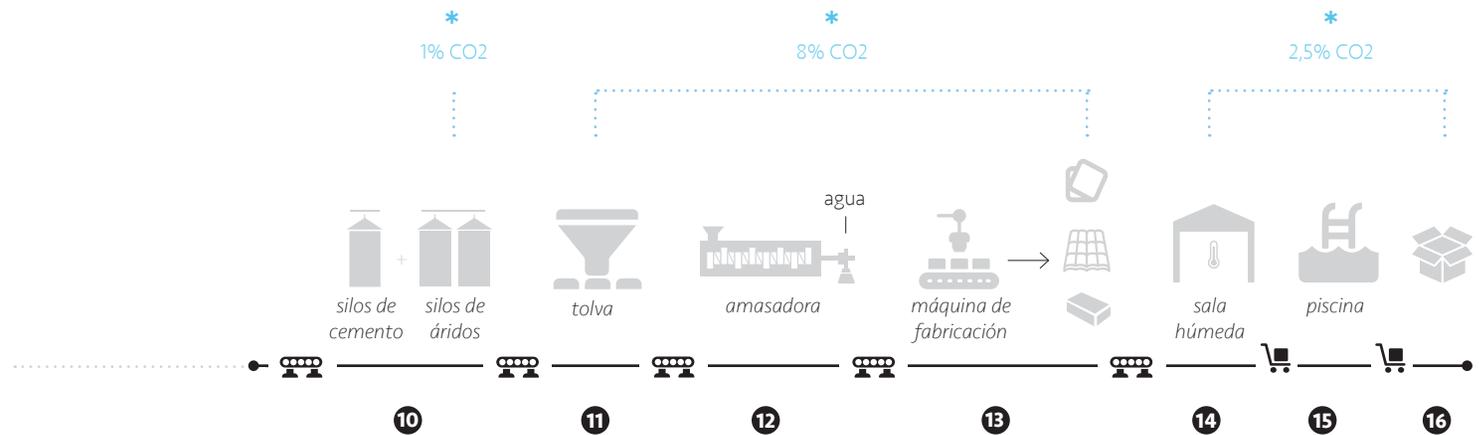


Figura 16. Proceso productivo hormigón.

Fuente: Cruz, 2015

* = % CO₂ emitido en forma directa según la o las etapas del proceso productivo del hormigón.

Fuente: Medina, 2006

10. Selección y almacenamiento de materiales

Se deja almacenada y separada en silos la materia prima para proceder a la producción, esto es el cemento y los áridos (arena y grava). Si es que no se tiene una cantera directa, deben buscarse proveedores que aseguren un suministro constante en volumen y procedencia de los materiales para garantizar la uniformidad de la mezcla, y como consecuencia la de los bloques.

11. Dosificación de la mezcla

La medida de los materiales debe hacerse de manera uniforme. La dosificación varía según el producto que se quiera hacer pero la relación general es una parte de cemento por dos o tres de arena y el agua que sea necesaria (mientras menos agua, más resistencia tiene). La finalidad es obtener un bloque compacto pero con la capacidad de desmoldarse en estado fresco.

12. Elaboración de la mezcla

Se utiliza una mezcladora especial para concreto con la siguiente secuencia: colocar el agregado grueso (sólo si el producto lo requiere) y el agua a utilizar, se mezcla por treinta segundos y luego se añade el cemento, el resto de agua y la arena sin parar de revolver hasta completar la mezcla con la consistencia deseada.

13. Elaboración del producto

Se coloca la mezcla en la tolva alimentadora y se aplica vibración al molde durante un promedio de tres segundos para acomodar y esparcir la mezcla.

14. Fraguado de los bloques

Los bloques recién fabricados deben permanecer quietos en un lugar protegido entre 12 y 24 horas, con la finalidad de que puedan fraguar sin deshidratarse.

15. Curado de los bloques

El curado consiste en mantener los bloques durante los primeros 8 días, en condiciones húmedas (17°C) para que madure y se complete la resistencia u otras propiedades deseadas evitando la pérdida de humedad por evaporación. Una manera de curarlos es rociarlos con manguera, recubrirlos con mantas de algodón mojadas permanentemente, o dejarlas sumergidas en agua.

16. Empaque y almacenamiento

Se empaqueta el producto según los requerimientos y se almacena en bodegas. Luego se traslada el producto de forma manual o en camiones para su comercialización.

Fuente: Efraín, 2005



Por cada tonelada de cemento se generan 0.8 toneladas de CO₂.

Mauricio López

(Entrevista personal, 2018)

Ambas industrias comparten un ciclo productivo similar, especialmente al principio donde la actividad minera se vuelve necesaria para la obtención de roca caliza y otros áridos. Esto acarrea notables costos medioambientales destacando la enorme cantidad de energía consumida y la destrucción de ciertos hábitats que contaminan primordialmente el agua y aire de la zona.

Por una parte, los contaminantes hídricos se hacen presente en los derrames que traen consigo el material residual de los hornos y el agua servida del enfriamiento. (Vilca, s.f).

Por otra parte, los contaminantes atmosféricos directos ocurren en las etapas de extracción, molienda y manejo, pero por sobre todo, en la cocción y enfriamiento liberando gases combustibles de dióxido de azufre (SO₂), óxido nítrico (NO), vapor de agua, monóxido de carbono (CO) y dióxido de carbono (CO₂). En ambos casos, los hornos fluctúan a la misma temperatura emitiendo cantidades similares de CO₂. Sin embargo, una diferencia importante es que en la cerámica, la etapa de cocción se encuentra al final en la terminación del producto implicando una mayor suma de emisiones a largo plazo ya que dependiendo de la cantidad de productos que se quieran fabricar (que por supuesto son ilimitados) es la cantidad total emitida. En cambio, en el cemento, la cocción ocurre una sola vez al principio en la calcinación del clínker para la producción de materia prima, de la que luego, en la producción masiva de objetos, se usa una pequeña parte de ella, economizando la cantidad de material, de cocciones y por ende, de emisiones al aire.

De lo anterior, se podría descartar fácilmente el uso de la cerámica debido a la mayor cantidad de cocciones que requiere. Sin embargo, al adentrarse en el mundo de la construcción, esta situación cambia. Sucede que a nivel mundial, la industria cementicia es más demandante que la cerámica, siendo la culpable del 6% de las concentraciones de CO₂ en el mundo, impulsando el efecto

invernadero y el cambio climático (Humphreys and Mahasenan 2002). Incluso, la responsable de que por cada tonelada de cemento fabricado se liberen 0.8 toneladas de CO₂ (Entrevista personal a Mauricio López), es la constitución del 75% de piedra caliza que lleva en su composición, la cual libera emisiones tóxicas durante la transformación de carbonato de calcio a óxido de calcio (Cagiao et al., 2010).

Asimismo, se encontró otro punto alertante dentro de la subindustria del hormigón. Debido a que el árido constituye un 60% de la mezcla como mínimo, pues el consumo mundial anual de arena sobrepasa notoriamente al consumo del cemento. Se trata de una materia prima complementaria que se obtiene de yacimientos minerales y/o de la manufactura a partir del machaqueo de piedras. Sin embargo, se detectó que la obtención más frecuente en los últimos años se debe a su extracción de ríos y lagos al requerir un tratamiento mínimo en comparación a los otros. Lo grave es que corresponde a una actividad ilícita y poco regularizada (PNUMA, 2015) que afecta a los ecosistemas por medio de la erosión y la alteración física del fondo marino gatillando conflictos sociales a futuro (Diario La Voz, 2017).

Concluyendo, se confirma que existe una problemática ambiental tanto en la manufactura de la cerámica como en la del hormigón, ocasionando daños a nivel macro y micro. Dado que el uso del cemento o arcilla es imprescindible dentro de la mezcla para lograr una correcta adhesión, se propone una siguiente experimentación reemplazando el árido usado en el hormigón y la arcilla en la cerámica por la cal de cal agrícola a fin de aminorar las cargas contaminantes.



©MaxPhillips





EXPLORACIÓN FINAL DEL MATERIAL

6.1 *Metodología general*

6.2 *Cemento*

6.3 *Cerámica*

6.4 *Conclusiones*

Para elegir la proporción definitiva de los componentes que usaría el material final, se hizo un segundo muestreo que consistió en componer un patrón con las mismas proporciones de cal (0%, 20%, 40%, 60% y 80%) en muestras de arcilla y cemento. El objetivo es evaluar la reacción química ocurrida y buscar la relación más eficiente y sustentable entre las pruebas. Luego se procederá a compararlas para definir la proporción óptima que tendría el producto final.

El procedimiento para las mezclas con cemento se llevó a cabo con la ayuda de Mauricio López y Stephanie Rodríguez (encargada del laboratorio de Construcción UC) y con Daniela Pulido para las mezclas con arcilla.



ELABORACIÓN

Cerámica



PRUEBAS

Tipos



RESULTADOS

Análisis



Traspaso



Orden de resultados

Conclusiones



Indicadores de comparación



Mezcla final

Se comenzó definiendo las proporciones de las mezclas asignándoles un número a cada cubo y traspasando la dosificación en un tabla para llevar un orden del registro.

La muestra nº1 corresponde a una medida estándar de cemento fraguado, es decir cemento con agua. Y las nº2, nº3, nº4 y nº5 son las intervenidas con cal de concha.

Las muestras nº6, nº7, nº8 y nº9 llevan además agregado de concha triturada para ver su influencia en la resistencia, aunque se tiene cierta incertidumbre ya que el agregado grueso o grava debe ser lo más redondo posible para asegurar una buena adhesión y éste no es el caso. Por eso, estas 4 mezclas se hicieron a partir de 2 proporciones intermedias de cal/cemento, las cuales en cada pareja se invierten las cantidades utilizadas para lograr una comparación equitativa. La cantidad de concha triturada es constante en ambas parejas, una utiliza un 20% y la otra un 40%.

Finalmente, la muestra nº10 corresponde a la medida estándar del hormigón llevando agregado de arena fina.

CUBO	DOSIS (g)(ml)					CEM	CAL
	nº	Cemento	Cal	Agua	Concha triturada		
1	200	-	100	-	-	100	0
2	160	40	100	-	-	80	20
3	120	80	100	-	-	60	40
4	80	120	80	-	-	40	60
5	40	160	80	-	-	20	80
6	100	60	100	40	-	50	30
7	60	100	100	40	-	30	50
8	80	40	100	80	-	40	20
9	40	80	100	80	-	20	40
10	65	-	90	-	135	33	0

*La muestra 100% cal no se hizo ya que se comprobó en la primera prueba de cal realizada en el capítulo 3, que era inviable sin el acompañamiento de un conglomerante.

Registro elaboración de los cubos



Volumen: se comenzó por introducir cemento en polvo al molde y luego vaciándose en una probeta graduada para ver cuánto volumen ocupaba.



Lubricado: Se rocía w40 en spray u otro lubricante similar sobre el molde a utilizar.



Dosificado: Se realizaron las respectivas mediciones según los porcentajes de cada material.



Vertido: Se introdujeron las dosis requeridas de cada mezcla en un mismo recipiente y se revolieron sin parar hasta conseguir una mezcla perfecta.



Mezclado: Luego se le va agregando agua de a poco sin parar de revolver hasta conseguir una pasta homogénea. Importante: la consistencia debe ser espesa, por ej: al poner la mezcla en una cuchara boca abajo, ésta no debe caer fácilmente.



Vaciado: Se vierte la pasta en el molde de acrílico de tamaño 5x5x5 cm.

7



Enumerado: Se enumeran las muestras una por una para llevar un registro adecuado.

9



Curado I: Se dejan reposar por 7 días en la sala de fraguado del laboratorio UC, donde rocían vapor de agua constantemente para mantener la humedad ideal (80%) durante la hidratación de las mezclas.

12



Curado II: Se vuelven a curar los cubos pero ahora sumergidos en agua por 24 horas.

8



Vibrado: Se hacen golpecitos a las paredes del molde y luego con ambas manos se agarra el molde completo y golpea sobre una superficie dura y plana para eliminar las burbujas de aire y exceso de agua, quedando una mezcla compacta. La cantidad de golpes son dependiendo de si a la mezcla le siguen saliendo burbujas. Se debe recordar que el cemento, al ser un producto a base de minerales pétreos formados aleatoriamente, nunca queda 100% idéntica a la otra variando el color y su textura.

10



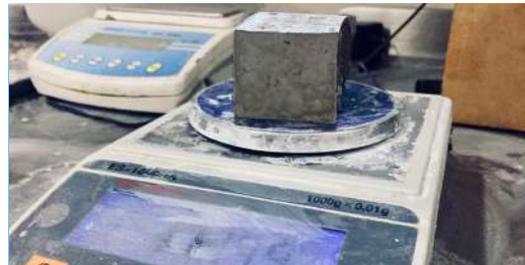
Desmolde: Se retiran, una a una, las paredes del molde observando todos los detalles o errores que se pudieron haber producido en el cubo obtenido.

13



Pesado II: Retirados los cubos del agua, se vuelven a pesar estando mojados para obtener la masa saturada (no deben pasar más de 3 minutos a la intemperie).

11



Pesado I: Se pesan uno a uno los cubos para obtener su masa en estado seco.

14

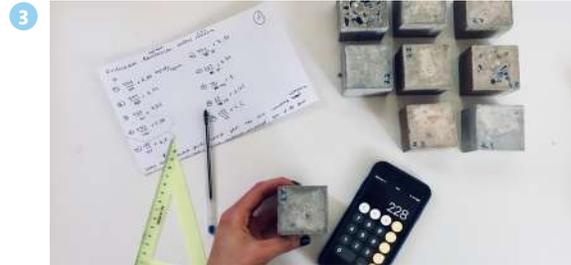


Pesado III: Se limpian sus caras con toalla nova para luego pesarlas y obtener la masa semi-saturada.

Registro pruebas



Masa: Corresponde a la masa o peso del cubo en estado seco (masa seca), en estado completamente empapado (masa saturada) y por último en estado semi empapado con sus caras laterales secas (masa semi saturada).



Absorción de agua: Corresponde a la masa de agua necesaria para llevar un árido desde el estado seco al saturado superficialmente seco, es decir, seco por fuera y húmedo por dentro. El cálculo se hizo manualmente con los datos obtenidos al pesar los cubos, usando la fórmula:

$$\text{Absorción (\%)} = \frac{m.\text{semi saturada} - m.\text{seca}}{m.\text{seca}} \times 100$$



Resistencia a la compresión: Es una estimación de la resistencia máxima que tiene el hormigón. Esta es la medida más común que emplean los ingenieros para diseñar estructuras. Se mide presionando la probeta en una máquina compresora axial y se calcula a partir de la carga de ruptura dividida en el área de sección de la probeta. Esto es monitoreado por un software que computa el valor final (IMCYC, 2006).



Densidad Aparente: Significa la relación entre el volumen y la masa (peso) del cubo seco, incluyendo huecos y poros que contenga, sean aparentes o no. El cálculo se hizo manualmente con los datos obtenidos al pesar los cubos, usando la fórmula:

$$\text{Densidad Aparente} \left(\frac{g}{m^3} \right) = \frac{m.\text{seca}}{\text{volumen total}}$$



Conductividad térmica: Corresponde a la cantidad de calor que pasa en una determinada unidad de tiempo a través de una muestra del material estudiado (MINVU, s.f). Este ensayo se realizó en la máquina llamada HotDisc en el Laboratorio UC, introduciendo los cubos de a uno sobre la lámina de cobre y luego el software generaba automáticamente el valor.

Resultados

Se hizo un cubo por mezcla ensayada, obteniéndose resultados aproximados dispuestos en la siguiente tabla:

CUBO	PRUEBAS				
	MASA	DENSIDAD	ABSORCIÓN	C.TÉRMICA	COMPRESIÓN
nº	g	g/m³	%	W/mK	kg/cm²
	●	-	●	●	●
1	223	27.937	7,5	1,24	534
2	252	31.562	4,1	0,94	571
3	243	29.200	6,8	1,06	263
4	233	30.387	6,5	0,94	281
5	218	27.312	11,3	0,96	122
6	245	30.737	4,2	1,11	391
7	255	31.912	4,5	1,15	265
8	253	31.687	3,5	1,05	40
9	258	32.325	5,9	1,09	61
10	240	30.025	10,5	1,02	183

Se debe tener en cuenta que la muestra nº1 (muestra estándar de cemento solo) junto con la nº10 (muestra estándar de hormigón) representan la mezcla piloto o paramétrica que usan las tejuelas actuales, por lo que los valores obtenidos de las pruebas deben ser más o menos similares a ellos.

A continuación se ordenaron los resultados en un gráfico según el nivel de rendimiento que obtuvieron los cubos en las pruebas sometidas. Mientras más cerca del nivel 10, mejor rendimiento; y mientras más lejos, peor rendimiento. Se establece que el nivel 4,5 es el límite de aprobación de los resultados ya que corresponde justo al promedio de los dos parámetros actuales, esto permite servir de guía para una mejor comprensión y visualización del gráfico.

Los parámetros que rigen el ensayo fueron analizados con la ayuda de Ivan Navarrete, ingeniero UC quién además guió las pruebas en el laboratorio. Éstos fueron:

Masa: mientras menos peso tiene el producto, más soporte estructural da.

Densidad Apparente: no influyen directamente sino que sirve para calcular la absorción de agua.

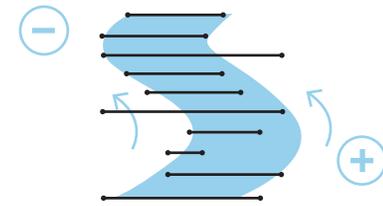
Absorción de agua: mientras menos %, más impermeable es y menos tendencia a la fractura.

Conductor térmico: mientras menos conductivo, más aislante es.

Resistencia a la compresión: mientras más fuerza resista, más resistente y durable es.

Análisis

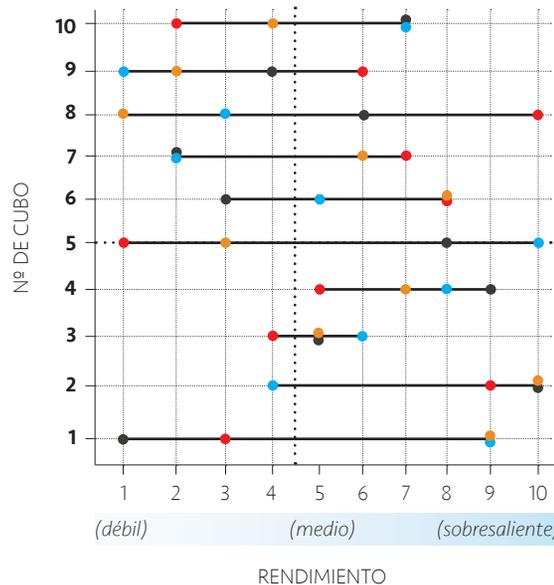
1. Lo primero que hay que fijarse es que a medida que se le va agregando más cantidad de cal a la mezcla, ésta comienza a decaer el rendimiento en las pruebas por lo que se debe encontrar un óptimo entre el cemento y la cal.



