



**FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA EN MEDIOAMBIENTE  
MAGÍSTER EN GESTIÓN AMBIENTAL**

---

**ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DE IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA  
DESALADORA DE ALTA MAR, PARA LA COMUNA DE VALPARAÍSO  
“BUQUE TANQUE”**

**TRABAJO FINAL PARA OPTAR AL GRADO DE MAGÍSTER EN GESTIÓN  
AMBIENTAL**

**AUTOR: RENZO ARANCIBIA GNECCO  
PROFESOR GUÍA: JOAO CERQUEIRA PINTO**

---

**Valparaíso, agosto 2023**

## RESUMEN

El agua es el recurso natural más importante de toda forma de vida. Además, se considerado como renovable porque retorna a través de las lluvias, liberada desde las nubes en forma de lluvia, aguanieve, nieve o granizo. Si bien se encuentra de forma abundante en la tierra, solo el 1% corresponde a agua dulce disponible. Por otro lado, la acción antropogénica de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) han generado un cambio en el ciclo pluvial mundial. En particular, la comuna de Valparaíso se ha visto afectada en los últimos 15 años por una sequía a consecuencia del cambio climático, en especial la disminución de lluvias en época invernal. Por otra parte, la falta de obtención del recurso hídrico y su escasez deriva en la creación y presentación de una solución para implementar una planta de Osmosis Inversa en alta mar, sostenible en temas de energías y funcionamiento, con el fin de garantizar el consumo de agua dulce en la comuna de Valparaíso, que según estimaciones el consumo asciende a 32000m<sup>3</sup>/día, de acuerdo con datos entregados por las entidades del Gobierno de Chile.

Del análisis realizado, se puede observar que la implementación de la planta de osmosis inversa en alto mar presenta un alto costo inicial y de mantención del Buque Tanque. No obstante, este proyecto ofrece una evaluación económica competitiva, dado que el valor del metro cúbico de agua producida alcanza a 4,6 USD, a diferencia de los valores de la producción de agua desalada en tierra, cuyos valores llegan 1,5 USD el metro cúbico.

El desarrollo de este proyecto puede traer beneficios medioambientales, como lo es el hecho de no requerir la instalación de una infraestructura de captación y devolución de la salmonera en una zona costera que, poniéndose en valor económico, podría hacer reducir el valor de producción del agua desalada en alta mar al nivel de la producida en una planta en tierra.

# ÍNDICE

|                                                                                                        |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1 INTRODUCCIÓN.....</b>                                                                             | <b>1</b>  |
| 1.1 DISPONIBILIDAD DE AGUA DULCE.....                                                                  | 1         |
| 1.2 DESALACIÓN DE AGUA DE MAR .....                                                                    | 4         |
| 1.3 PLANTAS DE OSMOSIS INVERSA .....                                                                   | 5         |
| <b>2 PROBLEMA.....</b>                                                                                 | <b>11</b> |
| <b>3 OBJETIVOS .....</b>                                                                               | <b>12</b> |
| 3.1 OBJETIVO GENERAL.....                                                                              | 12        |
| 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....                                                                        | 12        |
| <b>4 METODOLOGÍA .....</b>                                                                             | <b>13</b> |
| 4.1 DEMANDA DE AGUA POTABLE .....                                                                      | 13        |
| 4.2 DISEÑO CONCEPTUAL DE UNA PLANTA DE OSMOSIS INVERSA .....                                           | 14        |
| 4.3 ENERGÍAS RENOVABLES APLICABLES .....                                                               | 15        |
| 4.4 PREFACTIBILIDAD ECONÓMICA DE PRODUCCIÓN DE AGUA DULCE .....                                        | 16        |
| <b>5 RESULTADOS.....</b>                                                                               | <b>17</b> |
| 5.1 ESTIMACIÓN DE AGUA DULCE PARA LA COMUNA DE VALPARAÍSO .....                                        | 17        |
| 5.1.1 <i>Densidad de Habitantes de Comuna Valparaíso</i> .....                                         | 17        |
| 5.1.2 <i>Consumo de Agua Potable de la Comuna de Valparaíso</i> .....                                  | 17        |
| 5.2 DISEÑO CONCEPTUAL DE UNA PLANTA DE OSMOSIS INVERSA EN ALTA MAR, PARA LA COMUNA DE VALPARAÍSO ..... | 23        |
| 5.2.1 <i>Selección de Buque Tanque</i> .....                                                           | 23        |
| 5.2.2 <i>Estabilidad del Buque Tanque</i> .....                                                        | 26        |
| 5.2.3 <i>Plantas de Osmosis Inversa Utilizadas</i> .....                                               | 28        |
| 5.2.4 <i>Descarga de Agua Dulce por Monoboya</i> .....                                                 | 37        |
| 5.2.5 <i>Marco Legal Aplicable al Proyecto</i> .....                                                   | 40        |
| 5.2.5.1 <i>Legislación Marítima</i> .....                                                              | 40        |
| 5.2.5.2 <i>Legislación Ambiental</i> .....                                                             | 45        |
| 5.3 ANÁLISIS DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES APLICABLES .....                                               | 46        |

