

“Moisés”: desarrollando un proyecto de diseño aplicado en ingeniería

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE

Gonzalo Camps Vinagre¹, alumno de tercer año

Leonardo Villarroel Araya², alumno de tercer año

Catalina Cortázar Valdés³, profesora asistente adjunto

Constanza Miranda Mendoza³, profesora asistente, directora DILAB

¹COLLEGE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS

²ESCUELA DE INGENIERÍA

³DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y METALÚRGICA, ESCUELA DE INGENIERÍA

INTRODUCCIÓN

Este proyecto de diseño aplicado en ingeniería nace como continuación del curso “Desafíos de la Ingeniería”, el que tuvo como objetivo diseñar una herramienta para facilitar el trabajo del área obrera nacional. En este contexto, se escogió como oportunidad de diseño la dificultad para abrir mariscos **bivalvos**. Este proyecto se continuó desarrollando a través de una investigación que formó parte del mayor IDI (Ingeniería, Diseño e Innovación).

Chile es un país que posee una costa de 83.850 km, sumando territorio continental e islas adyacentes. Según la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA), durante el año 2013 el desembarque total en el país de productos acuícolas fue de alrededor de tres millones de toneladas, siendo un 50% de carácter artesanal [1]. El Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (Sernapesca), por su parte, estima que el 22% de esta proporción corresponde a mariscos [2]. De estos datos se puede concluir que más de 300.000 toneladas de mariscos son extraídas artesanalmente cada año.

Según lo recopilado en más de quince salidas a terreno a centros donde se venden estos productos al público, se pudo constatar que una considerable mayoría de los comerciantes usa cuchillos al momento de abrir mariscos. Los riesgos que implica este método, además de la fuerza física requerida, traen como consecuencia que esta sea una actividad segregadora de géneros, al ser realizada mayormente por hombres. Es por estos motivos que se propuso diseñar un artefacto para abrir mariscos bivalvos, que sería llamado “Moisés”.

Este artículo muestra la metodología de trabajo empleada, la que es aplicable para desarrollar cualquier iniciativa de diseño basada en el usuario. Además, muestra cómo a partir del análisis de la información obtenida en salidas a terreno, se definen los requerimientos para el diseño de “Moisés”, el que será testeado y evaluado por los mismos usuarios hasta definir su diseño final.

METODOLOGÍA

La metodología utilizada consistió en cinco fases de carácter iterativo (Figura 1).

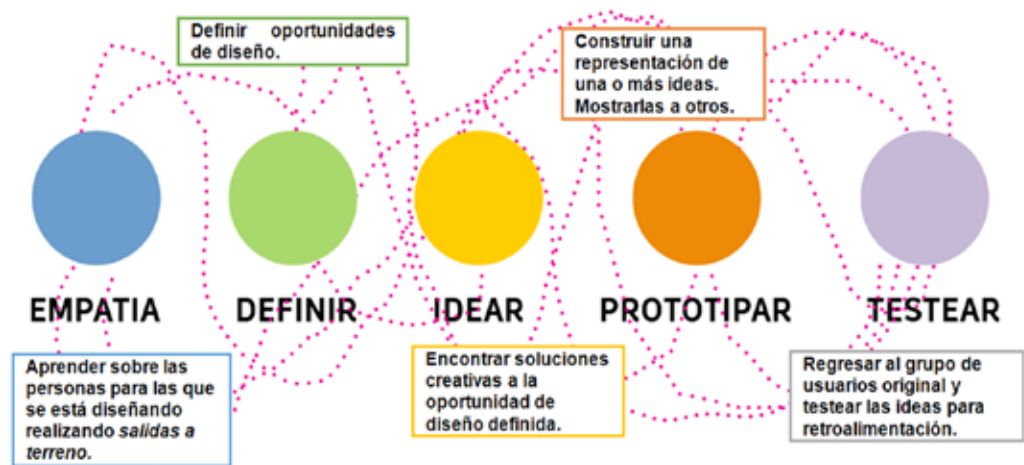


Figura 1. Metodología. Imagen adaptada de *dSchool*, Stanford [3].

Con el fin de compartir con los trabajadores y estudiar las dificultades a las que se enfrentan durante sus labores, se efectuaron salidas a terreno a los siguientes lugares: el Mercado Central de Santiago, la Vega Central y el Persa Biobío. Luego, habiendo estudiado estos escenarios, se definió el desafío de abrir mariscos bivalvos como oportunidad de diseño debido a la cantidad de potenciales usuarios beneficiados.