2. Justamente la línea gruesa (—) demuestra la fluctuación de las pruebas, demostrando que mientras más corta, más consistente y parejo es el rendimiento del cubo; de lo contrario, mientras más larga más posibilidades de buen rendimiento tiene aquella mezcla.

3. A raíz de lo anterior, las mezclas con concha triturada (cubos nº 6, 7, 8 y 9) se concentran en el área de bajo rendimiento por lo que se descartan. Seguramente la fluctuación dispar del cubo 8 se debe a una anomalía en la prueba de absorción ya que las otras muestras presentan una fluctuación constante. Esto reduce el número de mezclas viables acotando la comparación a los cubos nº2, nº3, nº4 y nº5.

4. Habiendo establecido que los resultados ubicados del nivel 4,5 para abajo son poco factibles por alejarse mucho del parámetro ideal, sería coherente descartar también al cubo nº5, sin embargo se ve una mejora considerable en masa y conductividad térmica, al igual que el resto de las mezclas tentativas en otras pruebas. Por lo tanto, se concluye que los cubos nº2, nº3, nº4 y nº5 pasarían a una segunda revisión a cargo de otro experto para definir la mezcla final. La resolución del presente análisis se deja en pausa para proseguir con los experimentos de cerámica.



Se usaron las mismas proporciones del cemento para las mezclas con cerámica, también enumerándolas.

La muestra nº11 corresponde a una medida estándar de la cerámica y las demás tienen incorporada cal como reemplazo a una parte (%) de arcilla.

Se utilizó arcilla de tipo gres negra para la elaboración de estas muestras sólo por un tema de disponibilidad de material, Daniela Pulido dijo que la diferencia no era incidente y sólo consistía en que su color es más oscuro porque tiene una mayor cantidad de zinc.

Se eliminó la dosis de concha triturada en las muestras a raíz de las observaciones obtenidas en las pruebas anteriores.

CUBO	DOSIS (g) (ml)			ARCILLA	CAL
	nº	Arcilla	Cal	Agua	%
11	200	-	-	100	0
12	160	40	10	80	20
13	120	80	10	60	40
14	80	120	15	40	60
15	40	160	30	20	80

*La muestra 100% cal no se hizo ya que se comprobó en la primera prueba de cal realizada en el capítulo 3, que era inviable sin el acompañamiento de un conglomerante.

Registro elaboración de los cubos



Volumen: se comenzó por introducir la arcilla al molde y luego vaciándose en una probeta graduada (con medidas) para ver cuánto volumen ocupaba.



Mezclado: luego se le va agregando agua de a poco sin parar de amasar hasta conseguir una mezcla perfecta logrando una pasta homogénea. **Importante: la consistencia debe ser espesa tipo plasticina.*



Dosificado: se realizaron las respectivas mediciones según los porcentajes de cada material.



Vaciado: se vierte la pasta en el molde de acrílico de tamaño 5x5x5 cm y luego con los dedos se va amoldando y presionando hasta llenar todos los huecos.



Vertido: se introdujeron las dosis de cal y arcilla de gres en un mismo recipiente.



Enumerado: se enumeran las muestras una por una para llevar un registro adecuado con una tinta especial que no se borra en altas temperaturas.

7



Secado I: se dejan secar a la intemperie durante 7 días para que se elimine toda la humedad retenida en los capilares internos del cubo.

8



Desmolde: luego del secado se va a notar una reducción automática del cubo, lo que facilita que se desmolde solo.

9



Cocción I: se introducen los cubos en el horno dentro de un recipiente para protegerlos. La temperatura va aumentando gradualmente hasta llegar a 900°C durante 6 hrs.

10



Enfriamiento I: luego se retiran y dejan enfriar por 12 horas mínimo hasta que estén con una temperatura apta para su manipulación.

11



Cocción II: se introducen al horno en las mismas condiciones y la temperatura va aumentando gradualmente hasta llegar a los 1.245°C durante 11 hrs.

12



Enfriamiento II: finalmente se retiran y dejan enfriar por 12 hrs mínimo hasta que estén aptas para su manipulación.

Resultados

Al sacar los cubos del horno se encontraron 3 de 5 muy dañados y derretidos dentro del recipiente protector, siendo imposible despegarlos y someterlos a las pruebas de masa, densidad aparente, capacidad de absorción, conductividad térmica y resistencia.

El cubo nº11 que corresponde al estándar de la cerámica gres, no sufrió ninguna alteración dentro de su cocción como era de esperarse.

El cubo nº12 que llevaba 20% de cal se puede notar que hubo una baja en su peso ya que está más liviano que el cubo nº11, pero se puede ver que su volumen se expandió provocando grietas superficiales y quiebres en las esquinas. Además se logra identificar la formación de muchos poros, lo que es desfavorable ya que tiende a quebrarse más rápido y al absorber agua las partículas quedan retenidas entonces en el momento de las heladas invernales se convierten en hielo provocando fisuras en el interior del objeto.

El cubo nº13 que llevaba 40% de cal se puede notar que se derritió más que el anterior perdiendo su forma original.

El cubo nº14 que llevaba 60% de cal se derritió y deformó aún más que los anteriores siendo imposible su manipulación.

El cubo nº15 que llevaba 80% de cal reaccionó tan intensamente con la arcilla que llegó a pulverizarse todo el cubo agarrando un color grisáceo, siendo definitivamente imposible su manipulación.

Se infiere que durante la cocción ocurrió la reacción química del carbonato de calcio a óxido de calcio transformándose en un polvo blanco esparcido entre las cenizas. Si bien no es una sustancia tóxica, esto resulta peligroso ya que produce irritación cutánea a corto plazo (Calcinor, 2010).

Debido al estado de los cubos de cerámica y su incapacidad para someterlos a las pruebas, fue imposible realizar la comparación entre ambos materiales por lo que se descarta el uso de la cerámica en el proyecto. Además, a diferencia del cemento que se quema una vez para su fabricación y se pueden hacer varios productos, la cerámica implica varias quemadas según la cantidad de productos que se quieran hacer, lo que resulta menos sustentable a largo plazo. Por último, cabe recordar que la cerámica si bien puede llegar a soportar el clima lluvioso y húmedo de Chiloé, no es el idóneo, en cambio, la tejuela de hormigón soporta temperaturas desde los 30 grados bajo cero hacia arriba (Marulanda, 2008). Por lo tanto se define que el material escogido para trabajar es cemento con cal.

Se debe agregar al análisis de resultados que las muestras con concha triturada fueron además descartadas por poseer cifras bajas de aislamiento térmico, por lo que no aportan la funcionalidad deseada de la tejuela. Este hecho reafirma que la capacidad térmica de las conchas son mejores en estado polvo que triturado y se comprueba la observación que hizo Mauricio López en la entrevista personal, que mientras menos granulometría tiene este árido cementante pues más capacidad de reacción se logra y una mejor desarrollo de las propiedades.

Reanudando las exploraciones de las mezclas realizadas, se decidió volver a visitar a Mauricio López para que analizara los valores de los cubos restantes y ayudara en la definición de la mezcla final. Como se dijo en los capítulos anteriores, es difícil competir con las tejuelas existentes ya que están muy instauradas en el mercado de la construcción teniendo cada una su propio valor diferenciador. En este caso, el proyecto pretende apuntar al valor ecológico que tendría la tejuela, aportando con la menor contaminación posible. Para eso Mauricio propuso la realización de un "indicador" cosa de poder comparar equitativamente estas cuatro muestras a tra-

vés de una relación compuesta por dos variables. La primera corresponde al valor de resistencia a la compresión obtenido en las pruebas, siendo que a mayor resistencia, mejor. Se eligió esta prueba entre las demás porque es la más incidente y fundamental dentro del funcionamiento de la tejuela, ya que la resistencia es clave para el sistema estructural de una vivienda. La segunda variable es la de contaminación y corresponde a la cantidad de cemento utilizado, considerando que a menor cantidad de cemento, más sustentable es. Es muy importante que estas variables no se tomen en cuenta por separado, ya que si se busca que una crezca en resistencia y la otra disminuya en cemento la solución es hacer una fracción en donde se dividan estos valores para obtener el índice de mejora, siendo el resultado más alto el definitivo. (*se debe considerar que el cubo n°1 y n°10 son sólo parámetros).

A continuación se muestra la fórmula realizada y los resultados obtenidos:

CUBO	RESISTENCIA	CEMENTO	FÓRMULA	INDICADOR
n°	$(a) = \text{kg/cm}^2$	$(b) = g$	a/b	$(\text{kg/cm}^2)/g$
1	534	100	$\frac{534}{100}$	5,34
2	571	80	$\frac{571}{80}$	7,14
3	263	60	$\frac{263}{60}$	4,33
4	281	40	$\frac{281}{40}$	7,02
5	122	20	$\frac{122}{20}$	6,1
10	183	33	$\frac{183}{33}$	5,5

El cubo con mayor índice de resistencia es el número 2 obteniendo un valor de 7,14. Sin embargo, si discriminamos según la cantidad de cemento añadido pues éste ocupa 80 gramos a diferencia del cubo n°4 que tiene casi el mismo indicador ocupando la mitad de cemento. Si leemos esta muestra de forma analítica uno diría: "de 534 a 281 hay una baja por lo que perdí resistencia; pero ¿a costa de cuánto cemento?" (M. López, comunicación personal, 6 de noviembre del 2018). Aquella pregunta es la que responde valor indicador, y el cubo n°4 demostró un valor de 7,02, es decir superior al de las muestras paramétricas. Si bien cayó en resistencia, pues cayó aún más en cemento haciéndolo mucho menos contaminante.

Ahora bien, así como la resistencia es fundamental para el funcionamiento de una tejuela ya que ésta puede fallar por el sobrepeso aguantado, también lo es la tracción ya que puede fallar por la flexión generada.

A partir de lo anterior, Mauricio declara que el 10% de la resistencia de compresión es la resistencia a la tracción (M. López, comunicación personal, 6 de noviembre del 2018 comprobado en NRMCA, 2018), por lo que a partir de ello se puede estimar su valor para luego compararlas con las muestras referenciales.

A continuación se muestra una tabla con los valores calculados para todos los cubos nuevamente:

CUBO	RESISTENCIA COMPRESIÓN	FÓRMULA	RESISTENCIA TRACCIÓN
<i>nº</i>	<i>(a) = kg/cm²</i>	<i>a/100 * 10</i>	<i>kg/cm²</i>
1	534	$\frac{534}{100} * 10$	53
2	571	$\frac{571}{100} * 10$	57
3	263	$\frac{263}{100} * 10$	26
4	281	$\frac{281}{100} * 10$	28
5	122	$\frac{122}{100} * 10$	12
10	183	$\frac{183}{100} * 10$	18

De los resultados se obtiene que el cubo más resistente a la tracción es el nº2 y el que le sigue es el nº4. Nuevamente se disputa entre estas dos mezclas pero se decide optar por la muestra nº4 como la más adecuada para la tejuela por las mismas razones que la resolución anterior, es decir, se le da prioridad a la contaminación por sobre las resistencias, ya que los valores obtenidos igual le ganan a los valores de las muestras referenciales.

Dicho lo anterior cabe agregar otro punto a favor que tiene el cubo nº4. La mezcla requirió menos cantidad de agua influyendo simultáneamente en el aumento de resistencia, debido a que la cal demanda menos agua que el cemento. Por lo tanto se concluye que las proporciones 40% cemento y 60% cal son las elegidas para la realización de las tejuelas implicando una cantidad razonable de reemplazo al árido y siendo un aporte al medio ambiente.





FORMULACIÓN

7.1 *Contexto*

7.2 *Oportunidad de diseño*

7.3 *Proyecto*

7.4 *Usuarios*

7.5 *Atributos de valor*

7.6 *Antecedentes y referentes*

7.1 Contexto

La grandeza del medio ambiente condiciona y moldea el sistema de los seres vivos siendo un soporte vital que asegura la supervivencia y bienestar de futuras generaciones. Para ello, es necesario comprender que todos sus componentes son necesarios para lograr una armonía ecológica y que su daño implica un quiebre en la cadena productiva que abastece a la humanidad. Los desechos de aquella cadena son los responsables de acelerar esta decadencia, por lo que una estrategia es su reinserción a través de un nuevo valor logrando un ahorro en las emisiones de CO₂ y por ende, la apertura de nuevos mercados que apuntan a la sustentabilidad.

Por su parte, Chiloé se constituye por el bosque, la tierra y el mar, cuyos atributos corresponden a los principales ejes de supervivencia para el chilote. Esto se refleja en cómo toma la naturaleza y -con respeto- la adecúa a su vida (Montiel, 2017). Respecto al bosque, el trabajo maderero fue perfeccionándose de generación en generación y lograron posicionar a las tejuelas como el principal elemento de una cultura vernácula. Lamentablemente esta tradicional actividad ya no da abasto por la escasez y protección de su materia prima, teniendo que recurrir al zinc o plástico que terminan perjudicando la identidad local. Respecto al mar, la industria mitilicultora es muy valiosa para el país y sobre todo para la isla, aportando trabajo, capital y renombre. Sin embargo, se encuentra en una complicada situación por la contaminación ambiental generada, estando en la mira de las organizaciones fiscalizadoras, de los consumidores e incluso de los mismos chilotes. Esto es principalmente porque sus desechos no están siendo gestionados como se deben, al contrario, están ocupando parte del limitado espacio en vertederos, contaminando las playas, afectando al turismo, interrumpiendo la biodiversidad, entre otros. Incluso, aquellos que sí son tratados -como es el caso de las conchas de mejillones- podrían tener otra salida considerando su valor simbólico a fin de rescatar el orgullo de esta mítica isla.

7.2 Oportunidad de diseño



Nada se pierde, todo se transforma.

La frase célebre del químico Antoine de Lavoisier que se convirtió en ley universal.

Tomando a las conchas residuales como primer punto de partida, se debe tener en cuenta que sería insensato desperdiciar el carbonato de calcio que poseen ya que aventaja al carbonato de calcio comercial en cuanto a precio, obtención, tratamiento e impacto ambiental y se ha comprobado que la composición y disponibilidad de sus constituyentes son similares en ambos casos. Entonces, mientras una industria extrae este mineral produciendo efectos dañinos al medioambiente, la otra lo produce como resultado involuntario por medio de un subproducto clasificado como desecho. No obstante, tiene propiedades térmicas, ignífugas y de resistencia (Munch-Andersen & Møller, 2004) que pueden ser admitidas en la industria cementicia con la cualidad que, al tener una granulometría como la arena, sirve como un perfecto material de relleno en productos de mampostería con la característica de ser económico y menos contaminante (Carvalho et al., 2016). De esta manera se lograría desenvolver la recíproca relación del chilote con su entorno y conservar el lenguaje estético tan propio de la arquitectura chilota.

7.3 Proyecto

Qué

Tejuelas chilotas sustentables fabricadas a partir de desechos de la industria mitilicultora chilena.

Por qué

1. La industria mitilicultora desecha 92.304 toneladas de conchas de choritos al año, las cuales poseen un 96% de carbonato de calcio. Si bien, la mayoría es transformada en cal agrícola, se ha comprobado exitosamente su uso como árido aglomerante resultando provechoso y menos contaminante.
2. Existe una ventaja comparativa de costo y huella de carbono en comparación con la arena o grava convencional utilizada en el hormigón.
3. Los Alerces y Cipreses -materiales de revestimientos icónicos de la isla- son escasos, costosos y no renovables, encauzando el uso de revestimientos poco estéticos que no armonizan con el entorno de Chiloé.

Para qué

1. Hacerse cargo de los desechos industriales propios de la Isla, que si bien esta industria aporta economía y trabajo, ha intensificado la contaminación pasando a llevar el bienestar de la población chilota.
2. Crear valor identitario, funcional y simbólico a los desechos subutilizados aprovechando su máximo potencial bajo las directrices del upcycling.
3. Conservar la coherencia cultural del patrimonio arquitectónico chilote por medio de un recurso local.

Objetivo general

Desarrollar un nuevo tipo de revestimiento a partir de desechos de la industria mtilicultora e insertarlo como una alternativa sustentable, funcional y simbólica dentro de la cultura identitaria de Chiloé.

Objetivos específicos

1. Definir la materialidad, tamaño y proceso productivo de las tejuelas.

IOV: (1) Realización de montajes que simulen el producto instalado para definir tamaños y volúmenes.

(2) Explorar el comportamiento del material a través de prototipos.

(3) Idear un sistema de producción factible en Chiloé mismo.

2. Comprobar la resistencia de la tejuela a la intemperie y a la manipulación de las personas.

IOV: Instalación de una fachada piloto sometida a la intemperie dentro de un contexto acorde.

3. Constatar el interés y la validación de la tejuela ante sujetos reconocidos por sus trabajos tanto en la isla como en el rubro tanto de la construcción/arquitectura como de sustentabilidad.

IOV: Mostrar el producto a los mejores representantes de posibles usuarios para obtener una aprobación indiscutible.

4. Lograr una identidad de marca coherente con el objetivo del proyecto.

IOV: generar un concepto o relato vinculado a la identidad local que le de un valor simbólico al producto.

Usuario directo

Se apunta a un nicho de personas sensibles y conscientes del medio ambiente, que tienen cierta inclinación hacia la innovación, ética y producción sustentable de los materiales. Ellos buscan un sustituto a la clásica tejuela de alerce, aunque sea una alternativa menos convencional.

El usuario puede ser el habitante de Chiloé que tenga una casa/hotel/restaurante/galpón/fábrica y la quiera remodelar o construir desde cero. Sin embargo, va dirigido por sobre todo a arquitectos, constructores o diseñadores ya que son los principales intermediarios en definir los materiales a usar en un proyecto.

Actores involucrados

Considerando que el proyecto se circunscribe bajo el marco de economía circular, se toma a la industria mtilicultora como principal actor involucrado en el proyecto ya que es la entidad con mayor participación en la cadena productiva de los choritos. Luego de haber tenido una reunión personal con la empresa SudMaris y Cal Austral fueron los más abiertos en buscar soluciones sustentables para sus productos, etapas productivas, proveedores, entre otros.