|                                                                                                                   |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 5.3.1 Combustible Sintético.....                                                                                  | 46         |
| 5.3.2 Tipos de Combustibles Sintéticos .....                                                                      | 47         |
| 5.3.3 Requerimiento Energético de una Planta de Osmosis Inversa .....                                             | 49         |
| 5.3.4 Coordenadas de Operación .....                                                                              | 49         |
| 5.3.5 Paneles Fotovoltaicos.....                                                                                  | 50         |
| 5.3.5.1 Tipos de Paneles Fotovoltaicos .....                                                                      | 51         |
| 5.3.5.2 Otros Componentes de los Paneles Fotovoltaicos .....                                                      | 52         |
| 5.3.5.3 Características Técnicas.....                                                                             | 53         |
| 5.3.5.4 Mapa de Sol.....                                                                                          | 55         |
| 5.3.5.5 Funcionamiento de Plantas de Osmosis con Paneles Solares .....                                            | 57         |
| 5.3.6 Aerogeneradores.....                                                                                        | 60         |
| 5.3.6.1 Tipos de Aerogeneradores .....                                                                            | 60         |
| 5.3.6.2 Características Técnicas.....                                                                             | 61         |
| 5.3.6.3 Mapa de Viento .....                                                                                      | 64         |
| 5.3.6.4 Funcionamiento de Plantas de Osmosis Inversa con Aerogeneradores y Respaldo de Baterías.....              | 66         |
| 5.3.6.5 Baterías de Respaldo .....                                                                                | 69         |
| 5.3.6.6 Funcionamiento de Plantas de Osmosis Inversa con Aerogeneradores verticales y Combustible Sintético ..... | 71         |
| 5.3.6.7 Inversores Eléctricos.....                                                                                | 72         |
| 5.4 PROPUESTA DE DESPLAZAMIENTO DEL BUQUE TANQUE .....                                                            | 74         |
| 5.5 ANÁLISIS DE PREFACTIBILIDAD ECONÓMICA PARA LA PRODUCCIÓN DE AGUA DULCE .....                                  | 76         |
| 5.5.1 Costo Capital de Inversión.....                                                                             | 76         |
| 5.5.2 Costos de Operación .....                                                                                   | 78         |
| 5.5.2.1 Recursos Humanos .....                                                                                    | 78         |
| 5.5.2.2 Combustibles Sintéticos y Lubricantes .....                                                               | 80         |
| 5.5.2.3 Costos Materias Primas de Operación .....                                                                 | 81         |
| 5.5.2.4 Costos de Mantenimiento.....                                                                              | 82         |
| 5.5.2.5 Costos de Seguros Asociados a la Operación .....                                                          | 83         |
| 5.5.2.6 Costos Variables y Fijos .....                                                                            | 84         |
| 5.5.2.7 Tasas y Reajustes .....                                                                                   | 85         |
| 5.5.3 Flujo de Caja del Proyecto.....                                                                             | 88         |
| <b>6 DISCUSIÓN .....</b>                                                                                          | <b>93</b>  |
| <b>7 CONCLUSIONES.....</b>                                                                                        | <b>100</b> |