Se realizó un estudio de mercado sobre los actuales artefactos preferidos para abrir mariscos, a partir del cual se encontraron los siguientes: cuchillo común, cuchillo abridor de ostras, máquina abridora de ostras y cuchillo de doble mango para almejas. Si bien estos son aparatos funcionales, no proveen la seguridad y comodidad que los usuarios desean.

Conocida la competencia, se ideó una herramienta para abrir mariscos bivalvos. Esta basó su funcionamiento en un mecanismo de palanca inversa, con el fin de generar una fuerza opositora a la generada por los bivalvos. Al introducir las puntas en las ranuras de las carcasas de los bivalvos y juntar los mangos, se separan las puntas provocando la apertura del marisco (Figura 2).

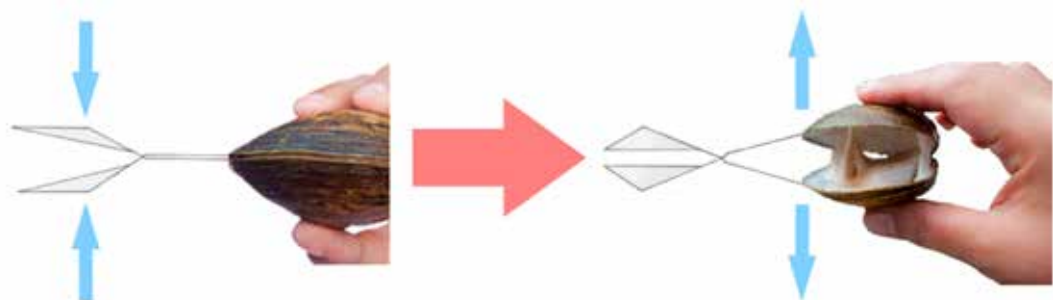


Figura 2. Mecanismo de palanca como método.

Para concretar esta idea se llevó a cabo un estudio sobre la **morfología** y los métodos utilizados para abrir bivalvos de las siguientes familias: almejas, choros y machas. Así, se diseñaron distintas puntas eficientes según las zonas de inserción más recurrentes para cada marisco, que serían intercambiables (Figura 3).

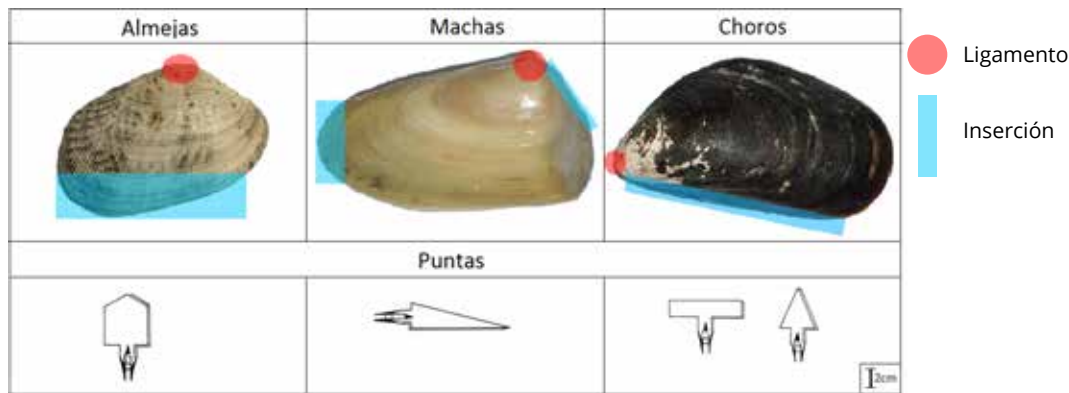


Figura 3. Cuadro comparativo de mariscos y sus puntas.

