



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CHILE

DISEÑO | UC

Pontificia Universidad Católica de Chile
Escuela de Diseño

Bomba sumergida autónoma undimotriz para sistemas de desalinización y purificación de agua, salada o dulce, por ósmosis inversa

Macarena Troncoso Santander
Profesor guía: Alejandro Durán

Tesis presentada a la Escuela de Diseño de la Pontificia Universidad Católica de Chile para optar al título profesional de Diseñador. Julio 2016, Santiago de Chile.

CONTENIDOS

Introducción y oportunidad	5	Estudio de caso: Maitencillo	33	Visualización final 3D	72
Descripción del proyecto		Abastecimiento	35	Estudio de material	74
Escenario	6	Factores económicos y sociales	35	Partes de la bomba	76
Áreas de intervención	9	Clima	37	Funcionamiento de la bomba	77
Recurso Hídrico	9	Medición de salinidad	37	Contexto de uso	81
Panorama mundial	10	Oportunidad de diseño	41	Productividad y uso de agua	83
Escasez de agua		Presión undimotriz como		Caudal de agua y precio por litro	84
Panorama nacional	12	mecanismo filtrante	42	Comparación costo litro/segundo	
Distribución según zonas		Antecedente Ceto y Waveroller		Caso Maitencillo	85
Derechos de agua	14	Fuente alternativa de agua dulce		Comparación de costos y productividad	
Uso del agua		de consumo no potable	43	Posibilidades de uso del agua	86
Consumo humano de agua por		Antecedente Atrapaniebla		Abastecimiento proyectado	
densidad poblacional		Desventajas de sistemas desalinizadores	44	Pruebas de resistencia	89
Necesidad de uso del agua	15	Proyecto	47	Cálculo de elementos finitos	90
Tipos de agua según salinidad	16	Formulación	48	Desplazamiento de la paleta	91
Sistemas de desalinización	17	Contexto y usuario	49	Stress lineal de la paleta	93
Métodos desalinizadores	18	Variables de diseño	51	Manual fabril	97
Ósmosis inversa	19	Sistema general y ubicación	52	Propuesta	99
Ventajas y desventajas		Cerca de la costa/Onshore		Planimetrías	100
Condiciones operativas		Selección del sitio		Partes y piezas	101
Costos asociados		Etapas del sistema	53	Fabricación	107
Membranas filtrantes	22	Medioambiente y supervivencia	56	Instalación	110
Plantas desalinizadoras en Chile	23	Biofouling/antifouling		Costos del proyecto	112
Estado del arte		Proceso de diseño	57	Implementación de la propuesta	113
Antecedente de uso industrial	24	Búsqueda formal	58	Proyección	114
Antecedente de uso doméstico	25	Hidrodinámica		Estrategia de funcionamiento	115
Energía del mar	27	Biomimetismo		Conclusiones	119
Energía undimotriz	29	Prototipado formal y funcional	59	Referencias bibliográficas	121
Clasificación de dispositivos	31	Sistema de bombeo		Anexos	125
Según punto de instalación		Captación de movimiento		Formularios de protección	126
Según orientación con el oleaje		Compresión del agua		Entrevistas	132
Según principio de funcionamiento		Productividad			
Referentes de dispositivos	32	Prototipo funcional final			
		Prototipo forma final			

INTRODUCCIÓN

Y OPORTUNIDAD

Si bien existe un potencial hídrico abundante en el planeta, el agua salada, la imposibilidad de ser utilizada de forma natural para los procesos humanos plantea un desafío.

La escasez de agua dulce es un hecho a nivel mundial. “Casi dos millones de personas se mueren al año por falta de agua potable. Y es probable que en 15 años la mitad de la población mundial viva en áreas en las que no habrá suficiente agua para todos”. (BBC, 2015). A esta problemática se le adjudican factores como la industrialización, el cambio climático y, sobretodo, el rápido crecimiento demográfico. Las Naciones Unidas estiman que para el año 2050 la población mundial será de 9.6 billones de personas, comparado con los 7 billones que la conforman hoy. Si esta tendencia de crecimiento de la población continúa, el uso del agua tendrá que disminuir cada vez más. (Reuters, 2015).

A pesar de que Chile cuenta con recursos hídricos suficientes para abastecer a toda su población, la mala regulación de los derechos de agua ha causado un desequilibrio entre la oferta y demanda de ésta, situación que se repite en otras partes del mundo.

Frente a este contexto, se ha producido un estancamiento en el desarrollo normal de países, pero sobretodo de personas. La disminución de la cantidad disponible de agua ha afectado en su vivir diario, teniendo que administrarla sólo para tareas esenciales (el consumo humano y la higiene) y volviéndose dependientes de sistemas de reparto gubernamentales. De este modo, comunidades rurales aisladas han perdido su autosustento. Por otro lado, la escasez ha provocado un aumento en el costo del agua, recurso básico de primera necesidad para cualquier ser vivo.

Como respuesta a esta situación, se ha comenzado a intervenir el entorno para aprovechar u optimizar las fuentes hídricas (represas o canalizaciones). Asimismo se han desarrollado sistemas y mecanismos para tratar/ purificar aquellas que no se encuentran naturalmente en condiciones de consumo, como la desalinización y la potabilización.

La mayoría de los mecanismos y tecnologías en funcionamiento están utilizando, como producto, el agua de mar. Esto ha permitido un avance en la calidad de vida de millones de personas. Sin embargo, hay que tener en cuenta los costos monetarios y medioambientales que ha significado, ya que casi todos dependen de combustibles fósiles.

Existen iniciativas y esfuerzos para solucionar el tema de la escasez hídrica en Chile. Varios proyectos han sido implementados y otros se encuentran en desarrollo, pero aún falta apoyo, ya que la mayoría abastece a la industria. De esta forma, el consumo humano se ve desfavorecido.

Uno de los aspectos relevantes en la implementación de la gran mayoría de los sistemas de purificación existentes, es el alto consumo energético y el consecuente valor económico. La relación de costo-beneficio ha imposibilitado un desarrollo transversal de estas iniciativas. En este mismo sentido, los avances en ERNC (Energías Renovables No Convencionales) han abierto un campo de investigación que nos interpela como diseñadores: aprovechar las fuentes naturales de energía en el diseño de nuevas soluciones de alto impacto social y ambiental.

Desde aquí surge la oportunidad de este proyecto. Lograr desarrollar un nuevo sistema que suministre agua

dulce, de fácil acceso y de bajo costo. Para esto, tener en cuenta las oportunidades y la potencialidad de Chile, tanto geográfica, demográfica y social. Y, por último, incentivar la integración de comunidades aisladas y fomentar un desarrollo regional sustentable y con igualdad de condiciones.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

ESCENARIO

Los pueblos rurales costeros son asentamientos humanos que se encuentran repartidos y dispersos a lo largo de todo Chile, generalmente alejados de los principales polos urbanos de desarrollo. Por este motivo el suministro constante y seguro de servicios básicos, como el agua, no son óptimos, teniendo las personas que valerse por sí mismas y en comunidad para superar las complicaciones que la eventual falta de agua puede generar.

Esta condición se presenta principalmente en la zona centro y norte del país, debido a las condiciones climáticas y geográficas. Como estudio de caso se eligió Maitencillo, poniendo al límite la situación, ya que se trata de un lugar cercano a Santiago y definido como localidad urbana por su densidad de población. Maitencillo no cuenta con servicios de agua potable, debido a que los derechos de agua se los llevan los proyectos inmobiliarios, quienes tienen un mayor poder adquisitivo.

“Un problema fundamental del Código de Aguas es que no presenta prioridades de uso, quedando el consumo humano en desmedro de las grandes actividades económicas que acaparan los derechos de aprovechamiento y contaminan las aguas.” (Agua que has de beber, 2014, p.3)

Los habitantes de esta zona hoy se abastecen a través de pozos de aguas subterráneas, casi secos y de agua salobre, por lo que dependen del reparto de agua por camiones aljibe, sistema de alto costo monetario y energético.

Es por esto que el presente proyecto busca entregar un recurso básico a la población que habita en la costa: aprovechar el agua marina para crear una fuente alternativa y constante de agua dulce. Para esto se aprovecha un sistema de desalinización existente, la ósmosis inversa, pero solucionando el tema de mayor costo: la energía.

“Más de la mitad del costo de producir agua desalada se explica por electricidad. Y dado que Chile tiene uno de los precios más altos en el mundo en este insumo, la tecnología no es tan masiva como pudiera serlo. El alto valor hace que para las sanitarias sea muy difícil hacer estas plantas, ya que es imposible traspasar el precio al cliente final, en una industria en que las tarifas están reguladas.” (El Mercurio, Economía y Negocios Online, 2015)

Se propone utilizar la energía undimotriz como la impulsora al sistema de desalinización, entregando a la población una mayor cantidad de agua a un menor costo. De esta forma, podrían abastecerse familias completas y destinar parte de este recurso a actividades que permitan su desarrollo, independización y autosustento, como, por ejemplo, el cultivo de sus propios alimentos.

A continuación se presenta una breve descripción del proyecto realizado y su funcionamiento como sistema.

SISTEMA

- 1 Las partículas de agua que conforman un ola, a medida que se acercan a la costa hacen un recorrido en forma de elipse, provocando el vaivén de la paleta.
- 2 Los movimientos de la paleta, dentro de la base, provocan la entrada y salida de agua con presión a través de válvulas unidireccionales. El agua es llevada a la costa por mangueras.
- 3 En la costa se produce el proceso de desalinización por ósmosis inversa, obteniendo como producto la mitad agua dulce y la mitad salmuera, la cual es devuelta al mar.
- 4 El agua útil es almacenada en pozos, para abastecer a comunidades aisladas, usandola para higiene, saneamiento, preparación de alimentos y/o riego, etc.

MEDIOAMBIENTE

- No usa combustibles
- No efecto invernadero
- No contamina el agua
- Sí energía limpia



Profundidad 4 metros
Altura máx. ola 8 metros

Zona de aguas poco profundas
Olas llegan al fondo del mar

PRODUCTIVIDAD

2.050 lts/día

U\$ 0,0003

costo litro de agua

0,023 lts / seg

caudal de agua

1lt /2,8 olas

1.750 lts/día

consumo directo

Higiene personal

Higiene de ropa

Preparación de alimentos

Limpieza de la casa

Saneamiento

25 personas

70 lts diarios

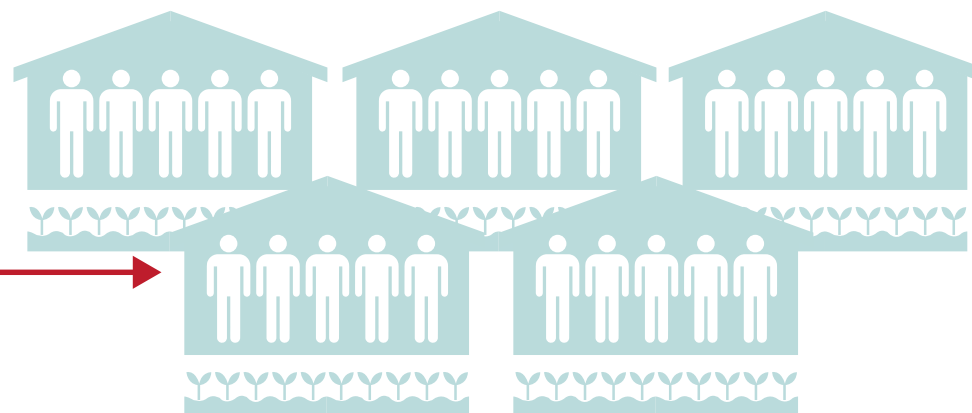
por persona

301 lts/día

cultivo de alimentos

10 a 20 m2

por familia



**ÁREAS DE
INTERVENCIÓN:**
RECURSO HÍDRICO

RECURSO HÍDRICO

PANORAMA MUNDIAL

“El volumen total de agua en la Tierra es de aproximadamente 1.400 millones de km³ de los cuales sólo el 2,5%, alrededor de 35 millones de km³, corresponde al agua dulce. De esta cifra, la parte aprovechable es aproximadamente 200.000 km³ de agua, es decir menos del 1% del total de agua dulce y sólo el 0,01% del total de agua del planeta.

Además, la mayor parte de las fuentes de agua dulce están ubicadas lejos de las poblaciones humanas, complicando aún más el aprovechamiento de agua.

La recarga de agua dulce depende de la evaporación proveniente de la superficie de los océanos. Cerca de 505.000 km³, equivalente a una capa de 1,4 metros de espesor, se evaporan de los océanos cada año. Otros 72.000 km³ se evaporan de la tierra. Alrededor del 80% del total de las precipitaciones, es decir, alrededor de 458.000 km³/año, cae en los océanos y los restantes 119.000 km³ al año, sobre la tierra.” (UNEP, 2002)

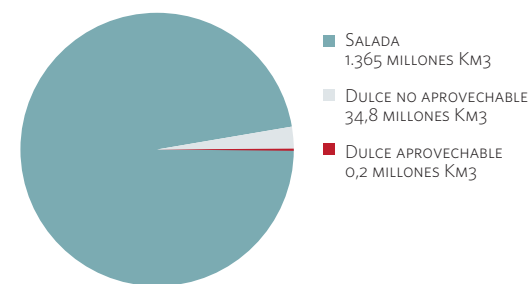
ESCASEZ DE AGUA

“Cerca de una tercera parte de la población del planeta vive en países que sufren estrés hídrico entre moderado y alto, es decir donde el consumo de agua es superior al 10% de los recursos renovables de agua dulce. Se calcula que en menos de 25 años dos terceras partes de la población mundial estará viviendo en países con estrés hídrico. Se prevé que para el año 2020, el aprovechamiento de agua aumentará en un 40% y que se necesitará un 17% adicional para la producción alimentaria a fin de satisfacer las necesidades de una población en crecimiento”. (UNEP, 2002)

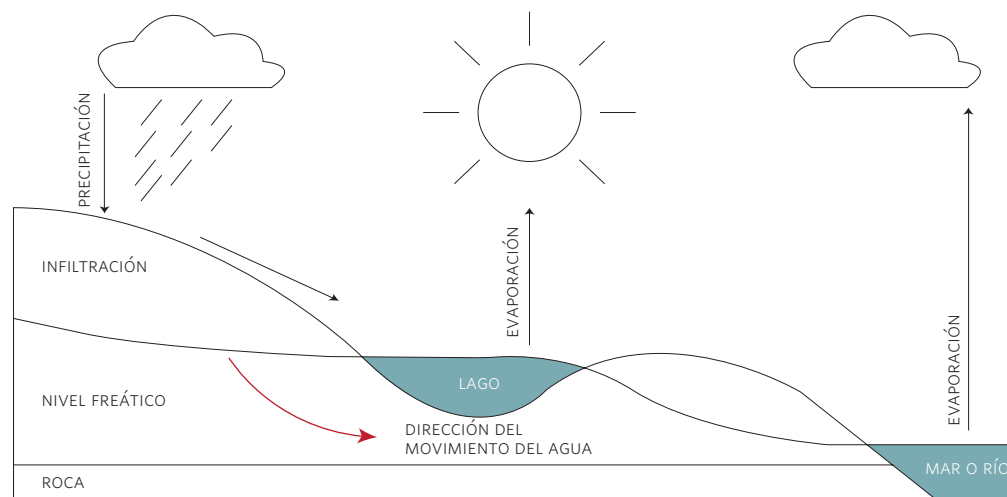
Según la UNESCO (2003), los tres principales factores que han causado un aumento en la demanda de agua son el crecimiento demográfico, el desarrollo industrial y la expansión del cultivo de regadío. Junto a esto se deben agregar factores como la desertificación, que

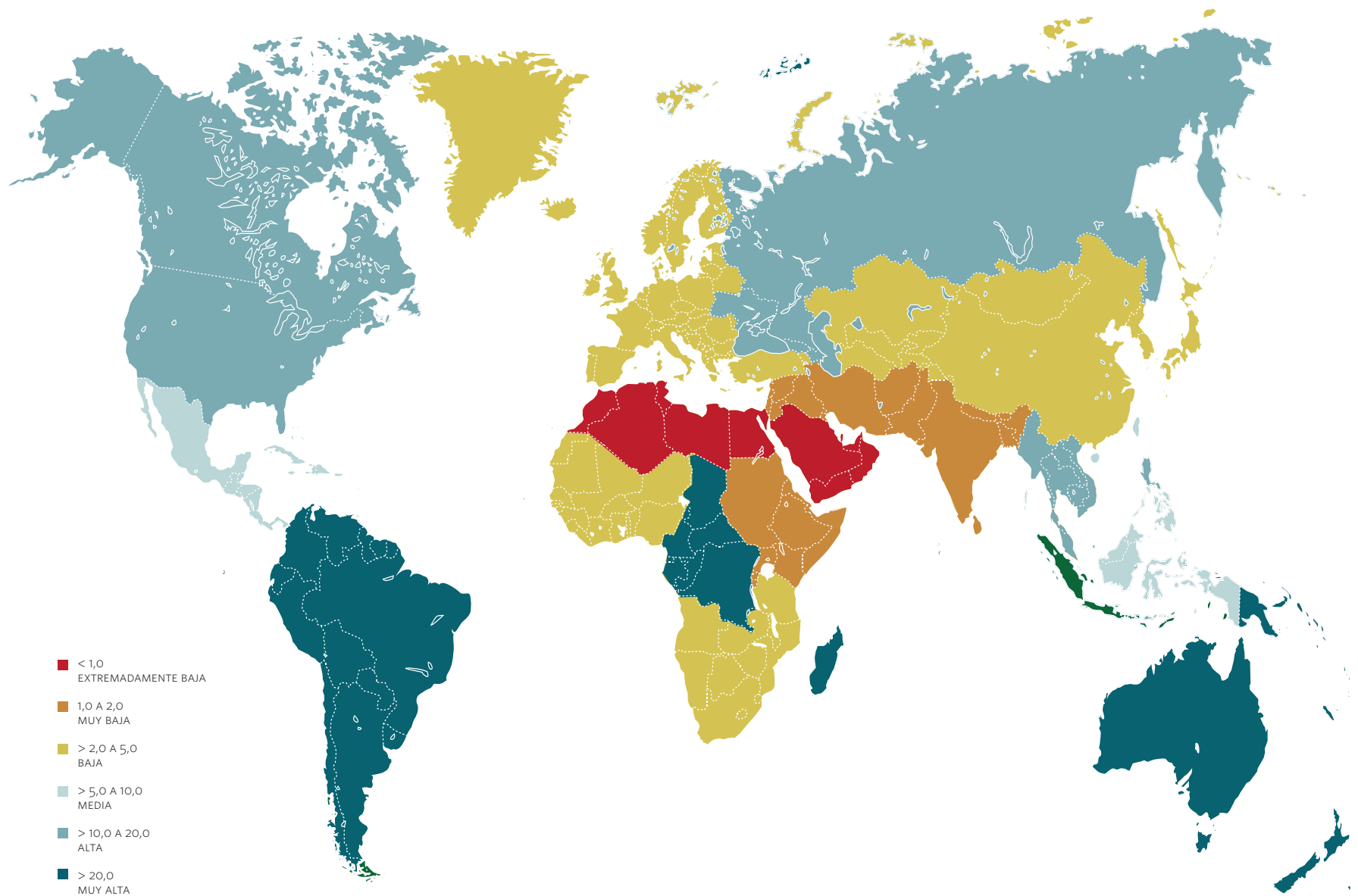
afecta la capacidad de almacenar agua en los suelos, y el cambio climático, al verse alterados los patrones de precipitaciones y los aumentos de temperatura. (Agua que has de beber, 2014).

Como consecuencia, el déficit de agua lleva a que se produzca una sobreexplotación de los recursos hídricos al extraer de las fuentes naturales una cantidad superior a aquella que ha sido definida como posible, impidiendo la adecuada gestión. Enfrentar esta extracción ilegal de agua es un gran desafío, ya que las sanciones son relativamente bajas (20 unidades tributarias mensuales) comparadas con las pérdidas que podría llegar a tener la industria. (Chile. Ministerio de Obras Públicas, 2014).



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A UNEP, 2002.





DISPONIBILIDAD DE AGUA POR SUBREGIONES EN 2000
(1.000 M³/CÁPITA/AÑO)
FUENTE: GLOBAL ENVIRONMENT OUTLOOK 3, UNEP, 2002.

RECURSO HÍDRICO

PANORAMA NACIONAL

Tanto el clima como la geografía de Chile determinan una gran variedad estacional a lo largo del país y un bajo tiempo de residencia del agua en las cuencas. El principal aporte de agua proviene de las precipitaciones, lluvia y nieve, las cuales varían a lo largo del territorio nacional, abasteciendo de agua dulce en forma desigual. Además, debido a la presencia de montañas, las cuencas hidrográficas cuentan con fuertes pendientes hacia el oeste, permitiendo un bajo tiempo de residencia del agua en la cuenca. (Agua que has de beber, 2014).

En Chile, el grueso del recurso hídrico se destina para riego, y porciones más pequeñas para la industria, la minería y el consumo humano.

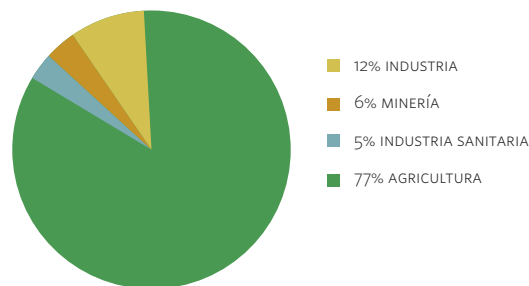
En cuanto a este último, cifras de la Asociación Nacional de Empresas de Servicios Sanitarios indican que un 99,8% de la población contaba en 2012 con acceso a agua potable. (2015). De este modo, podría decirse que la cobertura es casi completa, sin embargo muchas localidades aún no cuentan con un suministro estable, dependiendo del abastecimiento de camiones aljibe y administrando el consumo sólo para tareas esenciales.

DISTRIBUCIÓN SEGÚN ZONAS

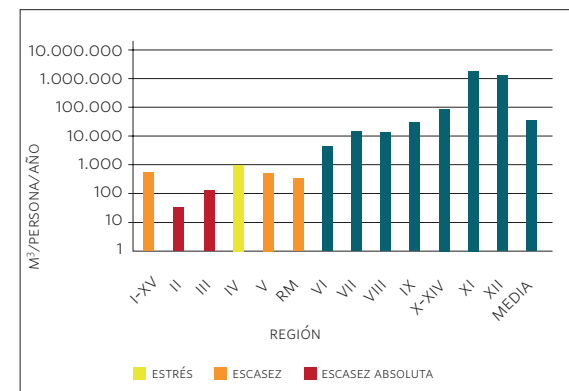
Según la UNESCO, como referencia mundial, bajo los 1.700 m³ de agua por persona al año se considera una situación de estrés hídrico, limitando el territorio para sustentar el desarrollo humano. Bajo los 1.000 m³ por persona al año se considera una situación de escasez hídrica y con una cantidad inferior a los 500m³ por persona se determina la escasez absoluta. (United Nations World Water, 2012). La situación de estrés hídrico se comporta como un círculo vicioso, en donde la cantidad del agua va disminuyendo cada vez más y la calidad se va deteriorando.

Bajo los parámetros anteriores, El Banco Mundial señala que Chile se encuentra sobre el promedio mundial en

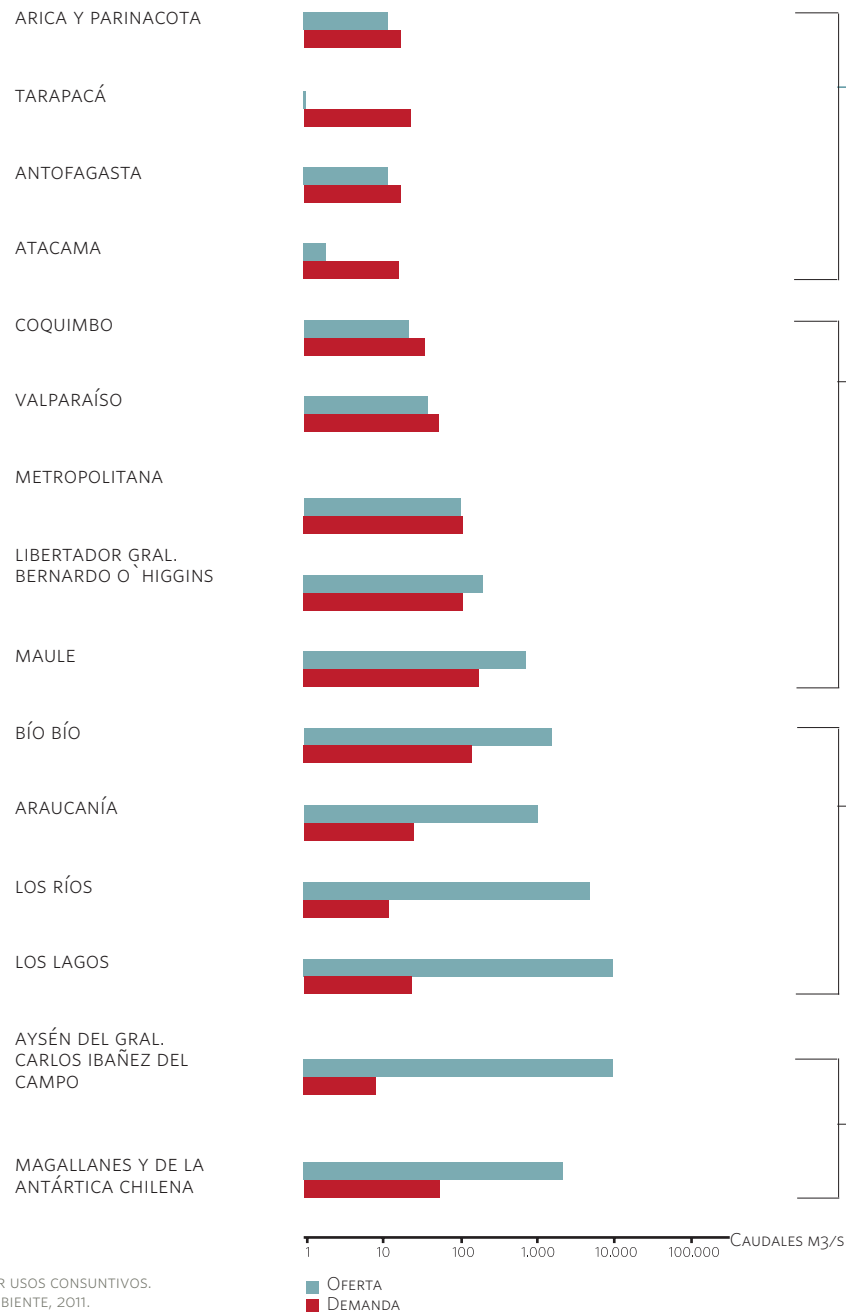
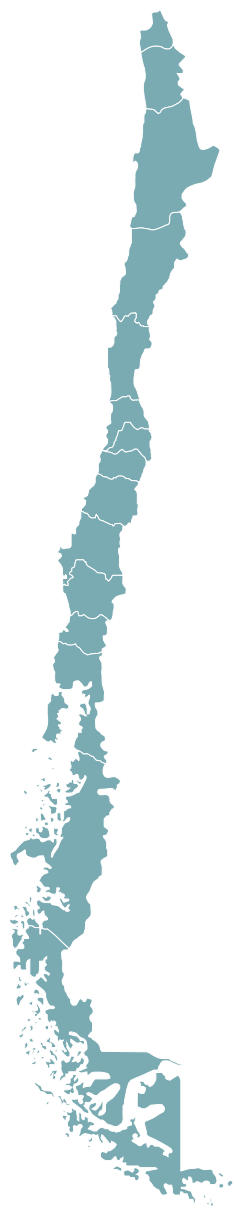
recursos hídricos per cápita con 53.953 m³ al año, sin embargo, la demanda se distribuye de manera desigual a lo largo del país, superando en algunas regiones la disponibilidad real. (citado en Agua que has de beber, 2014). Desde la Zona Norte hasta la Región Metropolitana, el promedio se encuentra por debajo de los 800m³ por persona al año, habiendo una alta demanda por sobre la disponibilidad del recurso, es decir, una situación de escasez hídrica. Mientras tanto, en la Zona Sur sobrepasa los 100.000 m³, cifra que supera con creces la demanda de la zona. (citado en Chile. Ministerio del Medio Ambiente, 2011) (Banco Mundial, 2011).



PROYECCIÓN USO DEL AGUA AL AÑO 2017
FUENTE: ANDES CHILE, 2015



DISPONIBILIDAD DE AGUA EN CHILE POR HABITANTE AL AÑO 2009
FUENTE: AGUA QUE HAS DE BEBER, 2014.



Al déficit de agua de la Zona Norte (XV, I, II y III región), se suma el problema que trae la industria minera, la cual usa grandes cantidades de agua para sus procesos productivos. Esto se debe a que la mayoría de los derechos a fuentes de agua, tanto superficiales como subterráneas, están otorgados al sector minero. (DGA 2014).

En la Zona Centro (desde las regiones de Coquimbo al Maule), el déficit de agua se produce en temporadas estivales, cuando agricultores e hidroeléctricas compiten por el uso del agua. Por un lado, las centrales hidroeléctricas acumulan la poca agua disponible en represas para producir electricidad y, por otra parte, los agricultores exigen sus derechos sobre esas aguas para su uso en regadío. En el caso de la Región Metropolitana la disponibilidad de agua se encuentra estable. Sin embargo, el crecimiento de la población, el incremento de la industria y la disminución de precipitaciones indican que en el corto plazo la baja disponibilidad de agua será un problema grave.

En la zona sur, la disponibilidad de agua se ve afectada por la industria forestal. Los monocultivos de Pinus y Eucalyptus, árboles de crecimiento rápido, son altamente demandantes en agua. De este modo, las zonas rurales de la Cordillera de la Costa han perdido sus reservas de agua, por lo que en verano deben recibir agua en camiones aljibes suministrada y pagada por los respectivos municipios.

Por último, en la zona Austral (regiones de Aysén y Magallanes) los recursos hídricos sobran. Sin embargo el problema que se genera acá es la obtención de energía. De este modo los conflictos por el agua se generan entre los proyectos hidroeléctricos y el sector turístico, debido a los impactos ambientales. (Chile. Ministerio del Medio Ambiente, 2011).

RECURSOS DISPONIBLES Y EXTRACCIONES POR USOS CONSUNTIVOS.
FUENTE: CHILE. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, 2011.

RECURSO HÍDRICO

DERECHOS DE AGUA

“En nuestro país, el Código de Aguas de 1981 considera este vital elemento como un bien nacional de uso público y a su vez un bien económico que puede ser transable en el mercado.” (Agua que has de beber, 2014, p. 2). De este modo, las fuentes naturales que abastecen de agua pueden ser compradas por privados, quedando en sus manos el aprovechamiento y la gestión de las aguas.

El Código de Aguas establece dos tipos de derechos de aprovechamiento de agua:

- Uso consuntivo: se refiere al consumo de aguas que no pueden ser reutilizada, como por ejemplo las utilizadas en agricultura, minería, industria y consumo humano.
- Uso no consuntivo: se refiere a las aguas que luego de utilizarlas pueden ser devueltas al curso de origen en igual cantidad y calidad. Ejemplos de esto son las aguas utilizadas para la piscicultura o hidroelectricidad. (Agua que has de beber, 2014).

La Asamblea General de las Naciones Unidas (2010) reconoce el derecho humano al abastecimiento de agua y al saneamiento. Declara que todas las personas tienen derecho a disponer en forma continua de agua suficiente, salubre, físicamente accesible, asequible y de una calidad aceptable, para uso personal y doméstico.

Accesible: Según la OMS, la fuente de agua debe encontrarse a menos de 1.000 metros del hogar y el tiempo de recogida no debe superar los 30 minutos. (ONU, 2010, p.5).

Asequible: Los costes de los servicios de agua y saneamiento no deberían superar el 5% de los ingresos del hogar, asumiendo así que estos servicios no afectan a la capacidad de las personas para adquirir otros productos y servicios esenciales. (ONU, 2010, p.6)

USO DEL AGUA

Chile basa su economía en la exportación de materia primas provenientes del sector minero, dulceacuícola y agroforestal, todos altamente demandantes de agua dulce.

De este modo, la privatización de los derechos de agua y su escasez incremental elevan los precios de este bien, haciéndose inalcanzables los derechos de aprovechamiento de agua para los habitantes rurales, quienes no pueden competir frente a la industria.

“En este escenario, un problema fundamental del Código de Aguas es que no presenta prioridades de uso, quedando el consumo humano en desmedro de las grandes actividades económicas que acaparan los derechos de aprovechamiento y contaminan las aguas”. (Agua que has de beber, 2014, p.3).

CONSUMO HUMANO DE AGUA

POR DENSIDAD POBLACIONAL

Según cifras de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (2014), a nivel nacional, la cobertura urbana de agua potable alcanza 99,91%. En cuanto a las localidades rurales, estas se clasifican según el Instituto Nacional de Estadísticas como Concentradas o Semiconcentradas. Las Concentradas corresponden a las localidades con densidad poblacional entre 150 y 3.000 habitantes, y con 15 viviendas por kilómetro de calle lineal, mientras que las Semiconcentradas corresponden a aquellas localidades con densidad poblacional mayor a 80 habitantes, y con 8 viviendas por kilómetro de calle lineal. (Portal de datos Públicos, 2014).

En las localidades concentradas, los Comités de Agua Potable Rural (CAPR) se encargan de entregar el servicio de agua potable, abasteciendo a 1,58 millones de habitantes rurales. A pesar de que el Ministerio de Obras Públicas desarrolle los sistemas de agua potable rural, son los CAPR, organizaciones compuestas por los mismos habitantes de cada sector, los que organizan y gestionan el recurso. De todos modos, la cobertura de los CAPR en zonas rurales alcanza solo un 78%. (Agua que has de beber, 2014).

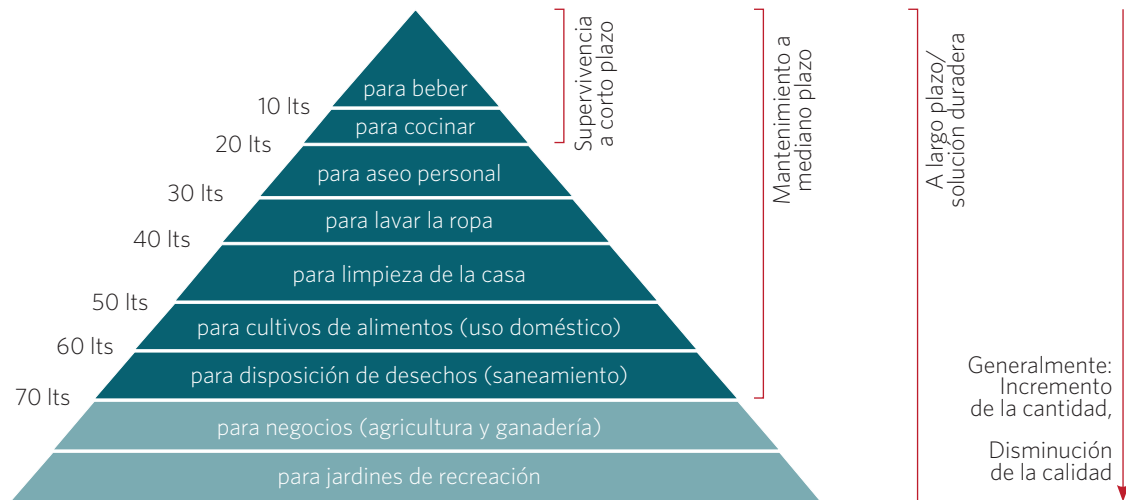
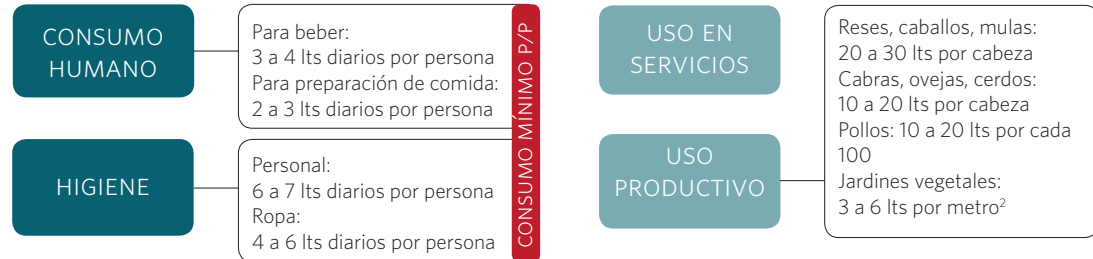
En las localidades rurales semiconcentradas la realidad es totalmente distinta. Al año 2014, 540 comunidades (195.000 habitantes) se encuentran desprovistos de las redes de abastecimiento de agua y tienen un porcentaje de cobertura del 2%. (Portal de datos Públicos, 2014).

RECURSO HÍDRICO

NECESIDAD DE USO DEL AGUA

La Organización Mundial de la Salud establece tres subdivisiones para la comprensión de las cantidades mínimas necesarias de agua para el uso doméstico, con el fin de cubrir las necesidades básicas y evitar problemas de salud: el consumo humano, la higiene (tanto personal como doméstica), y el uso en servicios (tanto personal como doméstica), como el riego del césped o el lavado del auto. A estas tres, se le suma una última categoría en el caso de las localidades rurales en países en desarrollo, el uso productivo, correspondiente a la agricultura y ganadería como fuente de ingreso. Las dos primeras categorías tienen consecuencias directas para la salud en relación a las necesidades fisiológicas y a la transmisión de enfermedades, por lo que exigen una calidad de agua que no represente un riesgo significativo para la salud humana. Mientras tanto, la calidad del agua para el uso en servicios y el uso productivo va a depender de la actividad y la finalidad de ésta. (Howard & Bartram, 2003).

La OMS (2009) establece las siguientes cantidades mínimas de agua:



JERARQUÍA DE LAS NECESIDADES DEL AGUA.
FUENTE: OMS, 2009.

RECURSO HÍDRICO

TIPOS DE AGUA SEGÚN SALINIDAD

Según el nivel de salinidad del agua, Daniel Hillel (2000) propone siete categorías de agua: Dulce, Levemente Salobre, Salobre, Moderadamente Salina, Salina, Fuertemente Salina (agua de mar) y Salmuera.