A largo plazo se espera contar con ellos como proveedores de la materia prima significando -indirectamente- un impacto positivo y beneficioso tanto para la comunidad chilota como la industria, ya que es la oportunidad de demostrar que su intervención en la isla tiene un enfoque sustentable y simbólico. Esto a futuro logrará disminuir los impactos ambientales y, sin duda, atraerá a nuevos clientes o mercados.

Roberto Verganti aclaró en su charla realizada en el Campus Lo Contador de Pontificia La Universidad Católica de Chile el día 8 de Noviembre de este año, que en la actualidad es tanta la competencia de mercado que para diferenciarse hay que dar valor significativo al producto y lograr hacer que la gente se enamore de él. Por lo tanto, se debe aclarar que el proyecto no pretende desvalorizar a la actual oferta de tejuelas en el mercado, ya que cada una tiene su atributo de valor claro. Más bien es una declaración de principios donde su valor está en lo simbólico que es la tejuela chilota dentro de la identidad de la zona y por ello se trata de no cambiar drásticamente su apariencia. También, está en lo innovador que es el uso de nuevos materiales para un producto tan cotidiano y, asimismo, está en lo consciente por hacerse cargo de los desechos de una industria que -históricamente- ha sido muy intensa e influyente para lo chilotes, especialmente porque el mejillón no es un molusco cualquiera sino que es parte de su identidad también. Esto mismo lo declara la directora regional de CORFO Los Lagos, Claudia Huber, manifestando en su discurso de la celebración "Día del Mejillón" realizado en Mayo de este año, en Castro: "*debemos consumir el mejillón porque es un producto local, representa nuestra cultura y es muy importante para el sector económico de la Región y en particular para Chiloé*" (Mundo Acuicola, 2018).



1.

CAPILLA SAN CARALAMPIO

En Galicia, España, se encuentra una capilla construida con conchas de ostiones grandes, denominados los "pequeños tesoros del mar". Este es el antecedente madre del proyecto ya que inspiró y reveló la idea de hacer tejuelas, además de coincidir con el nexo conceptual entre la naturaleza, la arquitectura y la vida marina de la zona significando un encanto que atrae a miles de turistas cada año (Rodríguez, 2016).



2.

PROYECTO BIOVALVO

El grupo de Construcción de la Escuela de Camiños y el de Enxeñaría e Dirección de Proxectos de la Escuela Politécnica Superior de la Universidade da Coruña (UDC) levantaron este proyecto como modelo de construcción ecológica. Consiste en un módulo experimental que así como simula la fachada de una concha de mejillón, también está fabricado con ellas tanto trituradas como pulverizadas para sacar fruto de sus propiedades a través de morteros, hormigones u otros. La vivienda cuenta con suelo, cubierta y muros hechos de conchas que sustituyen a la arena hasta en un 75% en total (Lorenzo, 2015).



3.

THE SMITHSON'S

Famosos arquitectos del edificio del diario *The Economist* en Londres hecho con piedras portland provenientes de las capas más profundas de la cantera caliza, donde aparecen restos de conchas de ostras y otros moluscos constatando probablemente que son los sedimentos de una capa sumergida en el mar hace millones de años atrás. La relación concha/piedra caliza del edificio pone en evidencia que después de tantos años éste sigue siendo resistente, duradero y estético, donde lo más importante es revelar el concepto de lo prehistórico y el origen de los materiales (The Economist, 2016).

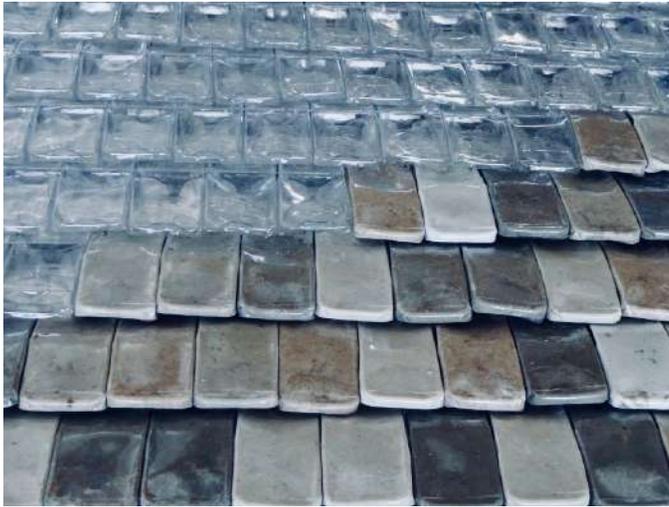


4.

MUSEO VICTORIA & ALBERT

Es el primer museo de diseño en Dundee, marcando un sello en la arquitectura. El edificio cuenta con una fachada de piedra caliza con fósiles marinos de hace miles de años bajo un concepto parecido al del proyecto: apuntar a una conexión con la naturaleza local. En este caso, la particular geografía de Escocia se traduce en tejas con forma de paneles alargados simulando los acantilados. Asimismo, el museo que está construido sobre los antiguos muelles portuarios de la ciudad -catalogados como patrimonio de la construcción naval- son parte importante de la transformación urbana cultural que está viviendo Dundee (Salgado, 2018).





5.

AGUA

Botella de plástico que luego de su uso se recicla como tejas para techos o revestimientos. La gracia es que como el plástico se demora en biodegradar (al igual que la concha) dura muchos años y alcanza una buena calidad a bajo costo en respuesta a la contaminación del plástico. Ésta es rellena con materiales reciclables pulverizados que se mezclan con cemento para fortalecer la estructura. *"El objetivo no era una botella linda sino un producto constructivo que tuviera un doble aporte ecológico"*, explicó el creador Donald Thomson (Agencia EFE, 2014).



6.

EUROSHIELD

Desde hace 11 años que la empresa Euroshield fabrica e instala techados hechos con neumáticos reciclados, éstos los recogen del entorno o de fábricas automotrices para impedir que acaben en vertederos. Después de años de investigación y desarrollo, se constató que la teja se compone con más del 75% de material reciclado traducido en varios tipos de diseños. Por ejemplo, en la foto se ve un modelo que simula a la piedra pizarra en los techados, siendo más duradera, aislante y resistente. *Se usan 600-1000 neumáticos de caucho en un techo de una casa de tamaño medio (Sanz,2011).



7.

MERDACOTTA

Surge como una idea ridícula a la reutilización del estiércol de las vacas que se acumula en una fábrica de quesos en Italia y ahora cuentan con una fábrica propia. Se reemplaza una parte de la terracota por las heces en la producción de losa, baldosas, taburetes y maceteros, promoviendo la realización de una línea de productos sustentables a partir de desechos (Museo della Merda, s.f).



8.

CHILOTE SHOES

Auténtico, ético y sostenible son valores que definen a esta marca hecha por mujeres artesanas que viven en zonas rurales de la Patagonia. Son pantuflas hechas con desechos y materiales locales, que provienen de la industria acuícola y satisfacen una necesidad local. Esta ingeniosa solución manual se debe a satisfacer los problemas cotidianos influenciados principalmente por el clima y el aislamiento natural de la isla. Es un claro ejemplo del valor simbólico e identitario que puede llegar a tener un producto gracias al modelo del upcycling (Quezada, 2017).





EJECUCIÓN

8.1 *Metodología general*

8.2 *Simulacro I*

8.3 *Prototipos I*

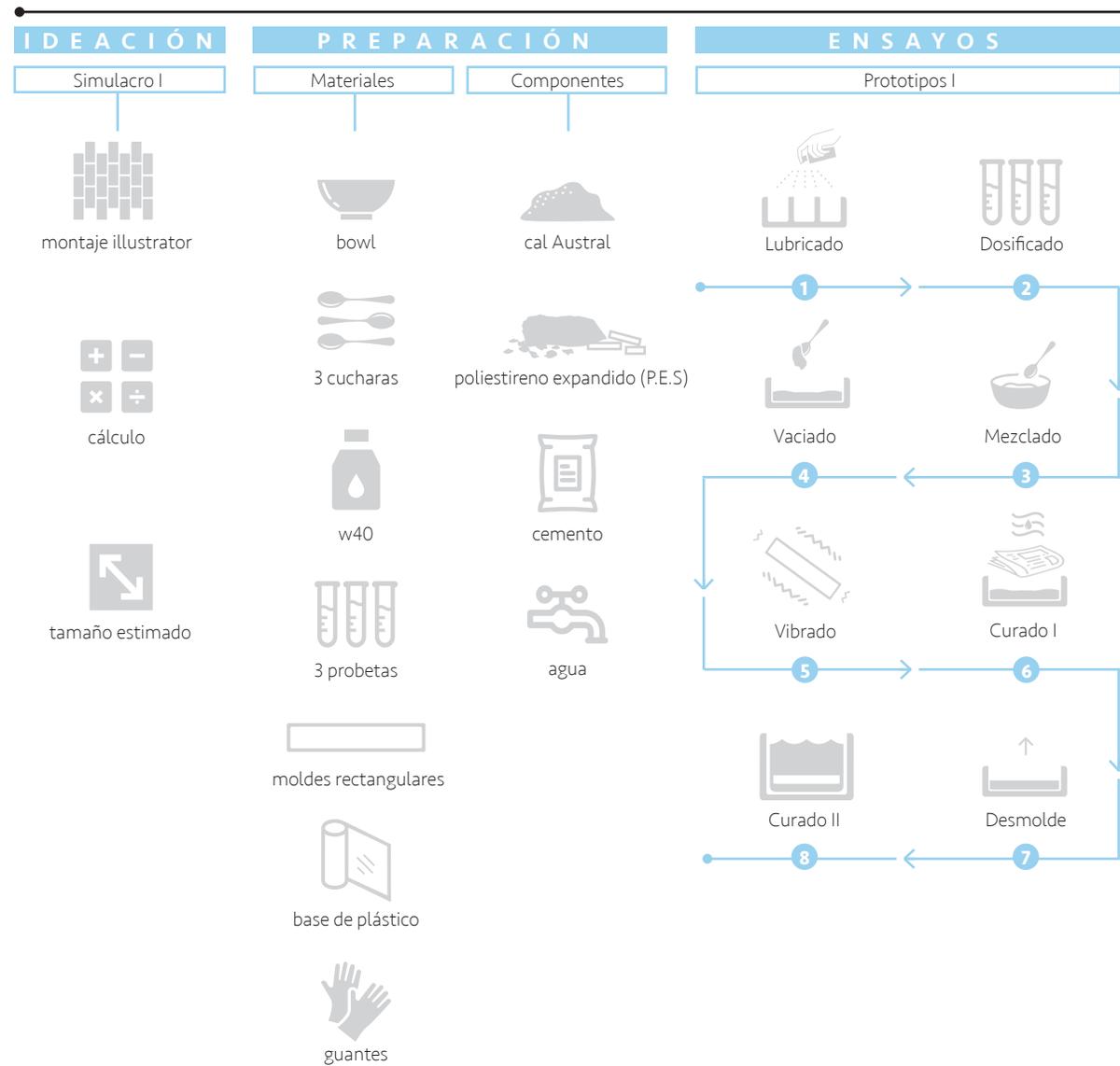
8.4 *Prototipos II*

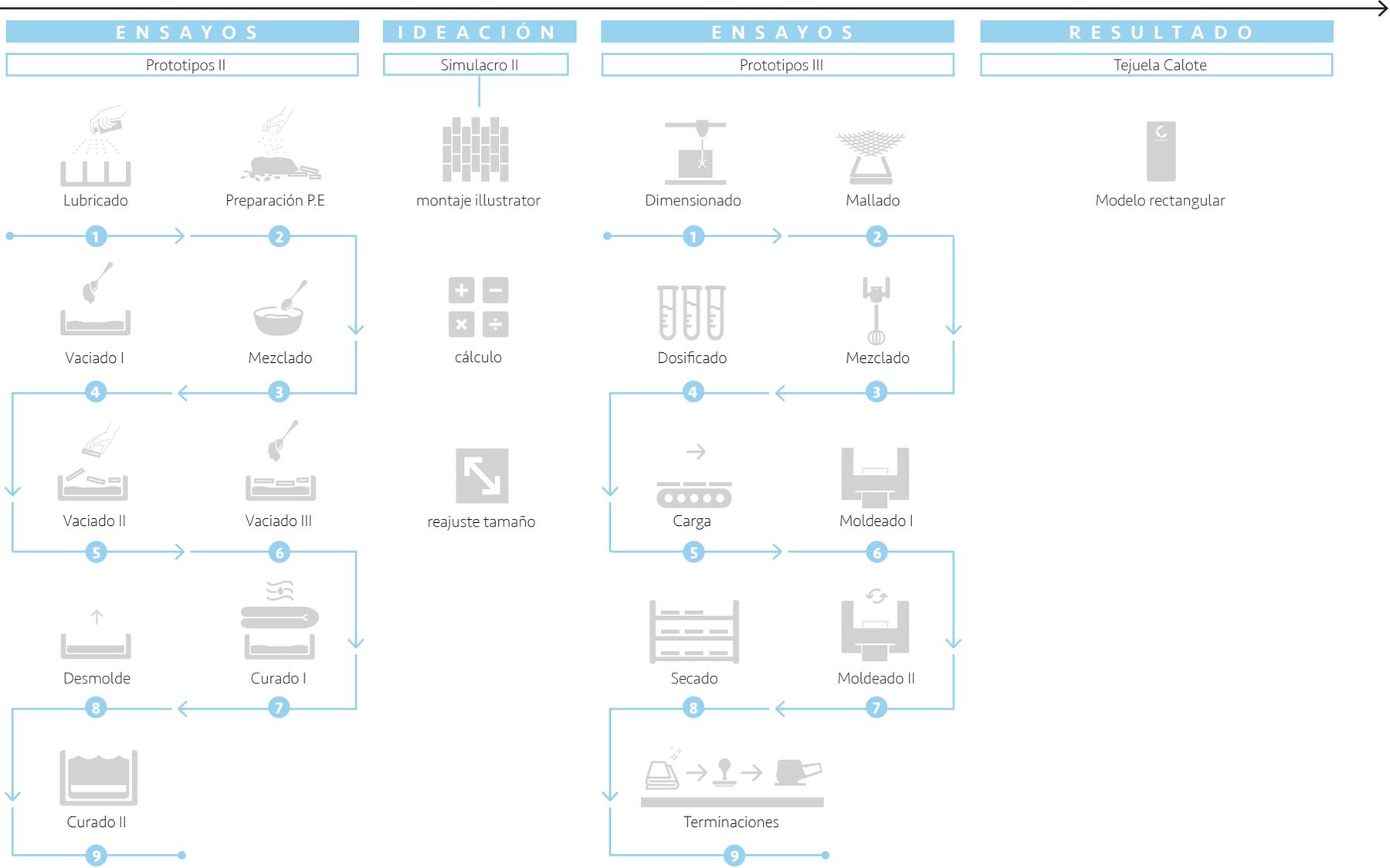
8.5 *Simulacro II*

8.6 *Prototipos III*

Para elegir las dimensiones que tendría la tejuela, se procedió a hacer los primeros prototipos. Se inició probando con las mismas medidas que la tejuela chilota normal recordando que no se quiere ajustar por completo el diseño de la tejuela clásica para no alterar la estética chilota. A medida que fueron surgiendo nuevas observaciones, ésta se fue modificando en tamaño y materialidad.

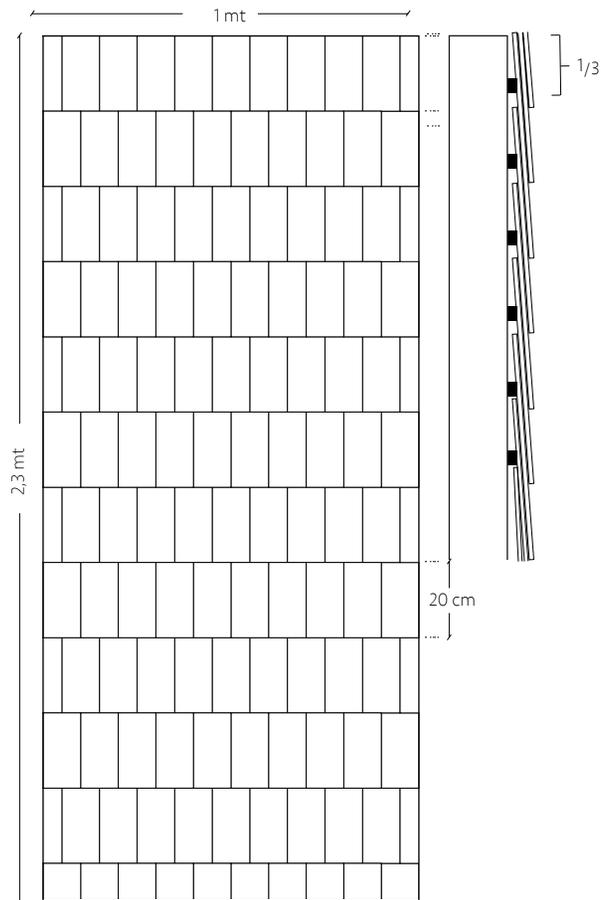
El objetivo es lograr el equilibrio entre la funcionalidad y el tamaño que tendría la tejuela, a fin de obtener un producto eficiente y ecológico.