Por último, para comparar los diseños se utilizó la **matriz de Pugh**. Para desarrollar esta herramienta es necesario escoger criterios medibles constituyentes de cada elemento a comparar. A cada criterio analizado se le debe asignar una importancia que se encuentre dentro de un intervalo cerrado a elección (en este caso [1,5] siendo 5 más importante). Luego, es necesario que los valores de cada criterio de los elementos a comparar estén en la misma escala. Para esto se debe dividir el valor del criterio de cada elemento por el valor del elemento que sea mayor en su respectiva categoría. En caso de que el criterio afecte negativamente a los elementos a comparar de acuerdo a los requerimientos, los números obtenidos deben dejarse expresados como negativos y, en caso contrario, positivos. Finalmente, se multiplica la cifra asignada a cada criterio por su importancia y se suma el resultado para cada elemento a cotejar. Con estos resultados, se identifica como mejor opción al elemento cuyo indicador de Pugh sea mayor.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se procedió a realizar el primer prototipo: un alicate para circlips al que se le intercambian las puntas ideadas (Figura 4). Este primer prototipo fue testeado con diferentes usuarios, tales como faenadores y dueños de casa. El propósito de este testeo era recibir retroalimentación de los potenciales usuarios de "Moisés". Según lo sugerido por expertos en el rubro, una herramienta para abrir mariscos "debiese ser higiénica, rápida y segura".



Figura 4. Prototipo 1.

Basándonos en la retroalimentación recibida se decidió, en primera instancia, enfocarse en diseñar una herramienta más rápida. Para esto se decidió diseñar una sola punta universal, eliminando el concepto de puntas intercambiables (Figura 5). Para la construcción del segundo prototipo se utilizó un removedor de anillos de pistón, al que se le soldaron puntas de acero similares a las antes bosquejadas (Figura 6).

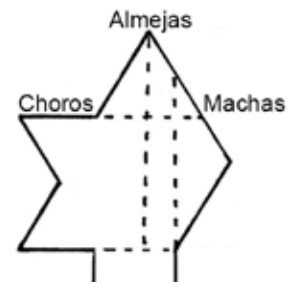


Figura 5. Puntas diseño 2.

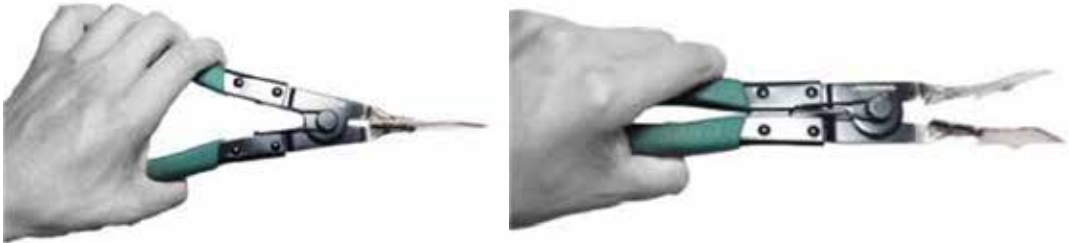


Figura 6. Prototipo 2.

Al testear este segundo prototipo los usuarios confirmaron su funcionalidad. Sin embargo, el grosor y filo de las puntas complicaron la inserción de estas dentro de la ranura de las almejas cerradas. Por otra parte, el mango resbalaba con facilidad, y retenía tanto la humedad como los olores.

Así, se decidió construir un tercer prototipo, cuya diferencia respecto del anterior radicó en que los mangos fueron revestidos con un *grip* deportivo, impermeable, antideslizante y que no retenía ni olores o humedad, además de varias capas de pintura anticorrosiva y la impresión láser del logo en su mango. De esta manera se logró un prototipo más *rápido, seguro e higiénico* y con un acabado más estético (Figura 7). La propuesta fue presentada en la feria tecnológica del curso. Posteriormente, cuando las pruebas continuaron en una asignatura de Investigación o Proyecto (IoP), se estimó conveniente definir cuatro contextos (puestos comerciales, restaurantes, restaurantes *gourmet* y hogares) y hacer nuevas salidas a terreno, en las que más de 40 personas accedieron a participar. Toda la información útil recolectada durante el desarrollo del proyecto fue bajada y sintetizada en tablas comparativas.



Figura 7. Prototipo 3.

Se construyó una tabla de comparación de los requerimientos de cada contexto (Tablas 1, 2 y 3). Se encontró, por ejemplo, que la almeja es el marisco más utilizado, y a la vez, el más difícil de abrir.

Tabla 1. Pre-testeo.