Según lo propuesto por Hillel, el agua de mar sería clasificada como Fuertemente Salina, ya que la salinidad promedio de los océanos es de 3,5%. Sin embargo, esta varía entre el ecuador y los polos por tres factores principales: la temperatura, la evaporación y la lluvia. Es por esto que la salinidad del mar chileno varía entre 3,5% y 3,25% de norte a sur. (Mar de Chile, 2005).

La mayor parte del agua salada es utilizada en la industria de la generación termoeléctrica e hidroeléctrica. (Dailey, 2014). En cuanto al agua salobre, su principal uso es en riego, dependiendo de los componentes del suelo y el tipo de cultivo. El porcentaje de concentración de sales óptimo para el riego directo es de 0,25%. Para concentraciones hasta el 3%, Hillel propone métodos de riego subterráneo o alternados con agua dulce.

Por otro lado, estos recursos salobres y salados, constituyen una solución a la escasez de agua en algunas zonas, al someterlos a procesos de desalinización.

	PORCENTAJE DE SAL		GRAMOS DISUELTOS POR LITRO		PARTES POR MILLÓN	CATEGORÍA
AGUA DULCE	<0,05%	=	0,5 gr	=	<500 ppm	Potable y de riego
LEVEMENTE SALOBRE	0,5% y 0,1%	=	0,5 a 1 gr	=	500-1.000 ppm	Riego
SALOBRE	0,1% y 0,2%	=	1 a 2 gr	=	1.000-2.000 ppm	Riego con precaución
MODERADAMENTE SALINA	0,2% y 0,5%	=	2 a 5 gr	=	2.000-5.000 ppm	Drenaje primario
SALINA	0,5% y 1%	=	5 a 10 gr	=	5.000-10.000 ppm	Drenaje secundario y agua subterránea salina
FUERTEMENTE SALINA	1% y 3,5%	=	10 a 35 gr	=	10.000-35.000 ppm	Agua de mar
SALMUERA	>3,5%	=	más de 35 gr	=	>35.000 ppm	Agua de mar

TABLA DE CONVERSIÓN Y POSIBLES USOS.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A HILLEL, 2000.

**ÁREAS DE
INTERVENCIÓN:**
SISTEMAS DE
DESALINIZACIÓN

SISTEMAS DE DESALINIZACIÓN

MÉTODOS DESALINIZADORES

La desalinización de agua es un proceso físico-químico utilizado para eliminar o disminuir el exceso de Cloruro de Sodio presente en el agua de mar, con la finalidad de hacerla apta para el consumo humano. A través de procesos el agua marina, con un 3,5% de sal, se puede desalinizar en distintos niveles según el uso que se le dará. La desalinización y obtención de agua dulce a partir de agua salada o salobre se logra por varios métodos (Lamela, s.f.):

1. Destilación súbita por "efecto flash" - MSF

El agua salada es calentada a temperatura de ebullición, para aumentar su presión, e introducida en una cámara flash. De esta manera ocurre una evaporación súbita del agua. El vapor obtenido pasa a través de mallas, donde se despoja de las gotas de salmuera que arrastra. El vapor es condensado y utilizado a la vez para alimentar el ciclo siguiente.

Este proceso es indicado para aguas con alta salinidad, temperatura y contaminación; y su capacidad es mucho mayor que la de otras plantas destiladoras. Sin embargo tiene el inconveniente de que su consumo de energía es muy alto.

2. Destilación por "múltiple efecto"- MED

El proceso de separación de los componentes es igual al interior, pero a menor presión y temperatura. Así, el resultado es una evaporación parcial, teniendo que pasar el agua salada por varias etapas para obtener agua limpia.

El gasto energético de este tipo de destilación es mucho menor que el anterior, ya que se regula la cantidad de presión necesaria para cada etapa. Sin embargo, necesita de una mayor estructura debido a la cantidad de etapas.

3. Evaporación solar

La evaporación solar corresponde, al igual que los dos anteriores, a un proceso de destilación por medio de

un proceso térmico. La gran diferencia de este método es que utiliza el sol, energía renovable no convencional, como fuente de energía, ahorrando en costos y contaminación. Sin embargo, su limitada producción hace que estas desalinizadoras sean de baja operatividad, funcionando en lugares desprovistos de electricidad.

4. Congelación

La congelación de agua salada forma cristales de hielo puro que se separan de la solución, mientras que el agua en forma líquida se concentra en sales. Estos cristales deben ser separados y lavados con agua dulce, lo que hace bajar el rendimiento de esta técnica al desperdiciar un volumen importante de agua y energía térmica. Es por esto que este método no es adecuado para implementarlo a nivel industrial.

5. Electrodialísis

Permite la separación de mezclas por intercambios de iones a través de membranas que poseen cargas eléc-

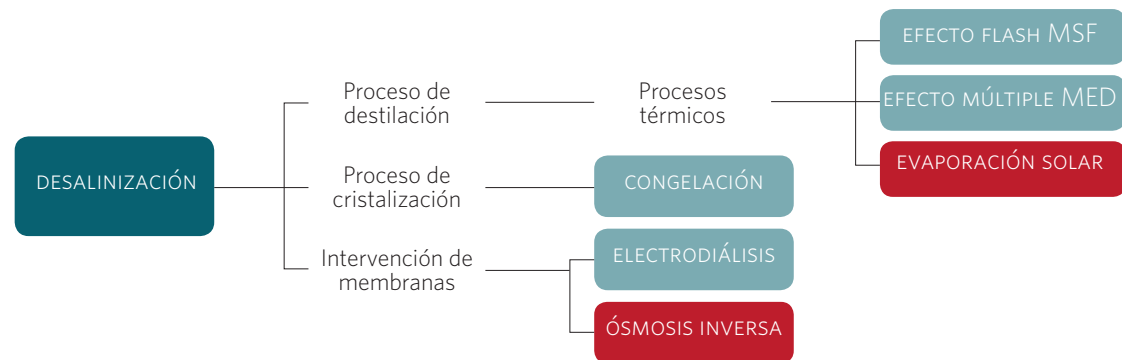
tricas. De esta forma, la membrana funciona como filtro "selectivo", repeliendo o atrayendo los iones de sodio. La desventaja de este método por sobre otros es que el gasto energético es mucho mayor.

6. Sistema por ósmosis inversa

La ósmosis es un proceso natural que ocurre en los tejidos de plantas y animales. Consiste en el traspaso, a través de una membrana, del líquido de menor concentración de sal al de mayor concentración para lograr un equilibrio.

La ósmosis inversa revierte este fenómeno. Se emplean bombas, que generan presiones muy elevadas, a la solución concentrada, permitiendo que pase el agua por la membrana y reteniendo los iones de sal.

Entre todos los procesos de desalinización, es el de más bajo consumo energético, menores costos de inversión y producción, y mayor flexibilidad de ampliación en caso de aumento de la demanda.



SISTEMAS DE DESALINIZACIÓN

ÓSMOSIS INVERSA

VENTAJAS Y DESVENTAJAS

“La ósmosis inversa es la tecnología de membrana más difundida a nivel mundial, representando el 42% de todos los procesos de desalación instalados hasta el momento y 88% de los sistemas de membrana existentes”. (Ávila et al. 2011).

Ventajas:

- Alta eficiencia
- Genera aguas de alta calidad, incluso aguas destiladas
- Es capaz de remover todo tipo de contaminantes: material orgánico, iones y bacterias sobre un 99%. (SINIA, 2011).
- Puede tratar grandes volúmenes de agua
- Bajos costos de operación

Desventajas:

- Requiere de gran consumo de energía
- Genera entre un 30 y 60% de rechazo (salmuera que se elimina luego del filtrado al mar)
- A pequeña escala puede resultar más cara que a mayores escalas. (SINIA, 2011).
- Ensuciamiento de las membranas

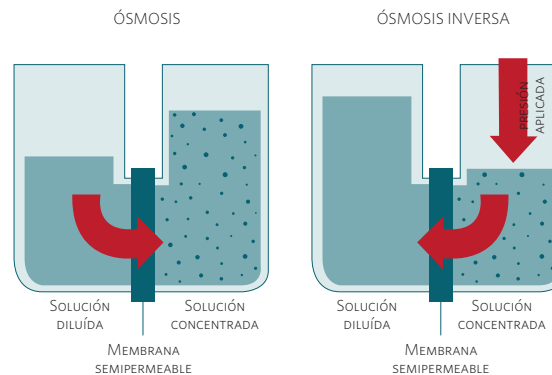
Su ventaja más sobresaliente es que no contamina el medioambiente, ya que del proceso de desalinización resulta solo agua de rechazo (no útil) con una mayor concentración de sal. El agua de rechazo corresponde aproximadamente al 50% del agua que ingresa, pero con la misma concentración de sal. Es decir, al filtrar 1 litro de agua marina con 35 gramos de sal, se obtiene, aproximadamente, medio litro de agua limpia como producto útil y medio litro de agua de rechazo con 35 gramos de sal.

Esta agua de rechazo, o salmuera, es devuelta al mar sin dañar la flora y fauna del fondo marino, ya que al momento de ser descargada se produce un proceso de

ósmosis natural, en donde se equilibran las concentraciones de sales. (Binkley et al, 2003).

Esto, junto a todas las ventajas nombradas anteriormente, hacen de este método el más indicado para implementar a pequeña escala, obteniendo buena calidad de aguas y eficiencia en producción con baja tecnología. Sin embargo, el gran problema es que se requiere gran uso de energía, lo que trae desventajas. En primer lugar, al ser la energía un recurso limitado, los precios del agua suben. Por otro lado, el uso de combustibles fósiles incrementa la emisión de gases de efecto invernadero.

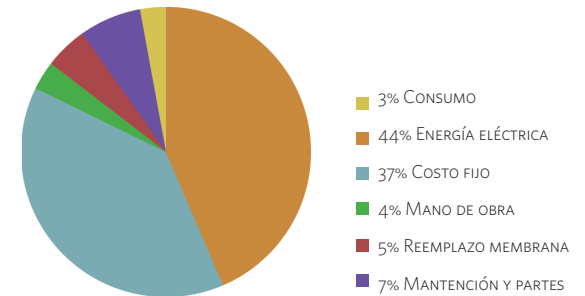
Por ende, es necesario abordar el tema del consumo de energía de la ósmosis inversa, para convertirlo en un sistema de bajo impacto ambiental y disminuir los costos de producción.



TECNOLOGÍA	CONSUMO EN KW/M3	COSTO APROXIMADO*
MSF	7 - 18	\$3.240 / m ³
MED	5,7 - 6,5	\$1.170 / m ³
Ósmosis inversa	3,5 - 5,0	\$900 / m ³
Electrodialísis	35	\$6.300 / m ³

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A ÁVILA ET AL. 2011. Y DURÁN, COMUNICACIÓN PERSONAL, 10 NOVIEMBRE 2015.

*VALOR DE kW PARA CASA, UTILIZADO COMO REFERENCIA.



COSTOS TÍPICOS DE UNA PLANTA DESALADORA DE ÓSMOSIS INVERSA
FUENTE: UNAP (S.F.).

CONDICIONES OPERATIVAS

(SINIA, 2011).

TIPO DE OPERACIÓN:
CONTINUA

SELECTIVIDAD:
NO ES SELECTIVO

PRE TRATAMIENTO:
FILTRACIÓN PREVIA

CONSUMO REACTIVOS:
NO REQUIERE

TEMPERATURA:
AMBIENTE: 2-45°C*

CAUDAL DE OPERACIÓN:
SOBRE 200 L/S**

VIDA ÚTIL MEMBRANAS:
2 AÑOS APROX.***

(*) Es posible tratar efluentes hasta temperaturas máximas de 45°C y de mínima debe estar sobre el punto de congelamiento.

(**) El caudal máxima de operación no tiene limitaciones ya que éste es definitivo en el diseño.

(***) Vida útil referida al cambio de membranas. La vida útil de la planta en general puede ser de 20 años considerando mantenciones adecuadas.

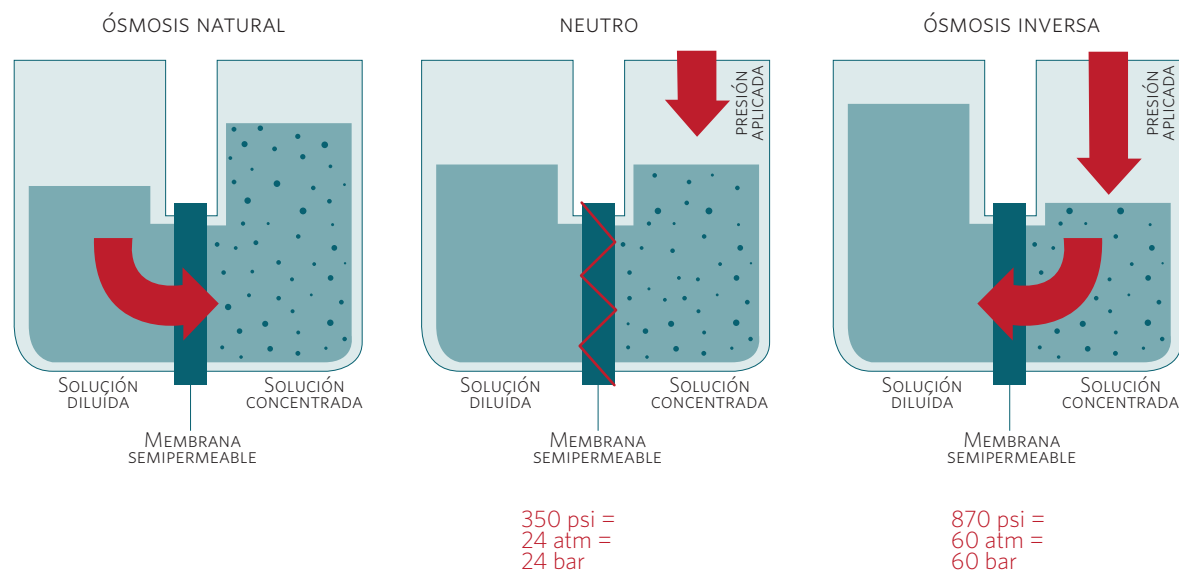
Presión Osmótica:

Es el exceso de presión que debe aplicarse a una solución concentrada para impedir el paso del solvente (agua) hacia ella, cuando los líquidos están separados por una membrana semipermeable.

Una aproximación para la presión osmótica es que 100 ppm (partes por millón) de sólidos totales disueltos (TDS) generan 1 psi de presión osmótica.

De este modo, el agua de mar, con 35.000 ppm, requiere una presión de 350psi = 24atm = 24bar para anular el movimiento del solvente a la solución más concentrada. (Facultad de Ingeniería Universidad de la República Uruguay, s.f.).

Para el proceso de ósmosis inversa, la presión osmótica natural debe superarse aplicando presiones externas. Es decir, debe aplicarse una presión mayor a 350psi para que el solvente de la solución concentrada se mueva hacia la solución menos concentrada. Esta presión depende de las sales disueltas y el porcentaje de recuperación (agua limpia) que se quiera obtener. Por lo tanto, para desalar agua de mar se necesitan alrededor de 60 bar o más. (Lenntech, s.f.).



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A CALCULADORA VIRTUAL LENNTECH.
([HTTP://WWW.LENNTECH.COM/CALCULATORS/OSMOTIC/OSMOTIC-PRESSURE.HTM](http://www.lenntech.com/calculators/osmotic/osmotic-pressure.htm))

COSTOS ASOCIADOS

Los costos de inversión y tratamiento para la instalación de una planta desalinizadora pueden ser estimados si se tiene en cuenta el caudal de agua (litros por segundo) con que se trabajará, a través de la siguiente fórmula (SINIA, 2011):

COSTO INVERSIÓN (MILLONES US\$) CON CAUDAL DE TRATAMIENTO Q (L/S)

$$Y = 0,3485 * Q^{0,6}$$
$$R^2 = 1$$

COSTO TRATAMIENTO (US\$) CON CAUDAL DE TRATAMIENTO Q (L/S)

$$Y = 0,7774 * Q^{-0,112}$$
$$R^2 = 0,9064$$

*(R² en econometría explica el porcentaje de que tanto las variables independientes explican la variable dependiente).

Tal como funciona la economía de escala, la instalación y funcionamiento de plantas pequeñas puede resultar más caro que a gran escala.

Para poner en marcha a pequeña escala es necesario reducir los costos de fabricación e instalación de la estructura desalinizadora, además de aprovechar energías renovables que permitan su autonomía.

SISTEMAS DE DESALINIZACIÓN

MEMBRANAS FILTRANTES

La eliminación de impurezas iónicas, compuestos orgánicos y microorganismos, se lleva a cabo mediante membranas semipermeables, las cuales permiten que el agua pura se mueva a través de ella. Estas membranas pueden estar hechas de acetato de celulosa o poliamidas, un tipo de resina de plástico fuerte, resistente al calor y al cambio químico.

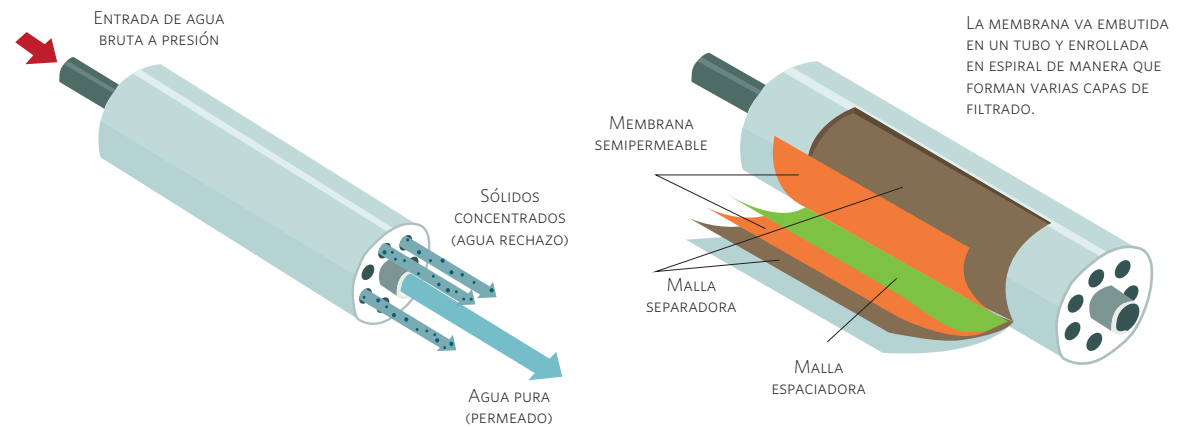
Condiciones operativas de membranas según materialidad (Blog Hidro-Water, 2010):

	POLIAMIDA	ACETATO DE CELULOSA
pH ÓPTIMO*	Óptimo de 3 a 11	Óptimo de 4 a 7
OXIDANTES	No resiste oxidantes. Soporta hasta 0,1ppm de cloro	No resiste oxidantes. Soporta hasta 2ppm de cloro
TEMPERATURA**	Máximo 45° C.	Máximo 30° C.

* Agua de mar tiene un pH entre 7.5 y 8.4.

** La temperatura base para el óptimo funcionamiento de las membranas es de 25°C. Por cada grado de variación sobre la temperatura base, se produce una disminución, en el caso de agua más fría, o aumento, en el caso de agua más caliente, de 2,5 a 3% en el rendimiento de la instalación. (Blog Hidro-Water, 2010) De esta manera, considerando las TSM (Temperatura Superficial del Mar), su mejor rendimiento se daría en la zona norte de Chile, disminuyendo progresivamente hacia al sur; y en verano por sobre el invierno. (SHOA).

La estructura de una membrana de ósmosis inversa más eficiente es la de forma espiral. Consiste en hojas de membranas que se sitúan sobre un soporte poroso y un espaciador, el cual se enrolla sobre un tubo de PVC que sirve como colector de agua permeada. Esta disposición de las membranas permite una mayor área de absorción en relación al volumen de la instalación.



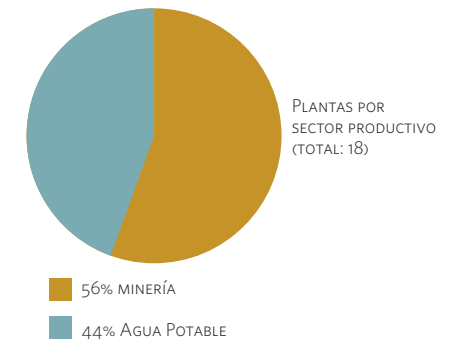
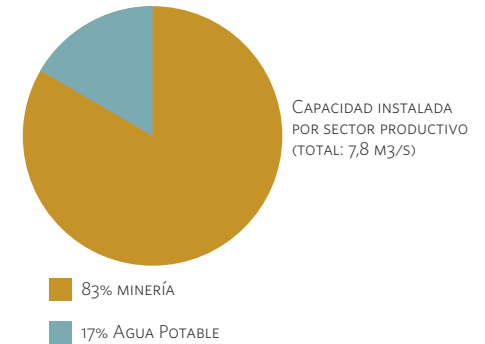
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A CLEAN WATER AMERICA.
[HTTP://CLEANWATERAMERICA.COM/FORT-MYERS-NAPLES-FL-REVERSE-OSMOSIS-WATER-FILTER-SYSTEMS/](http://CLEANWATERAMERICA.COM/FORT-MYERS-NAPLES-FL-REVERSE-OSMOSIS-WATER-FILTER-SYSTEMS/)

SISTEMAS DE DESALINIZACIÓN

PLANTAS DESALINIZADORAS EN CHILE

ESTADO DEL ARTE

PLANTA	REGIÓN	CAP. INSTALADA (L/S)	Uso
Planta Coloso	Antofagasta	525-2.800	Minería (Cu)
Escondida	Antofagasta	2.500	Minería (Cu)
Michilla	Antofagasta	75	Minería (Cu)
Esperanza	Antofagasta	50	Minería (Cu)
Aguas Mar las Luces	Antofagasta	9	Minería
Mantos de la Luna	Antofagasta	78	Minería (Cu)
Candelaria	Atacama	300	Minería (Cu)
Las cenizas del Tal Tal	Antofagasta	9	Minería (Cu)
Aguas Chañar-Dgo. de Almagro	Atacama	6	Agua potable
Aguas Chañar-Placilla	Atacama	225	Agua potable
La Chimba	Antofagasta	600	Agua potable
Aguas del Altiplano	Arica y Parinacota	413	Agua potable
Hornitos	Antofagasta	5.2	Agua potable
MEL (campamento)	Antofagasta	30	Agua potable
APR Chanavalita	Tarapacá	12	Agua potable
Moly-Cop (acero)	Antofagasta	5.2	Agua potable
Pampa Camarones	Arica y Parinacota	-	Minería (Cu)
Cerro Negro Norte	Atacama	200-600	Minería (Fe)
Mantoverde	Atacama	60-120	Minería (Cu)



DEMANDA HÍDRICA REAL POR SECTOR PRODUCTIVO (PROYECCIÓN 2015), RESPECTO AL TOTAL REGIONAL.
FUENTE: CHILE. MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS, 2014.

SISTEMAS DE DESALINIZACIÓN

____ ANTECEDENTE DE USO INDUSTRIAL

PROYECTO SOREK

Planta desalinizadora en Israel (la más grande del mundo) que proporciona agua limpia y potable a más de 1,5 millones de personas, lo que corresponde al 20% de la demanda de agua municipal del país. Alivia la escasez de agua del país, mediante la tecnología de Ósmosis Inversa, logrando un caudal de 624.000m³/día (7.222 l/seg). (IDE-Tech, s.f.).



SISTEMAS DE DESALINIZACIÓN

ANTECEDENTE DE USO DOMÉSTICO

PURIFICADOR DE AGUA

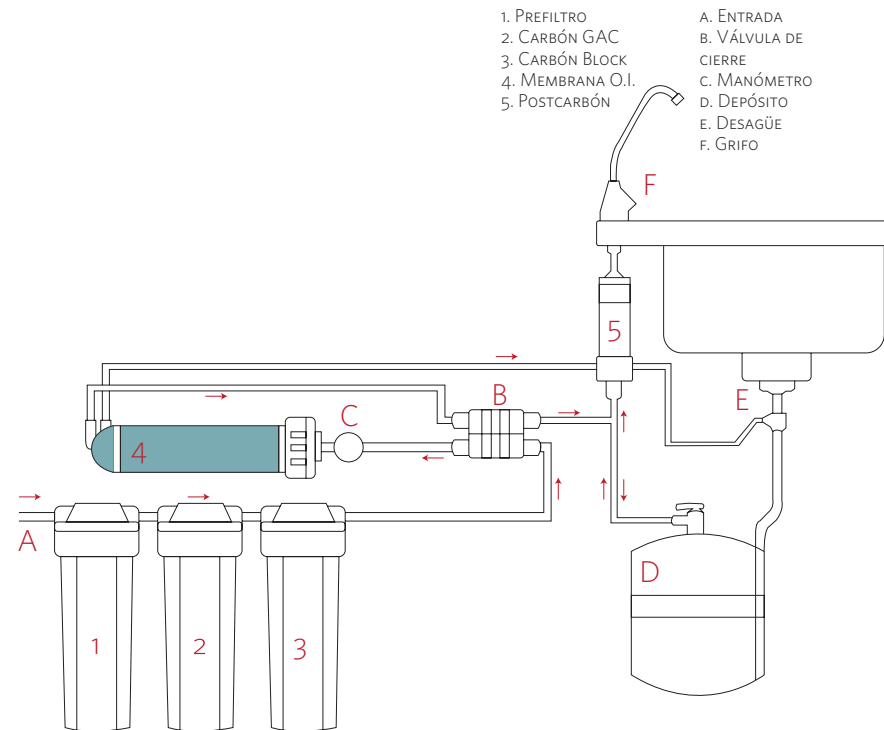
Equipo de bajo costo que se instala bajo el fregadero. Debido a que su uso es para purificar, y no desalar, la membrana filtra cloro, materia orgánica, minerales, virus y bacterias.

La proporción de agua purificada y agua rechazo es de 1:3, por lo que dos partes de esta agua es tirada al desagüe.

Según usuarios, alcanza un caudal aproximado de 0,00198 l/seg (7 litros en una hora). (Blog Aquabazar, 2014).



FUENTE: IDE-TECH



ÁREAS DE
INTERVENCIÓN:
ENERGÍA DEL MAR

Los océanos ofrecen un gran potencial energético, en donde existen diversas tecnologías en función del aprovechamiento: energía de las mareas o mareomotriz, energía de las corrientes, energía maremotérmica, energía de las olas o undimotriz y energía del gradiente salino u osmótica. Son energías limpias, renovables o con un leve impacto ambiental y visual. Según el estudio “Recomendaciones para la estrategia de energía marina en Chile: un plan de acción para su desarrollo”, Chile tiene gran potencial para desarrollar la energía undimotriz y mareomotriz, gracias a los más de 4.000 kilómetros de costa. (Aqua acuicultura y pesca, 2013).

Arturo Troncoso señala que “debido al potencial y a las características del mar chileno, en una primera instancia es más factible de instalar la energía undimotriz, no porque la mareomotriz no sea buena, de hecho en algunos aspectos está bastante más avanzada, sino por las profundidades del mar chileno, donde el gran desafío está en poder anclar estos dispositivos en el fondo marino, debido en gran parte a que las corrientes son muy fuertes”. (citado en Revista Sustentare, 2012). Las ventajas de esta, en cuanto al lugar de instalación, el tipo de dispositivo y el bajo impacto ambiental, hacen que sea la adecuada para su aprovechamiento energético.

“El oleaje a lo largo de toda la costa de Chile no presenta variaciones significativas entre las distintas estaciones del año, lo que incide directamente en la baja variabilidad estacional en la potencia generada.” (Rolleri, 2011, p.10).

	UNDIMOTRIZ	MAREOMOTRIZ
OBTENCIÓN	Aprovecha la energía cinética del oleaje por acción del viento.	Aprovecha fuerza de mareas por acción gravitatoria del sol y la luna.
UBICACIÓN	Zonas de gran oleaje. En la costa o mar adentro.	Zonas de alta diferencia de altura de mareas.
ESTRUCTURA/ DISPOSITIVO	Instalación de dispositivos flotantes o sumergidos.	Construcción de diques y compuertas.
IMPACTO VISUAL	Mínimo	Sí
IMPACTO MEDIO AMBIENTE	Mínimo sobre flora y fauna	Invasivo sobre flora y fauna
MANTENCIÓN	Sí	Baja
COSTO DE DESARROLLO EN CHILE	US \$ 400 por MW	US \$ 300 por MW

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A: BLOG CIUDADES DEL FUTURO, S.F., FERNÁNDEZ, S.F., CER, 2012.

ENERGÍA DEL MAR

ENERGÍA UNDIMOTRIZ

La energía undimotriz utiliza como recurso el oleaje. La fricción del viento sobre el agua provoca que la superficie del agua, pareja por la tensión superficial, pierda su lisura, intensificando la fricción y aumentando el tamaño de las olas. Así, cuanto más grande es la altura de las olas, mayor es la cantidad de energía que pueden extraer del viento, de forma que se produce una realimentación positiva que les permite seguir creciendo.

Una vez formada, la ola ya no depende del viento sino de su propia gravedad y de la tensión superficial, propagándose grandes distancias casi sin pérdidas de energía, ya que no mueve masa de agua.

Las olas se trasladan a lo largo de la superficie marina, no así las partículas de agua. Se mueven siguiendo trayectorias circulares o elípticas cerradas, volviendo al mismo punto en el que se encontraban. La trayectoria de las partículas de agua se ve influida por la profundidad, ya que el fondo afecta el desplazamiento vertical de las órbitas circulares provocando que su forma sea elíptica. Si la profundidad es muy pequeña, el movimiento vertical queda impedido, se reduce la altura de las olas, y la trayectoria de las partículas se vuelve completamente horizontal, terminando por tanto con el oleaje.

Es necesario tener en cuenta la profundidad del lugar para estimar la energía contenida en el oleaje.

En el mar la energía del viento se transforma en dos tipos de energía. En primer lugar la energía cinética, pues hay un movimiento de masas y, en segundo lugar, la energía potencial, pues se crea una diferencia de altura en la superficie del mar debido a las diferencias de presión. (Fernández, 2002). "El mayor desplazamiento de partículas se produce en las capas superiores, por consiguiente podemos encontrar más energía en la superficie que en el fondo." (Rolleri, 2011, p. 6).

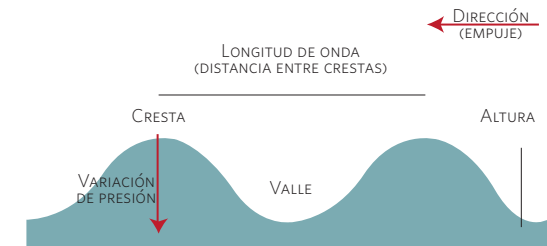
Estas energías, cinética y/o potencial, pueden ser captadas, transformadas, transportadas y almacenadas para diversos usos, a través de la instalación de dispositivos ya sea en el mar o en la costa misma. La estimación del potencial undimotriz es cuantificable en kW/m (metro lineal) a través del estudio de la altura de la onda (H) y del período de propagación de ésta (T), tomando como referente el estudio realizado por Pierson-Moskowitz. (González, 2011).

Ecuación de Pierson-Moskowitz:

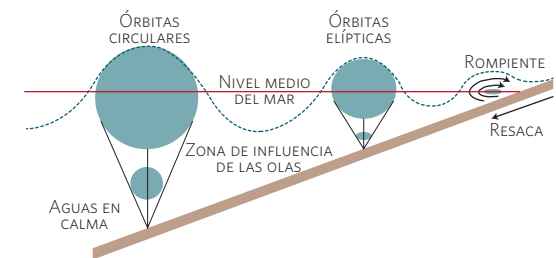
$$\text{Potencia} = 0,549 H_s^2 T_z \text{ kW/m}$$

Hs: Altura (metros)

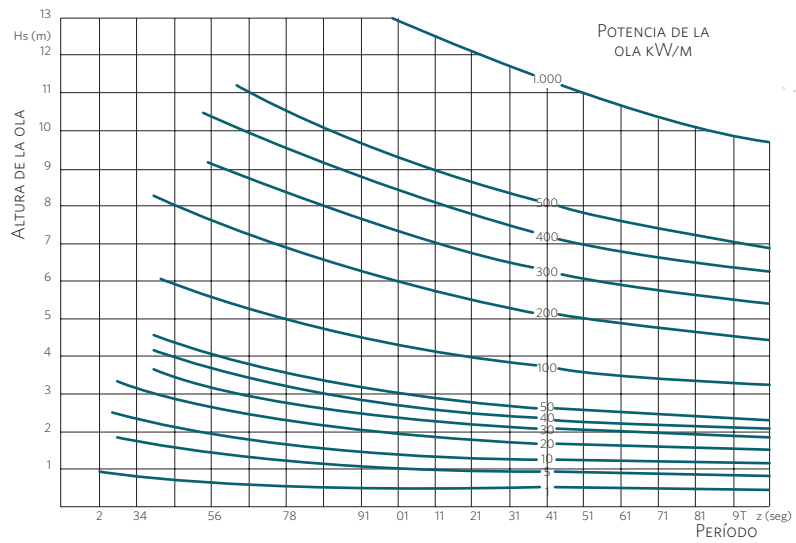
Tz: períodos (segundos)



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.



INFLUENCIA DEL PERFIL DEL OLAJE CON RESPECTO A LA PROFUNDIDAD.
FUENTE: FERNÁNDEZ (S.F.)



DISTRIBUCIÓN DEL OLEAJE EN kW/M SEGÚN LA ECUACIÓN DE PIERSON- MOSKOWITZ
 FUENTE: FERNÁNDEZ, 2002.



DISTRIBUCIÓN MUNDIAL DEL OLEAJE EN kW/M LINEAL.
 FUENTE: CENTRE FOR RENEWABLE ENERGY SOURCES, 2006.

ENERGÍA DEL MAR

CLASIFICACIÓN DE DISPOSITIVOS

SEGÚN PUNTO DE INSTALACIÓN

Los dispositivos instalados para captar la energía undimétrica se aprovechan de tres fenómenos principales producidos en las olas: el empuje de la ola, la variación de la altura en la superficie o la variación de la presión bajo la superficie. Los distintos dispositivos captadores de energía pueden clasificarse según la distancia a la que se encuentran de la costa. "Onshore" se les llama a los que están instalados en la costa misma, "Nearshore" los que están en aguas cercanas a la costa y "Offshore" los que están ubicados en agua lejanas a la costa.

Los instalados más cerca de la costa tienen a su disposición un recurso energético menor que el resto, ya que la disminución de profundidad va disipando la energía del oleaje. Sin embargo, los menores costos de instalación, de mantenimiento y la conexión a tierra, hacen que sea la alternativa más factible para un presupuesto limitado.

	ONSHORE	NEARSHORE	OFFSHORE
UBICACIÓN/ PROFUNDIDAD	En la costa	10-40 mts de profundidad	50-100 mts de profundidad
FLOTANTE	Sí	Sí	Sí
SUMERGIDO	Sí	Sí	Sí
POTENCIAL OLAJE	Bajo	Medio	Alto
COSTO	Bajo en instalación y mantenimiento	Medio en instalación y mantenimiento	Alto en instalación y mantenimiento. Perjudica navegación

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A GLOBAL ENVIRONMENT OUTLOOK 3. UNEP, 2002.

SEGÚN ORIENTACIÓN CON EL OLAJE

Respecto a su orientación con el oleaje, los dispositivos se dividen en terminadores, atenuadores y absorbentes puntuales. Los dos primeros tienen la necesidad de estar orientados hacia un lugar específico para su producción óptima de energía, mientras que en los absorbentes puntuales no existe esta necesidad.

SEGÚN PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

1. Columna de Agua Oscilante

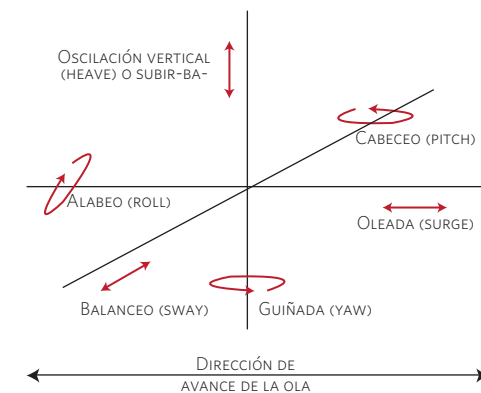
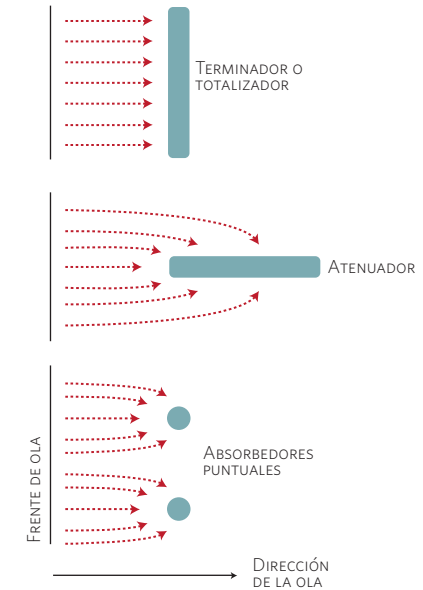
Las CAO se basan en el movimiento alternativo de un flujo de aire bidireccional, inducido por la oscilación de las subidas y bajadas de mareas. Este movimiento desplaza el aire, que es forzado a atravesar la turbina que acciona un generador eléctrico. En la actualidad existen muchos dispositivos que emplean este principio de funcionamiento, ya sea flotantes o fijos.

2. Movimientos Oscilantes

El oleaje induce un movimiento relativo entre las partes móviles y fijas del dispositivo, accionando bombas hidráulicas interiores que, a su vez, activan el generador hidráulico que produce la energía eléctrica. Estos dispositivos pueden encontrarse flotando o sumergidos, aprovechando múltiples direcciones de movimientos del oleaje.