|                                                                                                |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>8 BIBLIOGRAFÍA .....</b>                                                                    | <b>102</b> |
| <b>9 ANEXOS .....</b>                                                                          | <b>107</b> |
| ANEXO 1: DECLARACIÓN DE ESCASEZ HÍDRICA .....                                                  | 107        |
| ANEXO 2: CÁLCULO PARA ESTIMAR EL REQUERIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNA DE VALPARAÍSO..... | 109        |
| ANEXO 3: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE BUQUE TANQUE .....                                       | 110        |
| ANEXO 4: FICHA TÉCNICA DE PLANTA DE OSMOSIS INVERSA .....                                      | 114        |
| ANEXO 5: FICHA TÉCNICA DE CONVERSOR ELÉCTRICO TRIFÁSICO .....                                  | 122        |
| ANEXO 6: FICHA TÉCNICA DE AEROGENERADORES VERTICALES.....                                      | 126        |
| ANEXO 7: RESOLUCIÓN DE DEPRECIACIÓN DE SII .....                                               | 127        |
| ANEXO 8: VALOR INTERNACIONAL DE ACEITES LUBRICANTES.....                                       | 144        |
| ANEXO 9: VALOR INTERNACIONAL COMBUSTIBLE IFO 380 AL 23.09.22.....                              | 145        |
| ANEXO 10: VALOR DE DÓLAR OBSERVADO NOVIEMBRE 2022.....                                         | 146        |
| ANEXO 11: VALOR DE BATERÍA DE RESPALDO DE 200AH GEL LÍTIO.....                                 | 147        |
| ANEXO 12: VALOR DE AEROGENERADOR VERTICAL S-V 6000 .....                                       | 148        |
| ANEXO 13: VALOR DE AGUA DESALADA EN LATINOAMÉRICA .....                                        | 149        |
| ANEXO 14: VALOR DE TONELADA DE CHATARRA NAVAL EN MERCADO INDIO .....                           | 150        |
| ANEXO 15: VALOR DE PANELES SOLARES MONOCRISTALINOS .....                                       | 151        |
| ANEXO 16: VALOR DE PLANTA DE OSMOSIS INVERSA (RO) .....                                        | 152        |
| ANEXO 17: VALOR DE INVERSOR DE CORRIENTE TRIFÁSICO.....                                        | 153        |
| ANEXO 18: IMPUESTO A LA RENTA EMPRESAS DE PRIMERA CATEGORÍA.....                               | 154        |
| ANEXO 19: ÍNDICE DE PRECIOS AL CONSUMIDOR .....                                                | 155        |
| ANEXO 20: TASA DE GANANCIAS SOBRE EL CAPITAL EMPRESAS SANITARIAS.....                          | 156        |
| ANEXO 21: TARIFAS DE AGUA POTABLE AÑO 2002 Y 2022 .....                                        | 157        |
| ANEXO 22: VALOR DEL COSTO DE PRODUCCIÓN DE AGUA DE UNA PLANTA DESALADORA.....                  | 158        |
| ANEXO 23: VALOR ACTUALIZADO DE CONSTRUCCIÓN DE PLANTAS QUÍMICAS.....                           | 159        |
| ANEXO 24: TABLA COMPARATIVA DEL VALOR FINAL DEL AGUA POR METRO CÚBICO.....                     | 160        |
| ANEXO 25: PROPUESTA DE CAMBIO DE RUTA DE BUQUE TANQUE SECTOR NORTE DEL PAÍS .....              | 161        |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1: Consumo anual de agua potable en el País a diciembre 2022.....                                                 | 2  |
| Figura 2: Registro de precipitaciones en Lago Peñuelas. ....                                                             | 3  |
| Figura 3: Primera planta desaladora en Chile 1872. ....                                                                  | 4  |
| Figura 4: Plantas desaladoras alrededor de las costas de España por el Mediterráneo. ....                                | 6  |
| Figura 5: Proceso de una planta desaladora. <a href="https://aedyr.com/">https://aedyr.com/</a> .....                    | 8  |
| Figura 6: Salmuera entrando al mediterráneo a 300 metros de la costa de Israel.....                                      | 10 |
| Figura 7: Comunas con menor consumo de agua residencial a diciembre 2022.....                                            | 20 |
| Figura 8: Consumo residencial de diciembre 2022, destacándose en verde el valor asociado a la comuna de Valparaíso. .... | 21 |
| Figura 9: Consumo mínimo de agua potable por habitante, OMS. ....                                                        | 21 |
| Figura 10: Foto Buque Tanque Santa Cruz de Tenerife España. ....                                                         | 24 |
| Figura 11: Distribución de los estanques. ....                                                                           | 26 |
| Figura 12: Posiciones de estabilidad de un Buque Tanque. (Pérez et al., 2020).....                                       | 27 |
| Figura 13: Angulo de Buque escorado.....                                                                                 | 28 |
| Figura 14: Centro de carga Buque Tanque (Pérez et al., 2020).....                                                        | 29 |
| Figura 15: Planta de Osmosis Inversa portátil.....                                                                       | 30 |
| Figura 16: Rack de filtros de Osmosis Inversa en contenedor de 40pies.....                                               | 31 |
| Figura 17: Interior de planta de Osmosis Inversa en contenedor de 40pies. ....                                           | 32 |
| Figura 18: Dispositivo de recuperación de Energía (Talavera, 2017).....                                                  | 32 |
| Figura 19: Entrada de agua de mar al recuperador (Talavera, 2017). ....                                                  | 34 |
| Figura 20: Agua salada dentro del recuperador (Talavera, 2017).....                                                      | 34 |
| Figura 21: Salmuera de rechazo desplazando agua de mar (Talavera, 2017).....                                             | 35 |
| Figura 22: Salmuera de rechazo a alta presión (Talavera, 2017). ....                                                     | 35 |
| Figura 23: Diagrama de planta de Osmosis Inversa con recuperación de energía. ....                                       | 36 |
| Figura 24 : Instalación de Monoboya para la descarga del agua dulce (Azul-Rojo).....                                     | 38 |

|                                                                                                                                                |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 25: Lugar de trabajo de Buque Tanque (verde), y lugar de descarga (Azul-Rojo).....                                                      | 38 |
| Figura 26: Monoboja conectada a Buque Tanque (Almazán et al.,2000). .....                                                                      | 39 |
| Figura 27: Distancia de conexión de Monoboja y Buque Tanque (Almazán et al.,2000)....                                                          | 39 |
| Figura 28: Reacción de producción de combustibles sintético (Calo, 2021).....                                                                  | 47 |
| Figura 29: Proceso MTG de Mobil™ para producción de gasolina (Calo, 2021). .....                                                               | 48 |
| Figura 30: Componentes de un Panel Fotovoltaicos (Romero, 2019). .....                                                                         | 51 |
| Figura 31: Esquema celular de panel fotovoltaico y principales componentes (Romero, 2019).<br>.....                                            | 53 |
| Figura 32: Panel monocristalino área útil 2,15m <sup>2</sup> , Newpowa 450W.....                                                               | 54 |
| Figura 33: Radiación Solar promedio diaria y anual.....                                                                                        | 55 |
| Figura 34: Variación de la Radiación Solar, según el mes del año. ....                                                                         | 56 |
| Figura 35: Grafico de generación fotovoltaica anual y mensual por panel de 450W instalados.<br>.....                                           | 57 |
| Figura 36: Buque Tanque con disposición de paneles solares. ....                                                                               | 58 |
| Figura 37: Cobertura de la potencia requerida por RO que es entregada por la energía<br>producida por paneles solares en el mes indicado. .... | 59 |
| Figura 38: Rotor de aerogenerador Savonius de eje vertical (Nuñez,2004). ....                                                                  | 61 |
| Figura 39: Aerogenerador Darrieus de eje vertical (Nuñez, 2004). ....                                                                          | 62 |
| Figura 40: Aerogenerador vertical de dos hojas. ....                                                                                           | 63 |
| Figura 41: Disposición mínima de 1,0 metro, entre Aerogeneradores verticales. ....                                                             | 64 |
| Figura 42: Variación de la velocidad del viento en el año (m/s). ....                                                                          | 65 |
| Figura 43: Variación diaria de viento durante un año.....                                                                                      | 66 |
| Figura 44: Curva de potencia (W) velocidad del viento (m/s), por el fabricante .....                                                           | 68 |
| Figura 45: Buque Tanque con aerogeneradores verticales.....                                                                                    | 68 |
| Figura 46: Batería de gel litio de 200Ah. ....                                                                                                 | 70 |
| Figura 47: Gráfico de profundidad de descarga de una batería de gel litio Solar.....                                                           | 71 |
| Figura 48: Estanques de color amarillo para el almacenamiento de baterías. ....                                                                | 74 |