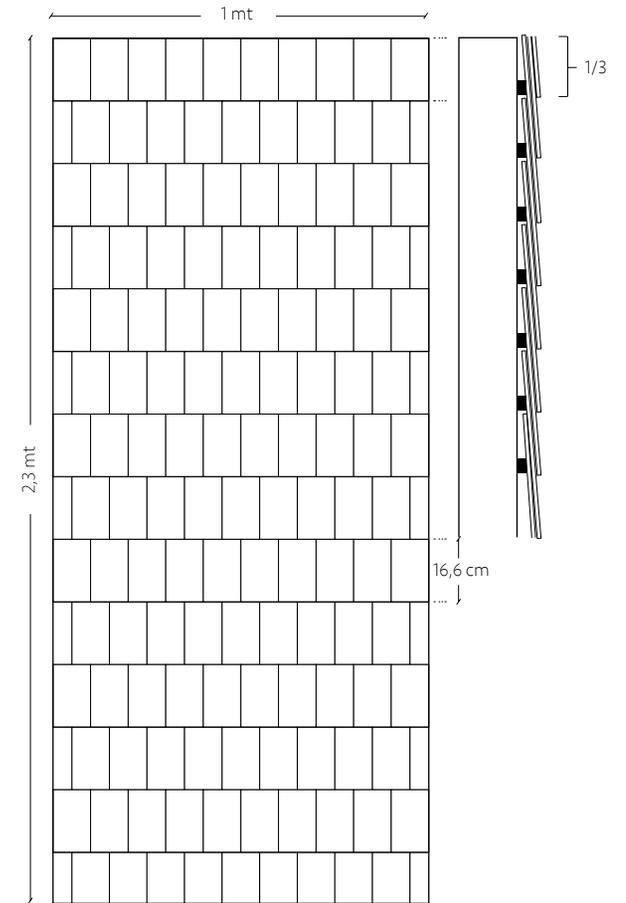
Para previsualizar la fachada de tejas de manera instantánea y evaluar su apariencia se procedió a realizar en Illustrator una simulación de un panel de 1 mt de ancho por 2.30 mt de alto como parámetro, ya que corresponde a la altura mínima de piso a cielo según la norma habitacional de viviendas chilenas N° 20.772 (Ley Chile, 2014). La idea es ver cuánto material (volumen) se ocuparía en la teja comparada con la de alerce normal, a fin de lograr un equilibrio y conseguir el óptimo en la dimensión de las tejas.

Primero se calculó la cantidad de tejas que irían por fila y el total de las que caben dentro del panel. Luego se calculó el volumen unitario de la teja y se multiplicó por el total de tejas contenidas, obteniendo el volumen total que se usaría de material en un metro de panel. Este resultado permitió saber que las tejas de 60 cm utilizarían más material que las de 50 cm por lo que, como el objetivo es desarrollar un producto sustentable, se establece que la medida para la teja es de 50 x 10 x 1 cm.



DIMENSIÓN 60 x 10 x 1 cm	
Volúmen	600 cm ³
Cantidad total	132
Filas de tejas	12
Volúmen total	79.200
*Escala	1 : 5

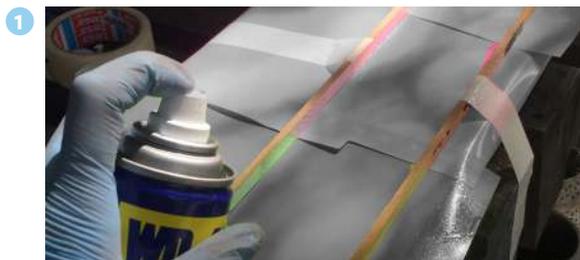
(teja chilota piloto)



*

DIMENSIÓN 50 x 10 x 1 cm	
Volúmen	500 cm ³
Cantidad total	154
Filas de tejas	14
Volúmen total	77.000
*Escala	1 : 5

Pasos



Lubricado: poner molde de madera sobre un plástico y rociar w40 para evitar que se pegue (opcional).



Vaciado: distribuir en el molde hasta que quede liso por completo.



Desmolde: quitar cuidadosamente del molde.



Dosificado: preparar dosis de 60% cal y 40% cemento en las probetas.



Vibrado: darle unos golpecitos por arriba y por los bordes para eliminar burbujas de aire.



Curado II: dejarlo 7 días más dentro de una recipiente con agua para finalizar su curado.



Mezclado: revolver homogéneamente hasta que quede espesa.



Curado I: tapar con un diario mojado para que la el fraguado se mantenga constantemente hidratado y dejarlo secar por 7 días en un lugar fresco y húmedo.

Ensayos

Se hicieron dos ensayos para la realización de los primeros prototipos que se detallarán a continuación.

Se debe aclarar que el molde en vez de quedar de 1 cm exacto, quedó de 1.3 cm, lo que no influyó en la producción la tejuela pero sí en el peso resultante.

1.

620 gr CAL + 410 gr CEM + 250 ml AGUA

Observaciones: Esta mezcla quedó un poco más líquida y luego se tapó con diario húmedo y dejó reposar. Dos días después, se fue a comprobar cómo iba la mezcla y se pudo notar que el diario estaba completamente seco notándose un par de fisuras en la teja. Luego, estando la mezcla aún húmeda, lo moví para ver si ya había secado y aquellas grietas hizo quebrar una parte del prototipo. Los días restantes se optó por cambiar todas las mañanas y noches el diario por uno nuevo y mojado. Ya terminando, se dejó curar en la piscina por 7 días notándose que con el paso de los días, la tejuela se iba tiñendo de color azul. Al sacarlo, se limpió con agua logrando quitarle el pigmento, aunque no del todo.

2.

1.1150 gr CEM + 380 ml AGUA

Luego se quiso hacer una mezcla de puro cemento para comparar su resultado con el ensayo n°1.

Observaciones: Ocurrió lo mismo que el primer ensayo, al moverlo se agrietó fácilmente, lo que indica que se debe esperar más tiempo para manipularlo. También se comprueba que sin cal se necesita incorporar mucha más agua. En cuanto al curado, sucedió lo mismo que el ensayo anterior pero se logró quitar un poco el pigmento azul gracias a la limpieza posterior.

Conclusiones

Se habló con la encargada del laboratorio de Materiales de la construcción UC, Stephanie, y dijo que debe haber influido el diario húmedo ya que el papel absorbe muy rápido la humedad. En cuanto al pigmento azul en el curado, dijo que se debió a las sales químicas (cloruros) de la piscina ya que son muy fuertes y agresivas contra el hormigón lo que provocan la abrasión. Además se pudo notar la aparición de unas pintas blancas llamadas *eflorescencias* que corresponden a un depósito de sales formados por la reacción de la mezcla que se da de manera imprevisible e incontrolable, lo que no daña la estructura. Por ende, se confirma la hipótesis de que no se forman hongos o agentes similares en climas húmedos.

El prototipo resultó quedar muy pesado, dificultando su transporte, manipulación, montaje y resistencia a la estructura de la vivienda. Continuando con la aproximación hacia la tejuela de madera, se propone hacer un prototipo más delgado (0.7 centímetros) y liviano. Esto último suscitó la posibilidad de incorporar poliestireno expandido a la mezcla y hacer un producto más ligero y a la vez, aislante. Para esto se usarán los descartes de las boyas mitilicultoras traídas directamente de Chiloé, para darles un segundo uso funcional.



Prototipos de tejuela n°2 y n°1 de izquierda a derecha

Pasos



Lubricado: poner molde de madera de 50x10x0.7 cm sobre un plástico y rociar w40 para evitar que se pegue (opcional).



Vaciado I: distribuir en el molde hasta la mitad quedando todo liso y luego darle unos golpecitos por arriba y por los bordes para eliminar burbujas de aire.



Curado I: tapar con un paño mojado para que la el fraguado se mantenga constantemente hidratado y dejarlo secar por 7 días en un lugar fresco y húmedo.



Preparación P.E: limpiar retazos de poliestireno expandido (P.E), luego laminarlos y desgranarlos en la licuadora.



Vaciado II: rellenar con una capa de poliestireno expandido distribuyendo de manera uniforme.



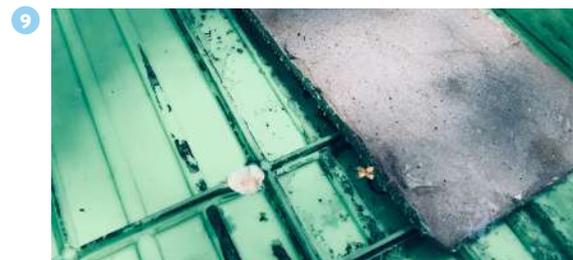
Desmolde: quitar cuidadosamente del molde.



Mezclado: preparar mezcla con 60% cal y 40% cemento y revolver hasta que quede espesa (su punto óptimo es si al poner la pala en 90º hacia abajo, ésta no se cae inmediatamente).



Vaciado III: distribuir en el molde el resto de la mezcla, emparejar y volver a golpearlo suavemente para eliminar burbujas de aire restante.



Curado II: dejarlo 7 días más dentro de una recipiente con agua potable (sin cloruros añadidos) para finalizar su curado.

Ensayos

Se hicieron 3 ensayos para la realización de los segundos prototipos.

Primero se hizo un prototipo sin poliestireno expandido y luego se hicieron los otros con, para posteriormente analizarlos y compararlos.

*P.E.G: Poliestireno Expandible Granulado

*P.E.L: Poliestireno Expandible Laminado

3.

620 gr CAL + 410 gr CEM + 250 ml AGUA

Observaciones: Durante los primeros días se vio que no se formaron grietas ya que se fue cambiando el paño húmedo todas las mañanas y noches. Ya estando seco y desmoldado se comprobó que resultó ser mucho más liviana e igual de resistente y compacta que los primeros prototipos. Se dejó curar en un recipiente de plástico por 7 días y no se notó nada fuera de lo normal, quedando intacto una vez secado a la intemperie.

4.

540 gr CAL + 360 gr CEM + 250 ml AGUA
+ 200 gr P.E.G

Observaciones: No ocurrió ningún incidente ni se vieron observaciones fuera de lo normal. Evidentemente resulta mucho más conveniente que el de cemento sólo ya que el agregado de poliestireno además de generar una economía de materiales, ayuda en la capacidad aislante y en el peso. Eso sí, la electricidad estática y el pequeño tamaño granulado del poliestireno hacen que la manipulación de este material sea difícil.

5.

540 gr CAL + 360 gr CEM + 250 ml AGUA
+ 200 gr P.E.L

Observaciones: Tal como en el prototipo nº4, no ocurrió ningún incidente. Sin embargo, las láminas de P.E.S cortadas que fueron dispuestas una al lado de la otra eran mucha cantidad y también muy delgadas, concluyéndose que estaba mal pensado ya que se desperdicia la capacidad estructural que podría aportar el poliestireno en el prototipo si fuese hecho de una sola pieza además de llegar a ser aún más aislante y liviano. Por lo que se propone hacer otro prototipo de 1 cm de grosor -o si se puede menos, mejor- usando una tabla de P.E.S revestido con hormigón.

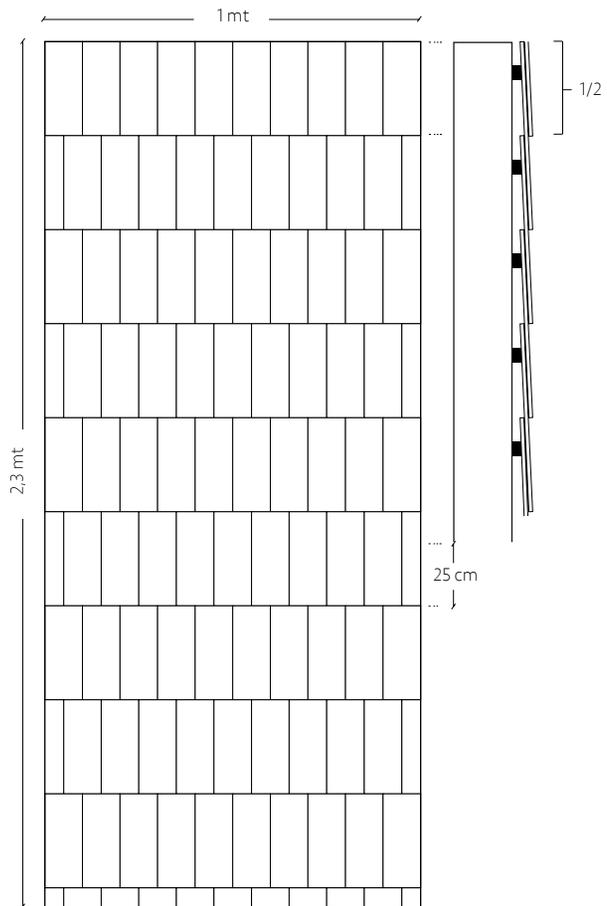


Prototipos de tejuela nº3, nº5 y nº4 respectivamente

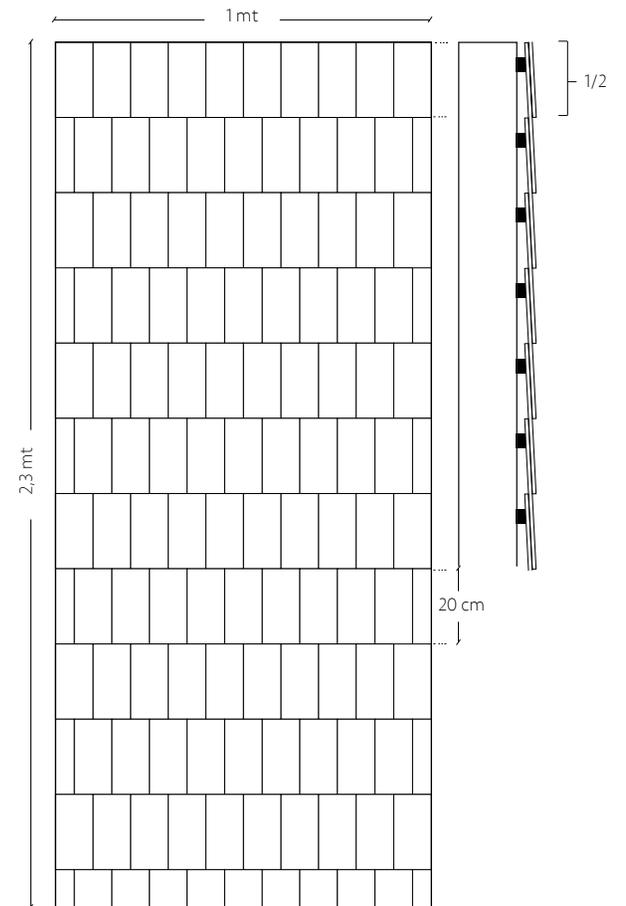
Antes de lanzarse al tercer ensayo de prototipos, se volvió a cuestionar las medidas de la tejuela por temas de presupuesto y se propuso buscar una dimensión- y por ende volumen- aún más sustentable y que a la vez necesitara una menor cantidad de tejuelas, no sólo para abaratar costos sino que también para tomar decisiones de diseño a partir de las cualidades del nuevo material (hormigón + poliestireno) y del uso que requiere, ya que la incorporación del poliestireno cambia el manejo del producto. Una cualidad muy significativa y provechosa que se tratará a continuación es la nueva capacidad de aislamiento térmico adoptada, siendo desmesuradamente mejor que el hormigón solo.

Para eso se volvió a usar el mismo simulador de illustrator y se probó con tejuelas de 50 cm y 40 cm, dejando ahora expuesta la mitad de su envergadura, es decir, se utilizará un tinglado de $\frac{1}{2}$ y no de $\frac{1}{3}$. Se concluye que la diferencia de volumen es enormemente significativa comparado con el simulacro I, pasando de 77.000 m³ a 50.400 m³ ya que mientras menor es el volumen ocupado por la mezcla, menor cantidad de ella se utilizará lógicamente.

Esto significa que las nuevas tejuelas necesitarán menos cantidad de ingredientes, de hecho, si se deja en 40 cm de largo se ahorran 28 tejuelas por metro. La decisión de usar el tinglado de $\frac{1}{2}$ da a suponer que disminuiría notablemente la capacidad de aislamiento térmico. Pero al contrario, esta situación se revierte ya que el poliestireno expandido es un material aislante por excelencia alcanzando valores de 0,04W/mK según la norma chilena N°853 Of. 91 (Norma Chilena Oficial, 2013) y además es uno de los más contaminantes con una huella de carbono de 7,34 kgCO₂/kg (Zabalza & Aranda, 2011, p. 80), lo que lo convierte en el material perfecto para hacer tejuelas y revestimientos a partir de la reutilización de ellos. Por último, el producto quedaría más liviano facilitando su traslado, instalación y resistencia estructural.



DIMENSIÓN 50 x 10 x 1 cm	
Volúmen	500 cm ³
Cantidad total	105
Filas de tejas	10
Volumen total	52.500
*Escala	1:5



*

DIMENSIÓN 40 x 10 x 1 cm	
Volúmen	400 cm ³
Cantidad total	126
Filas de tejas	12
Volumen total	50.400
*Escala	1:5

Pasos



Dimensionado: se limpia y corta el P.E.S con un delgado alambre caliente obteniendo tablas (*esta etapa puede ir al principio o después del paso 7).



Mezclado: revolver la mezcla con un mezclador manual eléctrico hasta que quede homogénea y espesa.



Secado: finalmente se van acopiando en repisas para que se sequen. Acá se le pueden poner paños húmedos encima para obtener diferentes texturas en la superficie.



Mallado: primero se le pone silicona con una pistola, luego se esparce con una espátula e inmediatamente después se le pone una capa de malla de fibra de vidrio del tamaño de la tabla.



Carga: se colocan las tablas de P.E.S una tras una en la cinta transportadora eléctrica.



Moldeado II: se vuelve a introducir la tabla en un nuevo contenedor pero esta vez dada vuelta y de lado para revestir la cara y los lados de los extremos restantes, pasando por una matriz de nuevas medidas.



Dosificado: preparar mezcla con 60% cal y 40% cemento y vertir en un soporte profundo.



Moldeado I: luego el cemento se vierte sobre un contenedor y en su parte inferior se encuentra el molde o matriz que dará forma a la superficie de la tejuela a partir de sus cantos perfilados.



Terminaciones: por último se le estampa el logo a la tejuela y se lijan los cantos e imperfecciones resultando más suave y estética, ya que se crean nuevas texturas que le dan un carácter rústico.

Ensayos

Estos dos últimos ensayos de prototipos se diferencian por su espesor.

Se eligió mandarlos a hacer a la empresa Arquipol, dedicada de hacer maceteros y molduras usando la tecnología **E.I.F.S** que consta en revestir el poliestireno (que viene con una forma predefinida) con una malla de fibra de vidrio delgada y cubrirlo con cemento de buena calidad. Esta tecnología de revestimiento es utilizada en exteriores para todo tipo de edificaciones y climas. Es de fácil manipulación, durabilidad y bajo mantenimiento.

Esta tecnología fue fabricada por Solcrom®, una empresa dedicada al rubro de la construcción por más de 56 años y certifica la disminución del consumo energético por efectos de conservar la calefacción, aumentar el confort y la calidad ambiental en el interior de las edificaciones, además de cumplir con la reglamentación térmica n°4.1.10 que rige sobre las viviendas (EMB Construcción, 2010).

6.