	Restaurantes	Restaurantes <i>gourmet</i>	Pescaderías	Hogares
Herramienta más utilizada	Cuchillo	Cuchillo	Cuchillo	Cuchillo
Posición en la curva de aprendizaje	Alta	Media, suelen comprarlos abiertos	Alta	Baja
Marisco más trabajado	Almeja	Almeja	Almeja	Almeja
Normas de higiene	Se manipulan distintos tipos de mariscos con el mismo cuchillo	Se usa una herramienta distinta para cada tipo de marisco	Se manipulan distintos tipos de mariscos con el mismo cuchillo	Se manipulan distintos tipos de mariscos con el mismo cuchillo

Tabla 2. Frecuencia y categorización de la información.

	Restaurantes	Restaurantes <i>gourmet</i>	Pescaderías	Hogares
Maestría para abrir mariscos	Alta	Media	Alta	Baja
¿Es una actividad grata?	No	No	Sí	No
¿Se cortan?	Sí	Sí	Sí	Sí
Marisco más utilizado/vendido	Almeja	Almeja	Almeja	Almeja
Frecuencia de abrir mariscos	Diaria	Baja	Diaria	Baja
Herramienta para almejas	Cuchillo doble mango	Cuchillo	Cuchillo doble mango	Cuchillo
Herramienta para machas	Cuchillo	Cuchillo	Cuchillo	Cuchillo
Herramienta para ostiones	Cuchillo	Cuchillo	Cuchillo	Cuchillo
Herramienta para choros	Cuchillo	Cuchillo	Cuchillo	Cuchillo
Herramienta para ostras	Abridor de ostras	Abridor de ostras	Abridor de ostras	Cuchillo
Malestares posteriores	No tienen	Alergias/cortes	No tienen	Cansancio

Para la siguiente tabla es importante recalcar que en cada sector los usuarios se encuentran en distintos lugares de la curva de aprendizaje (Tabla 3).

Tabla 3. Post-testeo.

Cuchillo vs. "Moisés"	Restaurantes	Restaurantes <i>gourmet</i>	Pescaderías	Hogares
¿Qué es más cómodo?	Cuchillo	Moisés	Cuchillo	Moisés
¿Qué es más seguro?	Cuchillo	Moisés	Cuchillo	Moisés
¿Qué es más rápido?	Cuchillo	Cuchillo	Cuchillo	Moisés
¿Qué ocuparía?	Cuchillo	Moisés	Cuchillo	Moisés
¿Qué es lo que menos les gustó de "Moisés"?	Puntas gruesas. Difícil de manipular.	Puntas gruesas. Difícil de manipular. Lentitud. Ángulo de apertura insuficiente.	Puntas gruesas. Difícil de manipular. Lentitud. Ángulo de apertura insuficiente.	Puntas gruesas. Relativamente difícil de manipular. Si no se introduce correctamente suele romper las conchas.

De las tablas de comparación, se determinaron los siguientes requerimientos:

- Construir puntas de una resistencia y un grosor tal que sea capaz de insertarse y abrir todos los mariscos, incluso almejas.
- Asemejar el mecanismo al movimiento tradicional de apertura con cuchillo.
- Aumentar el ángulo de apertura de las puntas y reducir el largo de la herramienta.

A partir de estos requerimientos, se ideó una herramienta del porte de una mano, que pone en práctica el mismo sistema de palanca inversa, pero con las puntas en la cara lateral.

Para la construcción del dispositivo, se emplearon planchas de MDF que fueron adheridas a presión, pulidas con un Dremel y unidas con un eje metálico (Figura 8). El prototipo cumplió con los requerimientos, pero no era lo suficientemente resistente, pues el sistema del eje era débil.

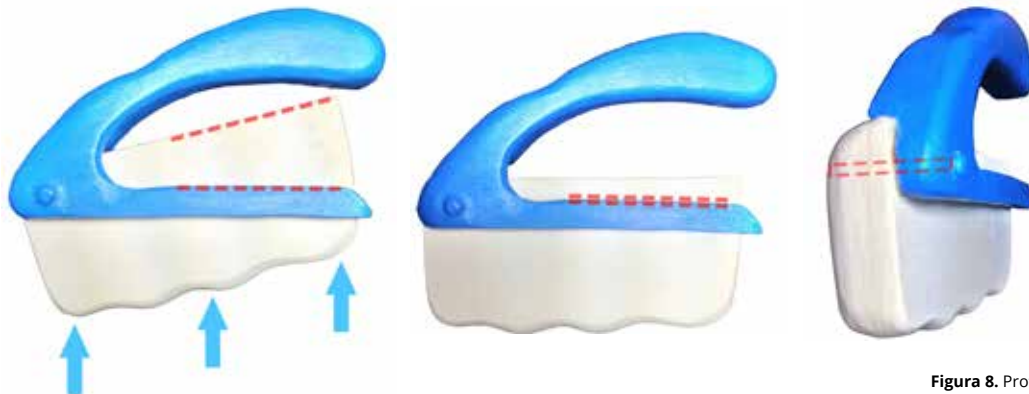


Figura 8. Prototipo 4.