Figura 49: Régimen de Carga y Descarga de Buques Tanques, donde las celdas azules corresponde al periodo de producción de agua, las celdas de color verde al periodo de traslado hacia y desde el puerto a alta mar y, finalmente, las celdas rosadas y naranjas al periodo de descarga de agua en monoboya-puerto. Cada periodo enumerado de 1 a 34 corresponde al valor de 0,25 días. .... 77

Figura 50: Régimen de Carga y Descarga de Buques Tanques, donde las celdas azules corresponde al periodo de producción de agua, las celdas de color verde al periodo de traslado hacia y desde el puerto a alta mar y, finalmente, las celdas rosadas y naranjas al periodo de descarga de agua en monoboya-puerto. Cada periodo enumerado de 35 a 66 corresponde al valor de 0,25 días. .... 77

## ÍNDICE DE TABLAS

|                                                                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1: Sectorización urbana comuna Valparaíso. ....                                                                          | 18 |
| Tabla 2 :Proyección de habitantes al 2021.....                                                                                 | 19 |
| Tabla 3: Detalle consumo de agua potable clientes comuna Valparaíso a diciembre 2022.19                                        |    |
| Tabla 4: Ficha Técnica Buque Tanque. ....                                                                                      | 24 |
| Tabla 5: Capacidad de los estanques presentes en el buque seleccionado.....                                                    | 25 |
| Tabla 6: Ventajas del sistema de recuperación de Energía (adaptada de Talavera,2017). .                                        | 33 |
| Tabla 7: Características Técnica de una Planta de Osmosis Inversa (RO). ....                                                   | 50 |
| Tabla 8: Datos Panel Eléctrico en condiciones óptimas (adaptado de risenenergy.com) ...                                        | 54 |
| Tabla 9: Datos Técnicos Aerogenerador en condiciones óptimas. ....                                                             | 62 |
| Tabla 10: Datos Técnicos Aerogenerador en condiciones óptimas. ....                                                            | 63 |
| Tabla 11: Características técnicas de una batería de gel litio. ....                                                           | 70 |
| Tabla 12: Nivel de carga en %, para una batería de gel litio de 48V. ....                                                      | 71 |
| Tabla 13: Características Técnicas de un Inversor de 380V. ....                                                                | 73 |
| Tabla 14: Tabla de Capital de Inversión.....                                                                                   | 79 |
| Tabla 15: Tabla de sueldos de la tripulación de un buque. ....                                                                 | 79 |
| Tabla 16: Tabla de Personal y Turnos.....                                                                                      | 80 |
| Tabla 17: Tabla de las Materias Primas requeridas para la operación del Buque Tanque y respectivos costos de adquisición. .... | 82 |
| Tabla 18: Tabla de Costos Anuales de Operación de Buque Tanque. ....                                                           | 83 |
| Tabla 19: Tabla de Costos Variables. ....                                                                                      | 86 |
| Tabla 20: Tabla de Costos Fijos.....                                                                                           | 86 |
| Tabla 21: Tabla de Costos de Mantenimiento. ....                                                                               | 86 |
| Tabla 22: Tabla de Costos sin Depreciación. ....                                                                               | 87 |
| Tabla 23: Costos Reajustados por Inflación Anual. ....                                                                         | 87 |
| Tabla 24: Tabla de Costos de Capital y Tiempo de vida útil. ....                                                               | 89 |

|                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 25: Tabla de Rentabilidad desde el año -1 al 9.....    | 90 |
| Tabla 26: Tabla de Rentabilidad desde el año 10 al 20.....   | 91 |
| Tabla 27: Tabla de obtención de Valor Actual Neto (VAN)..... | 92 |

# 1 INTRODUCCIÓN

## 1.1 Disponibilidad de Agua Dulce

Desde que los seres vivos habitan en la tierra, el agua ha sido lo más importante para su supervivencia. Sin este líquido, es imposible la vida tal como se conoce. El agua no solo es un recurso vital e indispensable para todas las formas de vida, siendo también fundamental para el desarrollo productivo de un país. El agua se encuentra en nuestro planeta cubriendo cerca del 71% de su superficie y, si bien es un recurso abundante, solo el 1% (en volumen) corresponde a agua dulce disponible (Shiklomanov, 1993).

Como se puede apreciar en la Figura 1, existe una oscilación en el gasto de agua potable a nivel país, dado que en los meses estivales se concentra el aumento en el consumo de agua potable y en los meses de invierno se refleja un descenso, considerando que en esos meses se concentran las lluvias y las bajas temperaturas, las cuales ayudan a la disminución de consumo de agua potable (Santibáñez, 2020).

Este fenómeno ha generado una presión sobre los recursos hídricos y Chile no está ajeno. Se agudiza por el aumento de la demanda y cada vez se refleja una disminución sustancial de agua potable disponible. La preocupación por un escenario de mayor escasez de agua ha estado presente durante mucho tiempo en la discusión a nivel país, lo que ha llevado a las autoridades regionales y del gobierno central a dictar medidas y estrategias diversas. (SISS. Superintendencia de Servicios Sanitarios, 2022).