60% CAL + 40% CEM + 25% AGUA + 0.5 cm P.E.S

Observaciones: Si bien se nota que su apariencia queda más homogénea al ser fabricada con maquinaria industrial, mantiene las capacidades de resistencia, flexión y compresión al usarse las mismas proporciones de cemento junto con la pieza de P.E.S. Por falta de tiempo, hicieron la muestra revestida sólo por una cara pero la dueña de Arquipol me aseguró que la final quedaría impecable aunque ella no recomienda este espesor de P.E.S para una tejuela porque dice que es muy delgado, por lo que sugirió hacer otra muestra un poco más gruesa.

7.

60% CAL + 40% CEM + 25% AGUA + 0.7 cm P.E.S

Observaciones: Este espesor de 0.7 cm que con las capas de hormigón suman 1 cm justo dice que es mucho más confiable para su trabajabilidad, al ser más grueso pues es más tenso y aislante a la vez. Este prototipo fue cubierto por una capa de hormigón en todas sus caras y lados, quedando sólido y poco endeble. Luego se descubrió que si se le ponían paños húmedos encima quedaban marcadas unas texturas así como desteñidas, otorgándole un toque más auténtico, desigual y de apariencia rústica.

Conclusiones

Habiendo concluido con Karina, la dueña de Arquipol, que la tejuela de espesor 1 cm era la más indicada para usarse como revestimiento principal de exterior se decidió mandar a hacer 180 unidades para la construcción de una mini fachada, a fin de testear el producto y ver cómo funcionaban frente a la intemperie y manipulación de las personas. Pues se le entregó la cal de Cal Austral como materia prima para el proyecto y ella puso el resto de los materiales tales como el cemento, malla de fibra de vidrio y el poliestireno expandido. Si bien, la idea era utilizar el poliestireno sobrante de los insumos miticultores, no fue factible para la fabricación de las tejuelas ya que debido al poco tiempo con que se contaba no hubo cómo traer estos grandes pedazos de boyas desde Chiloé. Por lo que estas tejuelas serán una simulación de las finales ya que el poliestireno interior no es el real, pero su apariencia exterior quedará idéntica.

El panel será de la misma altura que la utilizada en la simulación de illustrator para seguir obedeciendo a la altura mínima normalizada. En cambio, su ancho dependerá del lugar donde se localizará.



Prototipos de tejuelas finales n°6 y n°7 respectivamente





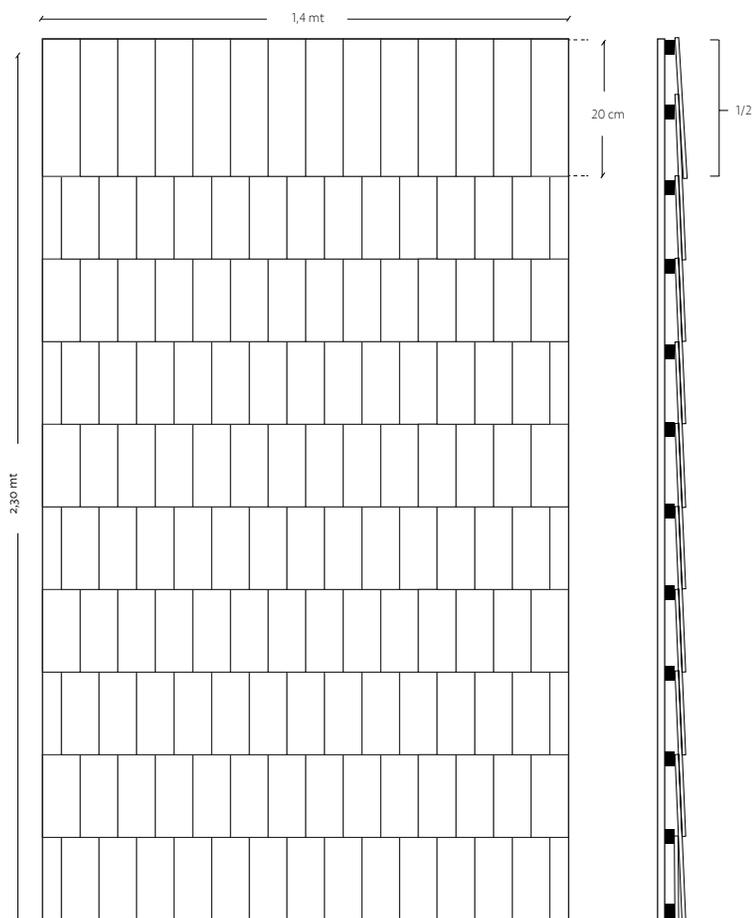
IMPLEMENTACIÓN

9.1 *Fabricación Panel*

9.2 *Puesta en escena*

9.3 *Validación*

IDEACIÓN



DIMENSIÓN 40 x 10 x 1 cm	
Volúmen	400 cm ³
Cantidad total	154
Filas de tejuelas	10
Volumen total	61.600cm ³
*Escala	1 : 5

MATERIALES



154 tejuelas



1 trupán 230x140x0.9cm



11 costaneras 140x4x2cm



308 clavos 1"



22 tornillos punta fina 1"



martillo



taladro

PROCESO





Tal como se contó en la introducción que la motivación del proyecto nació en la tienda de mariscos *La Pesca de los Mekis*, pues se tuvo la inquietud de volver a aquellas raíces y preguntarle al dueño si es que se podía instalar el panel en uno de sus locales a modo de testeo o prueba para evaluar la manipulación de las personas con la tejuela, su comportamiento frente al clima y por sobre todo, ver la apariencia final que se lograba puesta en un muro real.



CALOTE





CALOTE









Lucas Mekis

El dueño, Lucas Mekis, aceptó encantado montar el panel ya que él está muy interesado por la sustentabilidad de la Industria Acuícola en general, por lo que ofreció a cambio viralizarlo por su instagram de La Pesca y ayudar en lo posible del registro fotográfico.

Para mejor, se entusiasmó con revestir todo el local con las tejuelas *Calote*, ya que encajan muy bien con el objetivo de su negocio, es decir, la pesca sustentable y con el tipo de productos que comercializa. Si bien el proyecto se encuentra actualmente en una primera fase de testeo y de darse a conocer, se considera a esta oferta como una primera aproximación al mundo real y su interés valida el éxito que podría tener a futuro teniendo a *La Pesca de los Mekis* como primer cliente de gran influencia dentro del rubro comercial en moluscos y derivados.



Edward Rojas

Es uno de los arquitectos más reconocidos estos últimos años gracias a su Premio Nacional de Arquitectura el 2016. Desde su taller en Castro se ha profundizado en el conocimiento de la cultura de la Patagonia Insular a fin de proponer una obra contemporánea para Chiloé capaz de conllevase con la preexistente historia, tradición e identidad que deja huella desde hace 1000 años.

El uso de volúmenes, tejuelas recortadas de varias formas y el reciclaje de antiguas construcciones son elementos que dialogan armónicamente con el soporte patrimonial. Así, la realidad cultural es una arquitectura que nace comunitariamente desde lo local y que reconoce una contribución universal (www.edwardrojas.cl).

Se reunió con Edward en Santiago y se le mostró el proceso que tuvo la tejuela, dándole el siguiente feedback:

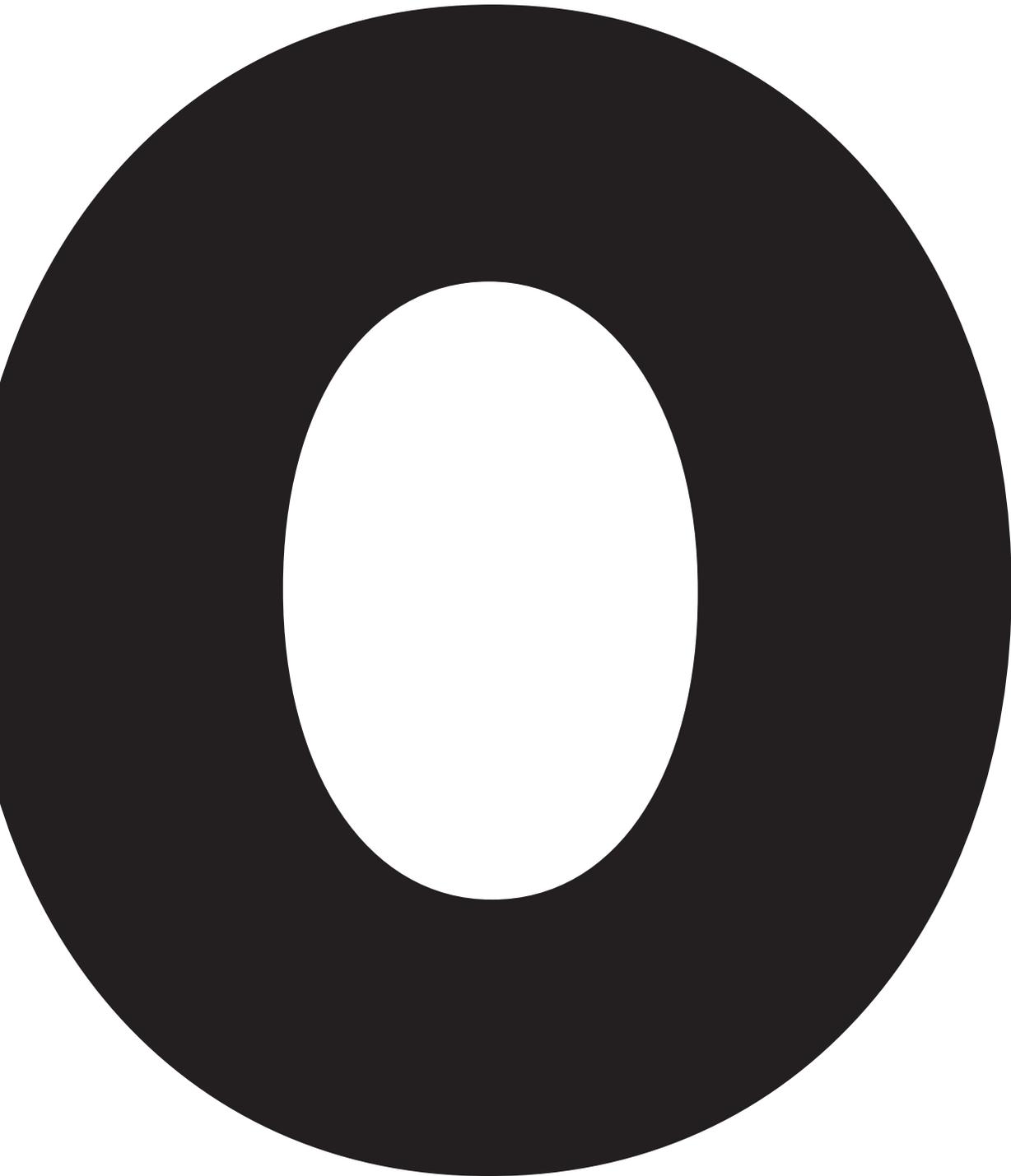
“

Primero: Usar la tejuela es usar parte de la identidad. Yo uso tejuela de alerce que todavía es factible conseguir ya que antes de promulgarse la ley de protección, los tejueleros se stockearon con lo que más pudieron, pero con una cantidad finita. Va a llegar un momento en que esto desaparecerá y ahí es donde tu producto se hace vigente.

Segundo: El Ciprés también está protegido y no existe la tejuela como producción, por lo que es muy escaso conseguirla y sólo en pequeñas cantidades.

Tercero: A los chilotes les fascinan los materiales industriales porque les llega la “modernidad”. Recuerdo que años atrás el internet a la vista estaba de moda y para cambiar eso, en un proyecto les pusimos sus propios materiales (tejuela y madera) como paradigma de la modernidad y fue increíble tanto para ellos como nosotros los arquitectos, entonces en ese sentido me parece que está súper bien encaminado tu proyecto y lo valido. Además la irregularidad de la tejuela es lo que le da el encanto y lograste una textura diferente pero atractiva.





CALOTE

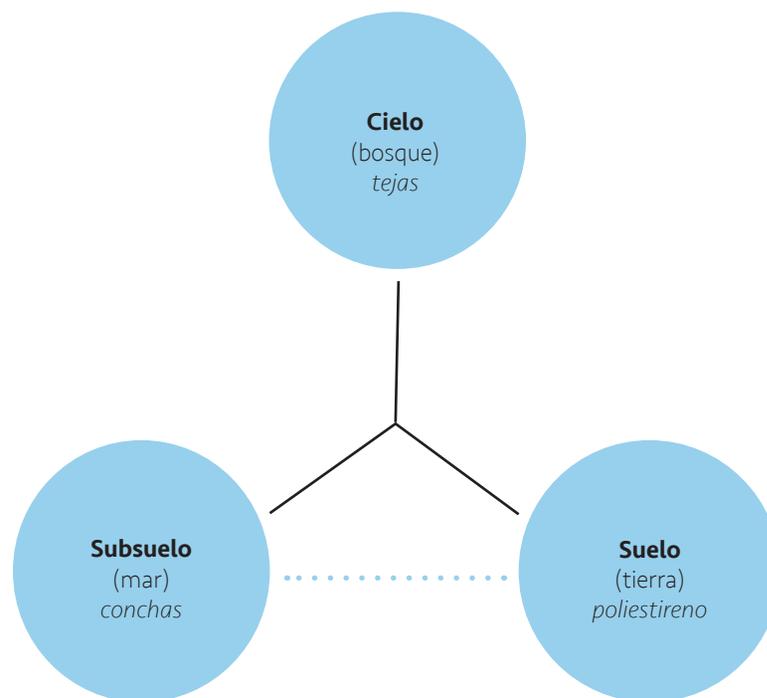
- 10.1 *Concepto*
- 10.2 *Identidad visual*
- 10.3 *Proyecciones*
- 10.4 *Ciclo de vida Calote*
- 10.5 *Servicio de compra*
- 10.6 *Embalaje*
- 10.7 *Modelo de negocios*
- 10.8 *Costos*
- 10.9 *Estado de resultados*

La evolución de la tierra provocó el desarrollo de depósitos inorgánicos permitiendo que las conchas adquirieran valores estructurales, funcionales y protectores para subsistir (Delgado, 2006). El proyecto Calote pretende interpretar aquella idea en un producto que rescate el desecho local, lo revalorice y lo reintegre a su hábitat cumpliendo con la misma función que tuvo en sus orígenes: ser caparazón. Por lo tanto, el concepto del proyecto tiene que ver con seguir el ciclo natural de las cosas y hacer referencia a su origen.

Por un lado, a lo largo de la memoria se ha descrito que el chilote maneja sus costumbres de manera arraigada a la naturaleza basándose en 3 elementos de ella: el mar, la tierra y el bosque, los que a su vez se pueden entender respectivamente como subsuelo, suelo y cielo.

Por otro lado, la tejuela de madera es uno de los patrimonios más característicos de la isla, cuya raíz (la madera) proviene directamente del suelo y que luego de un proceso se instala en el cielo; es decir, reviste las casas, iglesias o paraderos de cada rincón logrando dejar un sello.

De esta manera se genera un nexo entre ambos planteamientos. A partir de las conchas de mejillones -sacadas del subsuelo marino- y los desechos de poliestireno -sacados del suelo- se crea un producto para el cielo, que a la vez, homogeneiza con el entorno chilote y estimula la recíproca relación entre los elementos. Además, soluciona (1) la extinción de la madera de Alerce y (2) la necesidad de restaurar o instalar nuevas tejuelas y propone (3) una nueva materialidad hecha con la materia prima local.



Se quiso ilustrar el concepto del proyecto lo más conciso y preciso posible para lograr una identidad de marca memorable, moderna y a la vez orgánica, que aluda a la naturaleza y a los elementos/pilares del chilote.

Naming

Primero se hizo una lista de las palabras claves que hablan de la idea o del producto que se quiere mostrar, estos fueron: concha, mejillón, cal, poliestireno, caparazón, desecho, reciclaje, economía circular, chiloé, chilote, sustentable y orgánico. Luego se fueron mezclando las sílabas para formar un juego de palabras atractivo y, a la vez, fácil de pronunciar para que sea memorable. Finalmente se mezcló la palabra cal con chilote y nació el nombre Calote, aludiendo a "la cal chilote". A pesar de que no lleva ninguna palabra asociada al poliestireno expandible, se le preguntó a gente tanto de Chiloé como de Santiago que dijeran los conceptos que se le venían a la mente y respondieron "fuerza", "vigor", "algo pesado", "calor chilote" y "cobijo", acertando a lo que se quería comunicar.

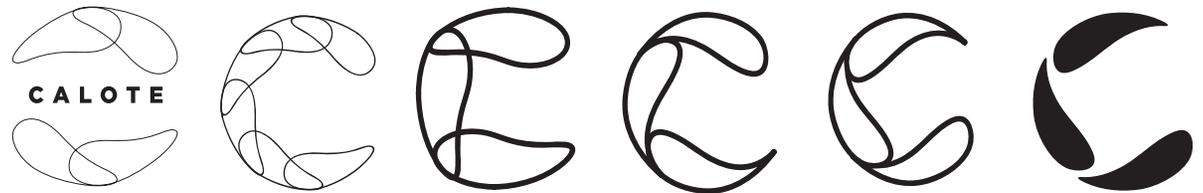
Para la bajada era necesario que la última palabra sea "chilote" para generar una conexión inmediata con el nombre de Calote a través de una rima. Así se decidió a poner "reutilizando desechos chilotes" a fin de dar una visión a la rápida del objetivo del proyecto.

La tipografía usada en el nombre es Gotham Black y en la bajada es la Seravek italic.