3. Rebasamiento

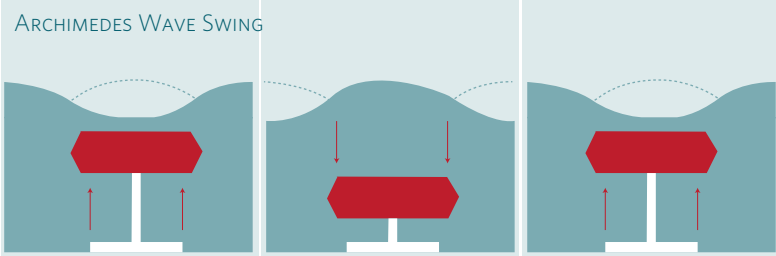
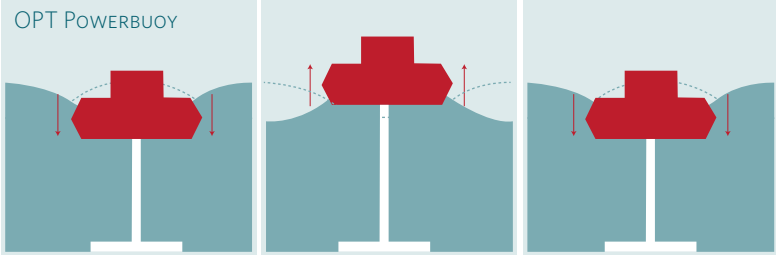
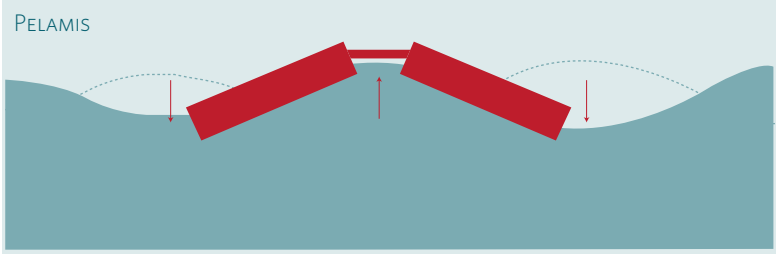

El principio de funcionamiento de los dispositivos de rebasamiento es diferente a los otros dos anteriormente explicados. En este no se aprovecha el movimiento del oleaje para accionar elementos móviles, sino que se emplea para almacenar agua en reservorios que posee el dispositivo. El agua almacenada se deja caer desde altura, aprovechando la energía potencial para accionar una turbina hidráulica. (Fernández, 2002).



FUENTE: GONZÁLEZ, 2011.

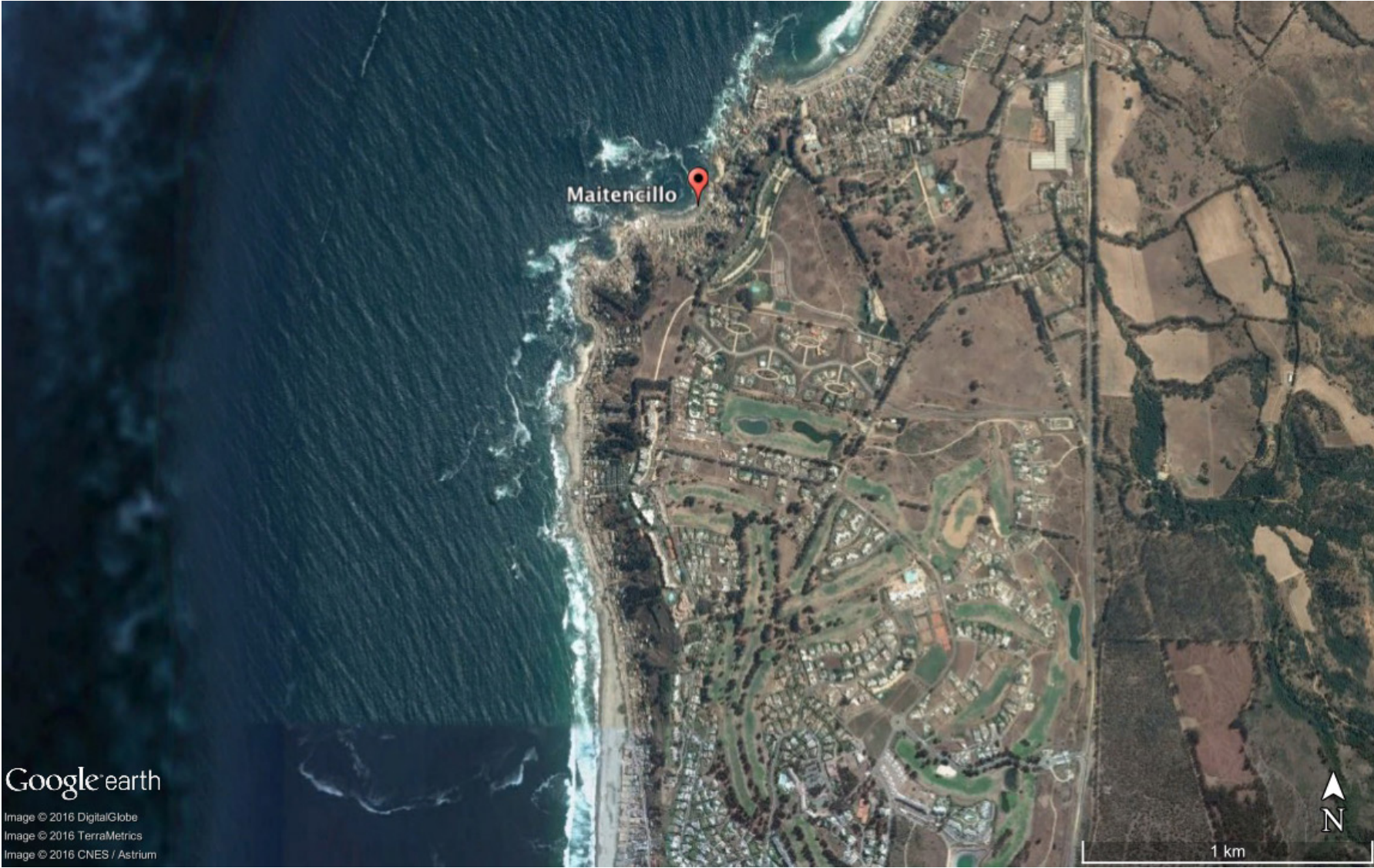
ENERGÍA DEL MAR

REFERENTES DE DISPOSITIVOS

	FLOTANTE/ SUMERGIDO	ORIENTACIÓN CON OLEAJE	PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO	COSTO POR PROYECTO	FUNCIONANDO EN	POTENCIA POR UNIDAD
<p>ARCHIMEDES WAVE SWING</p> 	Sumergido entre 40 y 100, anclado	Absorbedor puntual	Columna de agua oscilante	US\$ 300,8 millones	Okney, Escocia	250 kW
<p>OPT POWERBUOY</p> 	Flotante anclado, 14 metros de profundidad	Absorbedor puntual	Movimiento oscilante (acción de bomba hidráulica)	-	Hawaii, USA. New Jersey, USA: Santoña, España.	40 kW
<p>PELAMIS</p> 	Flotante anclado	Atenuador	Movimiento oscilante (acción de bomba hidráulica)	US\$ 13,6 millones	Agua Cadoura, Portugal	750 kW
<p>WAVE DRAGON</p> 	Flotante anclado	Terminador	Rebalse	US\$ 15,3 millones	Nissum Bredning, Dinamarca	11 MW (11.000 kW)

ESTUDIO DE CASO

MAITENCILLO



Google earth

Image © 2016 DigitalGlobe
Image © 2016 TerraMetrics
Image © 2016 CNES / Astrium

Se eligió Maitencillo como caso de estudio debido a diversas razones. Entre ellas:

- La cercanía a la Región Metropolitana
- La variabilidad de población en distintas épocas del año (turismo).
- Se define como una localidad urbana por la cantidad de habitantes
- No posee sistemas sanitarios: agua potable ni alcantarillado

La Comuna de Puchuncaví está compuesta por 22 localidades, siendo una de ellas Maitencillo, el principal balneario comunal. Según el Plan Regulador Comunal, Maitencillo se clasifica como **localidad urbana**, con una población de **1.430 habitantes** (3.000 viviendas) según el Censo del 2002. (Municipalidad de Puchuncaví, 2009). En los meses de verano, esta población se incrementa fuertemente por efecto del turismo, acogiendo alrededor de 20 mil veraneantes. (Revista Capital, 2013).

ABASTECIMIENTO DE AGUA

El abastecimiento de agua potable es responsabilidad de sistemas particulares y de comités de agua potable. La mayoría de las casas cuentan con pozos que acumulan agua de napas subterráneas no potable, sin embargo, no da a basto y no puede beberse. "La Municipalidad de Puchuncaví cuenta con dos camiones aljibe, los cuales recorren la comuna abasteciendo agua a las localidades que se ven más afectadas por este problema, esto equivale aproximadamente a 80.000 litros de agua diarios, cifra que se duplica y hasta se triplica en la temporada de verano". (Municipalidad de Puchuncaví, s.f.).

Los proyectos inmobiliarios se han llevado gran parte del recurso hídrico disponible en la zona, dejando a la fecha 4 años de sequía. Así mismo, hoy 400 personas se están abasteciendo de un solo pozo, por lo que sus cañerías tienen presión entre 8 de la tarde y 10 de la mañana. (24 Horas, 2013).

Philippe Demartin, presidente de la Junta de Vecinos N° 11 de Maitencillo, señala, frente a la aparición de nuevos proyectos inmobiliarios, que "la calidad de vida que teníamos hace años atrás se está perdiendo por la escasez del recurso". (ADN Radio, 2013).

Ante esta situación, la escuela debe terminar las clases antes por no contar con agua, situación que se replica con Carabineros y la Posta Rural, alterando su vivir diario y desarrollo como comunidad. (Municipalidad de Puchuncaví, 2014).

FACTORES ECONÓMICOS Y SOCIALES

El ingreso promedio de los hogares en la comuna de Puchuncaví corresponde a **\$259.408**.

La actividad laboral en las localidades costeras se encuentra concentrada en la actividad turística, ya que aquí se emplazan la mayoría de las viviendas de veraneo. Además, entre otras actividades laborales se encuentra la pesca artesanal, servicios domésticos y trabajos menores en casas particulares, y en el área de la construcción, debido al aumento de proyectos inmobiliarios. (Municipalidad de Puchuncaví, 2009).

La ONU declara como derecho que el agua sea asequible: que no supere el 5% de los ingresos del hogar. (ONU, 2010). Este porcentaje, según el ingreso promedio de los hogares, correspondería a **\$12.970**.

Consumo mensual:



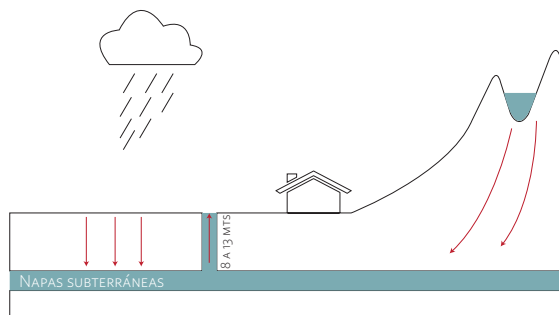
**Considerando 70 litros diarios por persona para consumo básico según la OMS (beber, cocinar y aseo).*



IMAGEN MATERIAL DEL AUTOR

CLIMA

“El clima de la comuna corresponde a una zona templada cálida, con precipitaciones concentradas en los meses de invierno y estación seca prolongada de seis a ocho meses; las oscilaciones térmicas diarias y estacionales son pequeñas debido a la influencia moderadora del océano. La caracterización climática se enmarca dentro del clima semiárido marítimo, de características templadas, con temperaturas moderadas por la acción del mar que no permite ni fríos ni calores excesivos”. (Municipalidad de Puchuncaví, 2009).



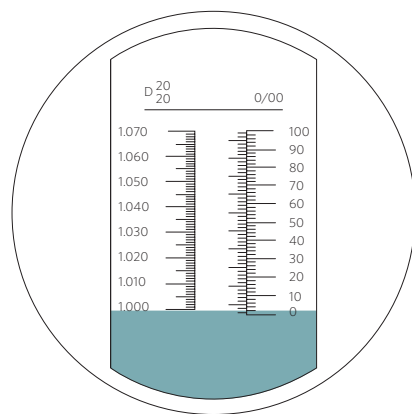
POZO DE NAPA SUBTERRÁNEA
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

MEDICIÓN DE SALINIDAD

Se tomó una muestra de la llave de agua de un local vecino a la playa en Maitencillo, el cual se abastecía a través de pozo, para medir su nivel de salinidad. Para esto se utilizó un salinómetro refractómetro, el cual indica la cantidad aproximada de gramos de sal por litro de agua.

Esta muestra se comparó con una muestra de agua potable de Santiago y una muestra de agua potable de Zapallar, localidad vecina a Maitencillo.

1. Agua Santiago: Salinidad 0 gr/lit : Agua dulce
2. Agua Maitencillo: Salinidad 2gr/lit : Agua Salobre
3. Agua Zapallar: Salinidad 0 gr/lit : Agua Dulce



VISTA DE SALINÓMETRO REFRACTÓMETRO
MIDIENDO AGUA DE MAITENCILLO

“Hay gente que todavía tiene la suerte que su pozo tiene agua, pero en general se les seca todos los veranos. O sea, durante el año no tienen problemas, porque la sacan del pozo, y durante el verano se les seca y tienen que comprar agua”. (Matías, comunicación personal, 6 noviembre 2015)

“Yo tomo la que viene en el camión. Los camiones son un negocio, reparten a casas particulares. Cuesta 35 mil pesos los 10 mil litros”. (Matías, comunicación personal, 6 noviembre 2015)

“Viene un camión, porque aquí, en esta parte de aquí no hay pozo. Y los pozos que hay son salobre... esa es solamente para la ropa y para el baño”. (Beto, comunicación personal, 6 noviembre 2015)

“La mayoría de las aguas son salobre, entonces es más que nada para jardín, baño,... pero comida no. Para comida se compran bidones”. (Angélica, comunicación personal, 6 noviembre 2015)

“Acá en este sector las napas son saladas. No son dulces. Las de arriba del cerro son dulce. Entre más altura más dulce”. (Cecilia, comunicación personal, 6 noviembre 2015)



MEDICIÓN DE SALINIDAD
IMAGEN MATERIAL DEL AUTOR



MUESTRA DE AGUA VIVIENDA MAITENCILLO
IMAGEN MATERIAL DEL AUTOR



CAMIÓN DE VENTA DE BIDONES DE AGUA MAITENCILLO
IMAGEN MATERIAL DEL AUTOR



POZO VIVIENDA MAITENCILLO
IMAGEN MATERIAL DEL AUTOR

OPORTUNIDAD DE DISEÑO

Oportunidad

Presión undimotriz como mecanismo filtrante

“Transformación del movimiento de las olas para generar la presión necesaria para filtrar”

El uso de una energía renovable no convencional para el proceso de filtrado de agua marina garantiza menores costos, tanto monetarios como medioambientales. El uso de combustibles fósiles que, además de ser un recurso caro para Chile, incrementa el efecto invernadero y aumenta el precio del agua.

Hoy existen proyectos a gran escala y con alta tecnología que podrían abastecer comunidades, pero los costos son extremadamente altos. Necesitan de gran infraestructura e inversión, privada o gubernamental, para llevarlos a cabo.

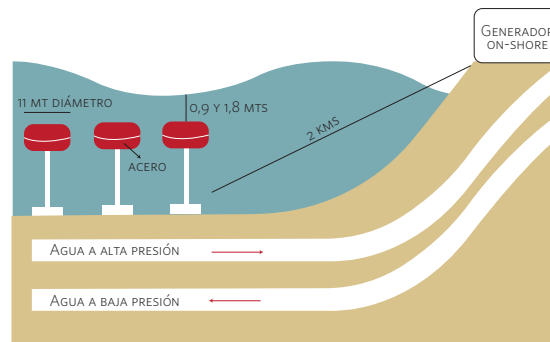
La mayoría de las plantas desalinizadoras instaladas actualmente en el norte del país abastecen a la industria minera, permitiendo su normal desarrollo. Sin embargo, las comunidades rurales se han visto afectadas en la realización de sus tareas diarias debido a la escasez hídrica, impidiendo su desarrollo y autosustento.

La geografía de Chile, con más de 4.000 kilómetros de costa y sus condiciones climáticas, sugieren la energía undimotriz como la más efectiva. **Además, aprovechar la energía contenida en el mismo producto que se utilizará (agua de mar) para filtrar, permite una mayor autonomía en el proceso.**

Antecedente CETO

Proyecto desarrollado en Australia, en Garden Island, por la empresa Carnegie Wave Energy, el cual emplea la energía renovable presente en las olas del mar y la convierte en dos productos: electricidad y agua desalinizada sin generación de emisiones. Consiste en un conjunto modular de 3 boyas, totalmente sumergido, donde cada boya es capaz de generar 240kW. Las olas mueven las boyas, que a su vez activan las bombas hidráulicas, empujando el agua a presión a tierra por cables submarinos. El agua llega a una central, en donde se aprovecha su presión para generar electricidad a través de turbinas, y alimenta plantas desalinizadoras.

El sistema tiene ventajas sobre otros sistemas. En primer lugar, se encuentra sumergido bajo el mar, por lo que se evitan posibles daños por tormentas o por erosión de la intemperie, y no contamina visualmente desde la costa. Además, al ser modular, permite escalabilidad personalizable según las necesidades. El proyecto CETO tuvo un costo estimado de 32 millones de dólares. (Revista Sustentare, 2012).



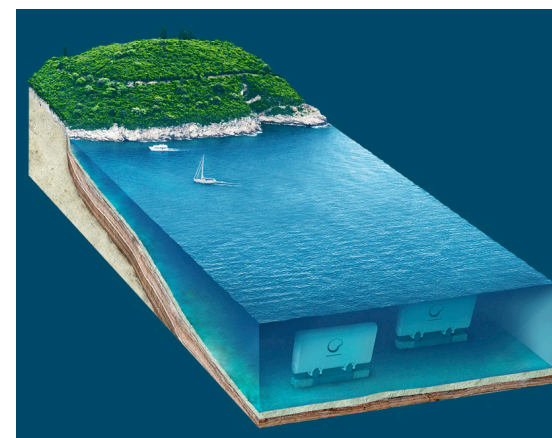
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A NUESTROMAR.ORG

Antecedente Waveroller

Waveroller es un dispositivo que convierte las olas en electricidad, instalado en Peniche, Portugal, el año 2007. Opera cerca de la costa (0.3 Km) a profundidades entre 8 y 20 metros. Se encuentra sumergido y anclado al lecho marino. Tiene una capacidad de transformar entre 500kw y 1000kw.

Consiste en grandes paletas que se mueven con el vaivén de las olas, ubicadas de forma perpendicular a la dirección de éstas. (AW Energy, s.f.). A pesar de que filtra agua, se tomó como referente funcional.

“La simple pero brillante idea para el diseño viene en un momento brillante cuando el buzo profesional Rauno Koivusaari estaba explorando un naufragio. El notó que una pieza plana muy pesada del barco se movía en vaivén por la fuerza impulsado por la energía de las olas, bajo la superficie del océano.” (AW Energy, s.f.).



FUENTE: AW ENERGY, WAVEROLLER

OPORTUNIDAD

DESVENTAJAS DE SISTEMAS ACTUALES DESALINIZADORES

Los sistemas de desalinización, en general, presentan diversas desventajas:

- Eliminación de residuos: la mayoría de los procesos requieren productos químicos de pretratamiento y de limpieza, como cloro, ácido clorhídrico y peróxido de hidrógeno. Una vez que han perdido su capacidad para limpiar el agua, estas sustancias son desechadas, contaminando el ambiente.

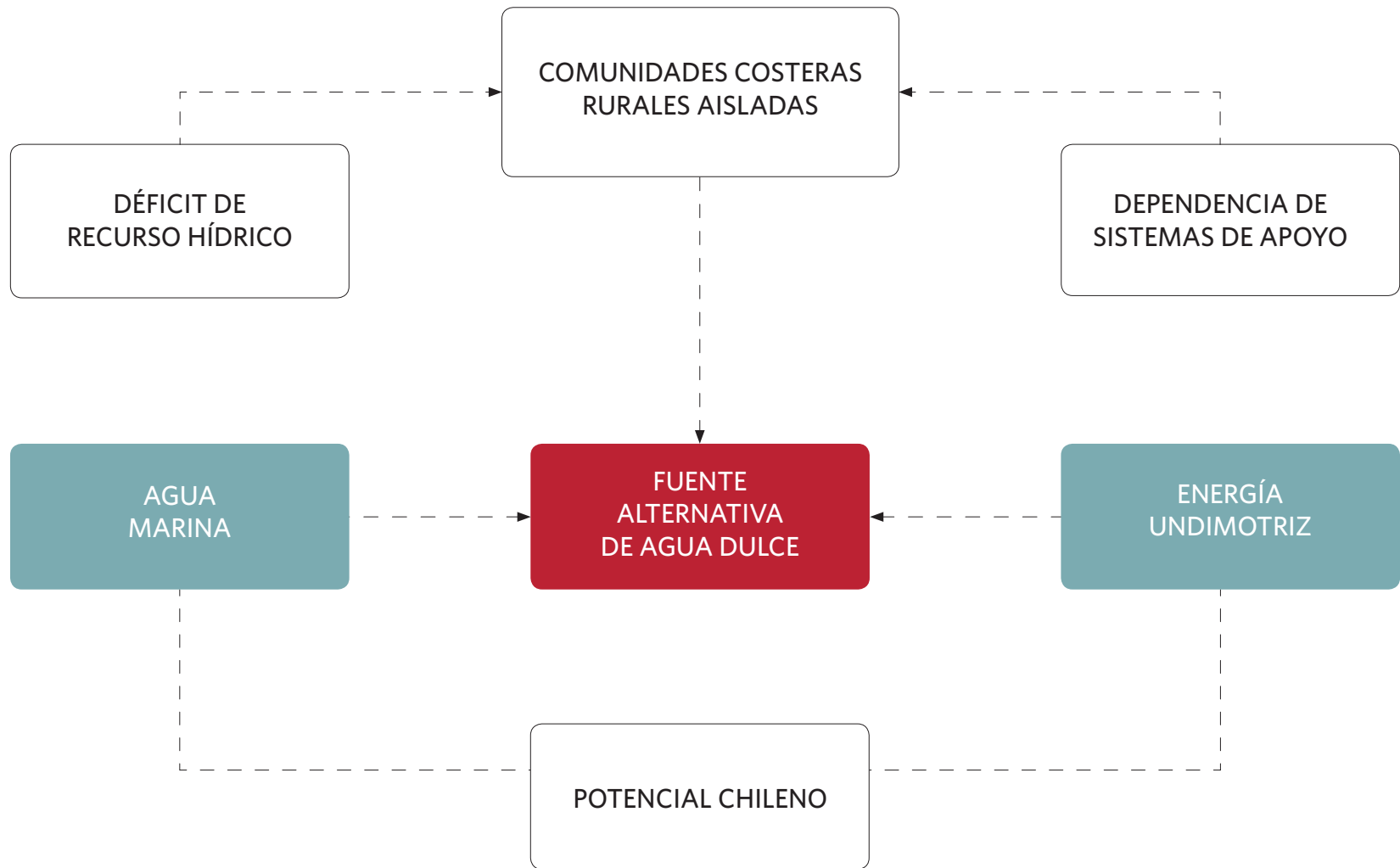
- Salmuera: es el subproducto de la desalación, agua que tiene una sobresaturación de sal. La mayoría de las plantas de desalinización devuelven esta salmuera al océano. Esto presenta un inconveniente para el medioambiente, ya que las especies del océano no están preparadas para adaptarse al cambio inmediato de la salinidad.

- Poblaciones del océano: los organismos más afectados por la descarga de químicos y salmuera son el plancton y el fitoplancton, organismos base de la cadena alimentaria marina.

- Problemas de salud: el agua potable entrega diversos minerales esenciales para cuerpo humano. En el caso del agua destilada, estos minerales han sido removidos, por lo que al beberla el cuerpo deja de recibirlos.

- Uso de energía: La mayoría de los métodos usan grandes cantidades de energía, lo que puede incluir combustibles fósiles que aumentan el efecto invernadero.

- Costos de implementación/operación y mantención de las plantas desalinizadoras: situación que limita su adecuación en comunidades aisladas o de baja densidad poblacional.



PROYECTO

PROYECTO

FORMULACIÓN

QUÉ

Bomba undimotriz emplazada en el lecho marino o lacustre, que aprovecha el movimiento de las olas para la acumulación y compresión (200 a 900 psi) de un caudal de agua salina y/o contaminada, para su posterior purificación por medio de filtros de ósmosis inversa.

POR QUÉ

- El alto costo y complejidad técnica de los sistemas de filtrado de agua actuales.
- La ubicación geográfica y el clima de Chile permite las condiciones necesarias para la instalación de dispositivos marinos y el aprovechamiento de la energía undimotriz.
- La cantidad de agua salada disponible en el mundo, frente a la progresiva disminución del agua dulce.
- Porque existen otras necesidades hídricas, aparte del consumo humano (potable), que son clave para el desarrollo de las comunidades.

PARA QUÉ

Entregar una alternativa energéticamente independiente y de baja complejidad técnica para el bombeo y filtrado de agua marina y/o contaminada. Aumentar el recurso hídrico disponible en comunidades costeras aisladas para uso doméstico* o productivo de baja escala.

** La OMS define el agua doméstica como aquella que es utilizada para todos los usos domésticos habituales incluyendo el consumo (beber y cocinar), la higiene (tanto personal como doméstico) y el uso en servicios (riego del césped, lavado del coche, etc.). (Howard & Bartram, 2003).*

OBJETIVO GENERAL

Aprovechar la energía contenida en las olas para crear una fuente alternativa de agua limpia, abasteciendo a comunidades costeras rurales de escasos recursos o sin acceso a energía, favoreciendo así el desarrollo de sus actividades y la capacidad de autosustentarse.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Independizar energéticamente la desalinización de agua salina y/o contaminada.
- Aprovechar el movimiento de empuje de las olas para la compresión y filtrado del agua marina.
- Resistir la compresión mecánica producida por el movimiento de las olas, a través de la elección de materiales y formas.
- Reducir los costos y complejidad de materiales y mecanismos, en comparación a dispositivos similares.
- Alcanzar niveles de salinidad que sean aptos para usos domésticos y/o productivo de baja escala (entre 0,05% y 0,2%).

PROYECTO

CONTEXTO Y USUARIO

El agua está en el centro del desarrollo económico y social; es vital para mantener la salud, cultivar alimentos, gestionar el medio ambiente y crear puestos de trabajo. A pesar de la importancia del agua, más de 663 millones de personas en el mundo carecen de acceso a fuentes mejoradas de agua potable. (World Bank, 2015).

La situación de estrés hídrico a nivel mundial ha impulsado a países tecnológicos, como Israel o los Emiratos Árabes, a desarrollar proyectos para el aprovechamiento del agua. Parolari menciona que las presiones actuales podrían resolverse, o al menos mitigarse, con nuevos conocimientos, incluyendo mejoras en las formas de eliminar la sal del agua de mar para producir agua dulce. (citado en Reuters, 2015).

Chile está sobre el promedio mundial en recursos hídricos per cápita, sin embargo la demanda se distribuye de manera desigual a lo largo del país. En las zonas centro y norte se encuentran las mayores necesidades de agua. Es por esto que el contexto general del proyecto se sitúa en el norte y centro del país, específicamente en lugares donde habitan pequeñas comunidades próximas al mar. Ahí se presentan condiciones climáticas necesarias para la implementación: precipitaciones casi nulas, oscilación térmica baja y temperaturas altas en el ambiente y en la superficie del mar.

De todas formas, es necesario tener en cuenta factores como las mareas, las corrientes marinas, la profundidad y la calidad de la columna de agua (concentración de sólidos disueltos y temperatura del agua). Es fundamental localizar el dispositivo en un lugar en donde los factores puedan ser más menos predecibles, para asegurar un mejor rendimiento y su integridad y durabilidad.

El diseño de un desalinizador posee un potencial global, ya que es aplicable a cualquier lugar con acceso a agua salada por su independencia espacial. Por lo tanto, el usuario podría ser toda persona que habite cerca de la costa y quiera obtener agua útil/dulce.

Acotando aún más, según la investigación del trabajo, el usuario es aquella persona que forma parte de una comunidad costera rural aislada en la que escasea el agua dulce para la realización de actividades diarias. Posee bajo presupuesto, por lo que no tiene a su alcance otras formas de abastecerse y solucionar su problema, aparte de las que entrega el Estado. Además, al vivir en zonas más apartadas, mantiene un estilo de vida de autosustentación, en donde el conjunto de actividades abastece a toda la comunidad.

En el caso de estudio, Maitencillo, la actividad turística se expresa con gran fuerza en la ocupación de sus habitantes, y en menor medida la industria (construcción), la agrícola y la pesquera. De este modo, de marzo a diciembre los niveles de actividad son bajos, lo que se traduce en un ingreso económico inconstante.



MAITENCILLO
IMAGEN MATERIAL DEL AUTOR

VARIABLES DE DISEÑO

VARIABLES DE DISEÑO

SISTEMA GENERAL Y UBICACIÓN

La propuesta se basa en el diseño de un sistema mecánico (no utiliza químicos en sus procesos), eficiente (aprovecha la energía del medio) y sin emisiones contaminantes (el remanente [agua rechazado] son pequeñas cantidades de salmuera). El diseño consiste en una unidad autónoma sumergida y anclada, la cual puede funcionar sola o en conjunto con otras, permitiendo una escalabilidad y mayor facilidad en la mantención. El sistema se compondrá de: [1] un captador de movimiento (energía), [2] bombeo de agua, [3] etapa de filtrado, [4] almacenamiento del agua y [5] uso del agua.

CERCA DE LA COSTA / ONSHORE

Los lugares cercanos a la costa proporcionan menos recursos explotables que en alta mar, sin embargo, teniendo en cuenta las limitaciones técnicas y económicas, presentan oportunidades más atractivas. Las condiciones son menos extremas, ya que las grandes olas de tormentas no llegan a las zonas cercanas a la costa porque rompen antes en aguas profundas. El acceso es más fácil y, por lo tanto, los criterios de diseño también. "Las olas en aguas profundas pueden desplazarse en cualquier dirección, por lo que se hace más difícil la extracción de energía. Sin embargo, a medida que las olas de aguas profundas se acercan a la costa, entra en contacto con el fondo marino y es esta "fricción" que les lleva a girar hacia la orilla." (AW Energy, s.f.). Por lo tanto, el dispositivo se ubica en una dirección en que el movimiento será igual y constante.

Como se explicó anteriormente, las partículas de agua en las olas se mueven en forma circular generando un movimiento de vaivén en las masas de agua. Cuando la ola se acerca a la costa, las partículas cambian su recorrido circular a elíptico, por lo que el movimiento de vaivén se ve amplificado, siendo este fenómeno el que se pretende utilizar para el proyecto. (AW Energy, s.f.). Por lo tanto, la zona "onshore" (a los 4 metros de

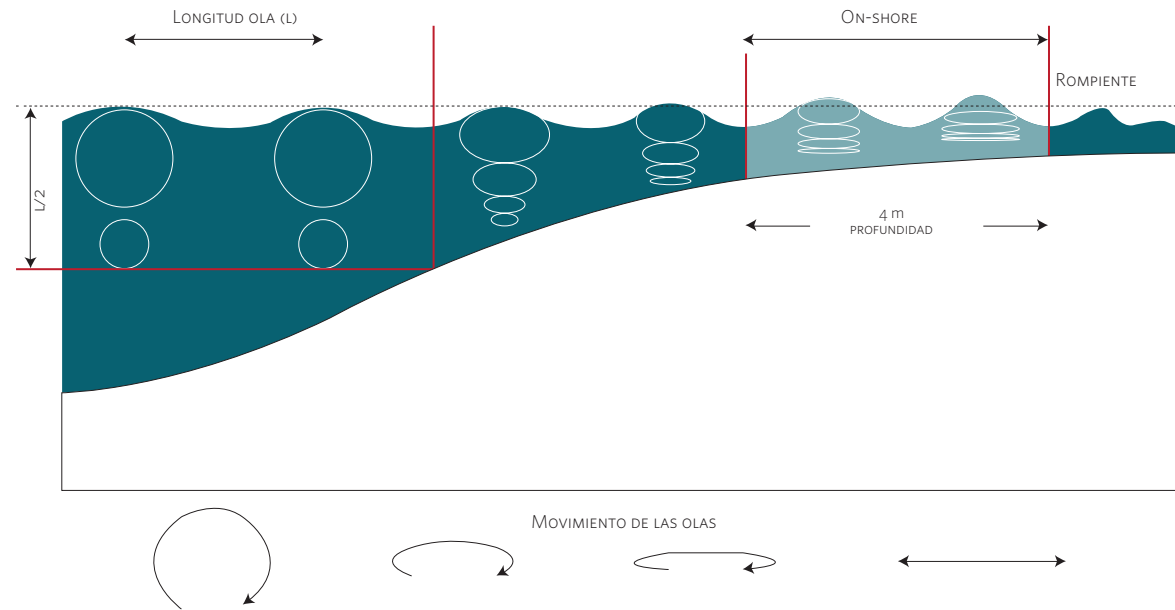
profundidad aproximadamente) se presenta como la indicada para la instalación del dispositivo. A pesar de que el potencial de oleaje es menor, los costos de instalación y mantención disminuyen.

A una menor profundidad, el funcionamiento óptimo del sistema se vería en peligro, debido a las grandes cantidades de partículas en suspensión, como arena.

SELECCIÓN DEL SITIO

Para ubicar el dispositivo es necesario tener en cuenta los diversos factores que afectan su éxito. Se debe hacer un estudio del clima del oleaje, en el cual se incluye el tamaño de las olas y la fuerza de éstas, entre otros. Además, estudiar la forma y estructura del lecho marino, y tener en cuenta las diferencias de mareas entre pleamar y bajamar.

Con esto se podrá estimar con mayor precisión la potencia de bombeo y filtrado del dispositivo, y el sistema de instalación y anclaje al lecho marino.



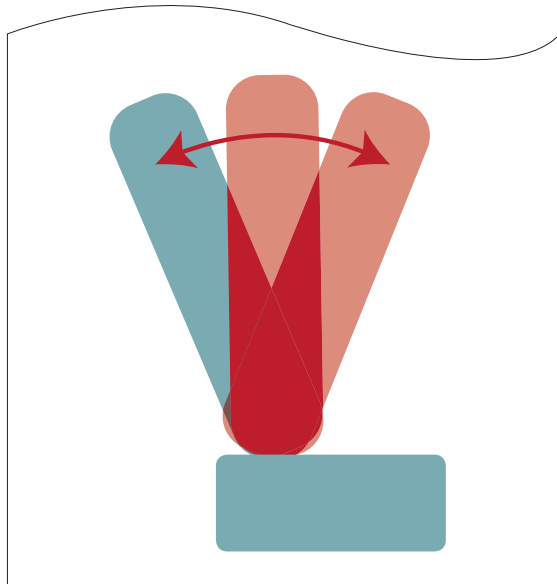
FUENTE: AW ENERGY

VARIABLES DE DISEÑO

ETAPAS DEL SISTEMA

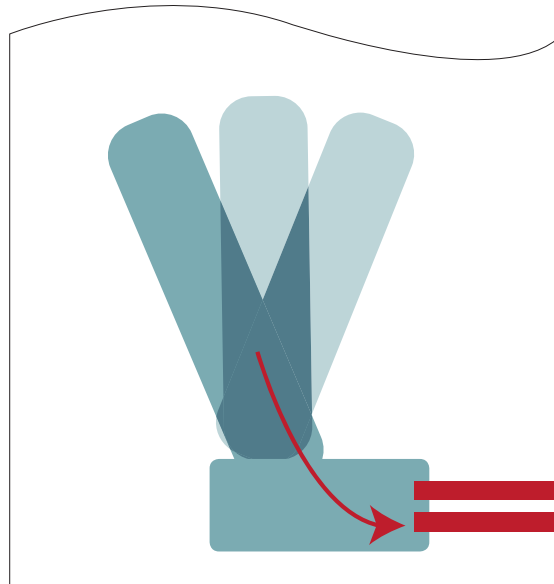
1. Captación de movimiento:

El vaivén de las aguas, producido por las olas, activa el movimiento de la paleta, la cual hace que la bomba tome y libere agua con presión para la posterior etapa de filtrado. El diseño de la paleta se enfoca en su capacidad para captar mayor movimiento a partir de las partículas de agua, orientada como "Terminador" con respecto a la dirección del oleaje (perpendicular). Según su principio de funcionamiento se clasifica como "Movimiento Oscilante", ya que el oleaje induce un movimiento relativo entre las partes móviles y fijas del dispositivo que accionan bombas interiores.



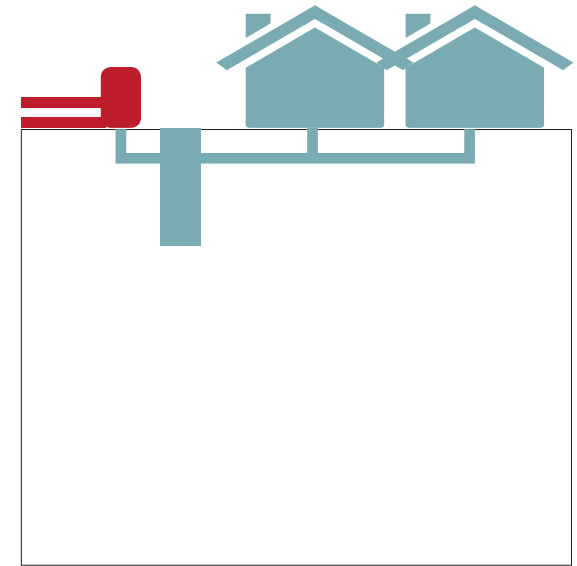
2. Bombeo de agua:

La paleta se extiende hasta dentro de la base, en donde se abate a partir de un eje. Dentro de la base, con el movimiento de la paleta, se empuja un émbolo que toma y libera agua a través de válvulas unidireccionales. Este movimiento convierte la energía de las olas en presión.