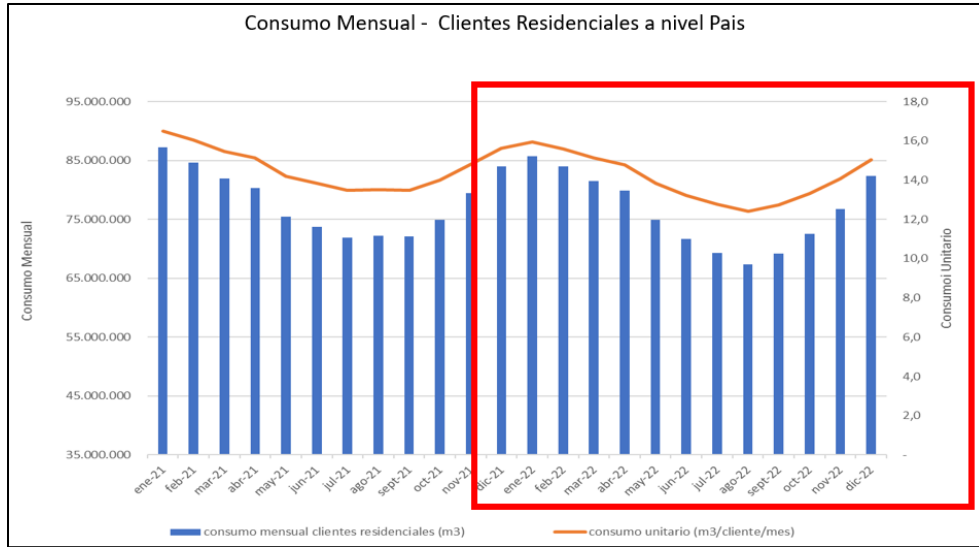


Figura 1: Consumo anual de agua potable en el País a diciembre 2022.<sup>1</sup>

Es importante señalar que Chile está viviendo un largo período de escasez hídrica, observándose una falta de lluvias en la región de Valparaíso, así como, una falta de proyectos para garantizar y mantener el servicio de agua potable para el consumo humano en la región de Valparaíso. Por otra parte, durante el verano del 2020-2021, se dictaron 10 decretos de escasez hídrica, involucrando a 7 provincias de la región de Valparaíso, destacando que la disminución hídrica ha afectado a más de 1 millón de habitantes en la región, de forma directa e indirecta. Así mismo, las estadísticas de la Dirección General de Agua (DGA) indican un aumento en la emisión de decretos año a año, con el último mandato a ser emitido en marzo de 2022, para la región de Valparaíso, provincia del Marga (Decreto MOP N ° 18 del 24 marzo del 2022).

<sup>1</sup> [www.siss.gob.cl/586/w3-propertyvalue-7248.html](http://www.siss.gob.cl/586/w3-propertyvalue-7248.html)

Se debe considerar que el calentamiento atmosférico actual es inevitable, el cual está siendo producido por las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), pasadas y actuales. Durante los últimos 150 años de industrialización se ha modificado el clima y continuará modificándose al menos en las próximas décadas. Aún que, si se redujeran las emisiones de gases de efecto invernadero y se estabilizara su concentración en la atmósfera, el cambio se mantendría (IPCC, 2012).

En los últimos años, las temperaturas en la zona central del país, han sido particularmente cálidas, especialmente en el periodo de otoño, esto ha repercutido en las precipitaciones y se ha manifestado en el déficit de lluvias que viene sucediendo en la última década en Chile central. Como se observa en la figura 2, desde el 2006 en adelante se muestran las anomalías y por consecuencia el déficit de precipitaciones. (DGA, 2020)

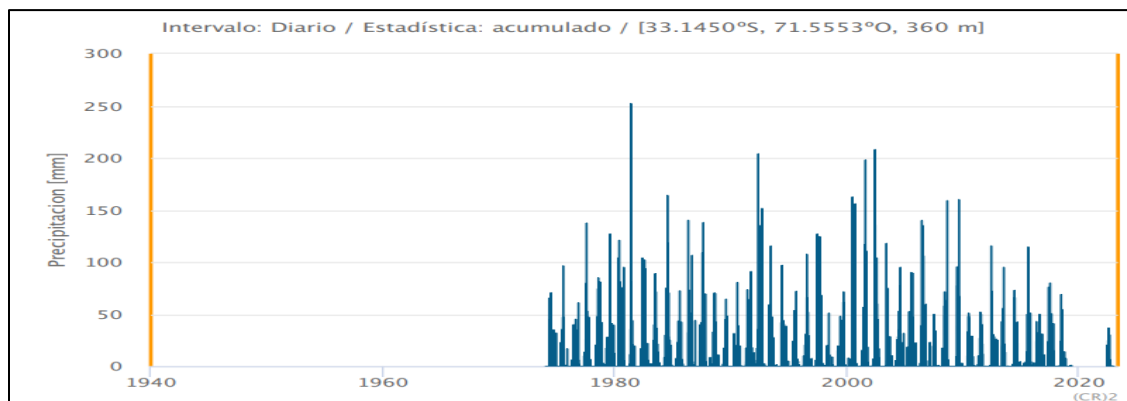


Figura 2: Registro de precipitaciones en Lago Peñuelas.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> (<http://explorador.cr2.cl/>)

## 1.2 Desalación de Agua de Mar

Una alternativa a la escasez hídrica es la desalación de agua de mar, esta tecnología se ha desarrollado alrededor de las costas del mundo, expandiéndose y generando un crecimiento a nivel industrial, con el objetivo de entregar agua para consumo humano. Chile es uno de los países pioneros en la desalación del agua dulce para el consumo humano, siendo en 1872 en la región de Antofagasta, en el pueblo de Las Salinas, donde se instaló la primera planta desaladora, como se puede apreciar en la Figura 3 (Pulido *et al.*, 2019). La tecnología aplicada fue la térmica, la cual corresponde a uno de los procesos pioneros en Chile, utilizados en la desalación de agua de mar hasta la década de los 80, la cual consistía en imitar el ciclo natural del agua: ebullición, evaporación y condensación (Santibáñez, 2020).