Isologotipo

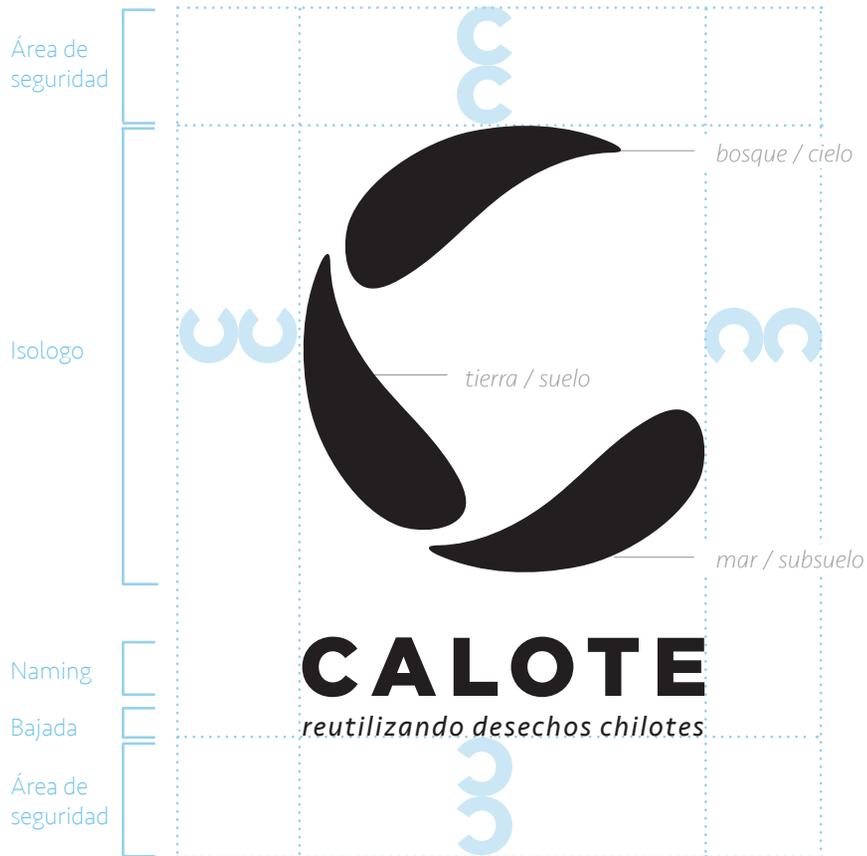
Se tenía como condición que el isologotipo fuera estampable en las piezas fabricadas, por lo que debía ser simple, duotono y ojalá que se lograra algún efecto de figura/fondo interesante. Se comenzó probando con una abstracción del mejillón contorneando su forma y acen tuando las líneas ovaladas. Luego se giró y superpuso una sobre otra logrando una especie de caparazón tal como se aprecia en el diagrama del proceso. Aquello dio cuenta que si se repetía y rotaba, se podía construir una C que funcionara como isologotipo del nombre Calote, el cual se fue abstrayendo hasta hacerlo entero de un color para que sea estampable. Lo interesante está cuando se optó en el último paso por separar estas "conchas" para que se hagan notar y se alivianara el contraste generado, lo cual llevó a lograr una C compuesta por tres conchas que representan por un lado el mar, la tierra y el bosque de Chiloé, y por el otro, la relación de intercambio cíclico entre subsuelo, suelo y cielo.

Además, se debe recalcar el parecido con el símbolo del reciclaje que se relaciona con el trasfondo del proceso productivo del producto: rescatar, revalorizar y reinsertar.



Proceso de abstracción del mejillón

Especificaciones



Logotipo final



○ Pantone White 000 C:0% M: 0% Y: 0% K:0%

● Pantone Black C C:0% M: 0% Y: 0% K:0%

Proyectos

- *Parque Nacional Tantauco*: se podrían usar las tejas en las instalaciones del parque nacional de Chiloé ya sea en la fachada de las oficinas, la señalética, zona de picnic o cualquier objeto dentro de la infraestructura.



- *Planes regionales*: se podrían hacer cortinas acústicas dispuestas en la carretera para aislar el sonido de los autos que interrumpen el bienestar del vecindario, pensando que a futuro la ruta 5 sur se agrandará y aumentará el tráfico.



- *Municipalidades*: se podrían instalar también en elementos de infraestructura vial dentro de la comuna, por ejemplo en paraderos, maceteros o basureros municipales.



- *Plantas mitilicultoras*: las mismas empresas grandes de la zona podrían revestir sus fachadas tanto de oficina como de la planta como una manera de apoyar el ciclo de vida sustentable de su producto. Además cumplen la función de aislar el constante sonido de las máquinas usadas.



Fondos concursables

Programa de apoyo al entorno para el emprendimiento e innovación (PAEI): consiste en un programa de CORFO para fortalecer el ecosistema a través de iniciativas emprendedoras.

Capital Semilla Empeñe de SERCOTEC: fondo para emprendedores.

Concurso para el desarrollo de nuevas ideas, procesos, productos y/o formas de comercialización de choritos u otros productos del mar de MEJILLÓN DE CHILE: su objetivo es potenciar el desarrollo de nuevas ideas y proyectos de innovación en etapas iniciales.



Industria miticultora:
cultivo del chorito

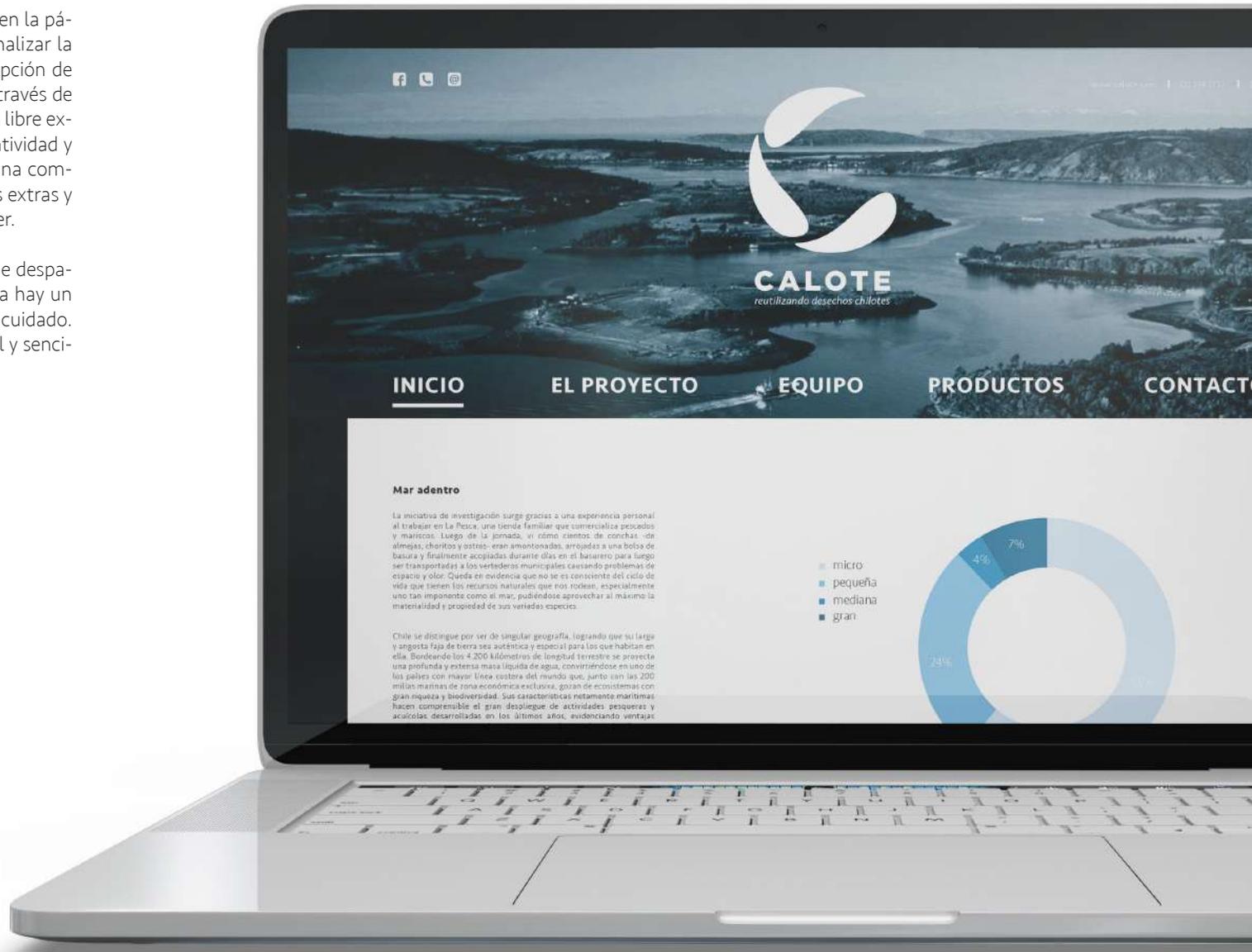




Plataforma web

El usuario podrá comprar las tejas vía online en la página web de Calote. Ahí mismo se podrá personalizar la terminación que se le quiera dar junto con la opción de previsualizar cómo quedaría el muro armado a través de un "simulador". Esto permite, en primer lugar, la libre exploración del usuario poniendo a prueba su creatividad y elección, y en segundo lugar, la realización de una compra segura y exacta para que no sobren unidades extras y queden botadas en la bodega como suele suceder.

Una vez realizado el pedido, se tiene la opción de despacharlo a domicilio. También, en la misma página hay un tutorial que explica su modo de instalación y cuidado. Ambas tareas se pueden realizar de manera fácil y sencilla con herramientas cotidianas.



Almacenamiento y transporte

Las tejas vendrán distribuidas y ordenadas dentro de una caja rectangular de cartón reciclado. Éstas se pueden fácilmente apilar y guardar en racks o similares dentro de la bodega de almacenamiento.

Cuando se despacha el pedido, particularmente en distancias largas, las cajas se transportan a través de camiones de carga.



Canvas

SOCIOS CLAVES	ACTIVIDADES CLAVES	PROPUESTA DE VALOR	RELACIONES CON CLIENTE	SEGMENTOS DE CLIENTE
<p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cal Austral: proveedor de Cal • Recollect o Armada de Chile: organiza limpieza de playas y proveen P.E.S • Distribuidoras de cemento • Empresas de transporte • Instituciones que aporten capital: Industria mitilicultora, gobierno local, municipios, • Fondos concursables: CORFO, SERCOTEC, MEJILLONDECHILE 	<p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> • Producción del material • Desarrollo página web • Simulador de proyecto en la página web • Tutorial de instalación en la página web 	<p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hacerse cargo de desechos locales • Tejuela con valor identitario, funcional y simbólico • Conservación del patrimonio arquitectónico de Chiloé • Reutilización sustentable a favor del medio ambiente • Producto durable, resistente, ignífugo, aislante, seguro y ligero • Libre composición de la tejuela 	<p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apoyo de las principales municipalidades y de Intemit (Instituto Tecnológico de la mitilicultura) para promulgar el producto generando instancias de recomendación. • Venta a minoristas y venta directa • Relación de apoyo con gobierno local y empresas del rubro 	<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> • Principalmente arquitectos, constructores, empresas vinculadas al rubro o interesadas por su imagen corporativa y por último también pueden ser dueños(as) de casa en Chiloé. • Personas sensibles y conscientes del cuidado al medio ambiente • Inclinação hacia innovación, ética y sustentabilidad de materiales
	<p>RECURSOS CLAVES</p> <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cal, cemento y P.E.S (plumavit) • Maquinaria específica para la producción • Espacio y equipo 		<p>CANALES DE VENTA</p> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> • Página web • Catálogo • Participación en ferias tanto costumbristas como del mundo de la construcción o acuicultura 	
ESTRUCTURA DE COSTES		FUENTE DE INGRESOS		
<p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> • Proceso de producción: Mezcla: cemento, cal y plumavit (P.E.S) Moldaje: matriz de madera sellada o fierro o plástico Embalaje y bodegaje: caja de cartón con logo impreso almacenado en bodega • Transporte • Costos de producción/funcionamiento/marketing 		<p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> • Venta directa: página web, en la planta, • Venta indirecta: distribuidoras locales como pequeñas ferreterías de los pueblos y Homecenter Castro. 		

A continuación se probará cómo reacciona el mercado con las tejuelas Calote a \$800 considerando que la competencia más cercana es la tejuela de alerce con un precio que fluctúa entre 500 y 800 pesos. Para ello, se tomaron en cuenta los costos y la cantidad total producida al mes (12.000 unidades estimadas) para determinar el precio, funcionamiento y la utilidad de la empresa puesta en marcha.

Se decidió que la fábrica se ubicaría en Chiloé por tema de logísticas tanto en la producción, ventas, obtención de la materia prima y por supuesto, el transporte.

Costos fijos totales

Ítem	Precio total
Arriendo bodega + oficina	\$ 1.000.000
Transporte	\$ 200.000
Remuneraciones	
<i>sueldo diseñadora y jefa de producción</i>	\$ 1.200.000
<i>sueldo 4 maestros</i>	\$ 2.600.000
Maquinaria	
<i>molde de acrílico o mica delgada</i>	\$ 90.000
<i>pistola silicona</i>	\$ 6.000
<i>cortadora de plumavit</i>	\$ 30.000
<i>revolvedora de cemento</i>	\$ 44.990
<i>cinta transportadora</i>	\$ 781.600
Mobiliario	
<i>mesas</i>	\$ 200.000
<i>estantes</i>	\$ 100.000
Patente	
<i>registro de marca</i>	\$ 300.000
Servicios básicos	\$ 300.000
Marketing digital	\$ 50.000
Página web	
<i>plantilla html</i>	\$ 6.951
<i>dominio mensual</i>	\$ 9.950
Total	\$ 6.919.491

Costos variables totales

Material	Cantidad	Precio
Cal	1000 kg	\$ 55.930
Cemento	25 kg	\$ 3.340
Plumavit (E.P.S)	-	\$ 0
Malla fibra de vidrio	1 x 50mt	\$ 38.000
Barra de silicona	80 uni (30cm)	\$ 6.150
Total		\$ 103.420

Costos variables unitarios

Material	Cantidad	Precio
Cal	120 gr	\$ 6,7
Cemento	80 gr	\$ 10,6
Plumavit (E.P.S)	-	\$ 0
Malla fibra de vidrio	10x40cm	\$ 30,4
Barra de silicona	1 cm de barra	\$ 2,5
Total		\$ 50,2

Fijación de precio

Costos	Precio total
Costo variable	\$ 7.228.800
Costo fijo	\$ 64.402.812
Costo total	\$ 71.631.612
Costo unitario	\$ 497,4

Competencia	Precio unit.
• Tejuela de alerce	\$ 500-800
• Tejuela asfáltica Grand Manor pizarra Certained tipo chilota en SODIMAC	\$ 929
• Teja hormigón Rústico de Chena en SODIMAC.	\$ 990

*considerando que se fabrican 12.000 unidades al mes durante todo un año (12 meses) y teniendo en cuenta que se utilizan entre 8.000 y 12.000 tejuelas en una casa incluyendo el techo.

Proyecciones a 6 meses

Se proyecta un estado de resultado de la empresa mostrando el siguiente resultado:

En cuanto a ingresos, la cantidad está definida suponiendo que se parte vendiendo 12.000 tejas al mes y considerando que crecerá en un 5% porque al aplicarse marketing digital y página web se harán más conocidas y aumentará su demanda.

En cuanto a costos, tenemos que los costos directos (33% respecto al precio) corresponden a la materia prima y mano de obra que aproximadamente salen 3.200.000 con el IVA incluido.

Seguido, vienen los costos indirectos que son los gastos de administración y ventas que corresponden al 26% e incluyen arriendo, transporte, remuneraciones, marketing, entre otros.

Luego, al resultado operacional (ingreso - costo - gasto) que resulta un 40% promedio, se le deben quitar los impuestos y queda con utilidad final neta de un 30% aproximadamente.

Dado la proyección financiera del proyecto, con una inversión inicial de 10 millones de pesos, ésta se recuperaría en el mes de abril. Gracias a las utilidades positivas que obtiene este negocio que permiten recuperar rápidamente la inversión, dejan un importante espacio para crecer a futuro.

SUPUESTOS:

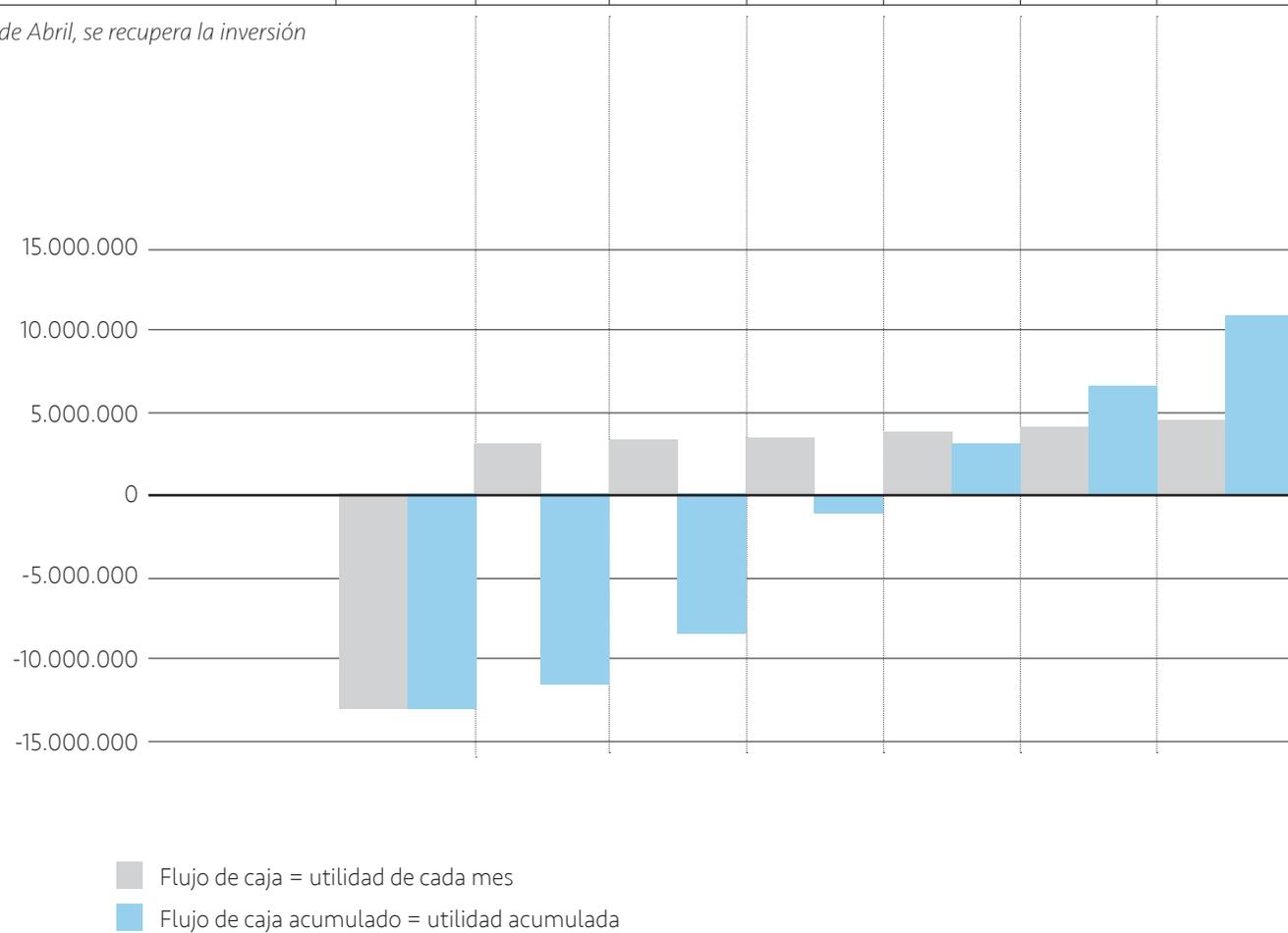
* se debe considerar que la inversión fue obtenida de los propios medios, sin endeudarse con el banco.