3. Filtrado:

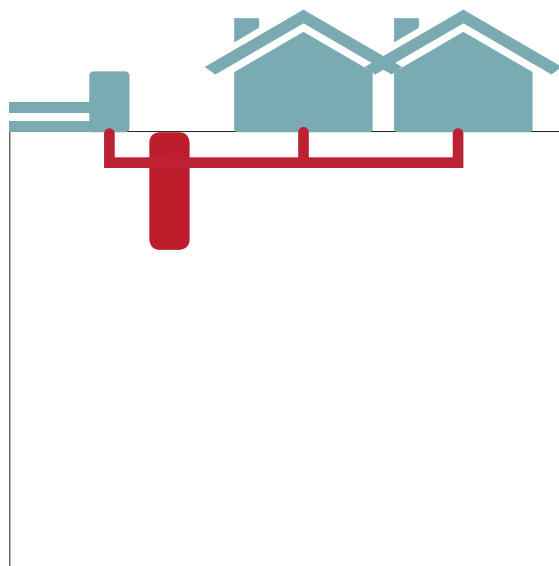
Luego de cierta cantidad de vaivenes de la paleta, se junta la presión necesaria para hacer pasar al agua marina por el filtro de ósmosis inversa. Para esto se usa una membrana de poliamida, ya probada en el mercado. Para filtrar agua salmuera son necesarios unos 900 psi, mientras que para agua salobre unos 125 psi. Por lo tanto, lo que varía para filtrar cada tipo de agua son la cantidad de vaivenes que debe realizar la paleta. La etapa de filtración se realizará fuera del mar para facilitar la mantención, la reposición del filtro y el acceso de los usuarios. El agua capturada por la bomba es conducida por una manguera hacia la costa, lugar en donde ocurre la ósmosis inversa, obteniendo agua útil y agua rechazo, la cual es devuelta al mar por un conducto diferente.



4. Almacenamiento:

El agua desalinizada se almacena en un pozo, cuya capacidad dependerá de la cantidad de gente a la que abastece.

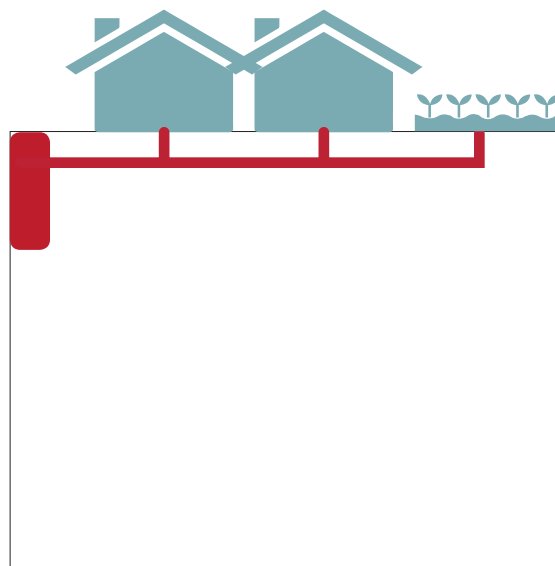
Hoy en Maitencillo muchas casas cuentan con su propio pozo, sin embargo, la mayoría los comparte con los vecinos. De esta misma forma, el pozo de almacenamiento podrá satisfacer necesidades sin cambiar las costumbres de las personas.

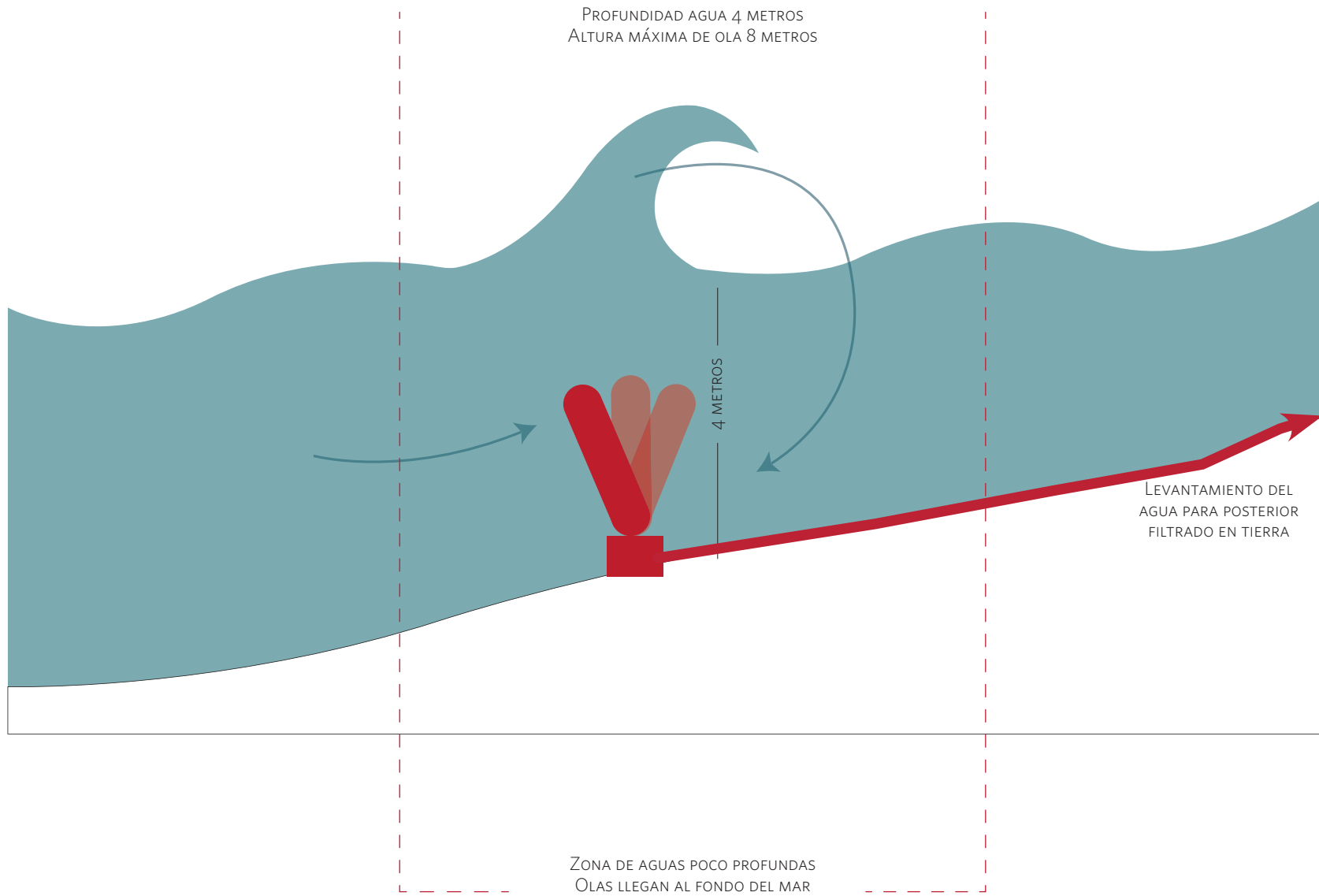


5. Uso:

El agua producto tiene una concentración de sal que varía entre un 0,05% y 0,2%. Los usos que se le puede dar a esta agua son: la higiene personal, lavado de ropa, limpieza de la casa, saneamiento y, sobre todo para localidades aisladas, riego.

Considerando los 70 litros diarios que la OMS declara como mínimo por persona para el largo plazo, 20 podrían destinarse para cultivar alimentos para uso doméstico, permitiendo el autosustento de las comunidades.





VARIABLES DE DISEÑO

MEDIO AMBIENTE Y SUPERVIVENCIA

El dispositivo tiene una mínima necesidad de espacio y además opera bajo el agua, lo que hace que tenga un impacto visual muy bajo, se evite la obstrucción de embarcaciones menores y el arrastre de objetos flotantes (algas o contaminación en suspensión). Otra característica es que la paleta sigue el movimiento suave natural del agua sin producir corrientes ni grandes movimientos de masas, por lo que su interacción con la fauna marina es relativamente baja.

BIOFOULING / ANTIFOULING

Todas las estructuras sumergidas en el medio marino, como botes, barcos, boyas, etc. se ven amenazadas por la presencia del biofouling. Este consiste en la adhesión de microalgas, macroalgas y moluscos sobre una superficie y el desarrollo de biopelículas, las cuales entorpecen la función y dañan la estructura de los dispositivos. (Fernández, 2009).

Existen métodos de tratamiento anti-fouling mecánicos y químicos, siendo el último el más eficiente. La formación del biofouling comienza con las bacterias nitrificantes (parte del ciclo del nitrógeno marino), y a partir de éstas van desarrollándose otras formas de vida. Por lo tanto es necesario que el material utilizado para el dispositivo marino evite la formación de esta bacteria en su superficie.

Estudios muestran que la utilización de polímeros con nanopartículas de cobre es una buena alternativa como método preventivo a la formación del biofouling, ya que el cobre es un agente biocida que no contamina el medio ambiente y presenta una potente actividad sobre muchas especies de hongos, algas y virus. (Moraga, 2012).



FUENTE: [HTTP://ACUARIO-DRPEZ.BLOGSPOT.CL](http://acuario-drpez.blogspot.cl)
INSTRUMENTO DE MEDICIÓN CON INCRUSTACIONES DE MEJILLÓN

PROCESO DE DISEÑO

PROCESO DE DISEÑO

BÚSQUEDA FORMAL

HIDRODINÁMICA

La hidrodinámica estudia el movimiento de los fluidos. Se dice que un objeto es más hidrodinámico cuando se disminuye la resistencia y la superficie frontal.

Existen diferentes tipos de resistencia. Las relevantes para el proyecto son:

- Resistencia frontal: es la resistencia producida por el agua que se encuentra frente al objeto.
- Fricción: resistencia producida por el agua que está en contacto con el objeto. Para evitar en lo posible esta resistencia, la superficie del objeto debe ser lo más lisa posible.
- Succión de cola o resistencia de remolino: se produce por el agua que intenta llenar la parte trasera del objeto. (González, 2014).

Para el desarrollo formal del prototipo se investigaron principios básicos de la hidrodinámica. La forma del objeto determina la cantidad de turbulencia que el cuerpo creará con respecto al flujo de agua, formando remolinos que actúan como resistencia al funcionamiento normal del dispositivo. Además, y teniendo en cuenta que el dispositivo se encuentra fijo y anclado al fondo del mar, las turbulencias y los cambios de presión serían un peligro para la integridad de éste.

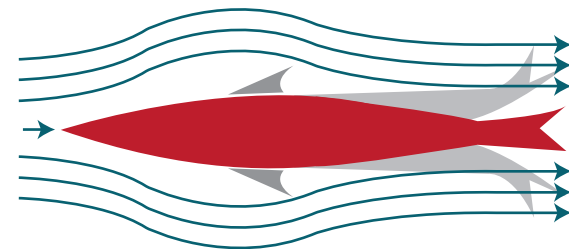
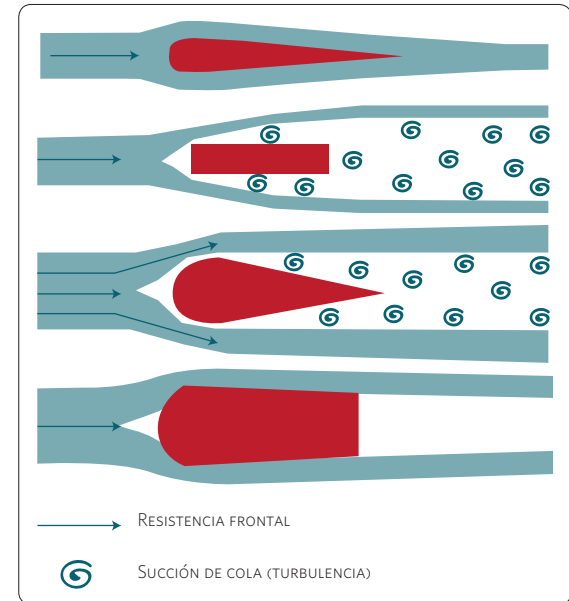
BIOMIMETISMO

“El biomimetismo es la ciencia que estudia a los modelos de la naturaleza como inspiración para utilizar sus principios como respuestas a problemáticas humanas.” (González, 2014, p. 48).

Para el desarrollo formal del proyecto se tomaron en cuenta referentes de formas de la naturaleza presentes en el agua y en el aire, siendo la fusiforme, es decir, alargada, elipsoide y con las extremidades más estrechas que el centro, la que más se repite y la que mejor reduce la resistencia del agua.

Referente: peces

La forma del cuerpo de los peces, fusiforme, permite minimizar el arrastre del paso del agua, manteniendo un mínimo de resistencia. El estudio de esta forma, presente repetidamente en la naturaleza, y su comportamiento con el entorno (acorde a los principios básicos de la hidrodinámica), sirven como referencia formal para integrar al proyecto.



PROCESO DE DISEÑO

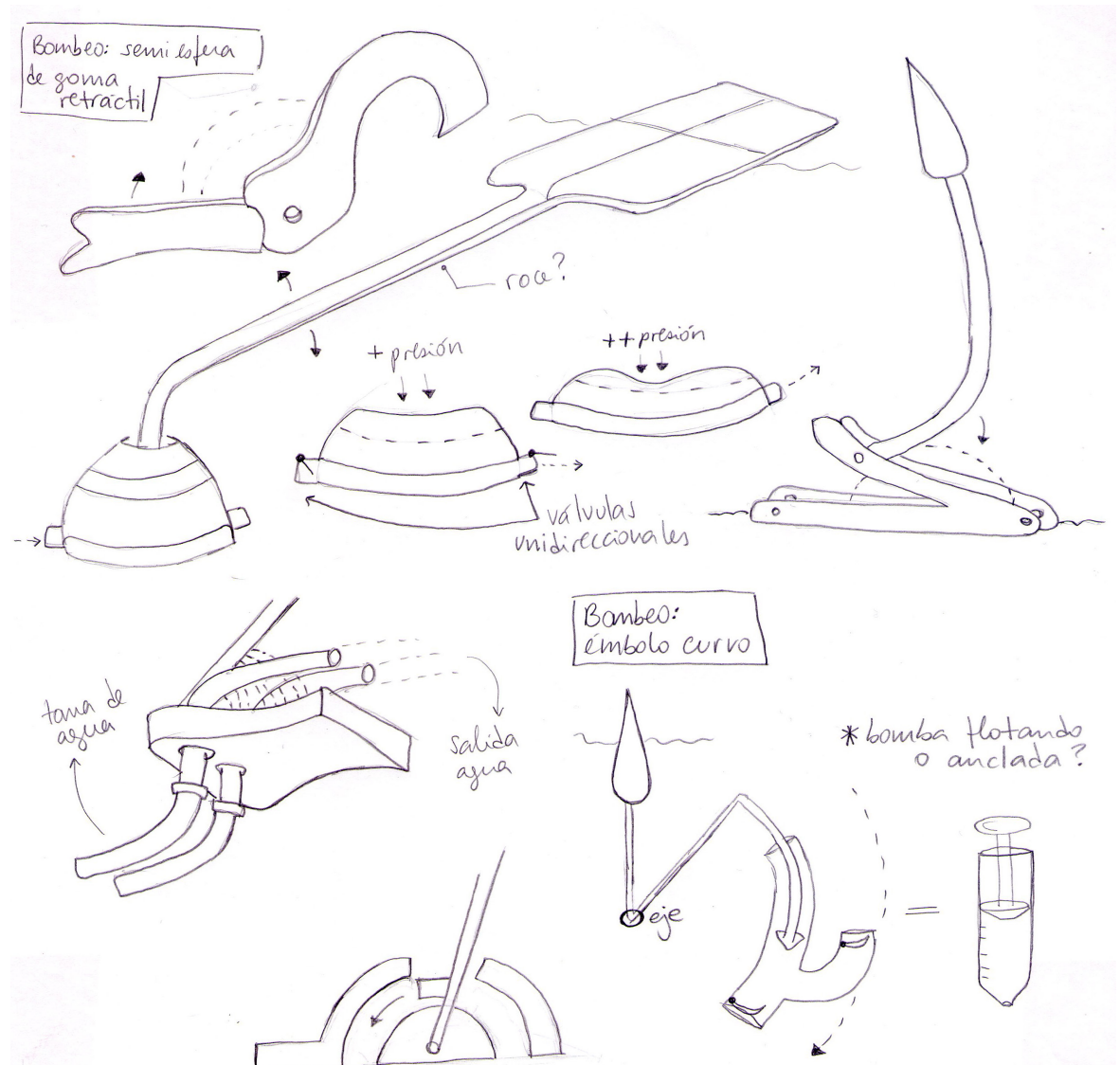
PROTOTIPADO FORMAL Y FUNCIONAL

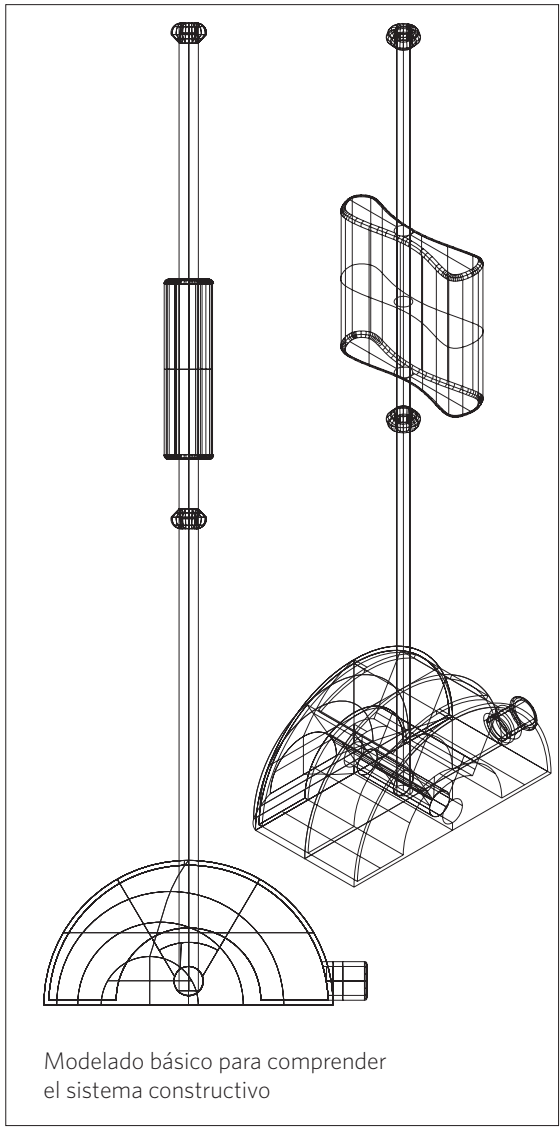
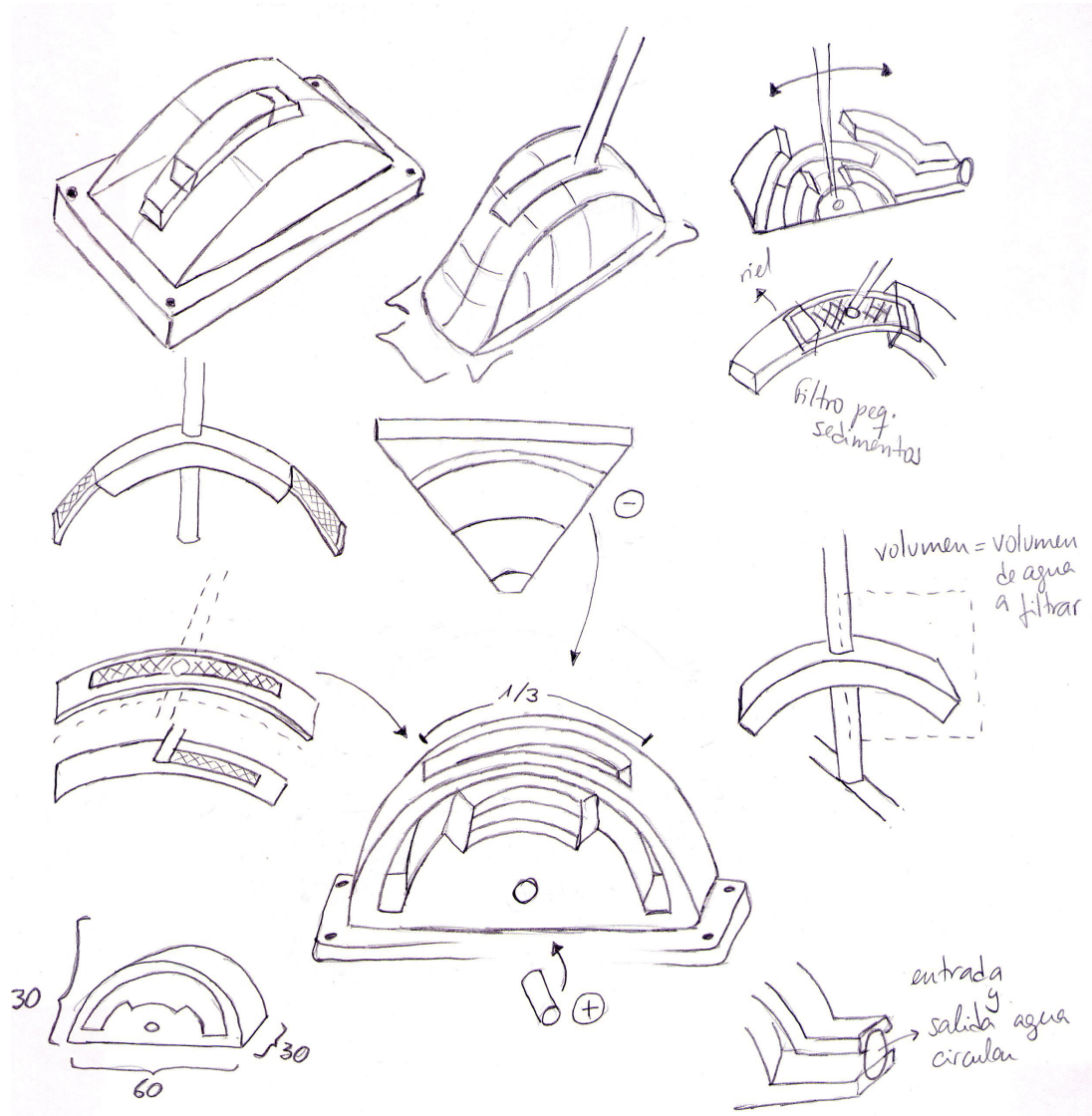
1. SISTEMAS DE BOMBEO

Búsqueda del sistema de bombeo: captación y liberación de agua. En esta etapa se buscaron diversos antecedentes de bombas manuales, a partir de las cuales se desarrollaron algunos bosquejos.

Finalmente, el funcionamiento de la jeringa (émbolo) se presenta como el más simple y viable. A partir del mecanismo de ésta se siguió desarrollando el diseño del dispositivo.

Además, se construyeron prototipos para probar algunos de los mecanismos de bombeo investigados.







Prototipo 1 bombeo de agua.
 Construcción de émbolo. Uso de dos válvulas de retención de bola artesanal: clavos con bolitas. El sistema de bombeo funcionaba, pero sólo en posición vertical.



Prototipo 2 bombeo de agua.
 Uso de bomba manual hidráulica para probar la capacidad de bombear agua hacia la membrana de ósmosis inversa. El sistema funciona, pero se comprimiría bajo el mar por la presión.

PROCESO DE DISEÑO

PROTOTIPADO FORMAL Y FUNCIONAL

2. CAPTACIÓN DE MOVIMIENTO - PALETA

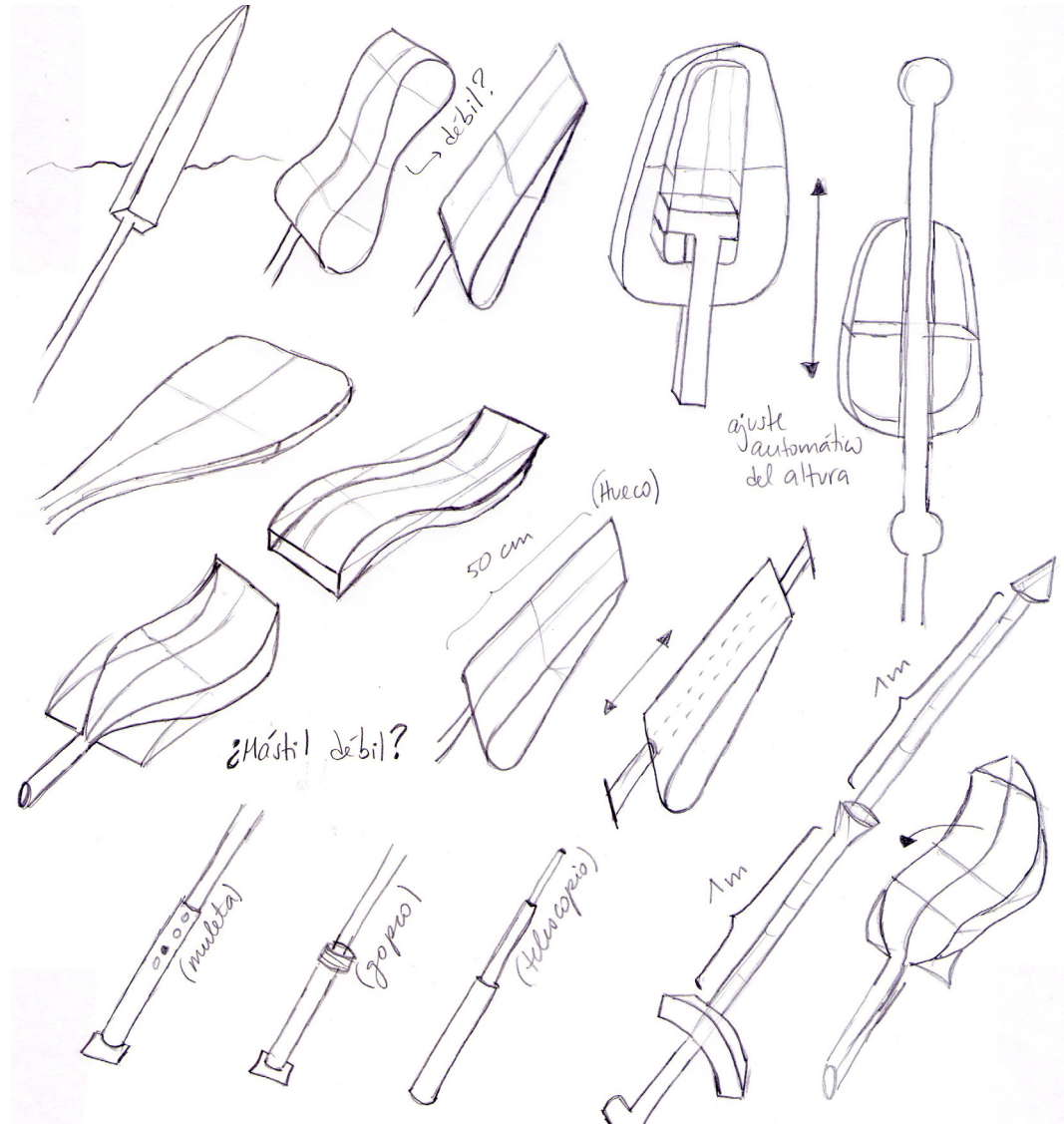
Búsqueda de la forma y tamaño de la paleta, encargada de captar el movimiento de las olas.

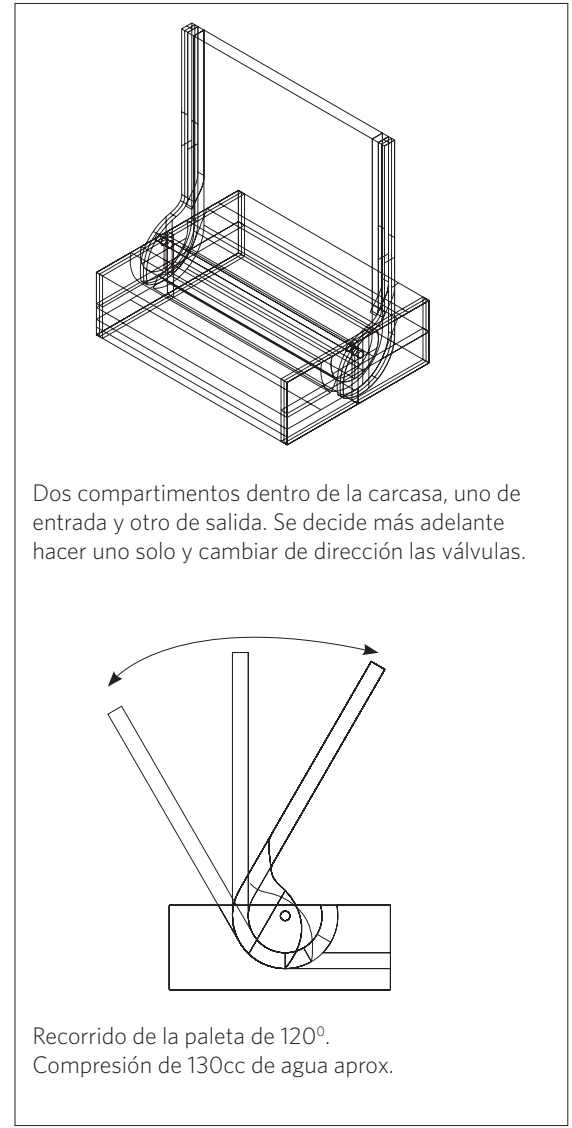
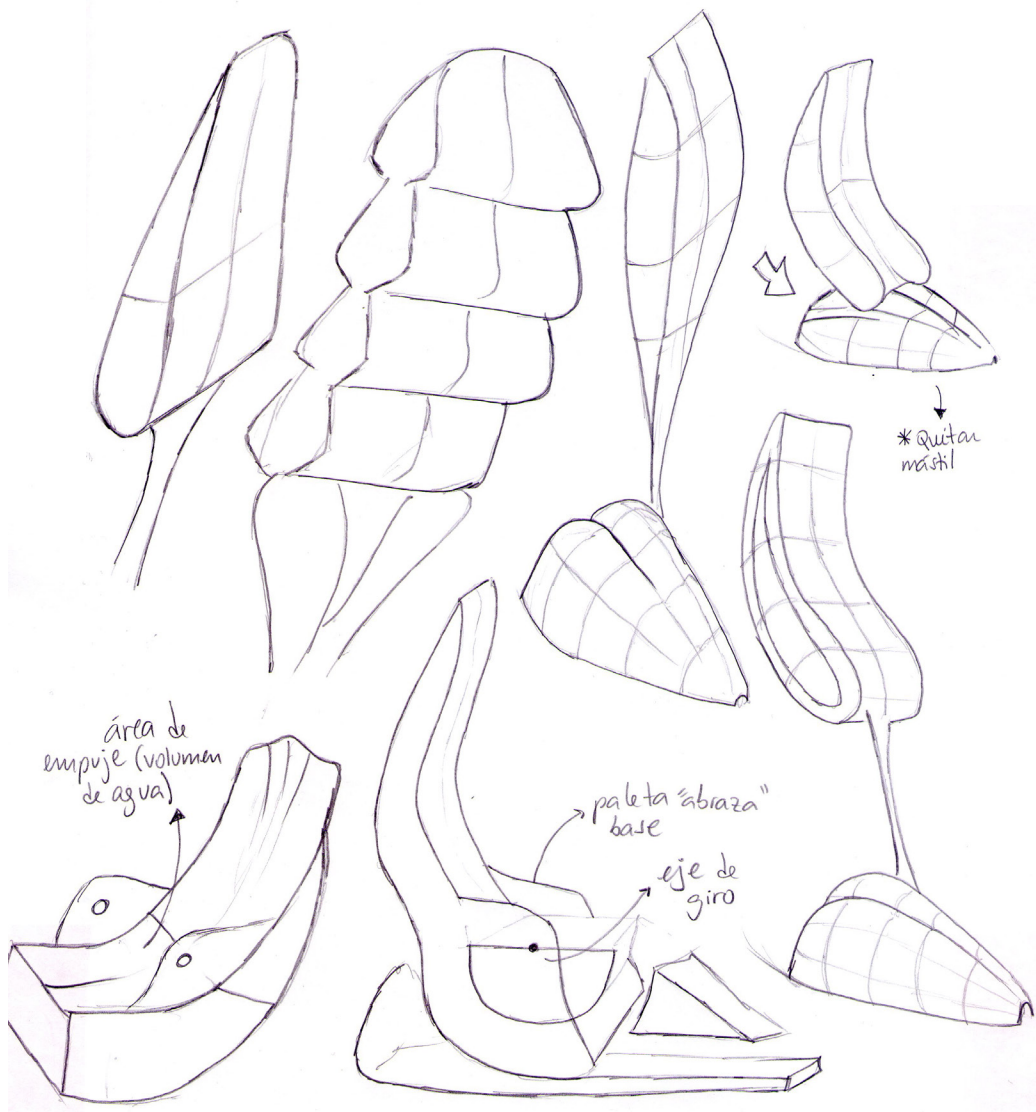
En principio, el "captador de movimiento" se encontraría en la superficie del mar, por lo que se buscan referentes de mástiles retráctiles. Sin embargo, tormentas podrían dañar el dispositivo.

Se decide sumergir el dispositivo, utilizando el movimiento elíptico de las partículas de agua de una ola. En esta posición, la paleta debe ser resistente y permitir el paso del flujo de agua fácilmente.

Paleta con superficie lisa y sin relieves para evitar mayor fricción del agua en contacto con ésta. Se propone utilizar curvaturas en el eje vertical, sin embargo se debilita y pierde capacidad de vaivén (ida y vuelta con igual fuerza).

El estar la paleta conectada a la base del dispositivo, el diseño de ésta (junto a otros factores) definirá el volumen de agua empujado.







Construcción de prototipo en CNC, para probar tamaño, y mecanismos de movimiento.

PROCESO DE DISEÑO

PROTOTIPADO FORMAL Y FUNCIONAL

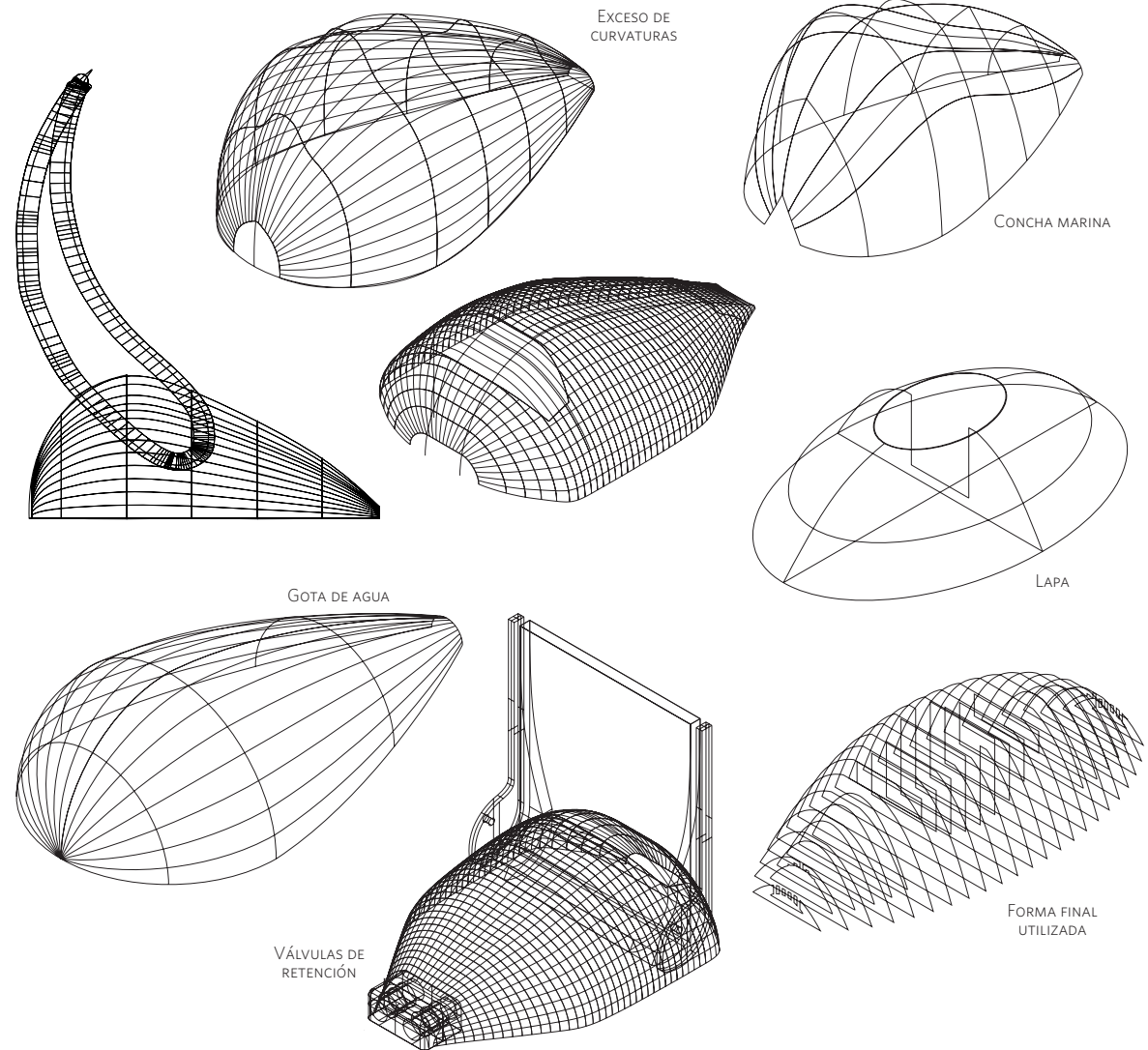
3. COMPRESIÓN DEL AGUA - BASE

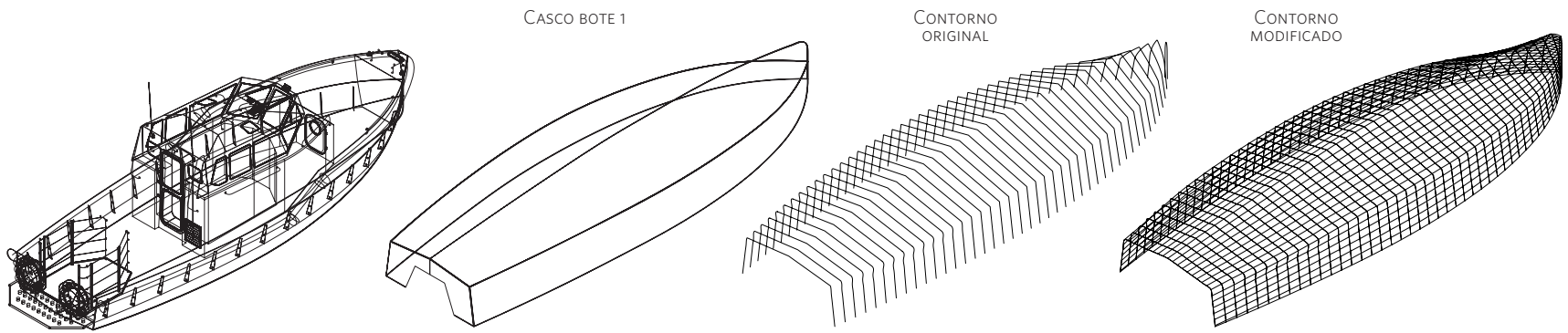
La búsqueda de la forma de la base se basó en referentes aero e hidrodinámicos, además de la biomímesis.