Empleando las mismas técnicas se construyó un nuevo prototipo con un mango de mayor volumen que contenía, por ambos perfiles, a la pieza central. A esta pieza central se le unió un resorte que mantenía los cuchillos en su posición de inserción (Figura 9).

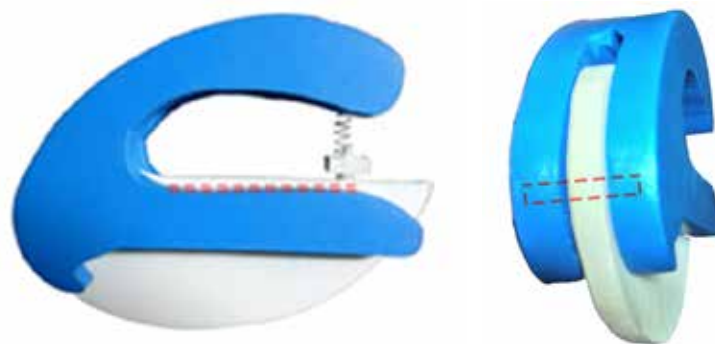


Figura 9. Prototipo 5.

Una vez diseñado el dispositivo, se procedió a confeccionar la matriz de Pugh para comparar este último diseño con el prototipo 3 (Tabla 4 y 5). Se consideraron seis criterios: largo, peso, número de puntas, grosor de las puntas, resistencia de las puntas y ángulo de apertura. Los criterios de largo, peso y grosor afectan negativamente al prototipo.

Tabla 4. Características e importancia.

Criterio	Importancia	Prototipo 3	Diseño 5
Largo (cm)	4	27	9,5
Peso (g)	2	278	55
Número de puntas	2	3	1
Grosor de las puntas (mm)	5	2	0,8
Resistencia de las puntas en relación con el material (MPa)	5	500	500
Ángulo de apertura	4	25°	27°

Tabla 5. Resultados e indicador.

Criterio	Prototipo 3	Diseño 5
Largo	-1	-0,35
Peso	-1	-0,2
Número de puntas	1	0,3
Grosor de las puntas	-1	-0,4
Resistencia de las puntas en relación con el material	1	1
Ángulo de apertura	0,925	1
Indicador Pugh	-0,3	5,8

En este caso, los resultados evidenciarían que el último diseño es 19,3 veces “una mejor opción”. Finalmente, para materializar el último diseño elaborado, se procedió a hacer un plano de la herramienta en CAD 3D Inventor (Figura 10), la que sería impresa en 3D (Figura 11), consiguiéndose una nueva versión.

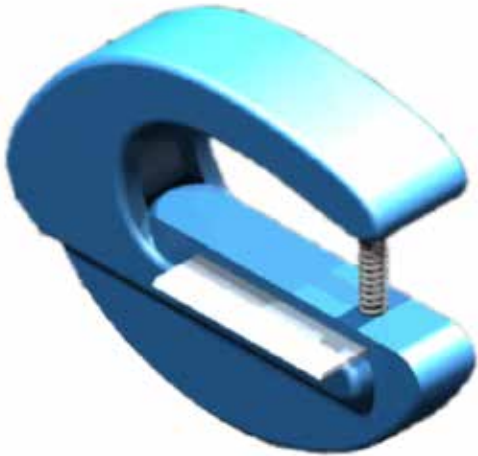


Figura 10. Plano de la herramienta.



Figura 11. Prototipo 6.

CONCLUSIÓN

Mediante la aplicación de la metodología centrada en el usuario ya explicada se logró concretar una idea que soluciona el problema de abrir moluscos.

Se evidenció que tanto la cantidad como la calidad de información recopilada a partir de los usuarios, es igualmente importante para un posterior análisis y definición de requerimientos. Esto último puede verificarse observando que un mejor modo de obtener y analizar la información permitió finalmente construir un prototipo 19,3 veces mejor que el anterior, según lo arrojado por la matriz de Pugh.