	Ene - 19	Feb - 19	Mar - 19	Abr - 19	May - 19	Jun - 19
Ingresos	9.600.000	10.080.000	10.584.000	11.113.200	11.668.860	12.252.303
<i>Crecimiento</i>		5%	5%	5%	5%	5%
<i>Cantidad vendida</i>	12.000	12.600	13.230	13.892	14.586	15.315
<i>Precio unitario</i>	800	800	800	800	800	800
Costos de venta	-3.202.400	-3.370.813	-3.548.083	-3.734.675	-3.931.080	-4.137.814
<i>% ingresos</i>	-33%	-33,4	-33,5%	-33,6%	-33,7%	-33,8%
<i>Materia prima</i>	-602.400	-603.886	-605.375	-606.868	-608.365	-609.865
<i>Remuneración de fabricación</i>	-2.600.000	-2.606.412	-2.612.840	-2.619.284	-2.625.744	-2.632.220
Gastos de administración y venta	-2.716.901	-2.723.602	-2.730.319	-2.737.052	-2.743.803	-2.750.570
<i>% ingresos</i>	-28,3%	-27%	-25,8%	-24,6%	-23,5%	-22,4%
<i>Arriendos</i>	-1.000.000	-1.002.466	-1.004.939	-1.007.417	-1.009.902	-1.012.392
<i>Transporte</i>	-200.000	-200.493	-200.988	-201.483	-201.980	-202.478
<i>Remuneraciones de administración</i>	-1.200.000	-1.202.960	-1.205.926	-1.208.900	-1.211.882	-1.214.871
<i>Sitio web</i>	-16.901	-16.943	-16.984	-17.026	-17.068	-17.110
<i>Servicios básicos</i>	-300.000	-300.740	-301.482	-302.225	-302.970	-303.718
<i>Marketing</i>	-50.000	-50.123	-50.247	-50.371	-50.495	-50.620
Resultado operacional	3.680.699	3.985.586	4.305.599	4.641.473	4.993.978	5.363.920
<i>% ingresos</i>	38,3%	39,5%	40,7%	41,8%	42,8%	43,8%
Impuestos	-993.789	-1.076.108	-1.162.512	-1.253.198	-1.348.374	-1.448.258
<i>Tasa implícita</i>	27%	27%	27%	27%	27%	27%
Utilidad	2.686.910	2.909.477	3.143.087	3.388.275	3.645.604	3.915.661
<i>% ingresos</i>	28%	28,9%	29,7%	30,5%	31,2%	32%
Inflación	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%

Gráfico Proyección de utilidades sobre inversión

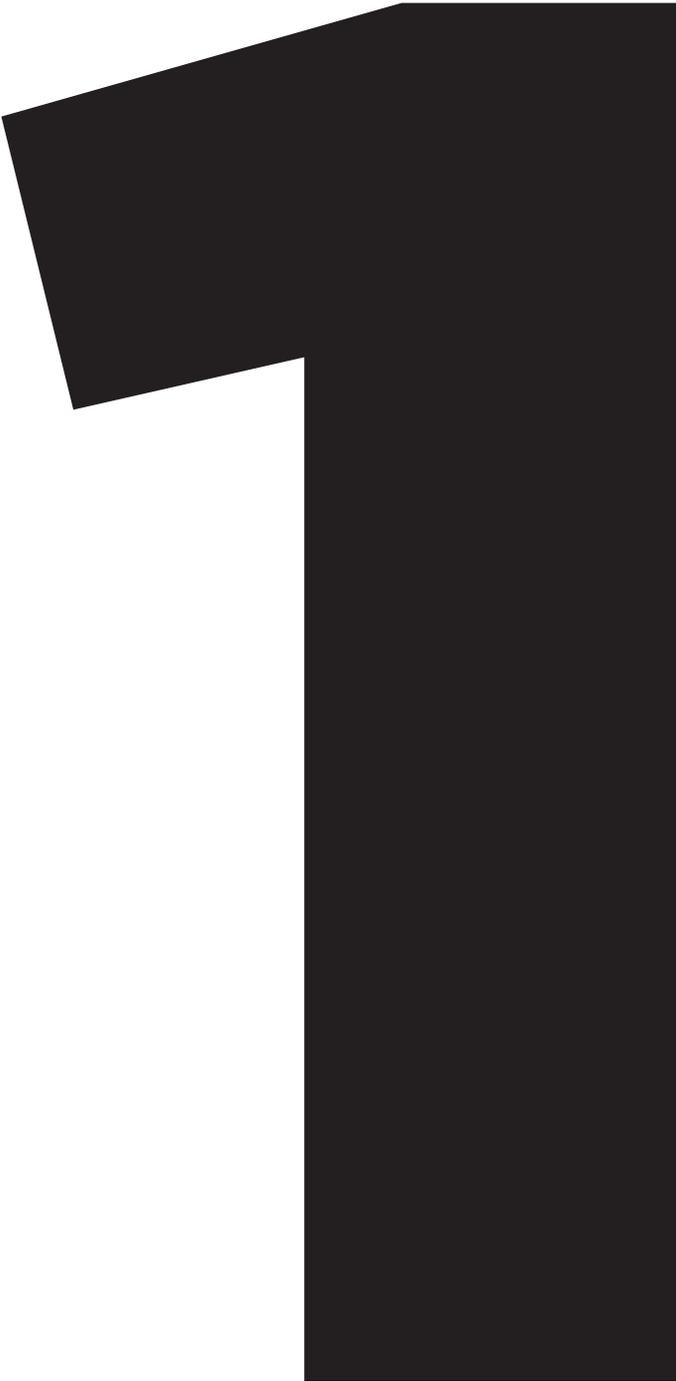
	Dic - 18	Ene - 19	Feb - 19	Mar - 19	Abr - 19	May - 19	Jun - 19
Flujo de caja	-10.000.000	2.686.910	2.909.477	3.143.987	3.388.275	3.645.604	3.915.661
Flujo de caja acumulado	-10.000.000	-7.313.090	-4.403.612	-1.260.525	2.127.750	5.773.354	9.689.015

*a contar del mes de Abril, se recupera la inversión



A close-up photograph of a pile of broken, translucent, blue-tinted glass shards. The shards are irregular in shape and size, with some showing sharp edges and others being more fragmented. They are scattered on a dark, textured surface, possibly asphalt or concrete. The lighting is natural, highlighting the translucency and color of the glass. The text "SALIENDO A FLOTE" is overlaid in white, bold, sans-serif font, with a horizontal line underlining the word "FLOTE".

**SALIENDO A
FLOTE**



11.1 Conclusión

Calote implicó un largo proceso en el que fue posible identificar y aplicar la materia aprendida a lo largo de la carrera de Diseño. Uno de los momentos más rescatables fue la conexión que se pudo establecer entre la naturaleza y el diseño, siempre teniendo como máximo referente el origen de la creación de las cosas, ya que al fin y al cabo aquella raíz es el nexo más importante que tenemos hacia este planeta que nunca pasa de moda.

Este proyecto fue una gran experiencia para darse cuenta que se pueden cumplir los objetivos propuestos y que sí es factible diseñar a partir de residuos o mejor dicho basura, logrando un resultado viable y que no sólo incumbe la estética, sino que también la funcionalidad como elemento primordial. Además, la oportunidad de haberle dado vida y valor a estos desechos industriales que invaden el territorio chilote, fue muy satisfactoria especialmente al devolvérselos a los mismos locales, quienes disfrutaron y entienden las tejuelas desde un punto de vista más personal y simbólico.

Lamentablemente, la crisis medioambiental que se está viviendo hoy está en su punto más grave y requiere que se sigan realizando proyectos preocupados por la ecología del planeta ya que, de lo contrario, desencadena efectos negativos que comprometen otras actividades humanas. No olvidemos que el medio ambiente es la fábrica que contiene la materia prima necesaria para sobrevivir. Justamente, es la tarea del diseñador idearle un ciclo de vida eficiente y sustentable, por lo que *Calote* resume lo anterior y ayuda a crear conciencia, especialmente a aquellos visionarios que están interesados por un mejor mundo a

futuro. Por eso mismo, a diferencia de muchos proyectos de tipo más comercial que producen masivamente, éste apunta a que ojalá los desechos de poliestireno expandible desaparezcan para siempre de las playas de Chiloé y mientras antes, mejor. En cuanto al residuo ilimitado de las conchas, éste no tiene porque llegar a su fin pues se pueden seguir utilizando como hormigón ecológico en cualquier proyecto, haciéndolo más rentable a futuro.

Texto

Agencia EFE (2014). *Botella reciclable se transforma en techo amigable con el ambiente*. Extraído el 2/05/2018, de Canal Clima Sitio web: <http://www.canalclima.com/botella-reciclable-se-transforma-en-techo-amigable-con-el-ambiente/>

AQUA Chile (AVS). (2013). *Generación y difusión de conocimiento en torno a la certificación ambiental y eco-etiquetado para la mitilicultura chilena (Informe N° 21007)*. Extraído el 9/05/2018, de <http://www.intemit.cl/images/descargas/Cadena%20de%20valor/CORFO-AVS.%20Eco%20etiquetado/Informe%20Final.pdf>

AQUA Chile (2017). *La acuicultura podría superar a la pesca industrial en 2019*. Extraído el 28/03/2018, de <http://www.economiaynegocios.cl/noticias/noticias.asp?id=358961>

AQUA Chile (2017). *Residuos y reciclaje: Ayudando a generar una industria más sustentable*. Extraído el 16/04/2018, de AQUA Chile Sitio Web: <http://www.aqua.cl/informes-tecnicos/residuos-reciclaje-ayudando-generar-una-industria-mas-sustentable/>

AQUA Chile (2018). *Los impactos de la ley REP en la Acuicultura*. Extraído el 10/05/2018, de AQUA Chile Sitio web: <http://www.aqua.cl/2018/06/11/los-impactos-de-la-ley-rep-en-la-acuicultura/>

AQUA Chile (2018). *Proyecto fomenta el uso de las conchas de mariscos como biomaterial*. Extraído el 30/05/2018, de AQUA Chile Sitio web: <http://www.aqua.cl/2018/01/19/proyecto-fomenta-el-uso-de-las-conchas-de-mariscos-como-biomaterial/>

Arcillas de Colombia (s.f). *Proceso Productivo*. Extraído el 11/09/2018, de Arcillas de Colombia Sitio web: <https://arcillasdecolombia.com/nosotros/proceso-productivo/#1500063597474-bb6d8d10-2418>

Báez, M. D.; Castro, J.F.; Louro, A; Valladares, J. (s.f). *Evolución de las propiedades químicas del suelo y producción de una pradera fertilizada con purín de vacuno mezclado con*

concha de mejillón. Extraído el 20/03/2018, de Universidad de Navarra Sitio web: <https://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/28027/B%C3%A1ezEvoluci%C3%B3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Betancourt, D., Martirena, F., Day, R. & Díaz, Y. (2007). *Influencia de la adición de carbonato de calcio en la eficiencia energética de la producción de ladrillos de cerámica roja*. Revista Ingeniería de Construcción, VOL. 22 N°3, pp. 187-196. Extraído el 20/08/2018, De Pontificia Universidad Católica de Chile Base de datos <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ric/v22n3/art05.pdf>

Borràs, C. (s.f). *Cuánto tardan en degradarse los desechos*. Extraído el 23/05/2018, de <https://www.ecologiaverde.com/cuanto-tardan-en-degradarse-los-desechos-182.html>

Cagiao, J., Gómez, B., Doménech, J.L., Gutiérrez, S., Gutiérrez, H., Martínez, F & González, B. (2010). *Huella Ecológica del Cemento*. Extraído el 23/09/2018, España: Laboratorio de la Ingeniería sostenible, de http://www.lis.edu.es/uploads/640bc719_c071_46e4_86fc_8632bc5b6c0c.pdf

Cal Austral S.A. (2017). *Recepción y posterior reciclaje de conchas de desecho como residuos sólidos (Informe N° 180608_88)*. Proporcionado por Cal Austral.

Calcinor (2010). *Ficha de seguridad del producto*. Extraído el 3/09/2018, de Calcinor Sitio web: <http://www.ecosmep.com/cabecera/upload/fichas/7639.pdf>

Carvalho, M., Ramos, F., Zegarra, J., & Pereira, C. (2016). *Evaluación a lo largo del tiempo de las propiedades mecánicas de los bloques de suelo-cemento utilizados en pavimentos semipermeables*. Extraído el 24/09/2018 de Revista ingeniería de construcción, 31(1), 61-70, de <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732016000100006>

Charcape, C. (s.f). *Fabricación industrial de la cerámica*. Extraído el 22/08/2018, de Scribd Sitio web: <https://es.scribd.com/doc/125219554/Fabricacion-Industrial-Del-Ceramico>

CNN Chile (2018). *Investigadores chilenos buscan acabar con desechos de plumavit en Chiloé*. Extraído el 14/06/2018, de CNN Chile Sitio web: https://www.cnnchile.com/mundo/investigadores-chilenos-buscan-acabar-con-desechos-de-plumavit-en-chiloe_20180215/

Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica & Gobierno de Chile (CONICYT) (2007). *Los sectores pesca y acuicultura en Chile*. Extraído el 12/04/2018, de http://www.conicyt.cl/documentos/dri/ue/Pesca_Acuic_Fishery_Aquac_BD.pdf

Coordinación General de Minería. (2014). *Perfil de Mercado de la Caliza*. Secretaría de Economía, 1, pp.1-5. Extraído el 12/08/2018, De Gobierno de México Base de datos https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/5566/pm_caliza_2014.pdf

Corporación Chilena de la Madera (CORMA) (2016). *La Construcción de Viviendas en Madera*. Chile. Extraído el 3/09/2018 de <http://www.madera21.cl/wp-content/uploads/2016/11/Cap%C3%ADtulo-4.La-construccion-de-viviendas-en-madera-completo-sin-introduccion-3.pdf>

De la Sotta, P (2004). *La tejuela de madera en Chiloé*. Chile, Estudio del borde de terminación en los poblados de Achao, Curaco de Vélez y Villa Quinchao. En: Revista Urbanismo, N°21, Santiago de Chile, publicación electrónica editada por el Departamento de Urbanismo, F.A.U de la Universidad de Chile, Enero 2004, I.S.N.N 0717-5051. Extraído de http://revistaurbanismo.uchile.cl/CDA/urb_completa/urb21_Sotta_001.html

Delgado, F. (2006). *Caracterización Microestructural y Cristalográfica de la Concha Prismatofoliada de Pectinoidea, Anomioidea y Ostreoidea*. España: Universidad de Granada. Extraído el 12/09/2018 de <https://hera.ugr.es/tesisugr/16526922.pdf>

Devia, F. & Suárez, C. (2016). *Evaluación de la huella de carbono en la producción de bloque de arcilla en ladrillera "Los Cristales"*. Extraído el 12/09/2018, de Universidad Libre Co-

lombia, Colombia, Sitio web: <https://repository.unilivre.edu.co/bitstream/handle/10901/10399/Claculo%20HDC%20Los%20Cristales.pdf?sequence=1>

Diario La Voz (2017). *La extracción de arena es una grave amenaza ambiental y social*. Extraído el 26/09/2018, de Diario La Voz Sitio web: <http://www.lavoz.com.ar/ciudadanos/la-extraccion-de-arena-es-una-grave-amenaza-ambiental-y-social>

Ecured (2017). *Curanto*. Extraído el 20/07/2018, de Ecured Sitio web: <https://www.ecured.cu/Curanto>

Efrain, O. (2005). *Optimización del proceso de fabricación de bloques de concreto*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. Extraído el 25/09/2018 de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1468_IN.pdf

El Mostrador (2017). *Chiloé se ahoga en plumavit y basura*. Extraído el 14/04/2018, de Diario El Mostrador Sitio web: <https://www.elmostrador.cl/noticias/pais/2017/08/03/chilo-se-ahoga-en-plumavit-y-basura/?v=desktop>

Ellen Macarthur Foundation (s.f.). *Economía Circular* [Conjunto de datos]. Extraído el 13/05/2018, de <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/es/economia-circular/concepto>

EMB Construcción (2010). *Sistema EIFS, Aislación térmica de alto nivel*. Extraído el 13/11/2018, de Revista EMB Construcción Sitio web: <http://www.emb.cl/construccion/articulo.mvc?xid=511>

Equipo LS. (2016). *Los imperdibles de Chiloé: tierra de artesanos, pescadores y leyendas*. Extraído el 15/07/2018, de Ladera Sur Sitio web: <https://laderasur.com/destino/los-imperdibles-de-chiloe-tierra-de-artesanos-pescadores-y-leyendas/>

Fuenzalida, F. (2015). *Pilcán* (Ed. rev.). Santiago, Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile.
Fundación Chile (2016). *¿Qué es la acuicultura?*. Extraído el 18/04/2018, de Fundación Chile Sitio web: <https://fch.cl/>

que-es-la-acuicultura/

García E. & San Martín G. (2012). *Anatomía de un molusco bivalvo: el mejillón*. España: Universidad Autónoma de Madrid. Extraído el 30/03/2018, de <https://es.scribd.com/document/82607008/Anatomia-de-Un-Molusco-Bivalvo-el-Mejillon>

Geute (2018). *Archipiélago de Chiloé*. Extraído el 17/07/2018, de Geute: conservación sur Sitio web: <http://geute.cl/archipiélago-de-chiloe/>

Gómez, C. (2007). *Efecto del carbonato de calcio en propiedades de poliestireno de alta y baja densidad 100% recuperado*. Venezuela: Universidad Simón Bolívar. Extraído el 5/07/2018 de <http://159.90.80.55/tesis/000153782.pdf>

González, C.; Palavicino, D. (2016). *El futuro de la basura*. Extraído el 11/04/2018, de Diario La Tercera Sitio web: <http://www.latercera.com/noticia/el-futuro-de-la-basura/>

Greenpeace Chile (2017). *Greenpeace sostiene: "Dejaron morir a Chiloé y ni siquiera fueron al funeral"*. Extraído el 11/05/2018, de Greenpeace Sitio web: <http://www.greenpeace.org/chile/es/noticias/Greenpeace-sostiene-Dejaron-morir-a-Chiloe-y-ni-siquiera-fueron-al-funeral/>

Gutiérrez, A. (2002). *Dioses, símbolos y alimentación en Los Andes*. Ecuador: Ediciones Abya-Ayala, p. 50, ISBN: 9978-22-280-4. Extraído el 30/08/2018, de https://books.google.cl/books?id=ykweCbmY-8gC&pg=PA150&lpg=PA150&dq=porque+las+conchas+pertenecen+a+las+ceramicas&source=bl&ots=TeDp1NyXxi&sig=6JmHG7G_tlv8a0G-JUrU95Gd5Vds&hl=es&sa=X&ved=2ahUKewiy5fqdqHcAhUDDpAKHYuADawQ6AEwFnoECAkQAQ#v=onepage&q=desengrasantes%20cer%3%A1mica&f=false

Hamester, M. R. R., Santos, P., & Becker, D. (2012). *Characterization of Calcium Carbonate Obtained from Oyster and Mussel Shells and Incorporation in Polypropylene*. *Materials Research*, 15(2), 204-208. DOI:10.1590/S1516.14392012005000014

Icarito (2018). *Historia, Geografía y Ciencias Sociales, Lugares y entorno geográfico*. Extraído el 29/07/2018, de Grupo Copesa Sitio web: <http://www.icarito.cl/2009/12/46-2953-9-chiloe.shtml/>

Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto (IMCYC). (2006). *Pruebas de resistencia a la compresión del concreto*. México: Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto. Extraído el 1/10/2018 de <http://www.imcyc.com/ct2006/junio06/PROBLEMAS.pdf>

Instituto Nacional de Estadísticas (INE). (2017). *EMAT, Informe Anual 2016*. ISBN: 978-956-323-187-8. Santiago: INE Departamento Comunicaciones e Imagen Corporativa. Extraído el 6/07/2018, de <http://www.ine.cl/docs/default-source/publicaciones/2017/emat2016.pdf?sfvrsn=12>

Josupeit, H; Franz, N. (2004). *Aquaculture: Trade, Trends, Standards and Outlooks*. Deutsche Aquakulturtechnologie in der Entwicklungszusammenarbeit - Erfahrungen, Herausforderungen und Märkte Workshop, Bremen, January 2004.