La forma de gota alargada, disminuye la fricción y succión de cola, evitando así turbulencias de agua que podrían dañar el dispositivo.

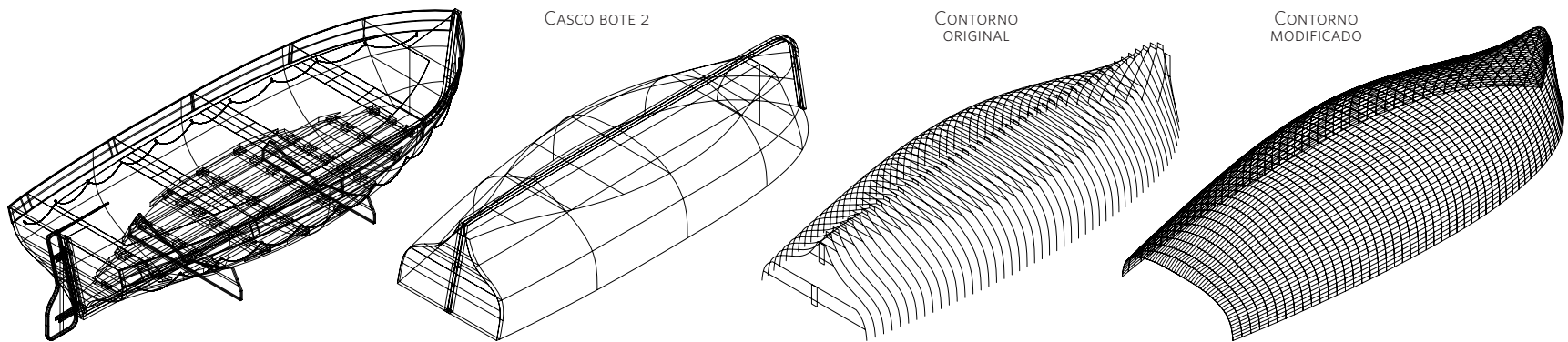
Las distintas formas probadas nacen a partir de gotas de agua, la forma de los peces, conchas de mar, lapas (moluscos) y cascos de barcos.

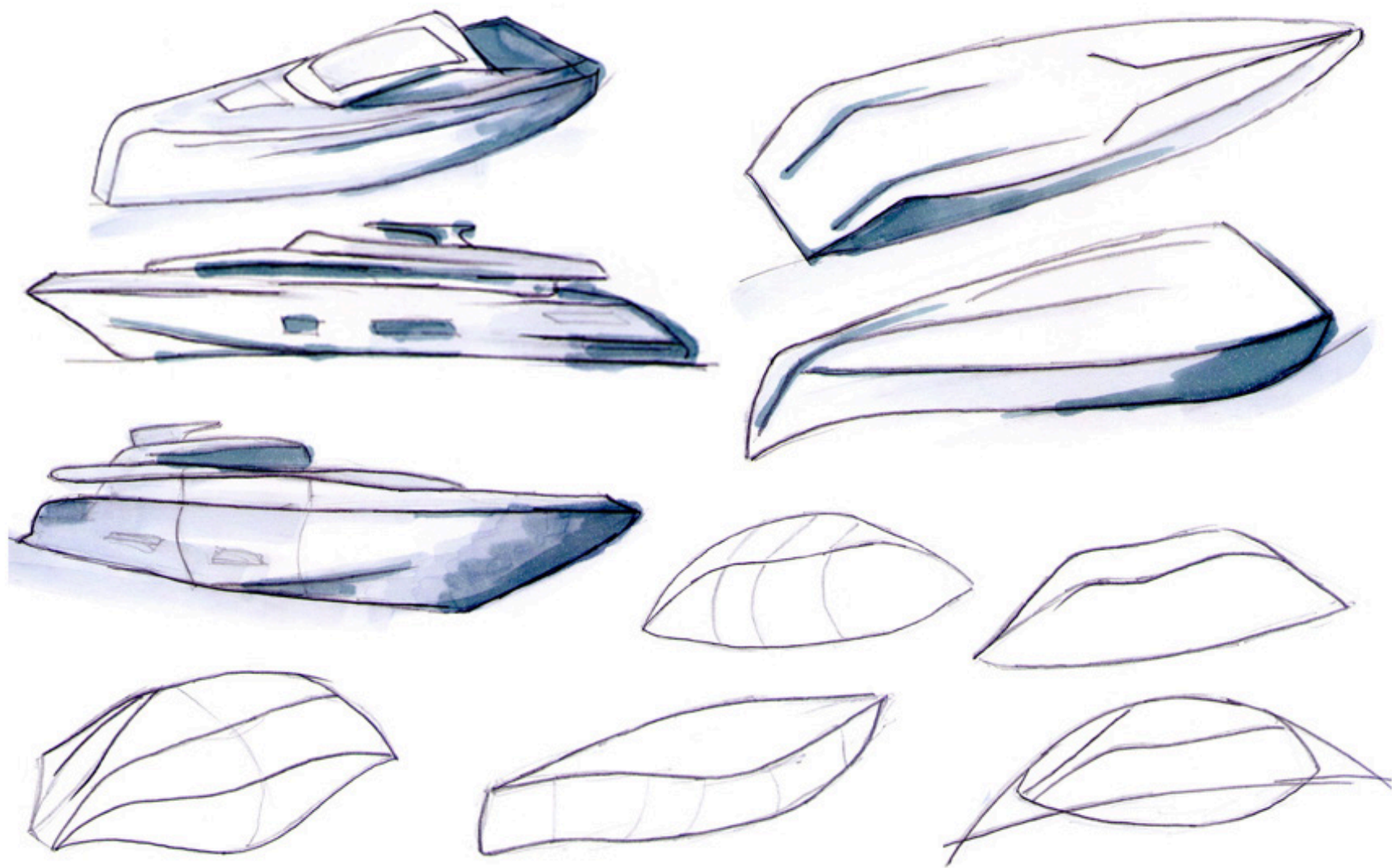
Finalmente la forma de la base se simplificó, ya que los pliegues y las curvas extras podrían generar turbulencias de agua.





Búsqueda de la forma de la carcasa a partir de 2 cascos de bote modificados según las necesidades de la bomba.





PROCESO DE DISEÑO

PROTOTIPADO FORMAL Y FUNCIONAL

4. PRODUCTIVIDAD

Prototipo funcional tubos de PVC:

Se construyó un émbolo con PVC, el cual cuenta con dos ejes de movimiento: uno fijo y otro móvil. El avance del émbolo hacia atrás provoca la entrada de agua por una de las válvulas de retención, y hacia adelante provoca la salida de agua por otra válvula de retención.

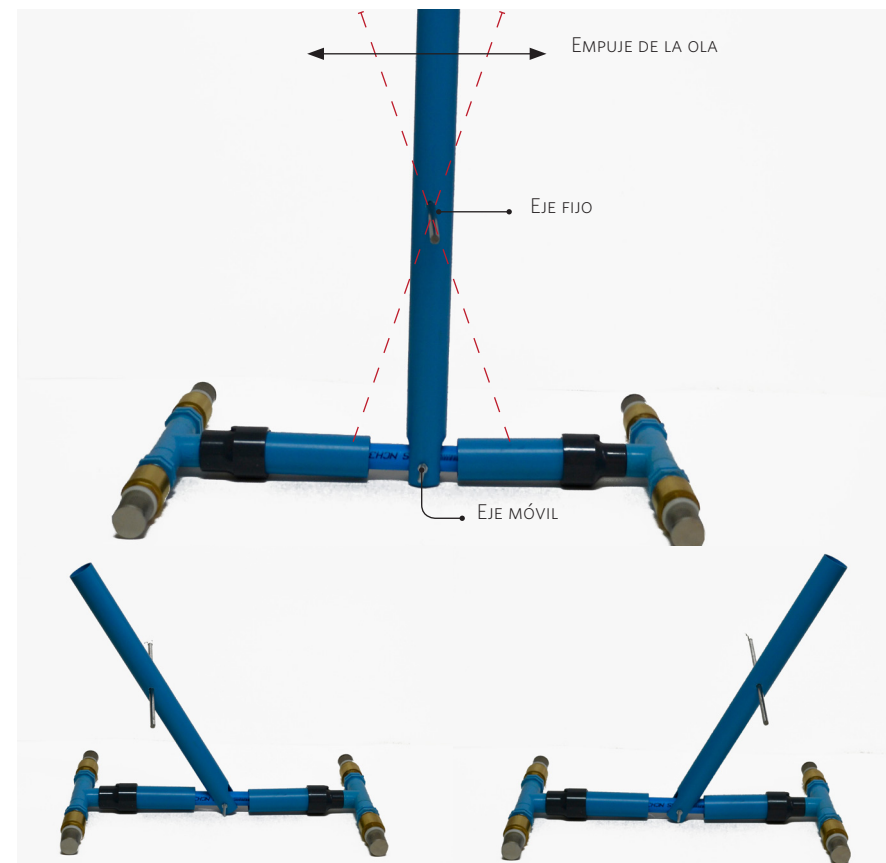
Compresión de 445cc aprox. por cada vaivén (ida y vuelta).



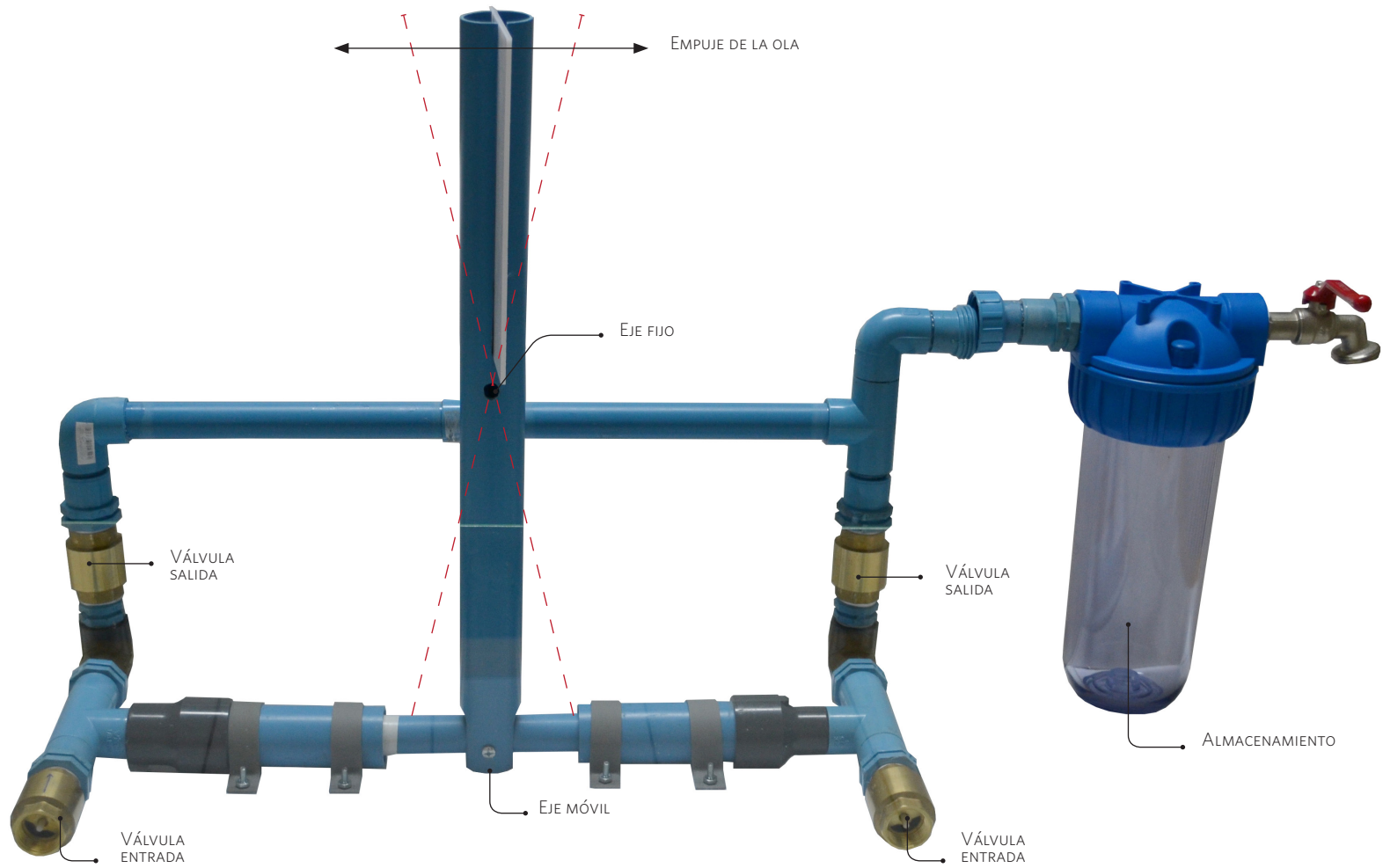
Prototipo funcional tubos de PVC doble:

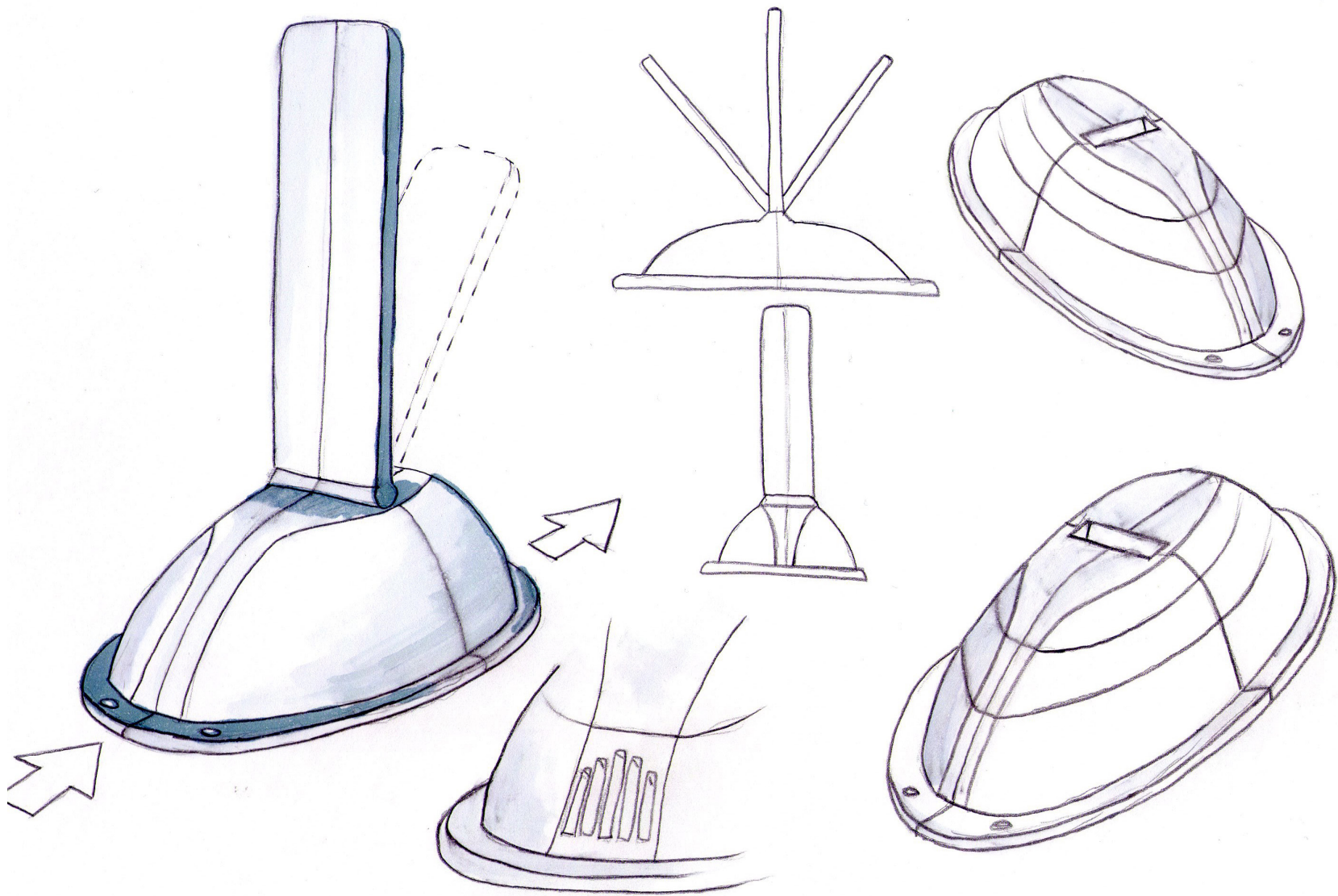
Siguiendo la lógica del mecanismo anterior, se propone aprovechar el mismo movimiento para poder bombear el doble de agua. Para esto es necesario agregar una barra de empuje doble y dos válvulas más de retención.

Compresión de 890 cc aprox. por cada vaivén (ida y vuelta).

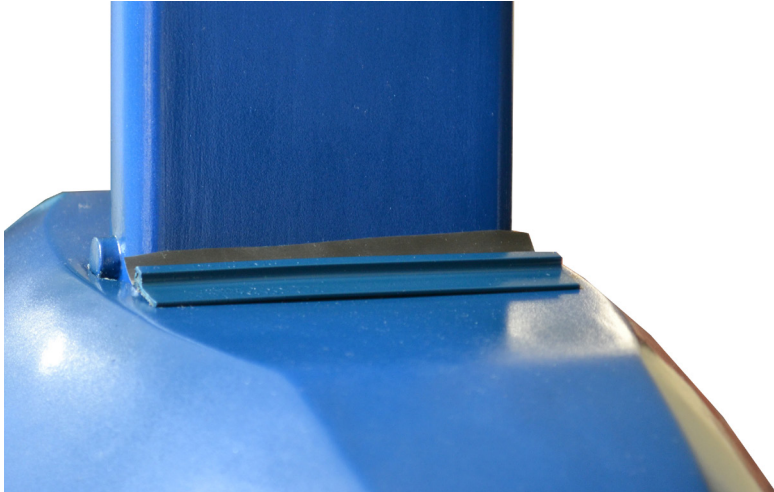


PROTOTIPO FUNCIONAL FINAL

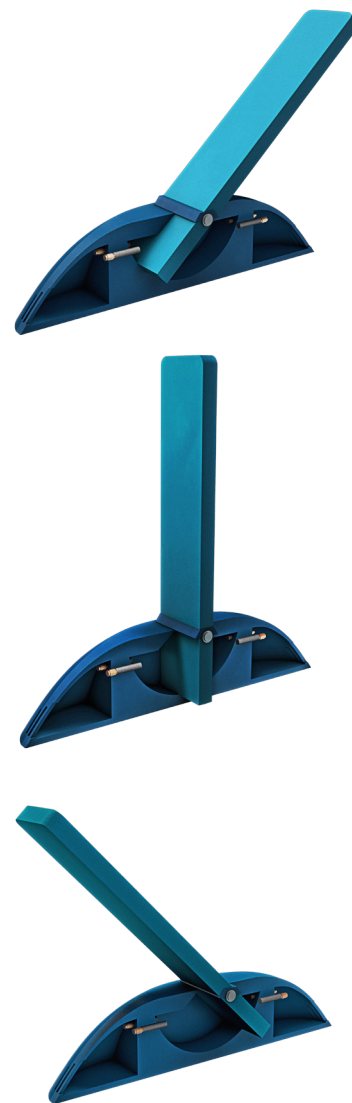


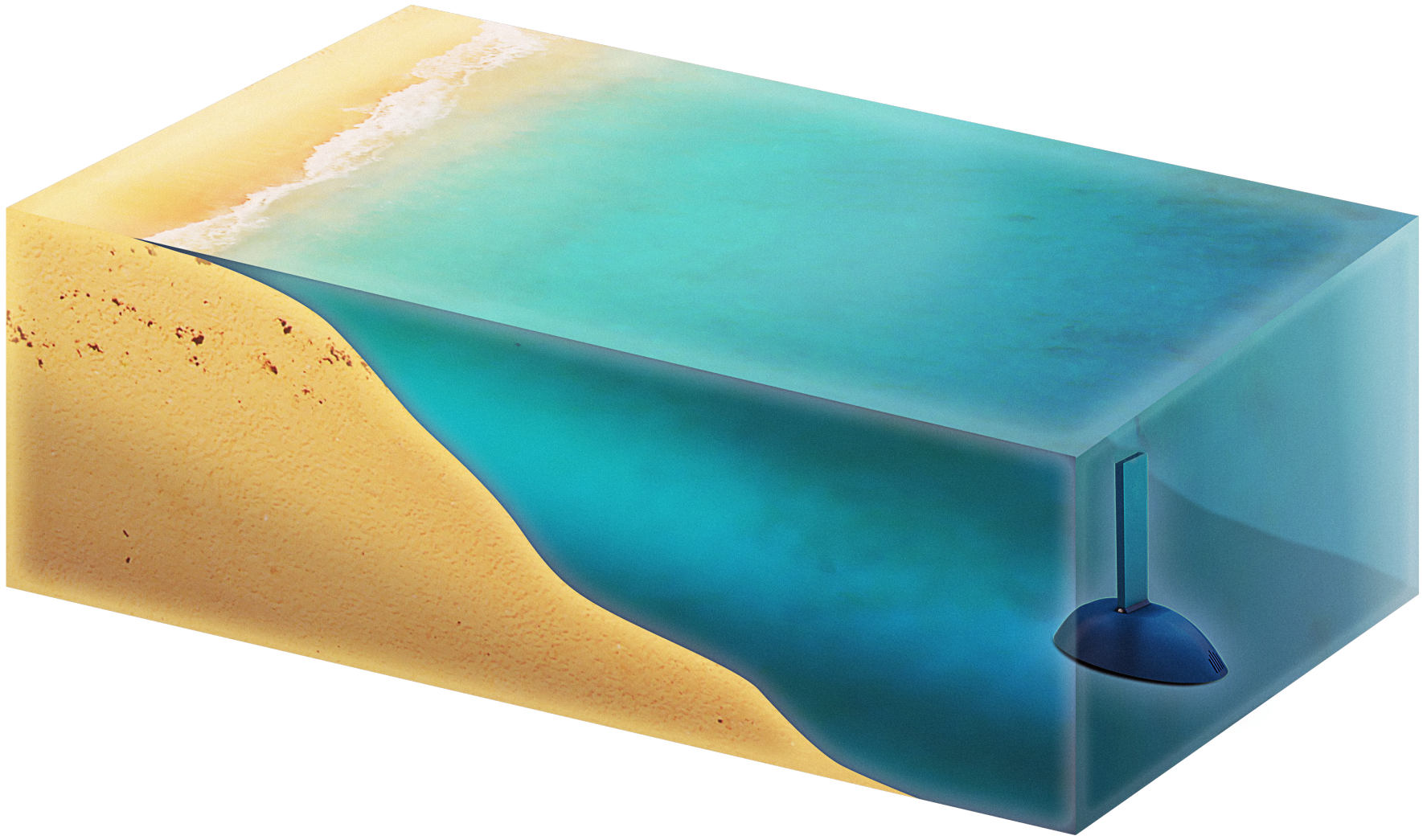


PROTOTIPO FORMAL FINAL



PROCESO DE DISEÑO
____VISUALIZACIÓN FINAL 3D












PROCESO DE DISEÑO

ESTUDIO DE MATERIAL

COMPARACIÓN DE POLIMEROS

SÍMBOLO/ ABREVIACIÓN	 PET	 HDPE	 PVC	 LDPE	 PP	 PS	 PS-E	PTFE
NOMBRE	Polietileno Tereftalato	Polietileno de alta densidad	Policloruro de vinilo	Polietileno de baja densidad	Polipropileno	Poliestireno	Polietileno expandido	Politetrafluoretileno (Teflón)
PROPIEDADES	Contacto alimentario, resistencia física, propiedades térmicas, propiedades barreras, ligereza y resistencia química.	Poco flexible, resistente a químicos, opaco, fácil de pigmentar, fabricar y manejar. Se suaviza a los 75°C.	Es duro, resistente, puede ser utilizado con solventes, se suaviza a los 80°C. Flexible, elástico.	Suave, flexible, traslucido, se suaviza a los 70°C, se raya fácilmente.	Difícil pero aún flexible, se suaviza a los 140°C, traslúcido, soporta solventes, versátil.	Claro, rígido, opaco, se rompe con facilidad, se suaviza a los 95°C. Afectado por grasas y solventes.	Esponjoso, ligero, absorbe energía, mantiene temperaturas.	Es antiadherente, con bajo coeficiente de fricción, no humectante, resistencia química, alta resistencia térmica (sin variar propiedades)
USOS	Botellas, envases de alimentos, envases farmacéuticos,...	Bolsas de supermercado, envases de leche, helado, jugo, shampoo, químicos y detergentes, tapas,...	Envases para plomería, tuberías, "blister packs", envases en general, mangueras, suelas de zapatos, cables, correas de reloj,...	Película para empaque, bolsas para basura, envases para laboratorio,...	Bolsas para frituras, pajitas de beber, equipos para jardinería, cajas para alimentos, cintas para empacar, envases farmacéuticos,...	Cajas para discos compactos, cubiertos de plástico, imitaciones de cristal, juguetes, envases cosméticos,...	Tazas para bebidas calientes, charolas de comida para llevar, envases de hielo seco, envases para proteger mercancía frágil,...	Revestimiento de baterías de cocinas (sartenes y ollas), prótesis quirúrgicas,...

ELASTICIDAD	2.8 - 4.1 GPa	0.4 - 1.2 GPa	2.1 - 4.1 GPa	0.1 - 0.28 GPa	1.1 - 1.5 GPa	2.6 - 3.1 GPa	-	0.41 - 0.55 GPa
CARGA ROTURA	55 -72 MPa	21 -38 MPa	34 - 62 MPa	8 - 21 MPa	28 - 41 MPa	22 - 55 MPa	-	14 - 48 MPa
DENSIDAD	1.36 Mg/m ³	0.96 Mg/m ³	1.4 Mg/m ³	0.92 Mg/m ³	0.9 Mg/m ³	1.06 Mg/m ³	-	2.17 Mg/m ³

FUENTE: FISASA.COM - TECNOLOGIASDELOSPLASTICOS.BLOGSPOT.COM - [HTTP://WWW.UPV.ES/](http://www.upv.es/)

(*) GPa = Gigapascales. 1GPa = 1.000 MGa.

(**) MPa = Megapascales. Presión que ejerce una fuerza de 1 newton sobre una superficie de 1 metro cuadrado normal a la misma.

De esta manera, el material teflón (PTFE) se presenta como la mejor alternativa para incluir a la paleta, debido a sus propiedades antiadherentes y su resistencia térmica. A pesar de tener un índice de carga de rotura promedio, presenta alta densidad y baja elasticidad. Esto último es importante ya que si el material del dispositivo fuese elástico tendería a ceder con el tiempo.

Para la base se utilizará HDPE (Polietileno de alta densidad), ya que es resistente a la compresión, es reciclable,

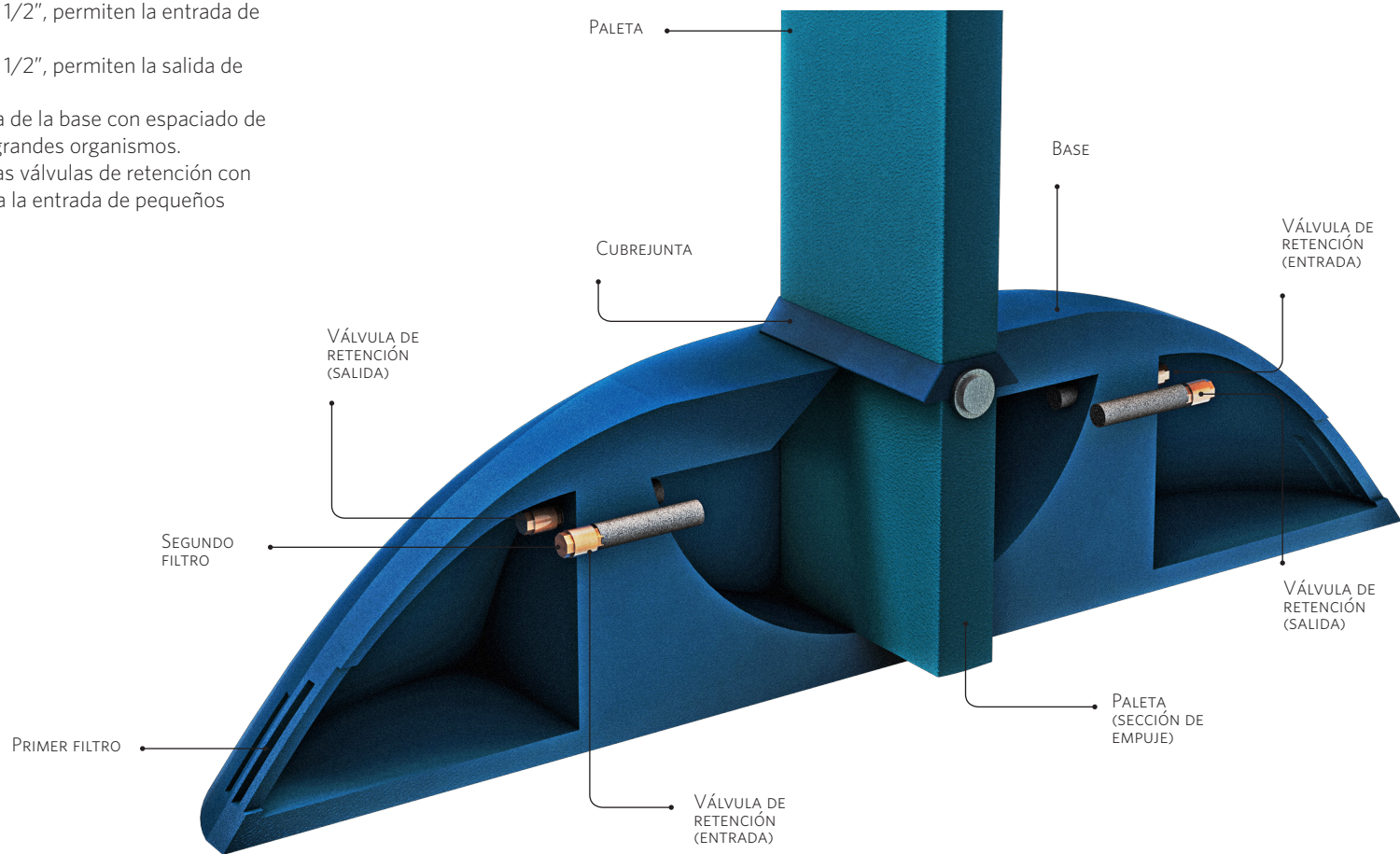
tiene un menor costo de producción que el PTFE y acepta aditivos (partículas de cobre).

La fabricación de ambas piezas será a través del método de inyección, utilizando los materiales con adición de nanopartículas de cobre para evitar la adherencia de bacterias.

PROCESO DE DISEÑO

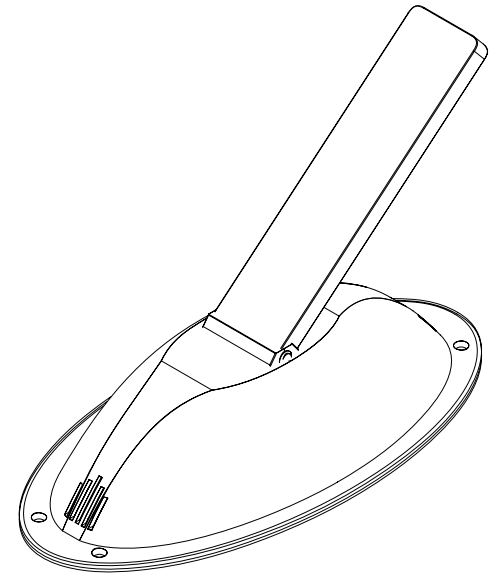
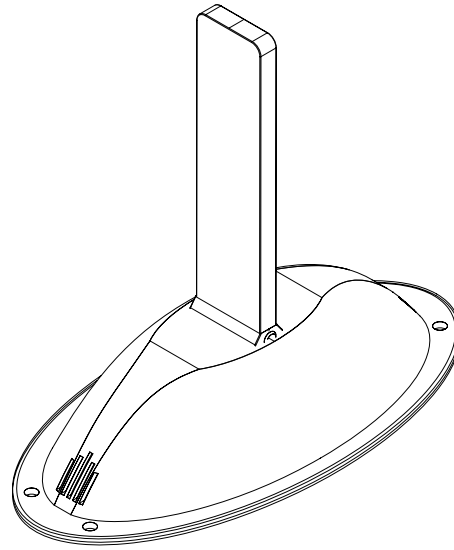
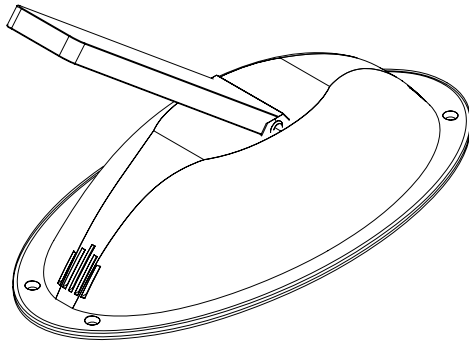
PARTES DE LA BOMBA

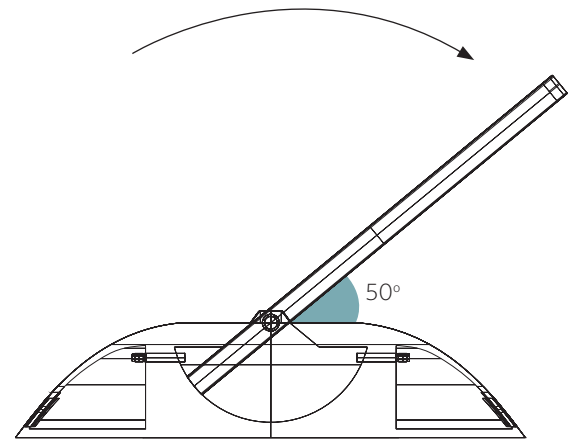
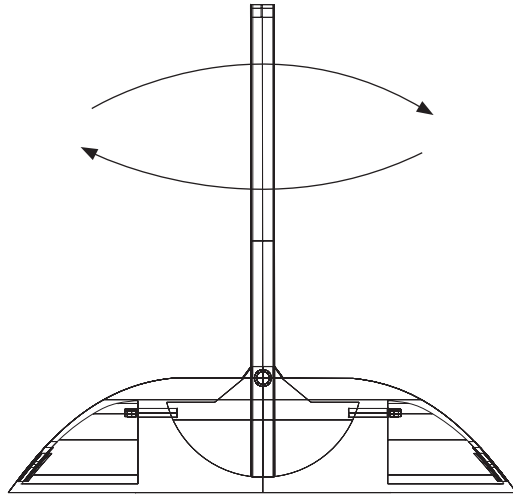
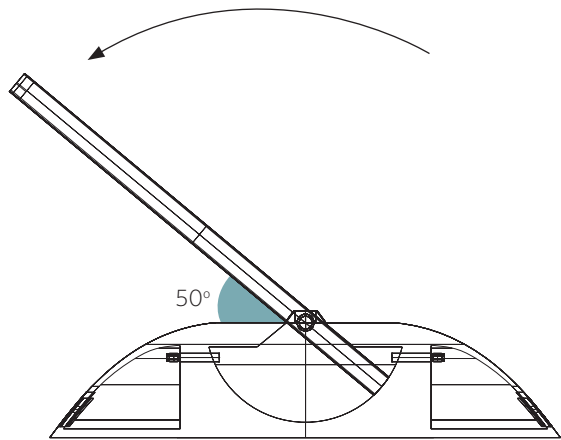
- Paleta, capta el movimiento de las partículas de agua que conforman la ola.
- Cubrejunta, evita la entrada de organismos al dispositivo y amortigua el movimiento.
- Base del dispositivo, contiene en su interior los mecanismo de empuje y las cavidades de acumulación de agua.
- Válvulas de retención de 1/2", permiten la entrada de agua.
- Válvulas de retención de 1/2", permiten la salida de agua.
- Primer filtro en la carcasa de la base con espaciado de 5mm, evita la entrada de grandes organismos.
- Segundo filtro antes de las válvulas de retención con espaciado de 0.5mm, evita la entrada de pequeños organismos.



PROCESO DE DISEÑO

____ **FUNCIONAMIENTO DE LA BOMBA**





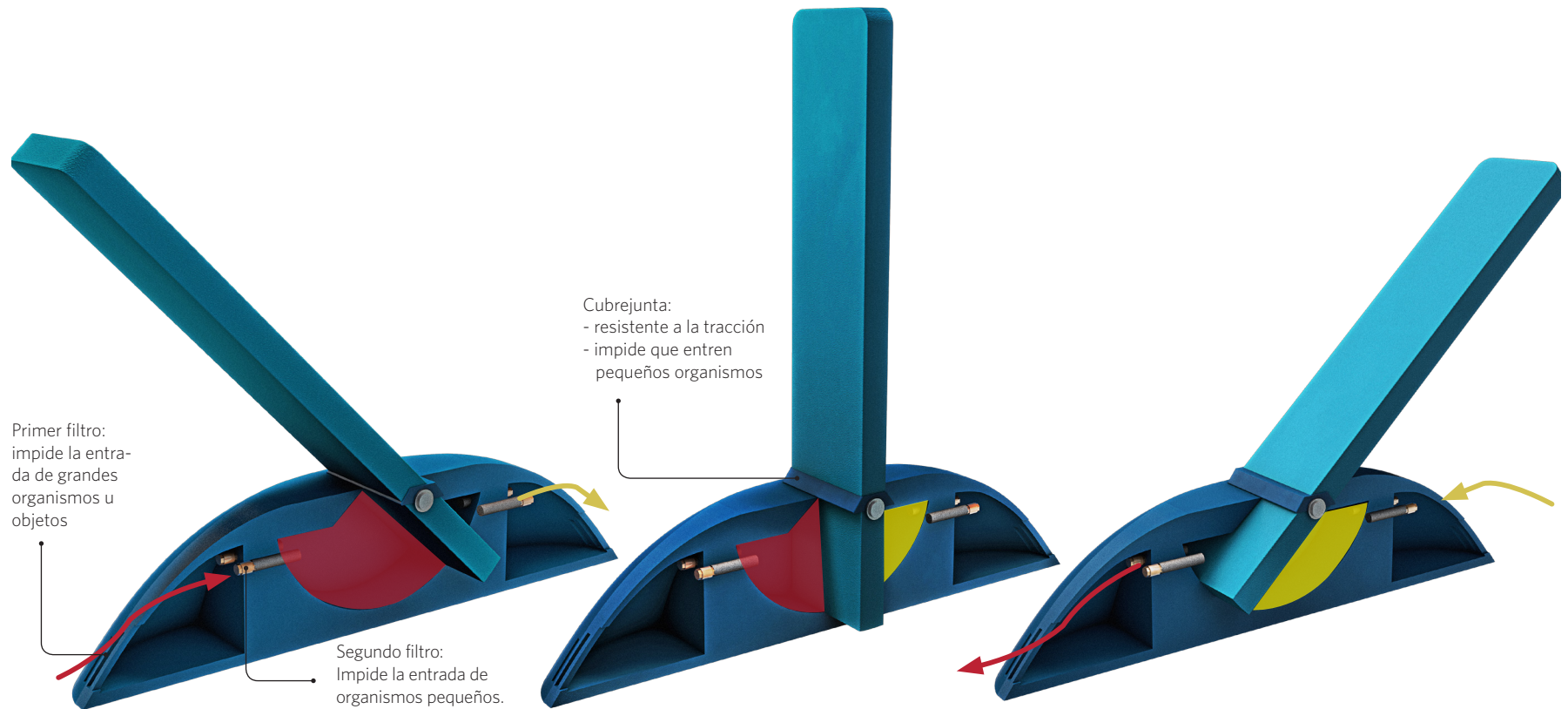
1. El movimiento de la paleta hacia adelante permite que entre agua al compartimento delantero (rojo), a la vez que empuja hacia afuera el agua del compartimento trasero (amarillo).