Resultó importante basarse en la técnica tradicional empleada por los usuarios, propia de una actividad artesanal como esta, para desarrollar una herramienta que cumpliera con sus expectativas.

En otro ámbito, resultó fundamental la retroalimentación arrojada por los propios usuarios durante los testeos, pues para que la solución construida esté enfocada en las personas y en las dificultades que se les presentan en su trabajo, estos deben ser involucrados y constituir agentes activos del desarrollo del diseño y el proyecto en sí.

El próximo paso para terminar de desarrollar a “Moisés” será definir las puntas que incorporará. Para esto el prototipo más reciente se diseñó con dos ranuras, en las que se podrán probar distintos tipos de puntas (Figura 12), con el fin de realizar nuevos testeos, evaluar metodológicamente el prototipo, concretar cambios pertinentes y dar por acabado el proyecto.

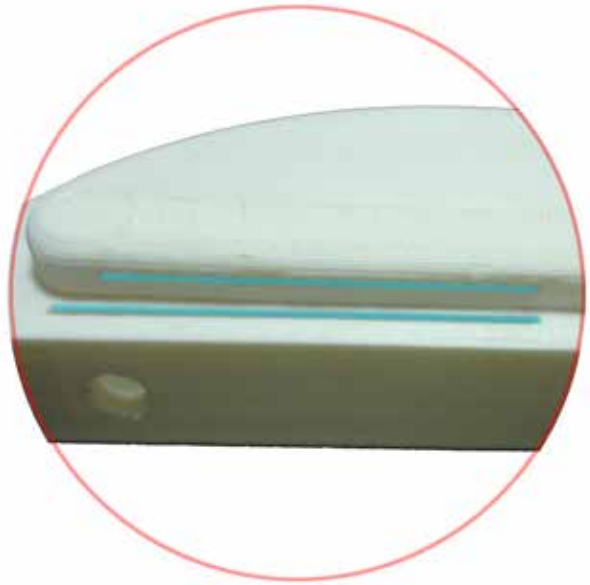


Figura 12. Ranuras puntas intercambiables.

GLOSARIO

Bivalvo: Palabra compuesta que viene de Bivalvia (en que Bi = dos y Valvia = placa). Para el caso de este documento se habla sobre mariscos bivalvos, es decir, mariscos con un caparazón que presenta dos placas laterales unidas por ligamentos.

Morfología: En el lenguaje biológico se hace uso de este concepto para describir la estructura de seres vivos o sistemas con el fin de comparar y catalogar en distintas áreas de estudio.

Matriz de Pugh: Tabla comparativa de dos o más elementos que sirve para facilitar la toma de decisiones. El propósito de esta tabla es lograr cuantificar y objetivar “qué tan buena es una opción por sobre otras” de manera numérica, evaluando las propiedades de cada elemento a comparar.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a todos los docentes encargados del curso “Desafíos de la Ingeniería”, en especial a la profesora Ángela Decar y al instructor Pablo César Gaete M. También agradecemos a los compañeros del grupo 7 de “Desafíos de la Ingeniería” (2-2013): Macarena Cortés, Raimundo del Río, Matías Ipinza, Benjamin Lahsen, José Miguel Lira, Piera Sadini, Matías Orellana, Tomás Villanueva.

REFERENCIAS

1..Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. Sector pesquero y acuícola. FAO, Santiago de Chile.. Autor: Cox, Francisco,. Capítulo II.2. (Empleo): 8, 2013. Disponible en World Wide Web: http://www.odepa.cl/wp-content/files_mf/1394541106sectorPesquero.pdf

2..Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura. Actividades de fiscalización efectuadas en materia de pesca y acuicultura en el año 2013 [Valparaíso, Chile]. Parte 1.3 (Pesca artesanal): 4, 2014. Disponible en World Wide Web: http://www.sernapesca.cl/presentaciones/Informe_Fiscalizaci%C3%B3n_Sernapesca_2013_20140402.pdf

3. Stanford University Institute of Design. The virtual crash course in design thinking. Fecha de consulta: 4 de noviembre, de 2014. Disponible en World Wide Web: <http://dschool.stanford.edu/dgift/>

EQUIPO DE INVESTIGADORES

- 1 Gonzalo Camps Vinagre
- 2 Leonardo Villarroel Araya
- 3 Profesora Catalina Cortázar
- 4 Profesora Constanza Miranda



1



2



3



4