Laboratorio para el Análisis de la Biosfera Universidad de Chile (LAB). (2017). *Estudio para la generación de un modelo predictivo de residuos en 3 playas de Chiloé, mediante Tele-detección Cuantitativa PREDRES Chiloé*. Santiago: Universidad de Chile. Extraído el 4/04/2018 de http://www.biosfera.uchile.cl/descargas/InformeFinal_PREDRES.pdf.

Ley Chile (2014). *LEY N° 20.772*. Extraído el 14/09/2018, de Biblioteca del Congreso Nacional de Chile Sitio web: https://www.leychile.cl/Consulta/m/norma_plana?org=&idNorma=1066224

Lignum S.A. (2014). *Árboles de Chile: conoce sobre el alerce*. 20/07/2018, de Lignum S.A Sitio web: <http://www.lignum.cl/2014/07/05/arboles-de-chile-conoce-sobre-el-alerce/#>

Lorenzo, A. (2015). *La UDC construye un módulo experimental con conchas de mejillón*. Extraído el 12/09/2018, de La Voz de Galicia Sitio web: <https://www.lavozdeg Galicia.es/noticia/sociedad/2015/03/02/udc-construye-modulo-experimen->

tal-conchas-mejillon/0003_201503G2P24991.htm

Martínez, C. (2016). *Estudio del comportamiento de la concha del mejillón como árido para la fabricación de hormigones en masa*. España: Universidade Da Coruña. Recuperado el 1/04/2018.

Martinko, K. (2017). *The problem with bioplastics*. Extraído el 22/08/2018, de TreeHugger Sitio web: <https://www.treehugger.com/clean-technology/problem-bioplastics.html>

Marulanda, J. (2008). *Techos de tejas de cemento*. Extraído el 3/09/2018, de SlideShare Sitio web: <https://es.slideshare.net/jmarulanda/presentacin1-dibujo-de-la-construccion-presentation>

Medina, L. (2006). *Análisis de la viabilidad económica y ambiental del uso de armaduras corrugadas de acero inoxidable en elementos de hormigón armado sometidos a clases de exposición agresivas*. España: Universidad Politécnica de Cataluña. Extraído el 15/09/2018 de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/3319/55868-8.pdf>

Miguéns, J. (2016). *Diseño e Instalación de una Planta de Tratamiento de Concha de Mejillón*. Extraído el 20/03/2018 de: <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/9413/jorge%20Migu%C3%A9ns%20Alonso.pdf?sequence=1>

Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) (s.f). *Curso Evaluadores Energéticos*. Extraído el 29/09/2018, de Gobierno de Chile Sitio web: <http://www.calificacionenergetica.cl/media/2-Demanda-de-energ%C3%ADa-y-envolvente-termica.pdf>

Ministerio del Interior y Seguridad Pública (2018). *Ubicación Geográfica*. Extraído el 9/08/2018, de Gobernación de Chiloé Sitio web: <http://www.gobernacionchiloe.gov.cl/geografia/>

Montiel, F. (2015). *Chiloé y su Patrimonio*. Santiago: Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos (DIBAM) para la Conmemoración de los 15 años de la declaración de 16 Iglesias de

Chiloé como Sitio de Patrimonio Mundial, Unesco. Extraído el 13/07/2018, de http://www.monumentos.cl/sites/default/files/articles-55452_doc_pdf.pdf

Montiel, F. (2017). *La madera en Chiloé*. Extraído el 23/09/2018, de Museo Municipal de Castro Sitio web: <https://www.museodecastro.cl/single-post/2017/01/20/La-madera-en-Chiloé>

Moreno, R. (2015). *Materiales de construcción: pétreos, aglomerantes y compuestos*. Extraído el 21/08/2018, de Docplayer Sitio web: <https://docplayer.es/408003-Materiales-de-construccion-petres-aglomerantes-y-compuestos.html>

Morris, J. P., Backeljau, T., & Chapelle, G. (2018). *Shells from aquaculture: a valuable biomaterial, not a nuisance waste product*. Reviews in Aquaculture, 0, 1.16. DOI:10.1111/raq.12225

Munch-Andersen, J. & Møller, B. (2004). *Halmhuse* (ISBN 87-.563-.1196-.6). Recuperado de <https://sbi.dk/Assets/Halmhuse/2006-.01-.12-.9974566144.pdf>

Mundo Acuicola (2018). *En Castro: más de dos mil visitantes disfrutaron el Día del Mejillón*. Extraído el 16/11/2018, de Mundo Acuicola Sitio web: <https://www.mundoacuicola.cl/new/2018/05/08/en-castro-mas-de-dos-mil-visitantes-disfrutaron-el-dia-del-mejillon/>

Museo della Merda (s.f). *Products*. Extraído el 14/09/2018, de Museo della Merda Sitio web: <http://www.theshitmuseum.org/prodotti/>

Museo Regional de Ancud, Colecciones digitales. (s.f). *Tradicción textil y uso del quelgo en Chiloé*. Extraído el 15/07/2018, de Museo Regional de Ancud apoyado por el Ministerio de las culturas, las artes y el patrimonio Sitio web: http://www.museoancud.cl/644/w3-article-37670.html?_noredirect=1

Musquiz, L. (2017). *Productores ven repunte en envíos de mejillones, tras caída del precio*. Extraído el 29/03/2018, de <http://www.economaiynegocios.cl/noticias/noticias.asp?id=358961>

p?id=358961

National Ready Mixed Concrete Association (NRMCA), (2018). *Resistencia a la flexión del concreto*. Extraído el 01/10/2018, de National Ready Mixed Concrete Association Sitio web: <https://www.nrmca.org/aboutconcrete/cips/CI-P16es.pdf>

Norma Chilena Oficial (2013). *Conductividad Térmica de Materiales*. Extraído el 15/09/2018, de Ministerio Vivienda y Urbanización (MINVU) Sitio web: https://timomarquez.files.wordpress.com/2013/03/2013-04-01_conductividadtermica.pdf

OVACEN (s.f). *Tejados de pizarra que generan energía*. Extraído el 5/08/2018, de OVACEN Periodismo. Sitio web: <https://ovacen.com/tejados-pizarra/>

Plaza, H., Ortúzar, Y., Gonzáles, M. & Aros, J. (2005). *Estado de Situación y Perspectivas de la Industria del Chorito*. Fishing Partners Ltda. 1º Edición. Puerto Montt, Chile. 67p.

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). (2015). *Extracción de arena, un recurso no renovable*. Extraído el 23/09/2018, de GreenFacts Sitio web: <https://www.greenfacts.org/es/extraccion-arena/index.htm>

Quezada, S. (2017). *Chilote House Shoes: valorizando el tejido el tejido de la Patagonia chilena*. Extraído el 11/11/2018, de Diario Sustentable Sitio web: <http://www.diariosustentable.com/sociedad-civil/chilote-house-shoes-valorizando-tejido-la-patagonia-chilena/>

Ramos, F. (2017). *Tejuelas de Chiloé*. Quisco, Chile: Liberalia Ediciones.

Ravindran, V., & FAO. (s.f.). *Disponibilidad de piensos y nutrición de aves de corral en países en desarrollo*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-al703s.pdf>

Rodríguez, J. (2016). *Una capilla hecha de conchas*. Extraído el 25/09/2018, de Escapada Rural, Sitio web: <https://www.escapadarural.cl/una-capilla-hecha-de-conchas/>

escapadarural.com/blog/una-capilla-hecha-de-conchas/

Salgado, S. (2018). *Epicentro del diseño*. Vivienda y Decoración, Vol. nº1.166, pp.32-36.

Sanz, D. (2011). *Tejados hechos de neumáticos*. Extraído el 1/12/2018, de Ecologismos Sitio web: <https://ecologismos.com/tejados-hechos-de-neumaticos/>

Silva, M. (2004). *La cultura Chilota*. Extraído el 17/07/2018, de Universidad Austral de Chile Sitio web: <http://www.ine.cl/docs/default-source/publicaciones/2017/emat2016.pdf?sfvrsn=12>

Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. (s.f.). *Acopio de Conchas y Planta de Cal Agrícola Chiloé*. Recuperado de <http://infofirma.sea.gob.cl/DocumentosSEA/MostrarDocumento?docId=4e/11/b3efe7f829b0337a9de843acae99c-d92eddb>

Subsecretaría de Pesca y Acuicultura Gobierno de Chile (SUBPESCA) (2018). *Informe Sectorial de Pesca y Acuicultura*. Extraído el 23/03/2018, de http://www.subpesca.cl/portal/618/articulos-99750_documento.pdf

SUDMARIS S.A. (2018). *Planta Procesadora*. Extraído el 30/05/2018, de SUDMARIS Sitio web: <https://www.sudmaris.com/index.php/es/planta-procesadora>

Szantó, C.M. (2009). *Jerarquización del cierre de vertederos de RSD en las provincias de Chiloé y Palena*. Extraído el 23/05/2018, de REDISA Sitio web: <http://www.redisa.net/doc/artSim2009/Eliminacion/Jerarquizaci%C3%B3n%20del%20cierre%20de%20vertederos%20de%20RSD%20en%20las%20provincias%20de%20Chilo%C3%A9%20y%20Palena.pdf>

Tacon, A. J. (2003). *Aquaculture Production Trends Analysis. Review of the state of world aquaculture*. FAO Fisheries Circular No. 886, Rev. 2. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación (FAO), pp. 95.

The Economist (2016). *The Economist bids farewell to a*

formative home. Extraído el 12/09/2018, de The Economist News Sitio web: <https://www.economist.com/christmas-specials/2016/12/24/the-economist-bids-farewell-to-a-formative-home>

TopFloor (2017). *¿Qué tan importante es el espesor de la placa?*. Extraído el 27/09/2018, de TopFloor Sitio web: http://www.topfloor.com.ar/nota/¿qué+tan+importante+es+el+espesor+de+la+placa+_22

Uriarte, I. (2008). *Estado actual del cultivo de moluscos bivalvos en Chile*. En A. Lovatelli, A. Farías e I. Uriarte (eds). Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad en América Latina. Taller Técnico Regional de la FAO. 20-24 de agosto de 2007, Puerto Montt, Chile. FAO Actas de Pesca y Acuicultura. No. 12. Roma, FAO. pp. 61-75.

Vidal, A. (2017). *Barómetro Turístico de Castro*. Oficina de Turismo Castro, 1, 9-10. Extraído el 13/07/2018, de Base de datos Municipalidad de Castro https://issuu.com/turismo-municipiodecastrochiloe/docs/barometro_202017_20peque_c3_b1o

Vilca, N. (s.f). *Impacto Ambiental de la industria del Cemento*. Extraído el 26/09/2018, de Academia Sitio web: https://www.academia.edu/6309540/IMPACTO_AMBIENTAL_DE_LA_INDUSTRIA_DEL_CEMENTO

Yévenes, P. (2012). *El 68% de los vertederos opera al margen del reglamento sanitario*. Extraído el 22/04/2018, de Chile Desarrollo Sustentable Sitio web: <http://www.chiledesarrollosustentable.cl/noticias/el-68-de-los-vertederos-opera-al-margen-del-reglamento-sanitario/>

Zabalza, I. & Aranda, A. (2011). *Ecodiseño en la edificación*. España: Pressas Universitarias de Zaragoza.

Figuras

[Fig. 1, y 3] Subsecretaría de Pesca y Acuicultura Gobierno de Chile (SUBPESCA). (2018). Informe Sectorial de Pesca y Acuicultura. Recuperado de http://www.subpesca.cl/portal/618/articulos-99750_documento.pdf

[Fig. 2] Estay, Manuel, & Chávez, Carlos. (2015). Decisiones de localización y cambios regulatorios: el caso de la acuicultura en Chile. Recuperado de *Latin american journal of aquatic research*, 43(4), pp. 700-717. <https://dx.doi.org/10.3856/vol43-issue4-fulltext-9>

[Fig. 4 y 8] Hickman, C.; Roberts, L.; Keen, S.; L'anson, H. & Larson, A. (2009). Principios integrales en zoología. Decimocuarta edición. McGraw-Hill Interamericana. Madrid. Extraído el 23/05/2018 de Arriagada, E. (2015). Ocurrencia de Valvas Cerradas en la Línea de Chorito Entero, Cocido al Vacío y Congelado. Valdivia: Universidad Austral de Chile. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2015/faa775o/doc/faa775o.pdf>

[Fig. 5] Mejillón de Chile. (s.f). La Industria del mejillón. Extraído el 13/04/2018, de Mejillón de Chile Sitio web: <http://www.mejillondechile.cl/industria/>

[Fig. 6] Manzanares, A. (2013). Evaluación microbiológica de materia prima en una planta procesadora de *Mytilus chilensis* y su posterior reducción microbiana tras el proceso de lavado y tratamiento térmico. Puerto Montt: Universidad Austral de Chile, p.53. Extraído el 5/05/2018 de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2013/bpmfpm296e/doc/bpmfpm296e.pdf>

[Fig. 7] Poseck, A., comunicación personal, 28 de Mayo de 2018.

[Fig. 9] Ramírez, F., Pinochet, D. & Suárez, D. (2005). Evaluación de la reactividad de enmienda calcáreas de Cal Austral S.A. Valdivia: Universidad Austral de Chile.

[Fig. 10] AQUA Chile (AVS). (2013). Generación y difusión de conocimiento en torno a la certificación ambiental y eco-etiquetado para la mitilicultura chilena (Informe N° 21007). Extraído el 9/05/2018, de <http://www.intemit.cl/images/descargas/Cadena%20de%20valor/CORFO-AVS.%20Eco%20etiquetado/Informe%20Final.pdf>

[Fig. 11 y 12] Ramos, F. (2017). Tejuelas de Chiloé. Quisco, Chile: Liberalia Ediciones.

[Fig. 13 y 14] Enciso, L., Pacheco, D., Rivera D. & Guerrero, M. (2014). Análisis de factores de riesgo en trabajadores de ladrilleras de Ubaté. Extraído el 22/08/2018, de CI-DEA, IIEC, Vol. 3, Núm. 3, 2014, 5-10. ISSN 1909 1230. DOI: 10.13140/2.1.4697.5682

[Fig. 15] Hircow, F. (2017). Cemento. Extraído el 14/09/2018, de SlideShare Sitio web: <https://www.slideshare.net/FabianRuiz5/cemento-71110860>

[Fig. 16] Cruz, J.L. (2015). Bloques de hormigón - Blocks de Construcción. Extraído el 29/09/2018, de SlideShare Sitio web: <https://es.slideshare.net/IngloseLuisCruzM/bloques-de-hormign-blocks-de-construccin>

Tablas

[Tabla 1] Subsecretaría de Pesca y Acuicultura Gobierno de Chile (SUBPESCA). (2018). Informe Sectorial de Pesca y Acuicultura. Recuperado de http://www.subpesca.cl/portal/618/articles-99750_documento.pdf

[Tabla 2] Bagnara, M. & Maltrain, G. (2008). Descripción del sector mitilicultor en la región de Los Lagos, Chile: evolución y proyecciones. En A. Lovatelli, A. Farías e I. Uriarte (eds). Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad en América Latina. Taller Técnico Regional de la FAO. 20-24 de agosto de 2007, Puerto Montt, Chile. FAO Actas de Pesca y Acuicultura. No. 12. Roma, FAO. pp. 189-198.

[Tabla 3] Miguéns, J. (2016). Diseño e Instalación de una Planta de Tratamiento de Concha de Mejillón. Extraído el 20/03/2018 de <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/9413/Jorge%20Migu%C3%A9ns%20Alonso.pdf?sequence=1>

[Tabla 4] Ahumada & Marin, comunicación personal, 18 de Abril de 2018.

[Tabla 5] AQUA Chile (AVS). (2013). Generación y difusión de conocimiento en torno a la certificación ambiental y eco-etiquetado para la mitilicultura chilena (Informe N° 21007). Extraído el 9/05/2018, de <http://www.intemit.cl/images/descargas/Cadena%20de%20valor/CORFO-AVS.%20Eco%20etiquetado/Informe%20Final.pdf>