El agua entra por un primer filtro a la base, luego pasa por un segundo filtro antes de la válvula de retención y entra al compartimento.

2. Al cambiar la dirección de la paleta, el agua del compartimento delantero (rojo) es empujada hacia afuera, a la vez que entra agua prefiltrada al compartimento trasero (amarillo).

3. De esta forma, el agua esta constantemente entrando y saliendo mientras se mueve la paleta hacia adelante y atrás.

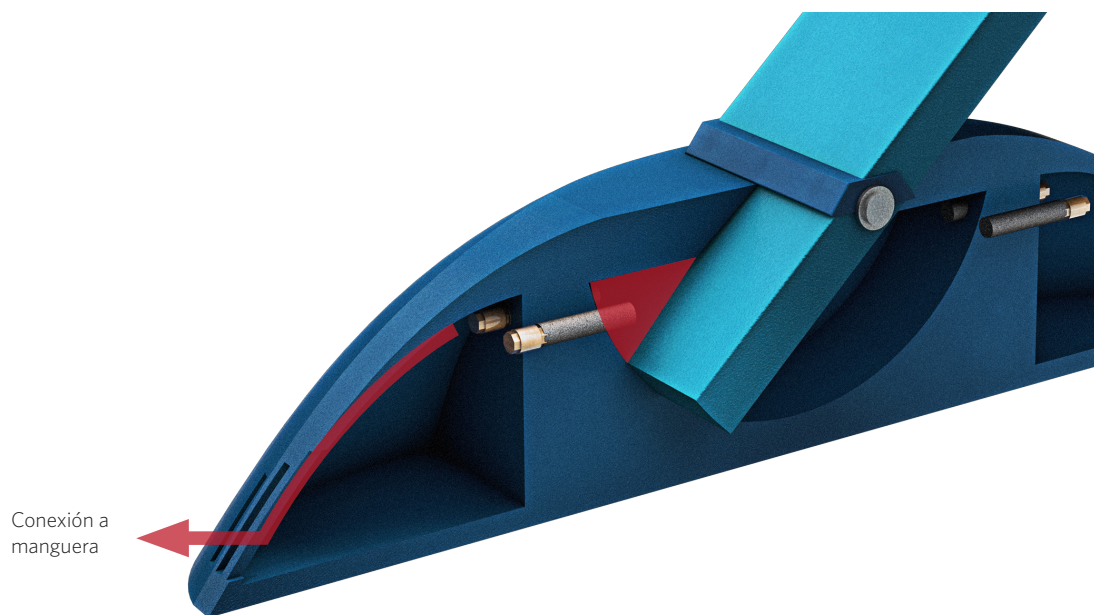
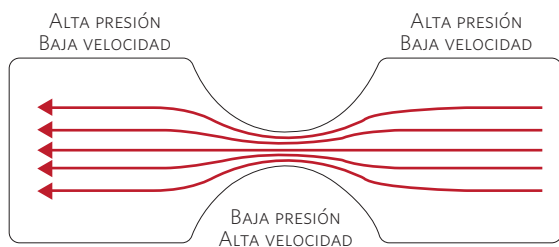
El agua empujada es conducida por una manguera hacia la costa, para su posterior etapa de desalinización.



EFFECTO VENTURI

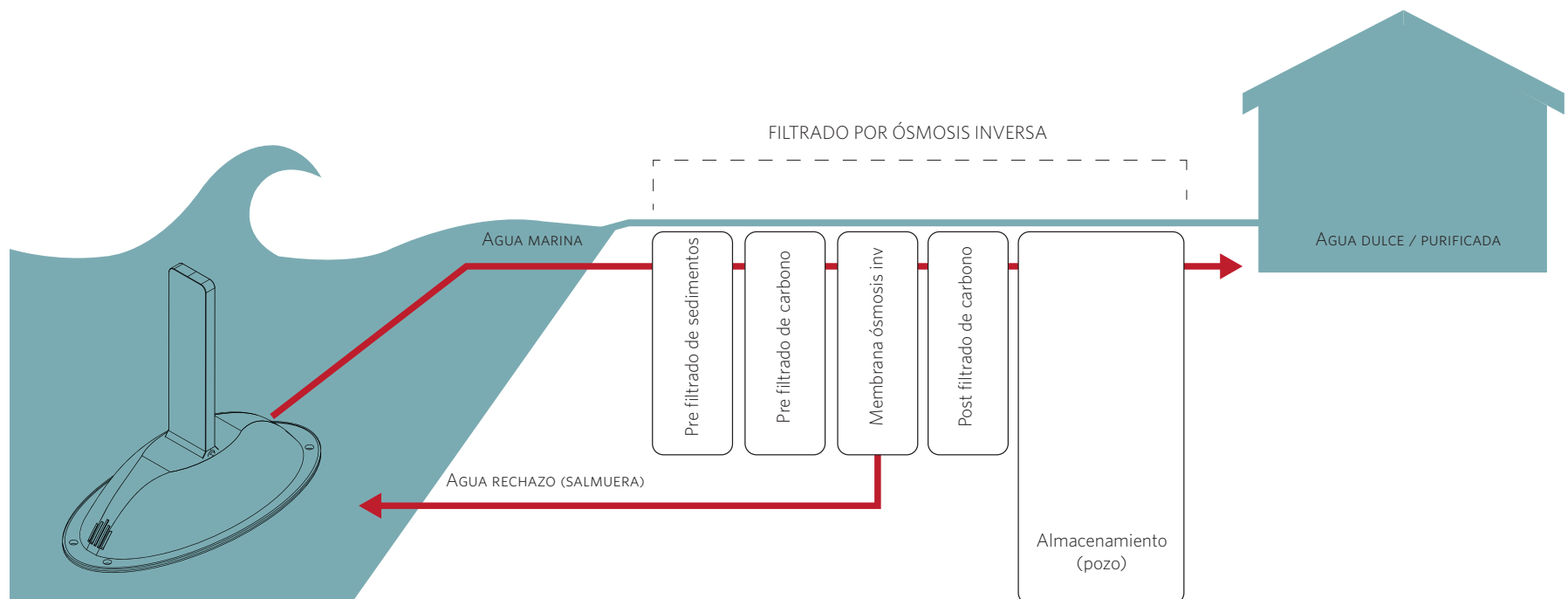
Un fluido en movimiento, dentro de un conducto cerrado, aumenta su velocidad y disminuye su presión al pasar por una zona de sección menor.

Cuando el aumento de velocidad es muy grande, se llega a producir presiones negativas, por lo que si se conecta este punto con el extremo de otro conducto, se produce una aspiración del fluido.



PROCESO DE DISEÑO

CONTEXTO DE USO



PRODUCTIVIDAD Y USO DEL AGUA

PRODUCTIVIDAD Y USO

CAUDAL DE AGUA Y PRECIO POR LITRO

El dispositivo está pensado para funcionar como apoyo a las fuentes hídricas disponibles, suministrando pequeñas cantidades de agua pero en forma constante (toda época del año) y a bajo costo.

Para hacer un cálculo estimativo de la productividad del dispositivo se establecieron ciertos parámetros, poniéndose en el caso más extremo:

- Capacidad de la bomba diseñada: 890 cc.
- Oleaje: 1 ola cada 15 segundos *
- Agua de rechazo: 60% inútil, 40% útil **

**Promedio de tiempo entre cada ola es entre 12 y 15 segundos. (Escauriza, Cristián. Comunicación personal, 28 junio 2016).*

***El agua útil resultante puede ir desde un 40 hasta un 70% de la cantidad filtrada.*

De acuerdo a los datos mencionados, el dispositivo, con una capacidad de 356 cc (utilizando el 40% útil de 890cc), necesita 2,8 vaivenes de la paleta para captar 1 lt de agua (considerando que 1 vaivén corresponde a ida y vuelta).

1.000 cc / 356 cc = 2,8 vaivenes

Si se aplica el parámetro de que hay 1 ola cada 15 segundos (4 olas x minuto), se necesitan 0,7 minutos para filtrar 1 litro de agua. De esta forma:

42,1 segundos = 1 lt de agua
1 hora (60 minutos) = 85,44 lts
1 día (1440 minutos) = 2.050,56 lts
1 mes (30 días, 43.200 minutos) = 61.516,8 lts

CAUDAL (Q) = 0,023 Lts/seg

Se debe tener en cuenta que el caudal de agua variará según el oleaje del sector y según la distancia de instalación desde la bomba hasta la zona de filtrado.

COMPARACIÓN COSTO LITRO/SEG

El Costo de Tratamiento de esta cantidad de agua en una planta industrial, sin considerar la inversión y mantención, según la fórmula de SINIA, 2011, sería:

$$0,7774 \times Q^{-0,112} = \text{US\$ por litro}$$
$$0,7774 \times 0,023^{-0,112} = 1,18 \text{ US\$ por litro}$$

US\$ 1,18 por litro en planta de tratamiento

V/S

El costo de la filtración del presente proyecto se calcula con el costo de la membrana (sin contar inversión y mantenciones al igual que el cálculo anterior), considerando que su vida útil es de 2 años.

$$\text{Costo membrana } \$357.000^* = \text{US\$518 (US\$ a } \$690)$$
$$\text{US\$518} = 2 \text{ años} = 63.072.000 \text{ seg}$$

$$Q \text{ (lts/seg)} \times 63.072.000 \text{ seg}$$
$$0,023 \times 63.072.000 \text{ seg} = 1.450.656 \text{ lts en 2 años}$$
$$\text{US\$518} / 1.450.656 =$$

US\$ 0,0003 por litro






**Precio referencia HydroQuality, Chile.*

PRODUCTIVIDAD Y USO

CASO MAITENCILLO

COMPARACIÓN DE COSTOS Y PRODUCTIVIDAD

Sistema de abastecimiento utilizado hoy versus el uso del dispositivo desalinizador undimotriz. No se consideran costos de instalación ni costos medioambientales.

Variable	Costo US\$ del litro de agua	Costo US\$ por persona al mes, en base a 70 lts. diarios por persona	Número de personas que se abastecen al mes, en base a 70 lts diarios por persona
Sistema de abastecimiento Maitencillo hoy abastecido por camión aljibe en 1 mes: 1 camión = 10.000 lts = US\$ 50,7 	US\$ 0,005	US\$ 10,5 	4,76 
Maitencillo con dispositivo desalinizador undimotriz en 1 mes: 1 dispositivo = 61.516 lts = US\$ 18,4	US\$ 0,0003	US\$ 0,63 	29,3 

PRODUCTIVIDAD Y USO

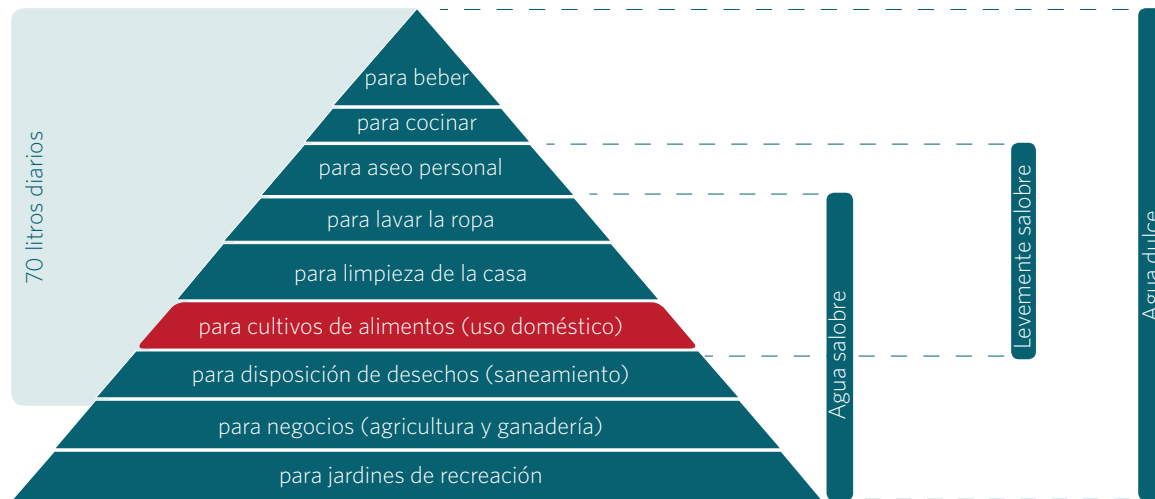
POSIBILIDADES DE USO DEL AGUA

La salinidad del agua obtenida por el sistema de desalinización undimotriz puede variar entre un 0,05 y 0,2%. A continuación se clasifican los posibles usos según el porcentaje de salinidad:

< 0,05 % = Agua dulce
0,5 y 0, 1% = Agua levemente salobre
0,1 y 0,2 % = Agua salobre

Como no se puede garantizar la calidad del agua producto, no se considera el agua para beber, ya que requiere un proceso de potabilización.

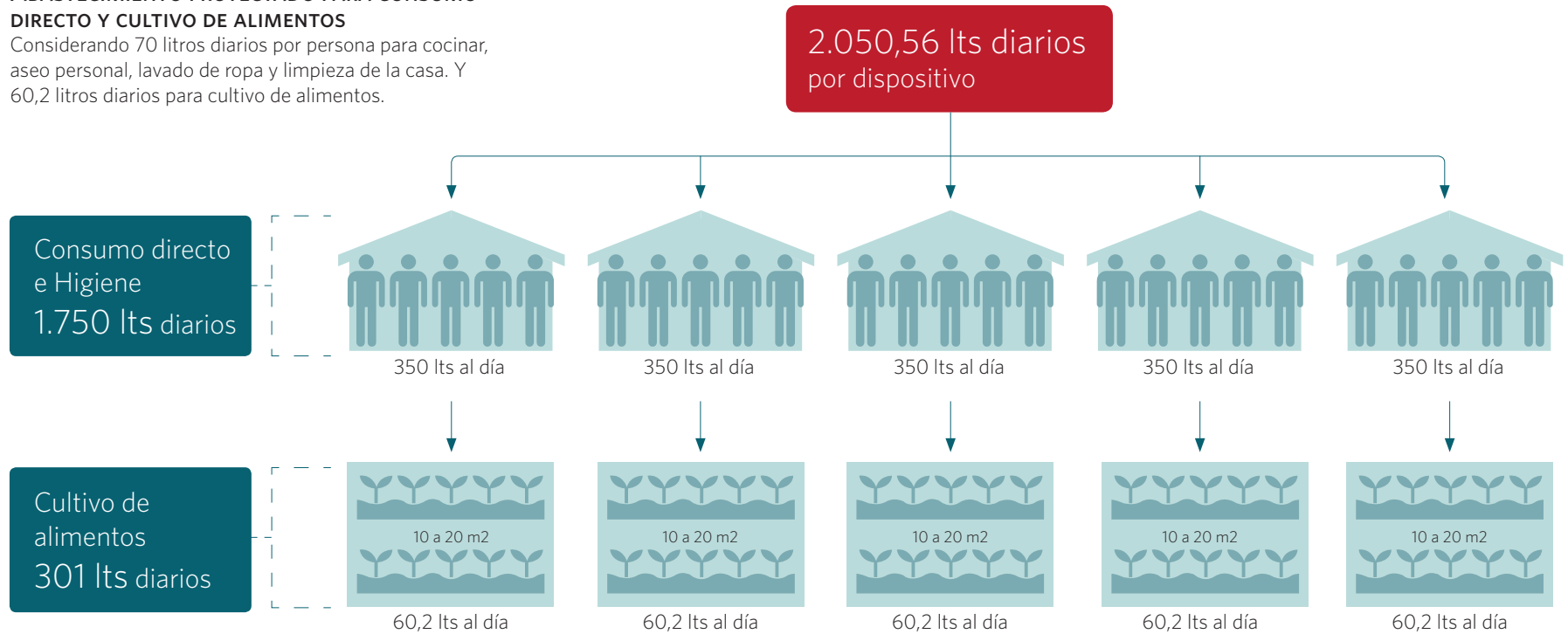
Una de las principales actividades que se puede realizar, debido al mayor aguante de salinidad, es el riego tanto para jardines de recreación como para el cultivo de alimentos.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A "JERARQUÍA DE LAS NECESIDADES DEL AGUA". OMS, 2009.

ABASTECIMIENTO PROYECTADO PARA CONSUMO DIRECTO Y CULTIVO DE ALIMENTOS

Considerando 70 litros diarios por persona para cocinar, aseo personal, lavado de ropa y limpieza de la casa. Y 60,2 litros diarios para cultivo de alimentos.



Ejemplos de cultivos y rendimiento:

- Muy tolerantes a la sal:

- Espinacas = 1 a 3 kg/m²
- Espárragos = 0,4 a 0,6 al 3er año

- Moderadamente tolerantes:

- Maíz = 8 a 10 unidades
- Cebollas = 5 a 6 kg/m²
- Pepinos = 1 a 3 kg/m²
- Patatas = 3 a 4 kg/m²
- Zanahorias = 3 a 4 kg/m²

FUENTE: BOTANICAL-ONLINE Y MANUAL DE CULTIVOS PARA LA HUERTA ORGÁNICA FAMILIAR

PRUEBAS DE RESISTENCIA

PRUEBAS DE RESISTENCIA

CÁLCULO DE ELEMENTOS FINITOS (FEA)

Simulación a través de un software para verificar que las solicitudes mecánicas (tracción, compresión, flexión, torsión y corte o cizalladura) sean soportadas por el dispositivo, sin que pase a estado plástico ni que se rompa. Se utiliza un método para calcular desplazamientos, deformaciones y tensiones de los componentes con cargas internas y externas.

- Cálculo de desplazamiento: muestra la parte del objeto que se "movió" con la carga aplicada.
- Cálculo de stress lineal: muestra la parte del objeto que más sufre con la carga aplicada.

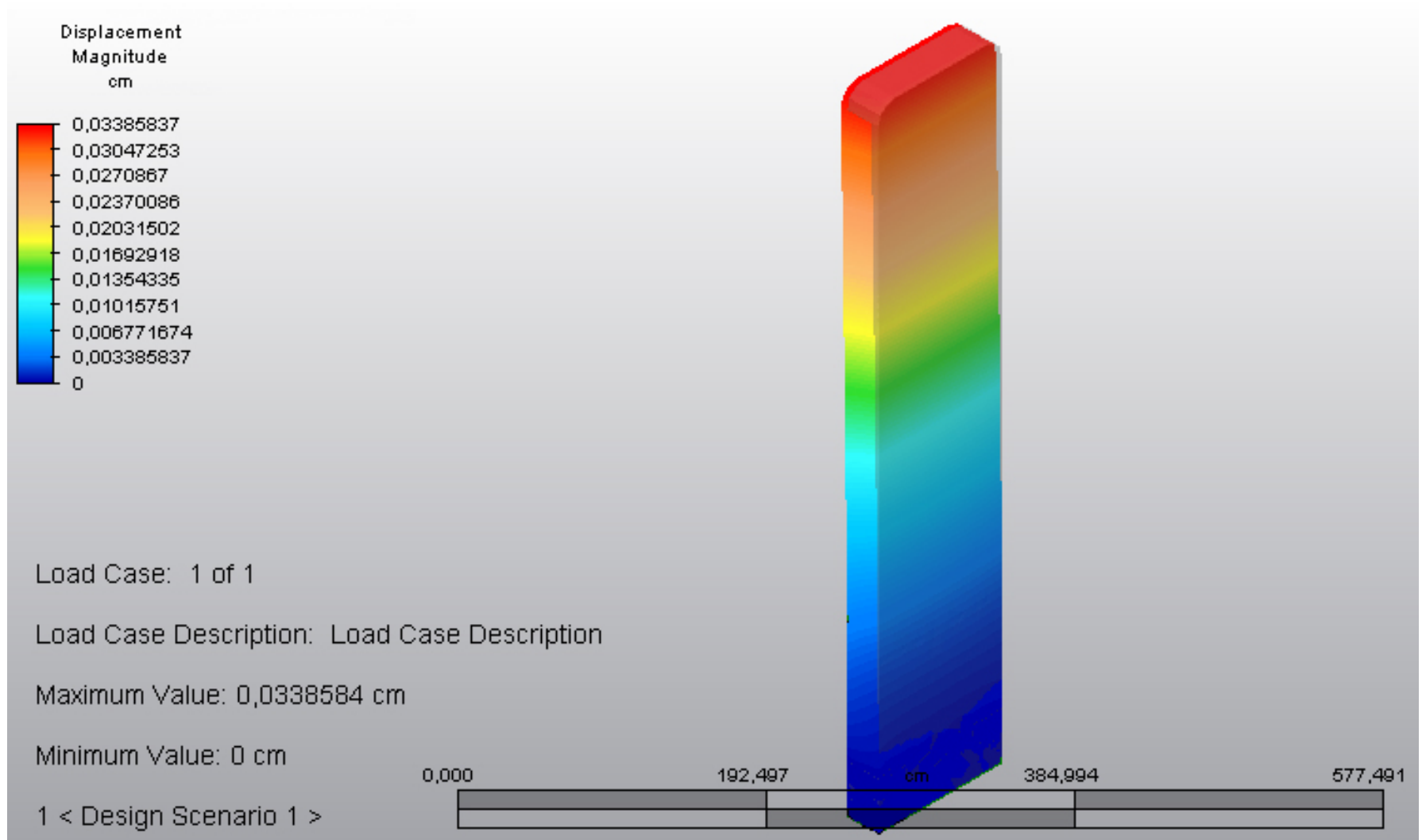
En el proyecto se realizaron simulaciones para analizar la resistencia de la paleta. Para esto, el programa declara las características técnicas del material utilizado:

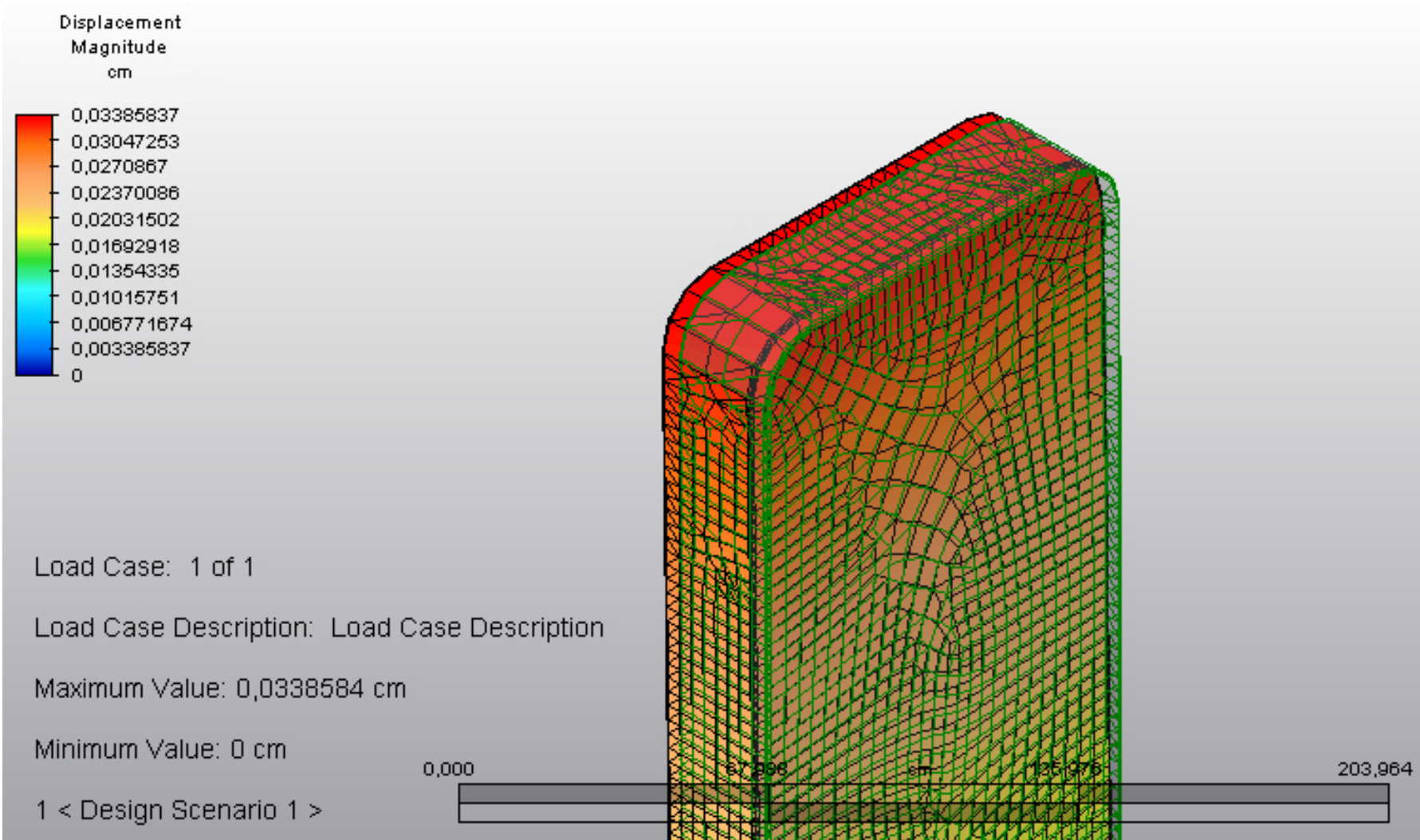
Para el PTFE (teflón) se usa el Petra como símil, ya que es un polímero que incluye minerales. La fuente del programa es: Matweb

PROPIEDADES TÉCNICAS DEL MATERIAL:

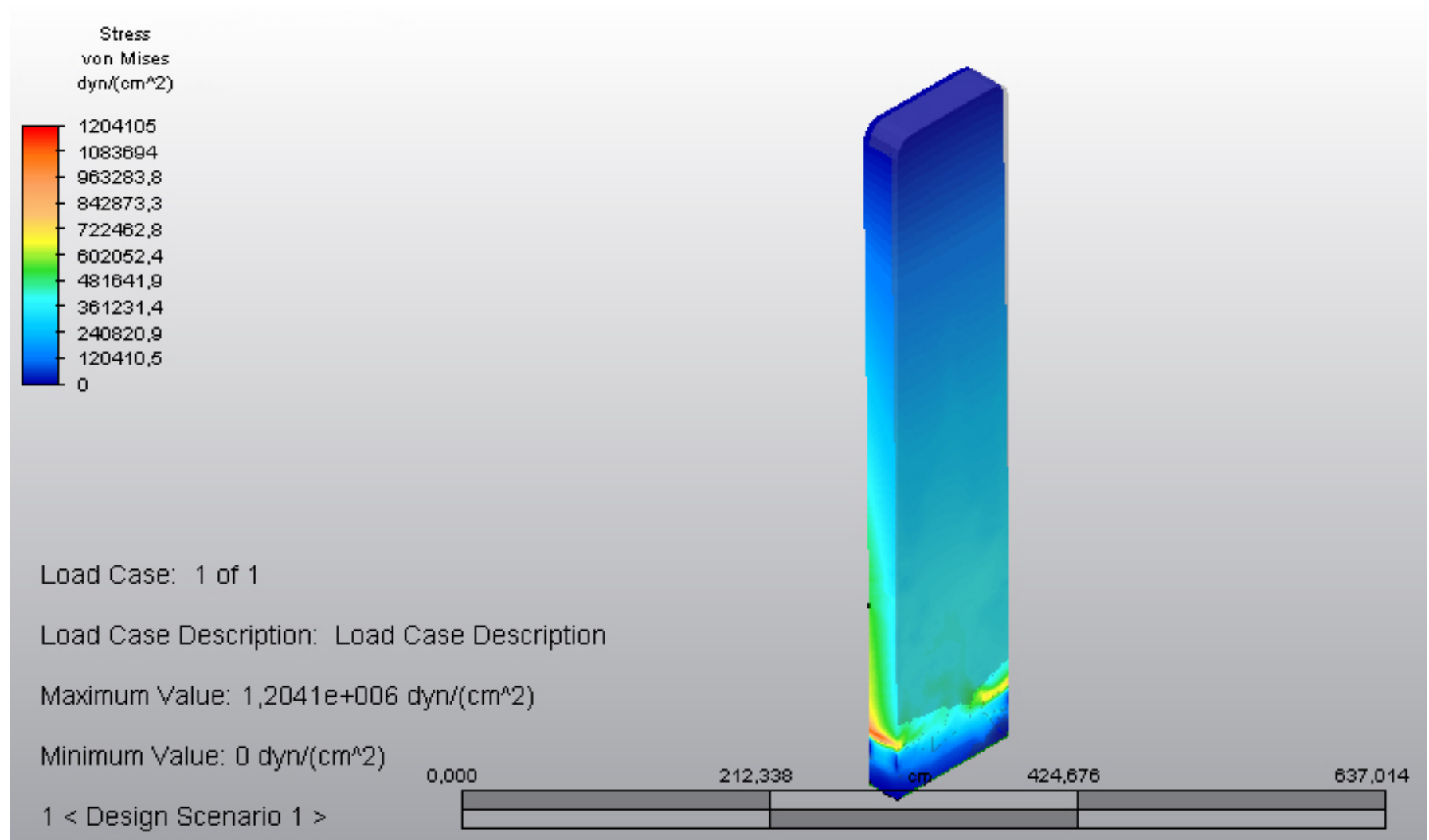
- Densidad (gramos/cm³) = 1,424
- Módulo de elasticidad (dyn/cm²) = 116600000000
- Coeficiente de Poisson
[para calcular el punto plástico] = 0,34
- Coeficiente térmico de expansión
(1/grado Celsius) = 0,000022

DESPLAZAMIENTO DE LA PALETA

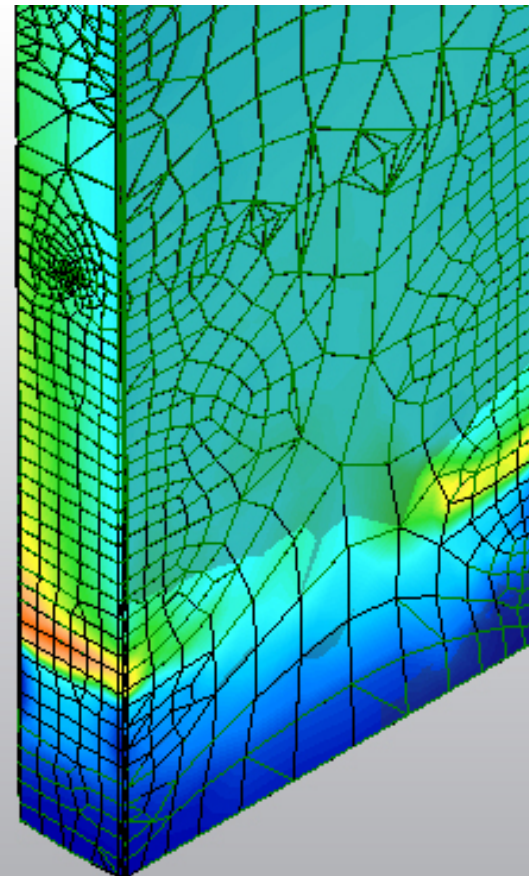
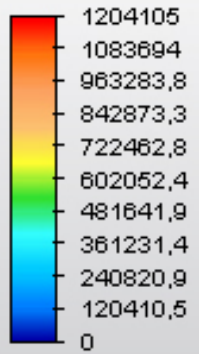




STRESS LINEAL DE LA PALETA



Stress
von Mises
dyn/(cm²)



Load Case: 1 of 1

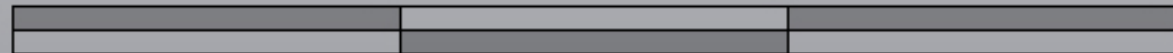
Load Case Description: Load Case Description

Maximum Value: 1,2041e+006 dyn/(cm²)

Minimum Value: 0 dyn/(cm²)

0,000 71,569 cm 143,139 214,708

1 < Design Scenario 1 >



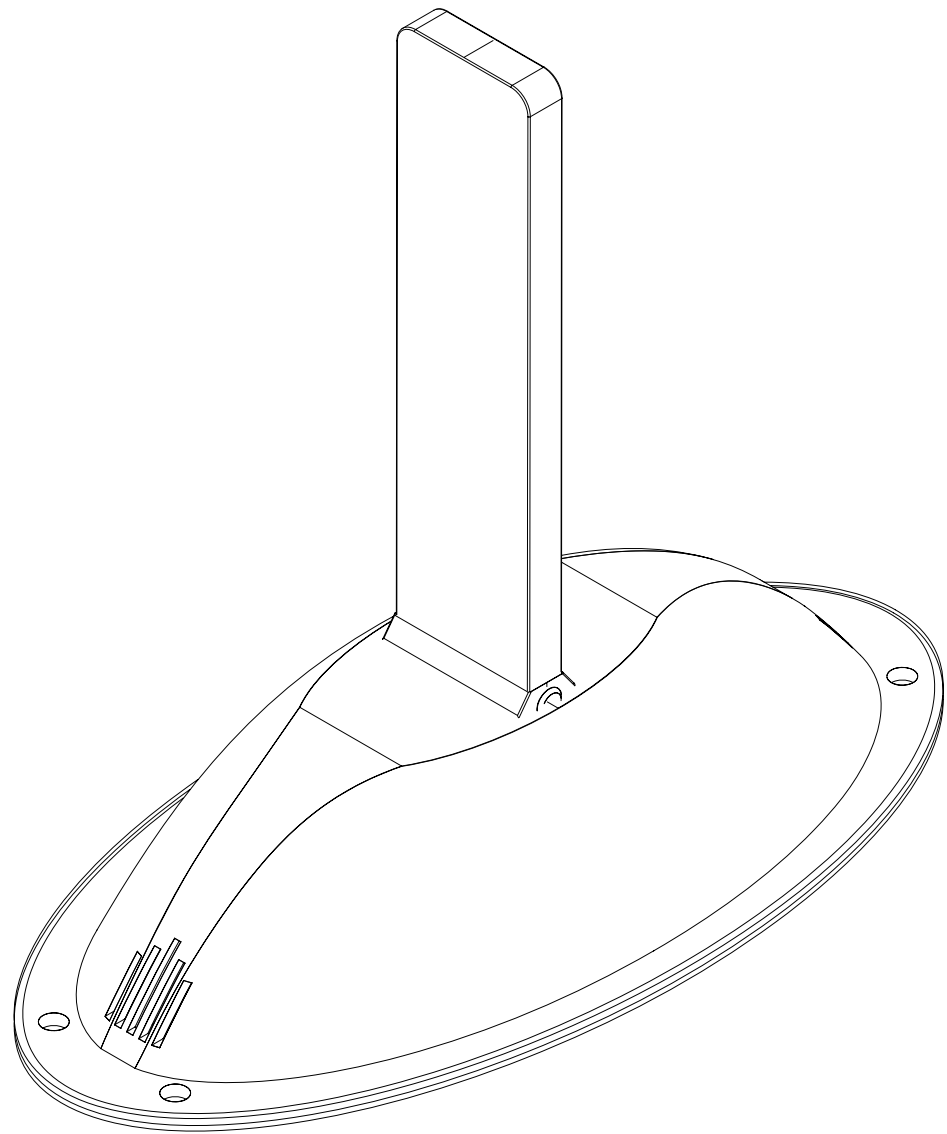
MANUAL FABRIL

(ANEXADO)

MANUAL FABRIL

CONTENIDOS

- 1 _____ Propuesta
- 2 _____ Planimetrías
- 3 _____ Partes y piezas
- 4 _____ Fabricación
- 5 _____ Instalación



MANUAL FABRIL

1___PROPUESTA

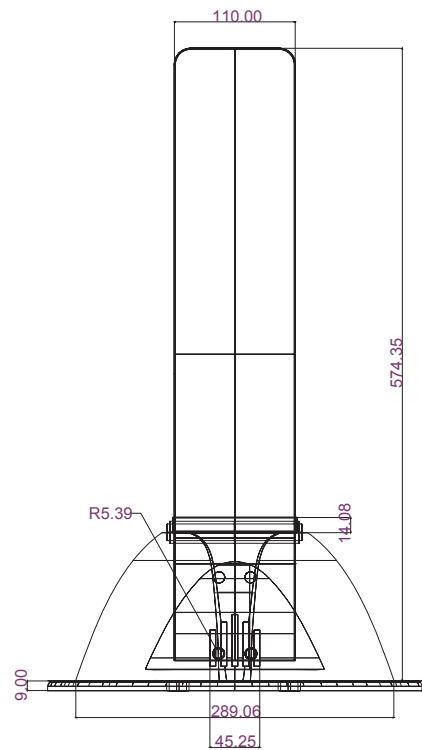
“Bomba sumergida autónoma undimotriz para sistemas de desalinización y purificación de agua salada o dulce por ósmosis inversa, para su posterior uso doméstico o productivo de baja escala.”