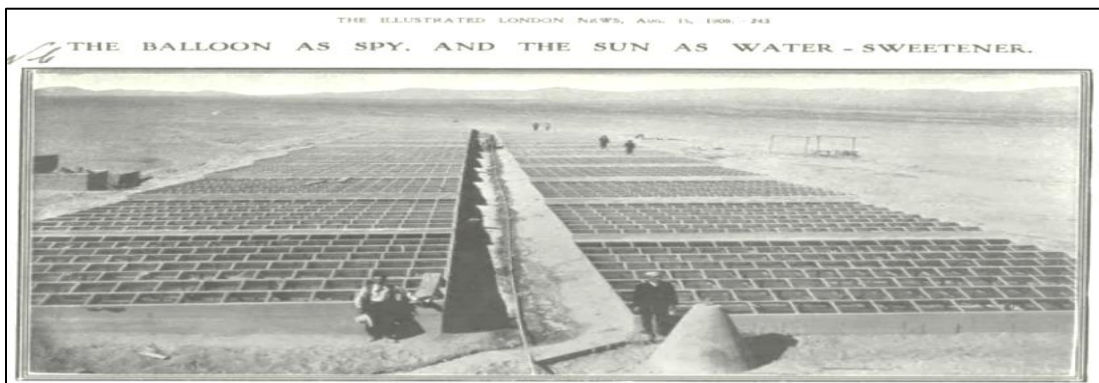


Figura 3: Primera planta desaladora en Chile 1872.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> [www.desalar.cl/chile.html#content15-2a](http://www.desalar.cl/chile.html#content15-2a)

Dado el efecto provocado por el Cambio Climático, en el mundo y en Chile, se ha hecho imperioso contar con plantas desaladoras de agua de mar que abastezcan de agua dulce para el consumo humano de forma prioritaria.

### **1.3 Plantas de Osmosis Inversa**

La tecnología de filtro de membrana llamado proceso de Osmosis Inversa (RO), corresponde a un flujo de agua salada bajo presión que atraviesa una membrana de micro – celulosa, creando una diferencia de presión osmótica (150 atmósferas o 150 bar) siendo el resultado el agua dulce y una corriente de descarte concentrada en sal denominada de salmuera de rechazo (Santibáñez, 2020).

Por otra parte, los distintos avances tecnológicos para tratar y desalar el agua de mar han aumentado y generado un desarrollo en los procesos implicados, mejorando el diseño de equipos que permiten separar la sal del agua de mar y entregar agua dulce para el consumo humano, previa potabilización. En el mundo se cuenta con varias plantas desaladoras en operación a orillas de costa, por una cantidad alrededor de 22.000 plantas, distribuidas en 150 países y una producción de 100 millones de metros cúbicos y se espera que se duplique su cantidad en los años venideros (Santibáñez, 2020).

El país pionero en ocupar esta tecnología es Israel que, si bien cuenta con un 93% de tierras secas y sufre de escasez de agua, ha aumentado su producción de agua a partir de plantas de osmosis inversa, incorporando tecnología de distribución del agua y fomentado el riego tecnificado en la agricultura (riego por goteo), logrando aumentar su capacidad de cultivos (Sola *et al.*, 2020).

También se destaca a España, que cuenta actualmente con varias plantas desaladoras, como en las Islas Canarias (desde 1960), Málaga y Andalucía. La instalación de varias plantas desaladoras tuvo como fin abastecer con recurso hídrico el consumo humano a partir de las costas del mediterráneo, como se logra evidenciar en la Figura 4, aumentando su capacidad de obtención de agua dulce de 20 000m<sup>3</sup>/día a 125 000m<sup>3</sup>/día al 2015 (Pulido *et al.*, 2019).



Figura 4: Plantas desaladoras alrededor de las costas de España por el Mediterráneo.<sup>4</sup>

En Chile existen 67 plantas desaladoras de agua de mar, funcionando en varios lugares del norte y centro del país. Las plantas de osmosis inversa producen agua dulce para distintas necesidades, como el consumo humano, saneamiento, minería, industria y agricultura. Las plantas desaladoras se han instalado sin grandes debates, aludiendo la escasez hídrica (Skewes, 2017).

<sup>4</sup> Asociación Española Desalación y Reutilización. <https://aedyr.com/>

Las plantas desaladoras han demostrado ser una prometedora alternativa, sin embargo, no han estado exentas de cuestionamientos y oposición por la población en general, dado que tienen un efecto directo sobre la biodiversidad marina, producto de la salmuera de rechazo y su alta concentración salina.

La mayor parte de los proyectos de plantas desaladoras en Chile entran al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), a través de otros proyectos como complemento de este, pero ninguno ha entrado de forma directa. Como ya ha sido expuesto anteriormente, la creciente instalación de plantas desalinizadoras de agua de mar en el país y la inexistente regulación específica que aplique a esta actividad, ha sido planteada como problemática en más de una oportunidad (Skewes, 2017).

El vertimiento de la salmuera de rechazo en las bahías no queda indiferente en las costas de Chile. El consiguiente daño al ecosistema marino (ver Figura 5), posee un carácter de irrecuperable (García, 2016). Por otra parte, existen ejemplos de efectos por alta concentración de salmuera, como en el Golfo de Omán, donde las recientes y modernas operaciones de su planta desalinizadora hizo que los arrecifes de corales comenzaran a dañarse y morir. Esto sucedió desde los 10 metros de la descarga de salmuera y se extendió a cientos de metros, reflejando lo sensible que son las especies marina y, en este caso, los corales a los cambios de salinidad (Bleninger *et al.*, 2010).

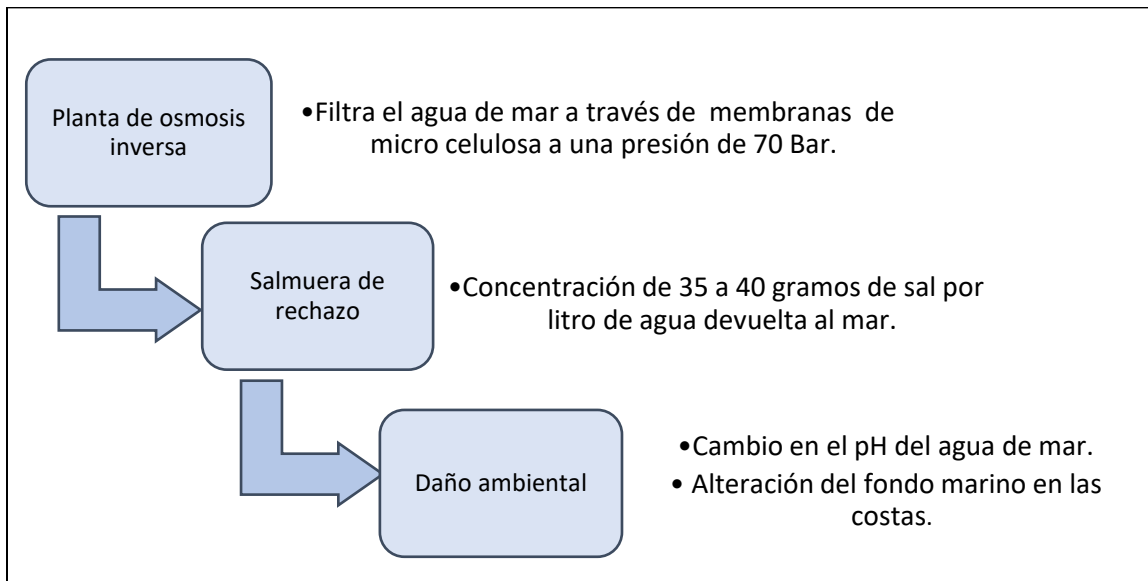


Figura 5: Proceso de una planta desaladora. <https://aedyr.com/>

Las plantas desaladoras de osmosis inversa (RO) registran un requerimiento energético de 2,5 – 4kWh/m<sup>3</sup>, valor superior con respecto a los procesos tradicionales de aguas superficiales, que oscilan entre 0,2 y 0,4kWh/m<sup>3</sup>. Esta desigualdad incide en el costo del agua producida, así como en los GEI emitidos dependiendo de la matriz energética del país de instalación, por lo que es imperativo obtener este recurso energético a partir de fuentes renovables, como la energía solar, eólica o la utilización de combustibles sintéticos (Lora-García *et al.*, 2020).

Por otra parte, se debe considerar el valor del agua producida por las plantas desaladoras, como es el caso de la planta ubicada en la 3<sup>a</sup> Región de Atacama, Comuna de Chañaral, donde el valor del agua es de cerca de 1,5 USD por metro cubico. En el caso de la sanitaria del Gran Valparaíso, el agua potable se produce

desde las cuencas hidrográficas y su valor asciende a 1,4 USD el metro cúbico (ver Anexo 21 y 22). (Santibáñez, 2020)

Las plantas desaladoras tienen impactos ambientales sobre el medio ambiente marino, donde la salmuera de rechazo puede superar el 70% de la salinidad normal del agua de mar. Además, las plantas desaladoras agregan cloro para evitar las incrustaciones en los filtros, produciendo hipoclorito en el mar.

Por otro lado, las tomas de agua de mar son abiertas y por su admisión pueden atrapar, destruir especies u organismos y, por consecuencia, alterar el fondo marino, proporcionando una pérdida de biodiversidad marina (bentónicas, nutrientes, peces u otros) (Santibáñez, 2020).

Se debe considerar y estudiar la profundidad de la bahía de Valparaíso, pues al ser una rada semi cerrada, eso podría provocar que la salmuera de rechazo se concentre en el fondo del mar. La salmuera de rechazo se considera un fluido hiperdenso y existe una alta posibilidad que los flujos de salinidad no se muevan hacia mar abierto, que producto de las mareas se deposite de forma rápida en el fondo del mar, generando un daño en mayor medida al ecosistema marino (Sola *et al.*, 2020).

La construcción de plantas desaladoras en las costas de Chile podría tener un efecto dañino directo sobre el ecosistema marino y en las zonas costeras. Algunos organismos internacionales, tal como la organización de cooperación para el desarrollo económico ha advertido que, si se intensifica la desalación de agua de mar en las costas de Chile, podría alterar la concentración salina del agua de mar y su composición química en los puntos de descarga de la salmuera

de rechazo (ver ejemplo de la Figura 6), con el que se podría generar efectos desconocidos para los ecosistemas y diversidad marina (CEPAL, 2016; OCDE, 2016).



Figura 6: Salmuera entrando al mediterráneo a 300 metros de la costa de Israel.<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup><https://chinadialogueocean.net/6347-waste-brine-ecological-problem-economic-opportunity/>

## 2 PROBLEMA

El agua dulce es un recurso finito, crítico e indispensable para todas las formas de vida existentes y también es clave para el desarrollo de cualquier actividad económica y productiva. Si bien el agua es un recurso abundante en nuestro planeta, solo el 3% corresponde a agua dulce y, de esta, la tercera parte se encuentra disponible para uso por los seres vivos (incluido el ser humano).