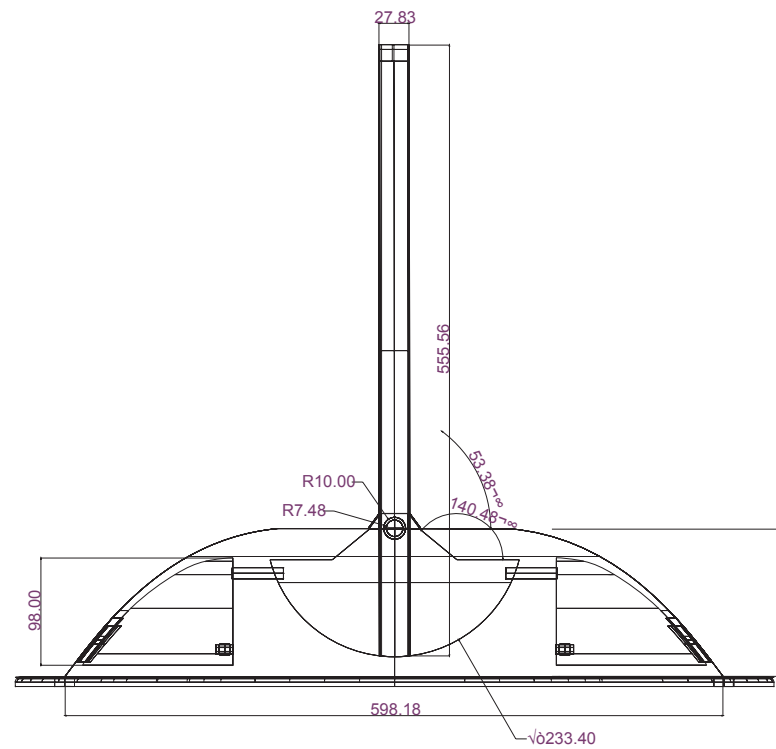
MANUAL FABRIL

2__ PLANIMETRÍAS

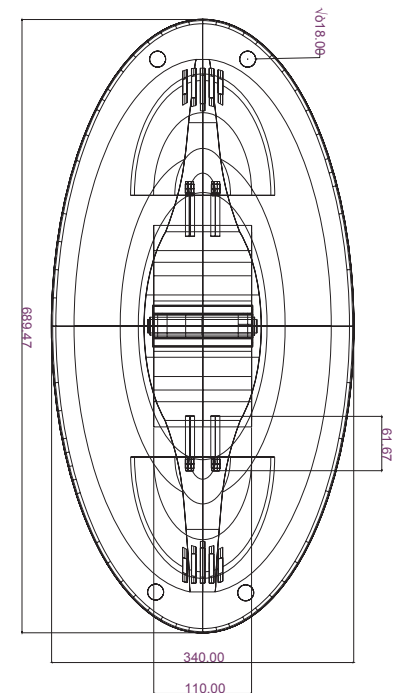
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



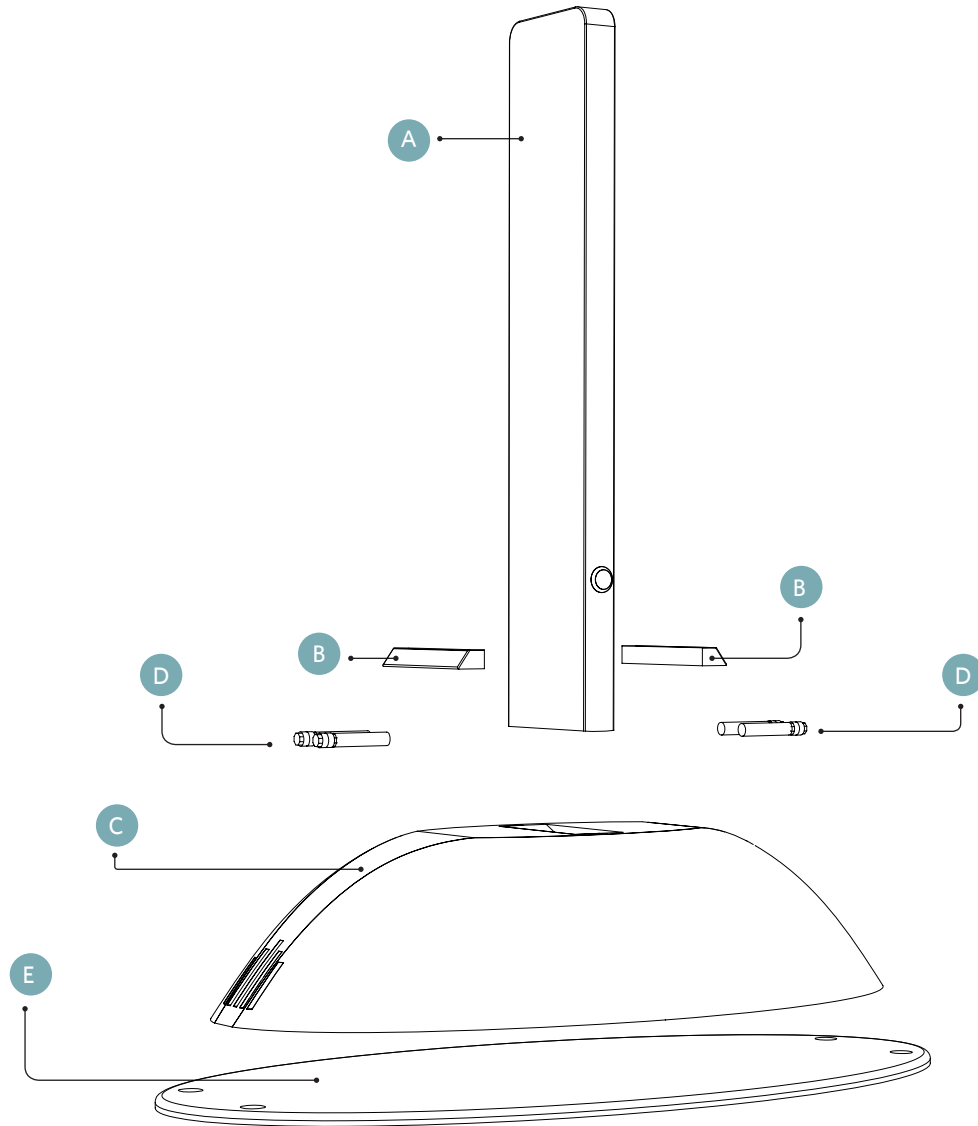
VISTA SUPERIOR



MANUAL FABRIL

3 PARTES Y PIEZAS

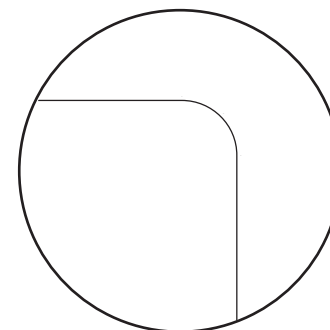
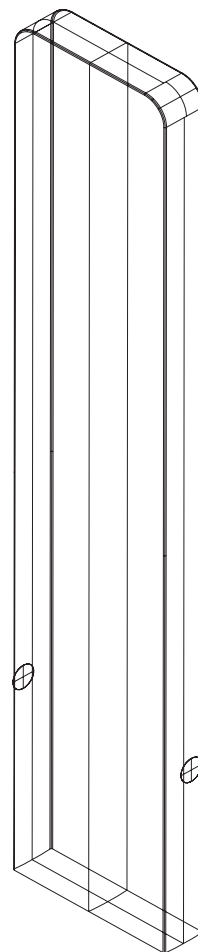
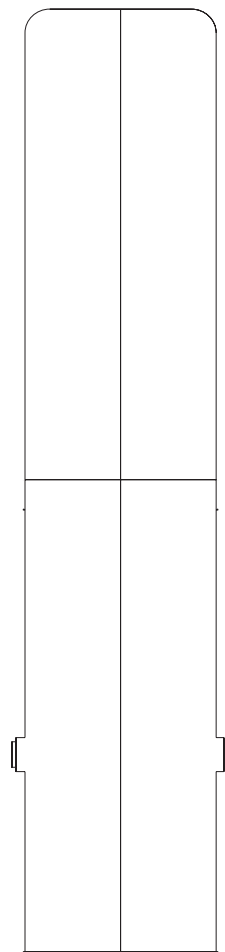
- A Paleta
- B Cubrejuntas
- C Base
- D Válvulas de retención
- E Plataforma



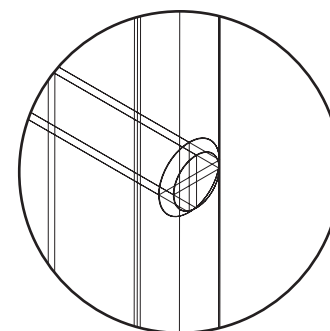
A PALETA

Material: teflón con nanopartículas de cobre

Medidas: 556.27mm x 27.83 mm x 110 mm



Corte de esquinas superiores



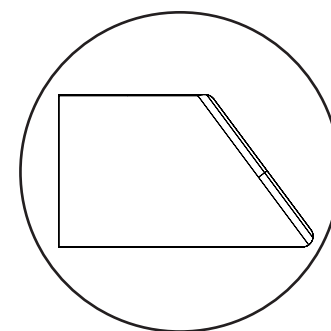
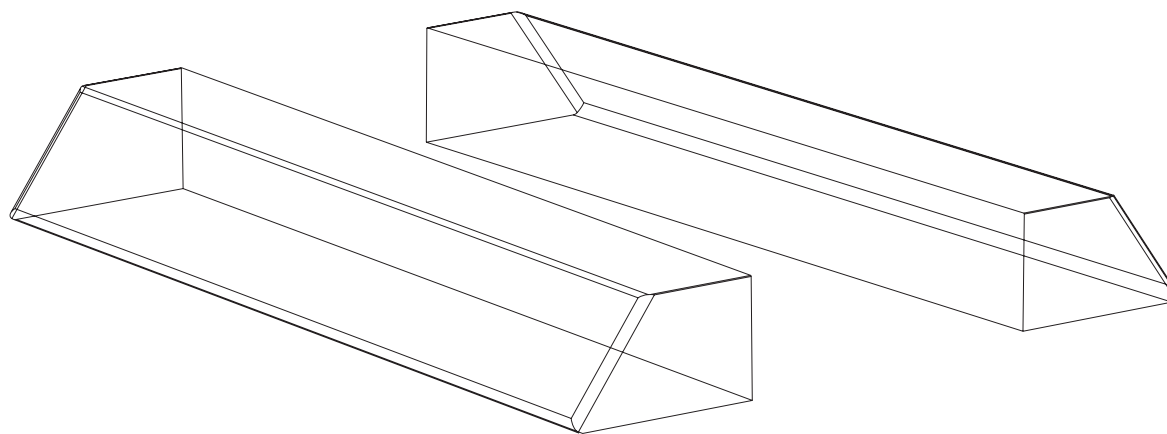
Perforación para eje de movimiento

B CUBREJUNTAS 2

Material: caucho siliconado vulcanizado

Medidas: 112.6 mm de largo x 14 mm de alto

Perfil: 23.4 mm arriba y 12.8 mm abajo

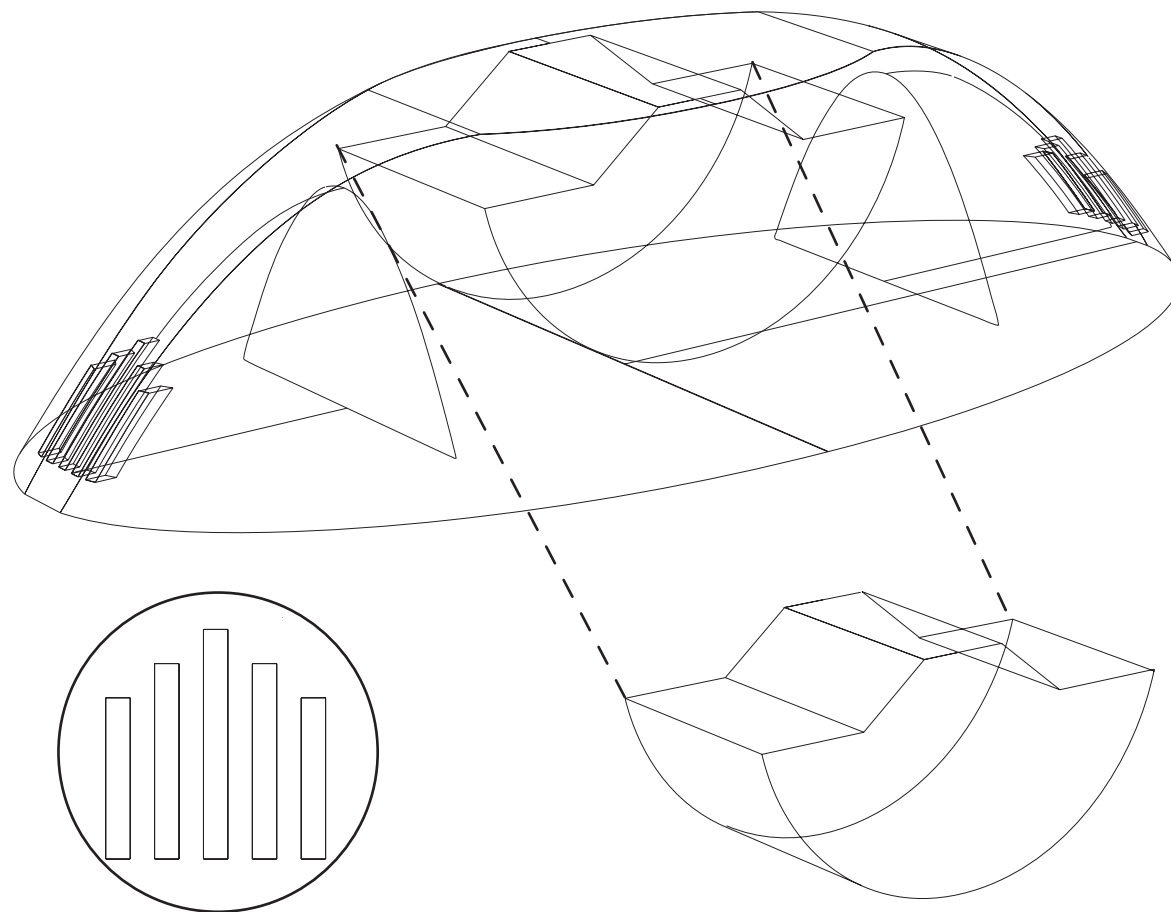


Vista en corte:
Curvatura de 1mm
de radio

C BASE

Material: teflón con nanopartículas de cobre

Medidas: 600 mm de largo x 45 mm de ancho x 135 mm de alto



Ranuras de pre filtrado: ancho y separación 5mm. Alto de 47 mm, 40 mm y 33 mm

Espacio vacío para empuje del agua

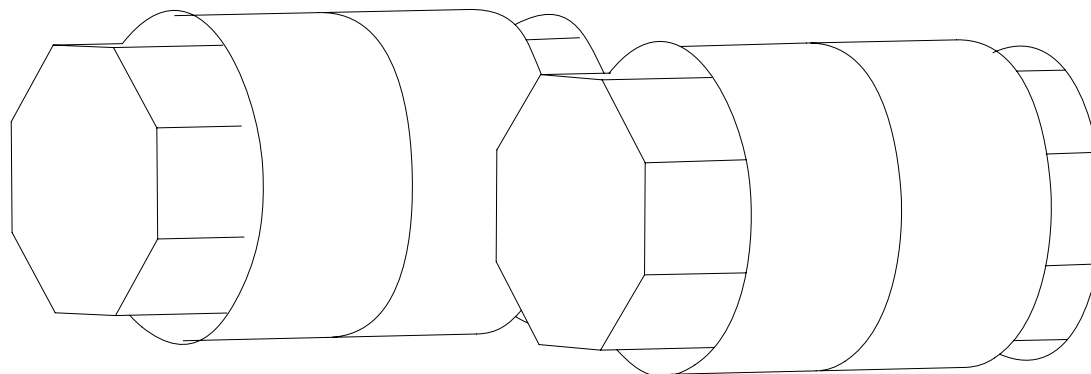
D VÁLVULAS DE RETENCIÓN 4

Material: PVC

Medidas: 1/2 "



FUENTE: [HTTP://WWW.VUOTOTECNICA.US/](http://www.vuototecnica.us/)

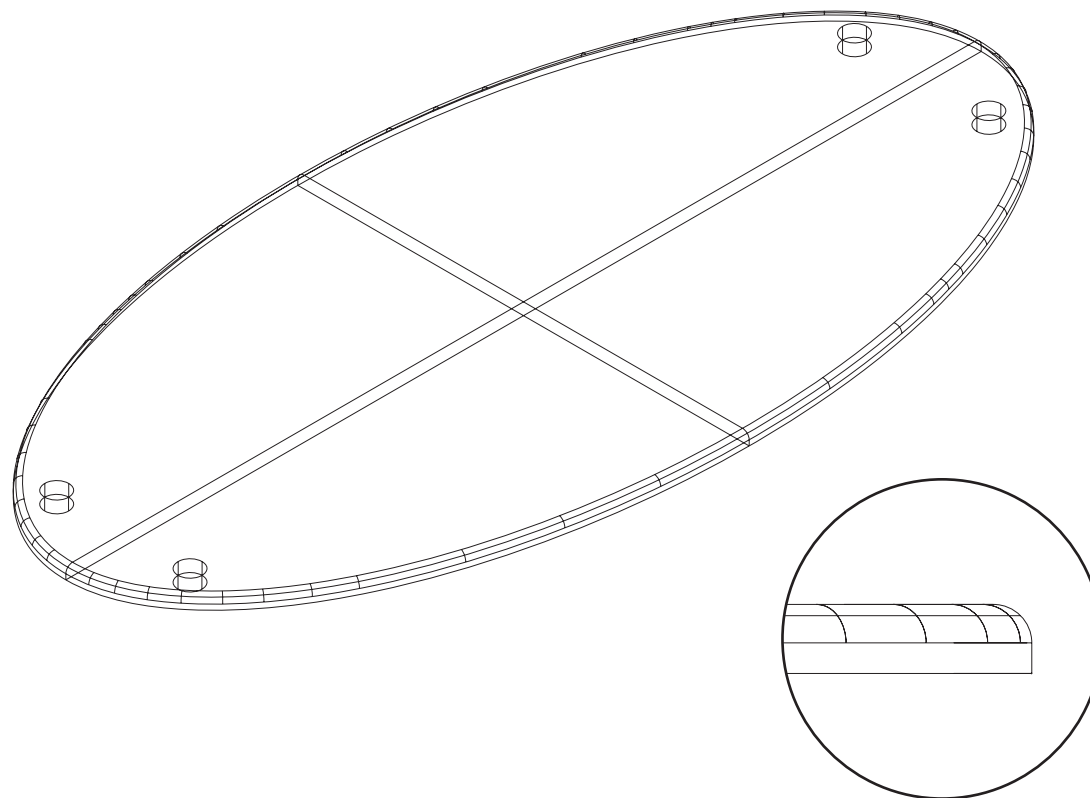


E PLATAFORMA

Material: teflón con nanopartículas de cobre

Medidas: 689 mm largo x 340 mm ancho

Altura: 90 mm (variable)



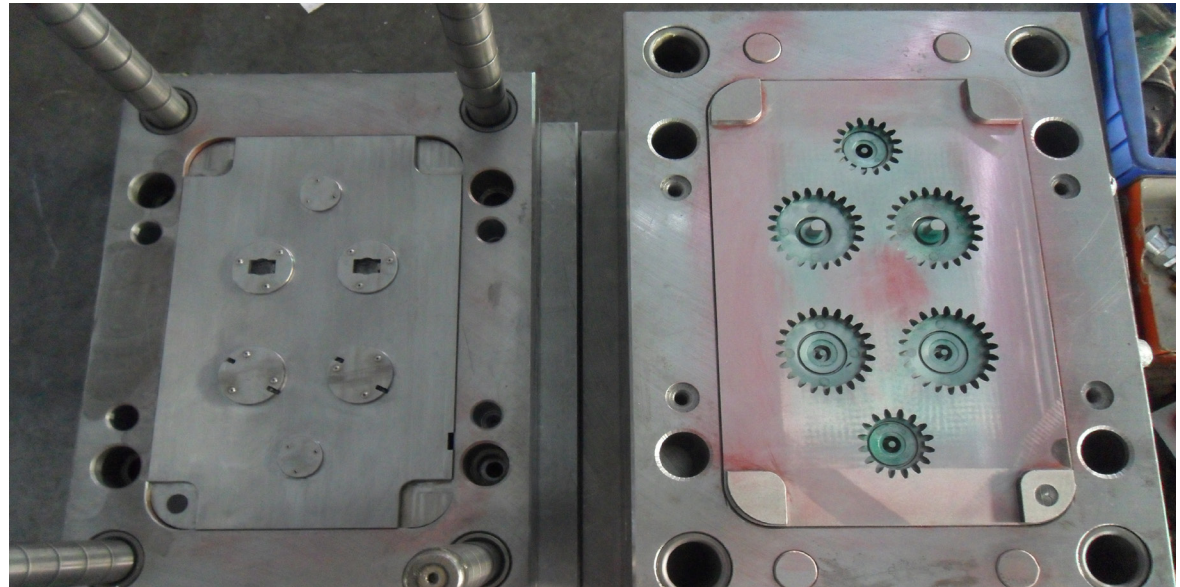
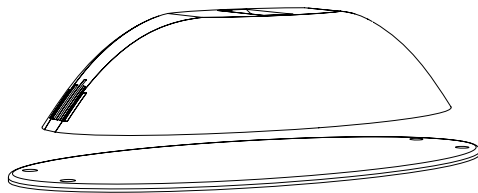
Corte perfil:
Curvatura de 5 mm

MANUAL FABRIL

4__FABRICACIÓN

MÉTODO DE INYECCIÓN

- A **PALETA:** molde inyectado de 2 piezas
- C **BASE:** molde inyectado de 3 piezas
- E **PLATAFORMA:** molde inyectado de 2 piezas



MOLDE DE INYECCIÓN DE PLÁSTICO
FUENTE: INJECTIONMOULDTOOLING.COM

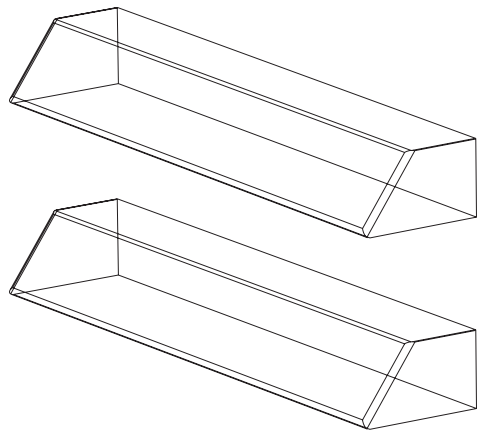
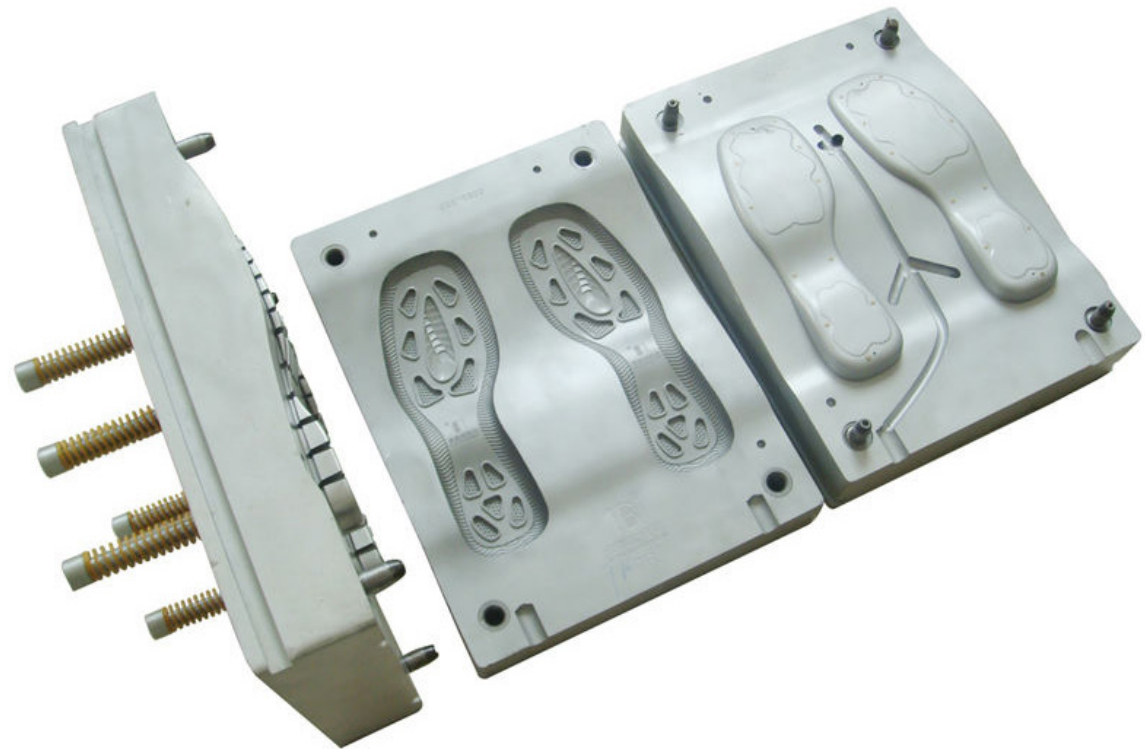
MOLDEO POR VULCANIZACIÓN DE CAUCHO SILICONADO

B CUBREJUNTAS

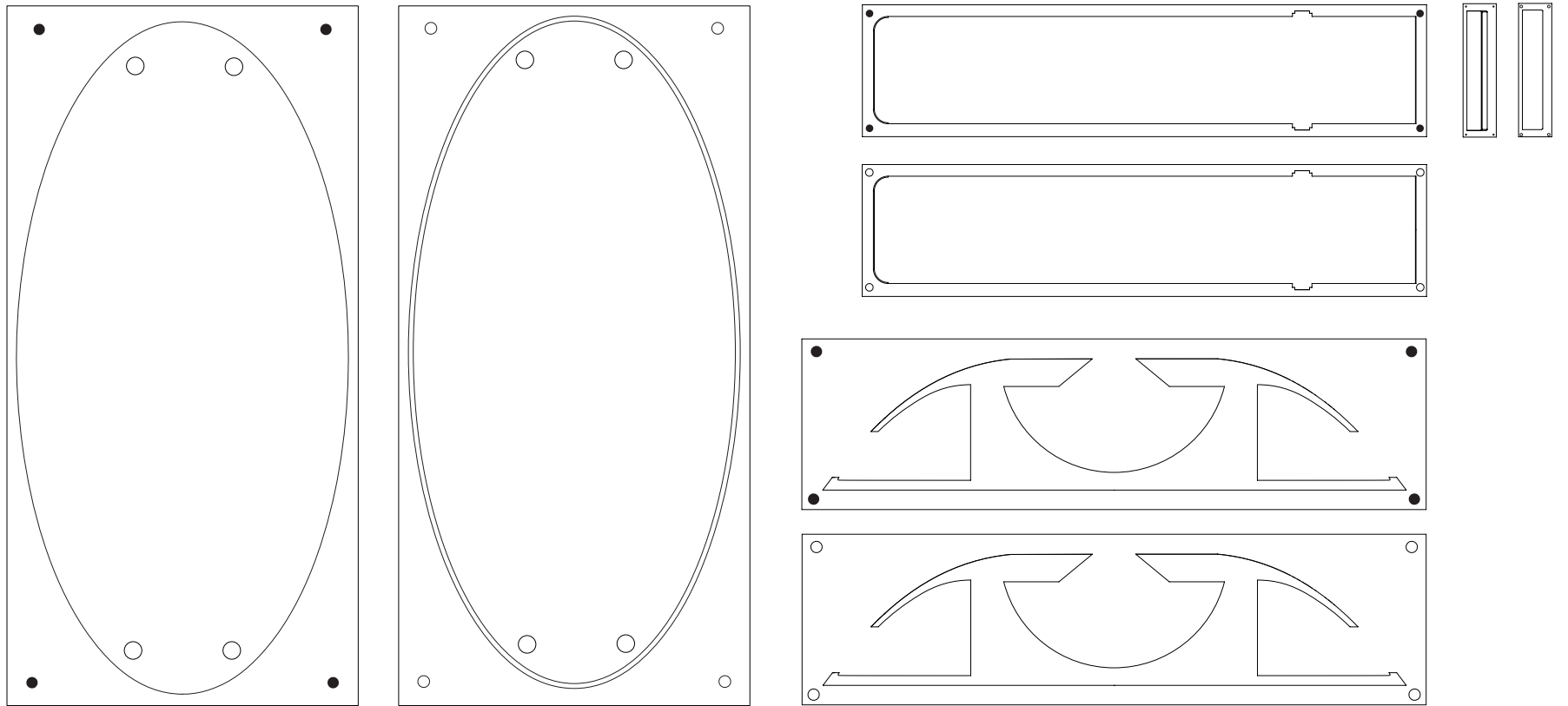
Material: Caucho de silicona monocomponente que reticula por vulcanización por calor. Material de baja elasticidad y baja compresión.

La vulcanización es un proceso en el cual se calienta el caucho siliconado en presencia de azufre, volviéndose estable, duro, impermeable y más resistente a químicos, sin perder elasticidad.

Fabricación de los cobrejuntas con molde de 2 piezas.



VISTA FRONTAL DE LOS MOLDES DE CADA PIEZA



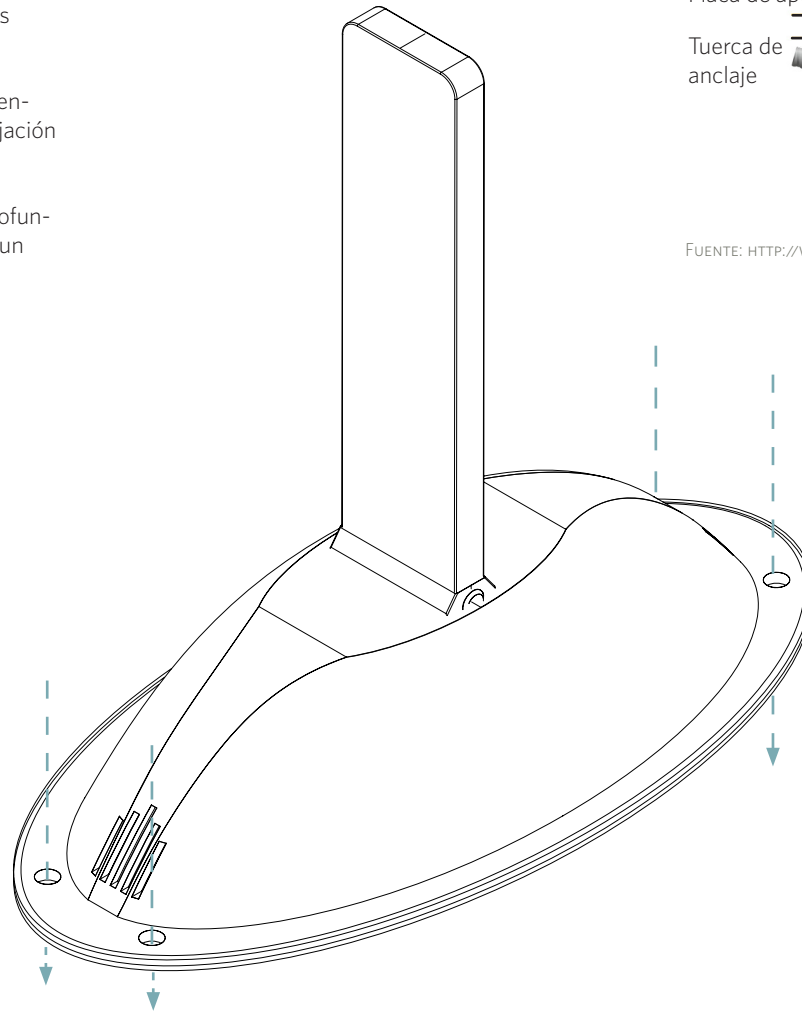
MANUAL FABRIL

5__INSTALACIÓN

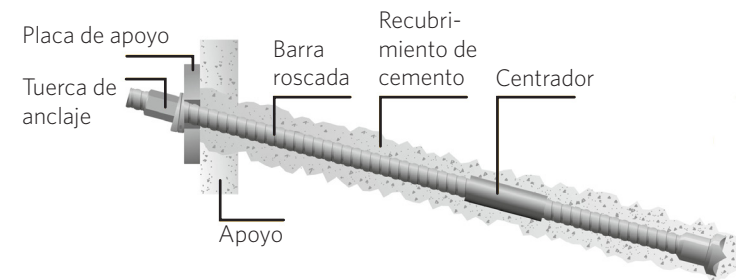
Si el lecho marino es roca, la plataforma del dispositivo va apernada.
En caso de que sea arena, se aprovechan las mismas perforaciones de la plataforma, en donde se entierran estacas profundas.

La plataforma variará de grosor dependiendo del peso necesario para su fijación en el lecho marino.

Para la instalación, a 4 metros de profundidad, se necesitará la maniobra de un buzo.



PERNO DE ROCA 18 MM



FUENTE: [HTTP://WWW.SHEET-PILING.RU/PRODUCT/DILL-HOLLOW-BAR-ANCHOR-17.HTML](http://www.sHEET-PILING.RU/PRODUCT/DILL-HOLLOW-BAR-ANCHOR-17.HTML)

COSTOS DEL PROYECTO

COSTOS DEL PROYECTO

FABRICACIÓN DE LA BOMBA

Para saber el costo de fabricación de la base de la bomba se cotizó con la compañía China Shangai Olimy Co., Ltda., la cual respondió con la descripción técnica adjunta.

El precio varía desde 0,1 a 10 dólares dependiendo del volumen de la compra y el tipo de contrato.

El mínimo son 10.000 unidades, por lo que se asume que con ese valor se aplica el precio mayor.

Injection molded HDPE gear case cover plastic gear case cover

FOB Price: **US \$0.1 - 10 / Set** |

Min.Order Quantity: 10000 Set/Sets

Supply Ability: 20000 Set/Sets per Month

Port: Any port of China

Quick Details

Place of Origin: Shanghai, China (Mainland)

Brand Name: Olimy

Model Number: RX-T15103002

Plastic Molding Type: Injection

Mould base: LKM,HASCO,DME

Mould material: P20,738,SF2050,1.2344,1.2083, S136, H13 etc.

Cavity: Single-cavity / Muti-cavity

Runner: Cold / hot runner

Mould life: 100,000 to 600,000 shots

Surface treatment: Mirror polish,coating

Plastic material: ABS, PP, PP+GF, PS, AS, POM, ... Design software: Pro-e, SolidWorks, AutoCAD, Uni...

Delivery time: 20-45days

Port:

IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

PROYECCIÓN

La implementación del proyecto a futuro sigue una estrategia de transferencia, ya que está asociado a un concepto de bien público más que a producto de consumo.

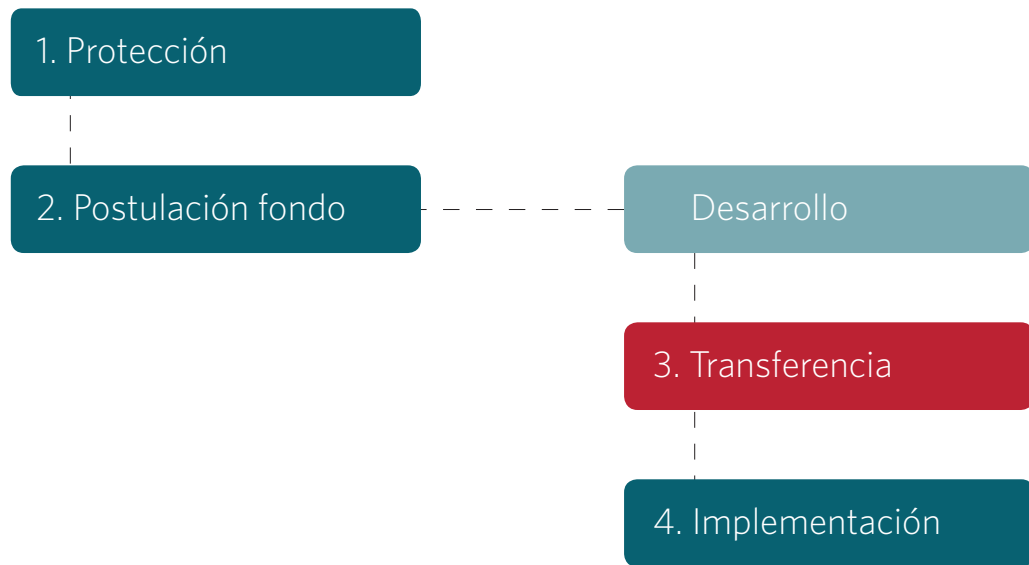
En primer lugar, es necesario lograr la protección del proyecto (en trámite), para luego solicitar fondos que permitan llevar a cabo prototipos reales para poner a prueba en comunidades costeras.

Una opción es postular al Programa Regional de Apoyo al Emprendimiento (PRAE) de Corfo, el cual financia las actividades necesarias para la realización del proyecto.

Una vez patentado y desarrollado completamente, se pretende entregar para su implementación como un bien público, y no comercial, con la finalidad de entregar a las comunidades una herramienta que les permita su autosustento.

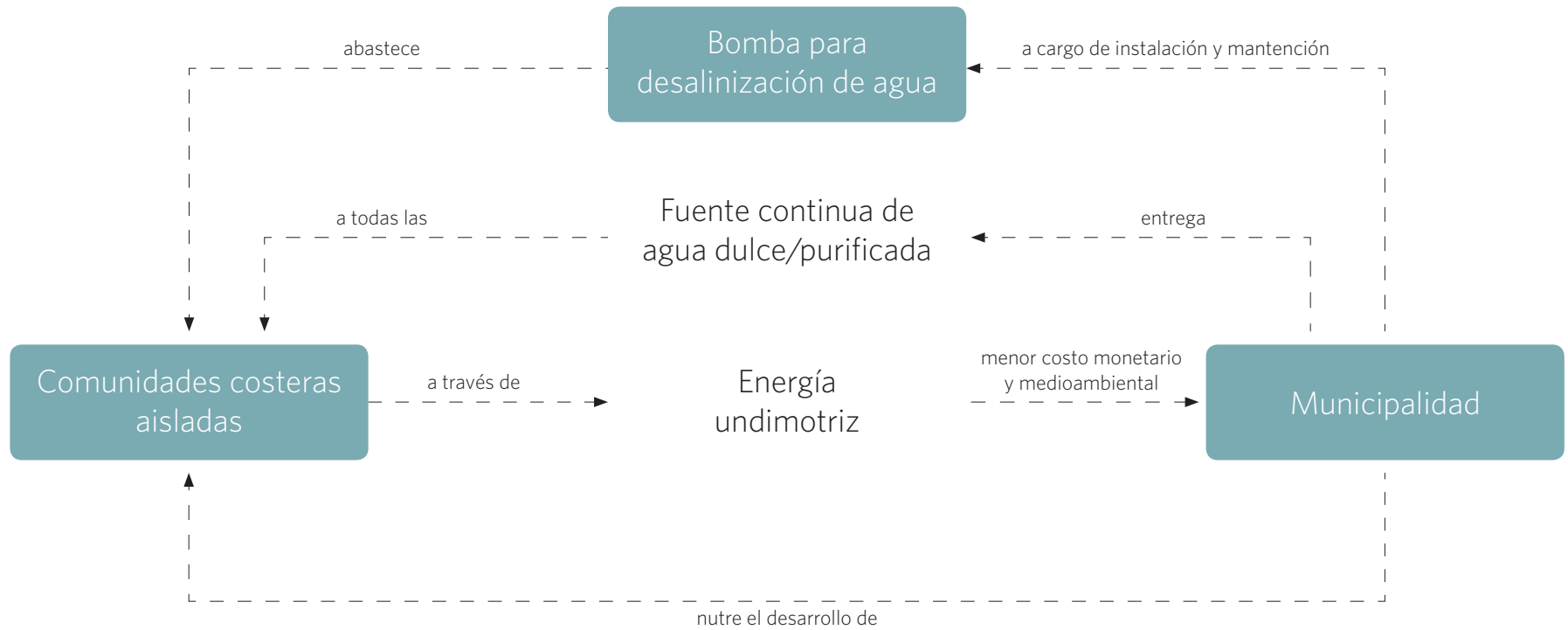
El costo del dispositivo y su instalación (inversión), además de la mantención, sería cubierto por el gobierno, municipalidades o particulares, como por ejemplo, las empresas. De esta forma, se ahorrarían los costos de sistemas de reparto, entregando una fuente constante de agua útil a las comunidades.

Cristián Escauriaza, profesor de Ingeniería Hidráulica y Ambiente de la P. Universidad Católica, al entrevistarle comentó acerca de la viabilidad del proyecto: "El Centro de Energías Marinas y la Fundación Chile están pensando en desarrollar esto. Usar la energía de las olas para hacer el proceso de desalinización, por lo que yo podría contactarte con ellos. De todas formas es necesario que sigas trabajando en ciertas consideraciones y pruebas técnicas para su implementación". (Comunicación personal, 28 de Julio 2016).



IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

ESTRATEGIA DE FUNCIONAMIENTO



CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

Desde un inicio se pretendió abordar la temática del recurso hídrico. A medida que se fue investigando se abrieron un mundo de posibilidades, como la disponibilidad, el uso y mal uso, la contaminación, los derechos y los costos, entre otros. Sin embargo, la temática de desalinización de agua marina fue la más atractiva, debido a la cantidad de este recurso en el planeta.

Al estudiar los referentes de las grandes plantas de desalinización de agua de mar surgió la gran oportunidad: cómo implementarlo a baja escala y reemplazar la electricidad utilizada por alguna Energía Renovable No Convencional. Al tratarse de agua de mar, lo más pertinente era aprovechar la energía que esta misma contiene, resultando oportuno por los más de 4.000 kilómetros de costa con que cuenta Chile.

En el proceso de diseño se tomó como desafío que cada dispositivo abasteciera por lo menos a una familia, que fuera resistente a la fuerza del mar, fácil de mantener y que el litro de agua desalinizada tuviera un menor costo que la que se obtiene en una planta de desalinización de ósmosis inversa.

Con el diseño del dispositivo surgieron otras ideas y oportunidades que podrían ser cubiertas. A pesar de que el dispositivo fue diseñado para desalinizar agua de mar, también podría implementarse a futuro para la filtración y/o purificación de todo tipo de aguas, instalándolo, por ejemplo, en lagos con presencia de olas. Para esto sólo bastaría con cambiar el tipo de membrana utilizada.

El dispositivo fue inspirado en la condición de los habitantes de pequeñas comunidades costeras aisladas, en donde ha disminuido la cantidad de agua disponible por diversas razones. Producto de esto, han tenido que administrar el agua sólo para tareas esenciales, volviéndose dependientes de sistemas de reparto y

dejando de lado actividades propias de su cultura, como podría ser el cultivo o la artesanía. De esta forma, se han vuelto dependientes, impidiendo un desarrollo regional sustentable.

El presente proyecto, aún en desarrollo, llegó a una primera etapa de prototipado, en donde se pudo apreciar su funcionalidad y forma física, además de su resistencia a través de simulaciones y cálculos de fuerza. Se pretende a futuro buscar fondos que permitan continuar la investigación y llevar a cabo el proyecto en su contexto real.

¿EN QUÉ PUNTO LA PROPUESTA ES DE DISEÑO Y NO DE INGENIERÍA?

Se debe tener en cuenta, en primer lugar, que el diseño carece de objeto de estudio, por lo que permite y exige indagar en otras disciplinas.

Para responder la pregunta planteada es necesario hacer un análisis de cómo enfrenta cada disciplina la búsqueda de una solución para el proyecto.

La ingeniería busca una solución técnica, en donde prima el volumen y la optimización de recursos. Intenta crear grandes proyectos para grandes problemas. En este sentido se podría decir que carece del factor humano, ya que prioriza el costo/beneficio. La mayoría de los proyectos que buscan desalinizar agua están pensados a gran escala para abastecer un gran número de personas, dejando de lado las pequeñas comunidades aisladas.

Ante este escenario entra en juego el rol del diseñador, quien ve el valor de cada realidad. Para el desarrollo del proyecto toma prestados conocimientos de otras disciplinas, por lo que se podría decir que funciona como "nexo", integrándolas y sirviéndose de ellas.

Así lo demuestra el presente proyecto, el cual nació desde una interacción crítica: cómo permitir el desarrollo normal de pequeñas comunidades afectadas por el déficit hídrico. Requirió el estudio del usuario y contexto para diseñar un sistema, el cual fue necesitando aportes ingenieriles para su desarrollo.

Un vez aplicados estos conocimientos, vuelve a entrar en juego el rol del diseñador, quien debe darle forma y consistencia al proyecto como un sistema inserto en la vida cotidiana de personas.

De este modo, el diseño no puede llevarse a cabo como tal por sí solo. Necesita del aporte de diversas ciencias y especialidades para entregar respuestas y/o soluciones globales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

24 Horas. (2013). Maitencillo: *La guerra del agua*. Recuperado de <http://www.24horas.cl/nacional/maitencillo-la-guerra-del-agua-983759>

24 Horas. (2015). *Chile: los atrapanieblas que capturan agua en uno de los lugares más secos del mundo*. Recuperado en <http://www.24horas.cl/noticiasbbc/chile-los-atrapanieblas-que-capturan-agua-en-uno-de-los-lugares-mas-secos-del-mundo-1676327>

ADN Radio. (2013). *Vecinos de Maitencillo: Estamos perdiendo calidad de vida por la escasez de agua*. Recuperado de <http://www.adnradio.cl/noticias/nacional/vecinos-de-maitencillo-estamos-perdiendo-calidad-de-vida-por-la-escasez-de-agua/20131218/nota/2039916.aspx>

Agua que has de beber. (2014). *Agua en Chile Diagnósticos territoriales y propuestas para enfrentar la crisis hídrica*. Recuperado de <http://www.aguaquehasdebeber.cl/publicacion/aguaen-chile-diagnosticos-territoriales-y-propuestaspara-enfrentar-la-crisis-hidrica/>

Aqua acuicultura y pesca. (2003). *Energía marina genera 240.000 megawatts y al 2020 sería competitiva con el diésel*. Recuperado de <http://www.aqua.cl/2013/11/04/energia-marina-genera-240-000-megawatts-y-al-2020-seria-competitiva-con-el-diesel/>

Asociación Nacional de Empresas de Servicios Sanitarios (ANDESS). (2015). *Usos del Agua en Chile*. Recuperado de <http://www.andess.cl/estadisticas.html>

Ávila, D., Alesanco, R., Veliz, J. (2011). *Sistemas híbridos con base en las energías renovables para el suministro de energía a plantas desaladoras*. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59442011000100003

AW Energy. (s.f.). *Waveroller: Plug into wave energy*. Recuperado de <http://aw-energy.com/es/acerca-de-waveroller/el-concepto-de-waveroller>

BBC. (2015). *Por qué se está acabando el agua*. Recuperado de http://www.bbc.com/mundo/noticias/2014/08/140821_tierra_agua_escasez_finde_dv

Binkley, J., Sánchez, R., Sarzosa, E., Montgomery, R., Monter, E., E&E. (2003). *Planta desalinizadora de Antofagasta (CH-0171) Informe de impacto ambiental y social*. Recuperado de <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=442108>

Blog Aquabazar. (2014). *Ósmosis Inversa Doméstica: ventajas y desventajas*. Recuperado de http://blog.aquabazar.com/2014/02/osmosis-inversa-domestica-ventajas-y_6.html

Blog Ciudades del futuro. (s.f.). *El mar, una gran fuente de energía*. Recuperado de <http://www.ciudadesdelfuturo.es/el-mar-una-gran-fuente-de-energia.php>

Blog Hidro-Water. (2010). *Membranas y módulos de ósmosis inversa*. Recuperado de <http://hidrowater.blogspot.cl/2010/04/membranas-y-modulos-de-osmosis-inversa.html>

Botanical-online. (s.f.). *La sal en las plantas*. Recuperado de <http://www.botanical-online.com/florcuidarplantas-sal.htm>

Carbotecnia. (s.f.). *Ósmosis inversa doméstica*. Recuperado de <http://www.carbotecnia.info/producto/osmosis-inversa-domestica/>

Center for Renewable Energy Sources. (2006). *Ocean Energy Conversion in Europe. Recent advancements and prospects*. Rescatado de <http://www.vliz.be/imisdocs/>

publications/140219.pdf

Centro de Energías Renovables (CER). (2012). *Energía Marina*. Recuperado de <http://cifes.gob.cl/tecnologias/files/2012/05/marina.pdf>

Chile. Ministerio de Obras Públicas. (2014). *Hacia una política de plantas desalinizadoras*. Recuperado de <http://www.mop.cl/Paginas/default.aspx>

Chile. Ministerio del Medio Ambiente. (2011). *Informe del Estado del Medio Ambiente*. Disponible en <http://www.mma.gob.cl/1304/w3-article-52016.html>

Dailey, L. (2014). *Qué es el agua salobre*. Recuperado de <http://www.printfriendly.com/print?url=http%3A%-2F%2Fwww.rwlwater.com%2Fque-es-el-agua-salobre%2F%3Flang%3Des>

Facultad de Ingeniería de la República, Uruguay. (s.f.). *Tecnología de membranas de aplicación industrial*. Recuperado de <https://www.fing.edu.uy/iq/cursos/qica/repart/qica1/RO.pdf>

Fernández, P. (2002). *Energía de las olas*. Recuperado de http://www.ecodesarrollo.cl/descargas/Energia_olas.pdf

Fernández, P. (s.f.). *Energía mareomotriz*. Recuperado de <http://es.pfernandezdiez.es/index.php?pageID=15>

Goites, E. (2008). *Manual de cultivos para la huerta familiar*. Recuperado de http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-manual_de_cultivos_para_la_huerta_organica_familiar_.pdf

González, J. (2011). *Análisis de los requisitos eléctricos para el diseño de un parque offshore de energía undimotriz*. Recuperado de <http://bibing.us.es/proyectos/>

abreproy/4991/fichero/Indice.pdf

González, J. (2014). *Stouk: Superficie corporal propulsora para nado asistido*. Santiago, Chile: Universidad Católica de Chile.

Hillel, D. (2000). *Salinity Management for Sustainable Irrigation*. Disponible en https://books.google.cl/books?id=XZYG0e2WcdkC&pg=PA24&dq=what+is+brackish+water&hl=en&sa=X&ei=4_8hVM_OlarwiwK2u4GgAw#v=onepage&q=what%20is%20brackish%20water&f=false

Howard, G., Bartram, J. (2003). *Domestic Water Quantity, Service Level and Health*. Recuperado de http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/WSH03.02.pdf?ua=1

IDE Technologies. (s.f.). *Proyecto Sorek. La planta desalinizadora SWRO más grande y avanzada del mundo*. Recuperado de <http://www.ide-tech.com/es/case-study/sorek-israel-project-es/>

Jiménez, F. (2009). *Caracterización biológica del biofouling marino mediante métodos moleculares*. Recuperado de <http://digital.csic.es/bitstream/10261/66298/4/Caracterizaci%C3%B3n%20biol%C3%B3gica%20del%20biofouling%20marino.pdf>

Khanacademy. (2016). *Venturi effect and Pitot tubes*. Recuperado de <https://www.khanacademy.org/science/physics/fluids/fluid-dynamics/v/venturi-effect-and-pitot-tubes>

Lamela, A. (s.f.). *Desalinización (o desalación) de agua de mar*. Recuperado de http://www.cuentayrazon.org/revista/pdf/130/Num130_006.pdf

Lenntech. (s.f.). *Osmotic pressure calculator*. Disponible en <http://www.lenntech.com/calculators/osmotic/osmotic-pressure.htm>

Mar de Chile. (2005). *Salinidad*. Recuperado de http://www.mardechile.cl/index.php?option=com_content&view=article&id=46:salinidad&catid=19:ocos-y-fondos&Itemid=66

Moraga, A. (2012). *Preparación in-situ de materiales compuestos de polipropileno con partículas de cobre y estudio de su lixiviación y propiedades antifouling*. Recuperado de http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/104430/cf-moraga_na.pdf?sequence=3

Municipalidad de Puchuncaví. (2009). *Plan regulador comunal de Puchuncaví. Localidades de Puchuncaví, Maitencillo, Horcón y Ventanas*. Disponible en <http://www.munipuchuncavi.cl/plano%20regulador%20nuevo/memoria%20explicativa.pdf>

Municipalidad de Puchuncaví. (s.f.). *Reparto de agua*. Disponible en <http://www.munipuchuncavi.cl/2.0/sitio10/repartodeagua.php>

Municipalidad de Puchuncaví. (2014). *Sesión ordinaria N°042-2014 del concejo municipal de Puchuncaví VI Período 2012-2016*. Disponible en <http://www.munipuchuncavi.cl/2.0/sitio10/pdf/transparencia/actas/2014/ordinaria%2042.pdf>

Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2010). *El derecho humano al agua y al saneamiento*. Disponible en http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/pdf/human_right_to_water_and_sanitation_media_brief_spa.pdf

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2009). *Cantidad mínima de agua necesaria para uso doméstico*. Recuperado en <http://www.disaster-info.net/Agua/pdf/9-UsoDomestico.pdf>

Portal de datos Públicos. (2014). *Listado de sistemas de agua potable rural en Chile*. Recuperado de <http://datos.gob.cl/datasets/ver/8612>

Reuters. (2015). *Global population growth threatens to outstrip fresh water supply: study-TRFN*. Recuperado de <http://www.reuters.com/article/2015/03/18/global-water-consumption-idUSL6N0WK3DS20150318#WExDV7cLHhPyzjXP.97>

Revista Capital Online. (2013). *Pleitencillo*. Rescatado de <http://www.capital.cl/poder/2013/12/26/171253-pleitencillo>

Revista Sustentare. (2012). *Tecnología CETO: Energía bajo las olas*. Recuperado de <http://www.sustentare.cl/2012/12/10/tecnologia-ceto-energia-bajo-las-olas/>

RoldanSoft. (2013). *Cómo funciona el gato hidráulico* [Youtube] - *Discovery Max*. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=QDvDtjcl4w>

Rolleri Saavedra, F. A. (2011). *Uso de energía undimotriz en la operación de un sistema de bombeo y desalinización destinada a proporcionar agua para la producción cuprífera en Chile*. Santiago, Chile: [s.n].

Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA). (Consultado 11/2015). *Temperatura superficial del mar (TSM) desde 1950 - a la fecha*. Disponible en <http://www.shoa.cl/servicios/TSM/tsm.php>

Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA). (2011). *Tecnologías de membranas ósmosis inversa*. Disponible en http://www.sinia.cl/1292/articulos-49990_25.pdf

Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS). (2014). *Informe anual de coberturas urbanas de servicios sanitarios*. Disponible en http://www.siss.gob.cl/577/articulos-11624_recurso_1.pdf

The United Nations Environment Programme (UNEP). (2002). *Global Environment Outlook 3*. Disponible en <http://www.unep.org/geo/geo3.asp>

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). (2003). *Agua para todos agua para la vida*. Disponible en <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001295/129556s.pdf>

United Nations World Water. (2012). *Managing Water under Uncertainty and Risk*. Disponible en <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/water/wwap/wwdr/wwdr4-2012/>

Universidad Arturo Prat. (s.f.). *Desalinización: El mar como fuente de agua para el norte de Chile*. Recuperado de http://www.unap.cl/prontus_ciderh/site/artic/20140807/asocfile/20140807180625/presentacion_cristian_wedeles.pdf

Universitat Politècnica de Valencia. (s.f.). *Curso de Fundamentos de Ciencia de Materiales. Polímeros termoplásticos*. Recuperado de http://www.upv.es/materiales/Fcm/Fcm15/fcm15_3.html

Water Bank. (2015). *Water supply overview*. Recuperado de <http://www.worldbank.org/en/topic/watersupply/overview#1>

ANEXOS



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE
VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN - DIRECCIÓN DE TRANSFERENCIA Y
DESARROLLO

**ANEXO 1: FORMULARIO DE REVELACIÓN DE LA INVENCIÓN –
DISCLOSURE FORM**

Responsable de completar: El investigador

1. Título de la invención

Bomba sumergida autónoma undimotriz para sistemas de desalinización y purificación de agua salada o dulce por ósmosis inversa.

2. Investigador y unidad académica responsable

(Indique: nombre, e-mail, anexo y facultad/escuela/instituto)

Alejandro Durán, aaduran@uc.cl Facultad de Arquitectura, Diseño y Estudio Urbanos P. Universidad Católica

3. Inventores y otros participantes

Indique el nombre, Rut, profesión, cargo, email, dirección, anexo y unidad académica de los inventores, ya sea(n) investigador(es), estudiante(s), funcionario(s) o personal externo a la Universidad:

Macarena Troncoso Santander, Rut 18.021685-5, mtroncoso1@uc.cl. Estudiante de Diseño de la P. Universidad Católica de Chile.

4. Financiamiento de la invención y compromisos contraídos

Si la invención proviene del algún proyecto, por ejemplo FONDEF, INNOVA, indique:

Código de Proyecto	Fondo de Financiamiento

5. Descripción de la invención (producto o proceso) y problema que ésta resuelve

Describa las características de la invención que usted considera son “nuevas”, los aspectos que la hacen única y no obvia, además de su aplicación industrial (como puede tener aplicación en la sociedad o el mercado).

Dispositivo desalinizador undimotriz que, por ósmosis inversa, más el suyo de energías renovables no convencionales (ERNOC), permite el filtrado de agua salina para uso doméstico o productivo de baja escala.

En la zona norte y centro de Chile la demanda de agua dulce es mayor a la oferta, por lo que los

acuíferos naturales se han visto sobreexplotados. Así, las comunidades rurales son abastecidas por camiones aljibe, teniendo que pagar altos costos y administrando el agua obtenida para satisfacer solamente necesidades primarias. Con la implementación del presente proyecto, pueblos rurales costeros obtienen una nueva fuente de agua dulce constante (no potable), independizándose así de sistemas de abastecimiento gubernamentales y, a la vez, incentivando el desarrollo regional y la auto sustentación de comunidades.

La geografía de Chile, con más de 4.000 kilómetros de costa, y sus condiciones climáticas, sugieren la energía undimotriz como la más efectiva. Además, el filtrar y purificar agua marina mediante la misma energía contenida en ella, permite la autonomía del proyecto.

La propuesta consiste en el diseño de un sistema mecánico (no utiliza químicos en sus procesos), eficiente (aprovecha la energía del medio) y sin emisiones contaminantes (el remanente [agua rechazo] son pequeñas cantidades de salmuera). El diseño consiste en una unidad autónoma sumergida y anclada, la cual puede funcionar sola o en conjunto con otras, permitiendo una escalabilidad y mayor facilidad en la mantención. El dispositivo se compone de: [1] un captador de energía, [2] un sistema de bombeo, y [3] una cápsula de filtrado y almacenamiento.

6. Ventajas de la invención

Indique cuál es la ventaja y/o diferencias de la invención en comparación con las alternativas existentes.

-Entrega una alternativa energéticamente independiente, ya que no requiere electricidad ni combustibles fósiles. Aprovecha el movimiento de la ola para la compresión y filtrado del agua, garantizando menores costos monetarios y mediambientales
 -Dispositivo de baja complejidad técnica para el bombeo y filtrado, lo que disminuye los costos de fabricación.

7. Estado de desarrollo de la invención

Describa el estado de desarrollo de la invención, incluyendo estado actual de la investigación:

PRUEBAS DE LABORATORIO	X	ENSAYOS IN VITRO	<input type="checkbox"/>
PROTOTIPO		ENSAYOS IN VIVO	<input type="checkbox"/>
PLANTA PILOTO			

Explicar otro: _____.

8. Uso de materiales de terceros (MTA)

Indicar si para los propósitos de la presente invención se utilizó algún material de terceros (por ejemplo: plásmidos, vectores, reactivos, líneas celulares, compuestos químicos, material vegetal como por ejemplo plántula in vitro, porta-injerto, variedad). Por favor indique la Institución que proporcionó el material y adjunte el documento a través del cual se establecieron las condiciones de uso.

9. Firma del (los) inventor(es)

Mediante la firma de este documento, el(los) inventor(es) declara(n) conocer y aceptar la información entregada en el presente formulario.

Macarena Troncoso Santander

Nombre del Inventor

Firma del Inventor

Fecha

Nombre del Inventor

Firma del Inventor

Fecha

Nombre del Inventor

Firma del Inventor

Fecha

Nombre del Decano

Firma del Decano



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE
VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN - DIRECCIÓN DE TRANSFERENCIA Y
DESARROLLO

ANEXO 2: FORMULARIO DE SOLICITUD DE BÚSQUEDA DE ARTE PREVIO

Responsable de completar: El investigador

1. Título de la invención

Bomba sumergida autónoma undimotriz para sistemas de desalinización y purificación de agua, salada o dulce, por ósmosis inversa.

2. Problema de la técnica que resuelve

Explique cómo la invención puede tener aplicación en la sociedad o el mercado.

La implementación de la invención entrega a comunidades rurales costeras (o comunidades sin acceso a energía) una fuente alternativa de agua dulce no potable. De esta forma se permite un mayor desarrollo regional, independizándolos y permitiendo su autosustento, ya que dejan de depender de sistemas de repartos gubernamentales o de napas subterráneas casi secas.

3. Estado de la técnica

Describa las soluciones existentes para el mismo similar problema de la técnica. En el caso de tener conocimiento de patentes que solucionan parte del problema, identifíquelas.

- Proyecto Atrapanieblas: solución existente frente al problema hídrico en el norte de Chile. Fuente alternativa de recurso hídrico para zonas semiáridas. Consiste en un panel con malla plástica, la cual facilita la condensación de la niebla.
- Sorek: Planta desalinizadora de ósmosis inversa más grande del mundo. Proporciona agua limpia y potable a gran parte de la población, aliviando la escasez de agua. Los mayores costos de estas plantas son en energía, tanto para levantar el agua del mar como para conseguir la presión necesaria para el filtrado.
- Waveroller: solución existente para obtener energía de las olas. Consiste en grandes paletas que se mueven con el vaivén de las olas, ubicadas de forma perpendicular a la dirección de éstas.
- Proyecto CETO: Desarrollado en Australia por la empresa Carnegie Wave Energy. Emplea energía renovable, presente en las olas, y la convierte en dos productos: electricidad y agua desalinizada sin generación de emisiones. Las olas mueven las boyas, que a su vez activan bombas hidráulicas, empujando el agua a presión a tierra por cables. El agua llega a una central, en donde se aprovecha su presión para generar electricidad, a través de turbinas, y para alimentar plantas desalinizadoras.

4. Variaciones de la invención

Indique variaciones y modificaciones que podrían resultar de la invención:

Variaciones en materialidad (diferentes polímeros) y en tamaño.

5. Palabras claves

Indique las palabras claves más representativas para hacer la búsqueda del estado de la técnica:

Desalinización, agua, energía undimotriz, ósmosis inversa.

6. Productos/procesos sustitutos

Describe los productos o procesos que podrían ser sustitutos a la invención.

Generador de agua dulce por evaporación:

Sistema que desaliniza agua de mar en una cámara de vidrio expuesta al sol. Este sistema, al igual que el que se propone no necesita de combustibles fósiles ni energía eléctrica, ya que aprovecha la energía del sol. Sin embargo, la cantidad de agua obtenida es incierta, porque depende de las condiciones climáticas.

Katadyn: Desalinizador de agua manual de emergencia, a través de ósmosis inversa. Consiste en un dispositivo pequeño y compacto unido a una pequeña manguera que toma agua del mar. Cuenta con una manivela que debe girarse manualmente para juntar la presión necesaria para la filtración. La cantidad de agua obtenida con este dispositivo es pequeña, ya que esta diseñado para botes salvavidas de emergencia.

7. Patentabilidad de la invención

a. La presente invención tiene solicitud de patente vigente

SI	NO
	x

Título de la Patente	
Número o Código	
Fecha de presentación	
País donde se solicitó la patente	
Estudio Jurídico	

b. La invención ha sido presentada en algún evento y/o se han publicado documentos

SI	NO
	x

Eventos	
Publicaciones	

En caso afirmativo, o en el caso que se hubiera divulgado o publicado una materia estrechamente relacionada a la presente invención; favor completar en detalle en que se diferencia la presente invención de la materia ya presentada o publicada:

Máximo 1/2 página.

c. Existen planes de presentación futura de la Invención en algún evento y/o de publicación de documentos

SI	NO
	x

Eventos	
Publicaciones	

8. Firma de (los) inventor(es)

Mediante la firma de este documento, el(los) inventor(es) declara(n) conocer y aceptar la información entregada en el presente formulario.

Macarena Troncoso Santander

Nombre del Inventor

Firma del Inventor

Fecha

Nombre del Inventor

Firma del Inventor

Fecha

Nombre del Inventor

Firma del Inventor

Fecha

ENTREVISTAS

ENTREVISTA 1



Alberto: pescador y vendedor de caleta de Maitencillo.

¿De donde sacan el agua acá en Maitencillo?

De pozo. Nosotros aquí, en la población de aquí hay pozos en la orilla del mar y sale dulcesita el agua. Limpiesita.

¿Buena cantidad? ¿O igual necesitan comprar aparte?

Sí, igual se compra. Esque no es suficiente. Por ser un pozo para una casa, casi por ahí anda pilladito con el agua.

¿Y qué hacen? ¿Compran bidones para tomar?

Se compra para tomar uno, agua así purita, los bidones esos de 20 litros. Se compran y se tienen en la casa. La otra agua igual se va a servir para la ducha, el baño, para cocinar. Y la otra agua que se compra es para tomar uno.

¿Se ha notado disminución en la cantidad de agua disponible?

Por ser este año que pasó se bajó un montón. Pero ahora como llovió como que se anduvieron recuperando los pozos un poco.

¿El agua de pozo se puede tomar?

Sí, se puede tomar. Es que usted sabe que la misma gente mete miedo.

¿Y con cuántos litros cuentan al mes o a la semana?

Serán, yo creo... es que aquí, la gente de aquí cuida el agua. La gente de afuera se baña cinco veces en el día, porque están acostumbrados ellos a esa agua. Aquí no, aquí nosotros una ducha rápida nomás, lo más cortita posible y chao pescao. Pero aquí debe ocuparse como sus, no sé... Cuando teníamos un negocio ahí (apunta negocio en borde costero) ocupábamos 10.000 litros de agua a la semana y sale 35.000 pesos la camionada.

¿Viene un camión a rellenar?

Viene un camión, porque aquí, en esta parte de aquí no hay pozo. Y los pozos que hay son salobre... esa es solamente para la ropa y para el baño. Y el pozo que te digo yo que está a la orilla de la playa sale el agua dulcesita. Ese es el que se ocupa.

¿En su casa con cuánta gente vive?

Nosotros 4 o 5.

¿Con cuantas camionadas se abastecen?

Más o menos a la semana nosotros como 2.000 litros de agua gastamos. Nosotros cuidamos el agüita. Hay casas que se arriendan y la gente que llega de Santiago, o de cualquier otro lado, ellos se lavan y se bañan, se van a bañar (al mar) y después se vienen a enjuagar, después en la tarde de nuevo se van a bañar y se vienen a enjuagar.

A nosotros nos interesa el agua potable. Debe salir cara pero... nos interesa el agüita para no estar con los camiones. De repente en pleno verano, imagínese acá un atochamiento, y que se pare un camión al lado ahí deja la embarrá.

¿Cada cuánto tiempo pasan los camiones?

En los negocios todas las semanas. Y para la casa

vienen cuatro veces al mes. Pero dejan como 2.000 litros de agua cada vez. Viene una vez a la semana. Deja 2.000 y al que le tienen buena le dejan un poquito más. La mayoría de la gente está comprando bidones ahora. Sanita el agua sobretodo para los niños ahora.

¿Cuando más falta agua es en el verano entonces?

Sí po, mucha gente.

Ahí ¿Cada cuanto rellena el pozo?

El pozo para una casa son como 20 minutos ahí echando a correr la bomba. En el verano ya son 10 minutos de agua. Se disminuye en 10 minutos de agua más o menos. Baja como a la mitad la cantidad.

El que tiene pozo se bate con el pozo y con el agua que viene de afuera, de la municipalidad que reparte agua con los camiones.

¿Cómo funciona el sistema de pozos?

Aquí se hicieron dueño de los pozos.. una población hizo un pozo y ese pozo abastecía la población. Y eso se perdió porque no vieron acuerdos, perdieron la bomba, las cañerías se rompieron,... asique se perdió el pozo. Pero ahora cada uno tiene su pozo. No creo que ellos tengan problemas porque pasan aquí todo el año así es que cuidan el agua.

ENTREVISTA 2:

Mónica: atiende negocio en la costanera.

¿Cómo es el agua que tienen?

El agua de la llave que sale aquí sale salada. Entonces uno no puede tomar en té o café o cosas así porque se siente ese sabor a salado. Porque no es agua potable.

¿Y esa es de pozo?

Sí. Hay camiones sí, de la municipalidad que hacen repartos de agua a ciertas casas.

¿No a todas?

No, no a todas. Y hay algunas que tienen parece o compran el agua... depende de la casa. Pero las personas que tienen más bajos recursos les reparten el agua.

**Abre la llave y muestra el color del agua de pozo café claro. El agua sale con poca presión, ya que el pozo es compartido con la casa de arriba y ellos tienen la bomba de agua mala.*

ENTREVISTA 3:

Doris: cocinera restaurant en borde costero.
Vive en zapallar.

¿Cómo se abastecen de agua?

En mi casa, por ejemplo, no tengo problema porque tengo agua potable. Y eso es por ESVAL de Zapallar y la municipalidad de Zapallar. La municipalidad de Zapallar tiene agua potable y ahora están con el asunto del alcantarillado.

¿Y acá, en Maitencillo, ninguno de los dos?

Nada, nada. Aquí el monopolio, por ejemplo en Marbella, tienen su agua particular por ESVAL, pero porque es Marbella po. Es otra cosa. Y todo eso va clorificado y otro cuento. Pero lo tiene ése sector. Lo que son las casas particulares acá todos funcionan con pozo. Yo me imagino que la gente no se arriesga, como yo lo hago. Compró bidones. Aquí el cuento es muy fácil: la gente que no compra agua tiene que tener un clorificador.

ENTREVISTA 4:

Angélica: vende artesanía en feria de la caleta.

¿Cómo se abastece de agua en su casa?

Con agua de pozo y con los camiones que traen agua. Llenan la cisterna esos, que son de la municipalidad.

¿Cuántos litros son más o menos esos?

No,... no sé.

¿Y cuántas veces a la semana o al mes pasan los camiones?

Es depende del gasto. En verano se ocupa más, más que en invierno. Pero acá el agua se compra. Acá de repente depende de la situación de las familias, la municipalidad da agua. Pero en casos extremos ya.

¿Qué uso le dan al agua de pozo?

La mayoría de las aguas son salobre, entonces es más que nada para jardín, baño,... pero comida no. Para comida se compran bidones.

¿Cuántos bidones compra a la semana o al mes?

De los bidones grandes, esos que son como automáticos, esos se compran cada tres semanas, porque se ocupa solamente para la comida. Es dependiendo de la cantidad de gente en cada casa.

¿Con cuánta gente vive usted?

Nosotros somos tres, asique nos dura hartito. Sólo para la comida.

¿El agua de pozo no la usan hervida?

No, porque es salobre entonces no se cuecen bien las verduras, las legumbre tampoco, las carnes no se ablandan, la leche se corta...

Usted me dice que en el verano la sequía es mayor,

¿Suben los precios?

Sí, los precios suben un poco.

¿Cuánto sale la camionada de agua?

Uno por lo general compra el estanque que sale como entre 10, 15 mil pesos, dependiendo de la cantidad de agua,... dependiendo del estanque.

¿Cuál es la razón de sequía en el verano?

La cantidad de gente. Los pozos bajan, bajan hartito por la cantidad de agua que se consume. Por más que nada por riego.

ENTREVISTA 5:



Matías: profesor escuela de surf.

¿Hace cuánto tiempo vives en Maitencillo?

Desde el 2006.

¿Cómo te abasteces de agua?

No hay agua potable.

La verdad es que históricamente acá, o hace 20 años, todas las casas tenían pozo, entonces como que no había esa gran necesidad que hay ahora de que haya alcantarillado y agua potable... y vivíamos felices. Hasta que, bueno, dentro de todo también, la sequía ha influido. Y lo que ha influido más fuerte es que todas las napas las están secando arriba. Marbella,... todos los

proyectos que están sobre... (apunta desde la playa los proyectos inmobiliarios).

Marbella igual tiene agua potable, pero hay muchos condominios, muchos muchos, que no tienen agua potable. Y también da harta pena que, claro, una inmobiliaria con mucho dinero se ponga de acuerdo con la empresa de agua y llegue el agua potable a Marbella, o sea, hace 15 años, y nosotros estamos esperando hace 100 años esa cuestión.

¿Cómo se abastecen ahora acá en Maitencillo?

Hay gente que todavía tiene la suerte que su pozo tiene agua, pero en general se les seca todos los veranos. O sea, durante el año no tienen problemas, porque la sacan del pozo, y durante el verano se les seca y tienen que comprar agua. El camión de agua para llenar el pozo.

¿Y para tomar?

No... no sé. Yo compro, yo tomo la que viene en el camión. Los camiones son un negocio,... reparten a casas particulares. Cuesta 35 mil pesos los 10 mil litros. Es lo que se llama la cisterna, llamar a la cisterna, el camión con la cisterna atrás.

¿Cuánta agua necesitas tú en una semana o en un mes? Ese cálculo tiene que hacerlo un ingeniero...

Pero ¿Cuántas veces a la semana o al mes pides el camión?

Es una pregunta muy subjetiva porque depende cuánta gente ocupe esa agua en una casa. Lo que estoy diciendo es que son 10 metros cúbicos y cuestan 35 mil pesos,... y en general en una casa de veraneo, con 5 o 6 personas, hay que pedirlo una vez cada diez días.

ENTREVISTA 6:



Cecilia: dueña de dos cabañas ubicadas lejos del mar.

¿Cómo se abastece de agua usted?

Bueno, a través del pozo. El agua la cloramos. De todas maneras esta agua solamente, no es para beber, si no que es para ducharse,... y las personas que tienen muy delicado el pelo se duchan con bidones de agua dulce. Y vendemos bidones a las cabañas para beber.

¿Qué capacidad tiene el pozo? ¿Con cuánta agua cuentas?

Eso no le podría decir la capacidad porque, en realidad, los metros cúbicos que tiene no... no lo sé.

¿Lo tienen que rellenar cada cierto tiempo?

Bueno, se le hace una mantención. Tiene un motor, tiene una copa,...

¿Y cuántos bidones de agua gastan para beber a la semana o al mes?

Depende de la gente que haya. En este tiempo (principios de noviembre) no hay mucha gente. En el verano son 200 o 300 bidones para las dos cabañas.

¿Y los bidones de cuántos litros son?

Vienen de 5 litros.

¿Qué actividades alcanza a realizar con el agua que tiene acá en el pozo?

Solamente,... No hay riego. Solamente la ducha y el lavado de... el aseo en general. Acá no se lava ropa, solamente limpieza de cabañas.

¿Podría ver el pozo?

Sí, está inscrito. Hay que inscribirlos, hay que ir a El Mercurio a poner notificación, pagar una persona que entienda en pozos. Ellos vienen a medir la profundidad, toman muestras del agua que produce el pozo porque es agua subterránea natural.

Acá en este sector las napas son saladas. No son dulces. Las de arriba del cerro son dulce. Entre más altura más dulce. Pero acá son las napas que están muy cerca de la playa.

¿Hace cuánto tiempo que cuenta con el pozo?

Ocho años. Pero esto (cabañas) tiene mucho más po. Nosotros lo compramos a los antiguos dueños.

¿Y antes cómo funcionaba? ¿Con camiones?

No, con pozo.

¿Se le ha secado alguna vez el pozo?

No. Por eso hay que hacerle una mantención cada cierto tiempo para ver cuánta agua hay disponible para usar. Nosotros acá tenemos varias,... que vienen a limpiarlo. Cada 6 meses vienen a limpiar los pozos que hay de los baños. Vienen los camiones a limpiar y se rellenan con piedras, se les pone unas sales alcalinas,... todo eso. Pero están lejos, los drenajes están lejos.

Aquí ¿la mayoría de la gente cuenta con su propio pozo?

Sí, sí.