Chile se ve enfrentado a una escasez de agua dulce desde hace varios años, a consecuencia del cambio climático y su gran vulnerabilidad a las precipitaciones, donde se ha observado su disminución entre un 20 y un 30% con respecto a la década anterior. Por ello, la zona central del país ha visto evidenciado una condición significativa de aridez.

La importancia del recurso hídrico es fundamental para la vida y desarrollo humano, como la conservación de la naturaleza, sus bienes y servicios, para ello se deben desarrollar nuevas estrategias para la mitigación de la escasez hídrica, en la Comuna de Valparaíso y de Chile.

Por otra parte, la utilización de plantas de osmosis inversa en bahías semi cerradas, como la bahía de Valparaíso, según estudios recientes indican una reducción del crecimiento de la flora marina de ciertas especies, como comunidades bentónicas y el crecimiento de otras especies animales, por ejemplo, los equinodermos.

En virtud de lo anterior se torna ambientalmente atractivo analizar la posibilidad de operar una planta de osmosis inversa en alta mar, donde el flujo de salmuera no dañe, en mayor medida, al menos la flora y/o fauna del fondo marino cercano a la costa.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo General**

Proponer una planta de osmosis inversa en alta mar como aporte a la gestión del recurso hídrico de la comuna de Valparaíso, para la generación de agua dulce y su posterior incorporación a la red de agua potable.

#### **3.2 Objetivos Específicos**

- Estimar la demanda de agua potable para la comuna de Valparaíso.
- Proponer el diseño conceptual de una planta de osmosis inversa (RO) en alta mar, para la comuna de Valparaíso (Buque tanque).
- Analizar las energías renovables aplicables para sustentar una planta de osmosis inversa (RO) en alta mar.
- Evaluar la prefactibilidad económica de producción de agua dulce.

## **4 METODOLOGÍA**

### **4.1 Demanda de Agua Potable**

Se recopilaron los datos de consumo de agua potable de la comuna de Valparaíso y para ello se extrajeron los datos desde la página web de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), así como también, la cantidad de habitantes de la comuna de Valparaíso a través de la página web del Instituto Nacional de Estadísticas (INE) y se indagó la cantidad mínima de agua potable por persona en litros según la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Recopilados y almacenados los antecedentes, se estimó la cantidad aproximada de agua dulce que se requiere producir para satisfacer la demanda de agua mínima por habitantes de la comuna de Valparaíso.

Por otra parte, se dividió el volumen ( $m^3$ ) de agua del mes de diciembre del 2022 (mes de referencia por el inicio del periodo estival), por la cantidad de habitantes y se dividió por el número de días del mes en referencia, para luego convertir el resultado en litros por habitantes y proporcionar un valor medio diario requerido, de acuerdo con las ecuaciones N°1 y N°2:

Ecuación N °1 Volumen de agua minima por habitante al día.

$$E = H \times L$$

Ecuación N ° 2 Volumen de agua por habitante al día.

$$T = G \times N$$

Donde:

E = Volumen de agua minimo al día por habitante (L/día/habitante).

H = Número de habitante comuna Valparaíso (habitantes).

L = Volumen de agua por habitante al día (L/día/habitante).

T = Volumen por habitante al día (m<sup>3</sup>/día/habitante).

G = Volumen por habitante (m<sup>3</sup>/habitante).

N = Número de días del mes (días).

#### **4.2 Diseño Conceptual de una Planta de Osmosis Inversa**

Para la identificación del tipo de Buque Tanque más idóneo, se realizó una búsqueda a través de páginas de internet y de comercialización de navíos para su adquisición. Los Buques se fabrican a pedido y solo se obtuvo la información de los construidos y operativos.

Con los antecedentes recopilados del buque tanque seleccionado se identificaron las medidas, como largo (eslora), ancho (manga), alto (puntal) y la

capacidad de sus estanques (en metros cúbicos) y, con ello, se estimó el tiempo de llenado de los estanques, los cuales serán llenados a través de uno o más sistemas de osmosis inversa (RO), cuyo número exacto dependió del tamaño del rack de sus filtros y su capacidad de filtrado (en m<sup>3</sup>/h). La planta de osmosis inversa debe ser de tamaño adecuado para su instalación en un contenedor de 40 pie (ft) del tipo marino.

Finalmente, se realizó una revisión del marco legal aplicable al proyecto.

#### **4.3 Energías Renovables Aplicables**

La estimación del consumo de energía eléctrica por parte de la planta de osmosis inversa requirió un estudio del proceso de desalación en el Buque Tanque, considerando la recopilación y análisis de datos obtenidos desde internet y a través de cotizaciones del fabricante y sus fichas técnicas.

Con la información de la energía requerida (kWh) para su operación, se analizó la utilización del sistema energético renovable más conveniente, considerando la estabilidad de generación (horas de generación), siempre y cuando no supere las dimensiones del Buque Tanque y su capacidad de instalación en su cubierta.

Por otro lado, para la propulsión del buque se utilizará combustible sintético que será cargado por medio del sistema Bunkering (carga de combustible en alta mar).

#### **4.4 Prefactibilidad Económica de Producción de Agua Dulce**

Con los datos recopilados en las actividades anteriores se realizó la estimación de los costos de inversión inicial (adquisición de aerogeneradores, valor baterías de respaldo y el Buque Tanque), además se consideró la mano de obra involucrada, como también, los gastos de mantención y valor del combustible Diesel sintético. Con lo anterior, se dedujo el valor de producción en metros cúbicos de agua dulce a través del desarrollo de un flujo de caja de acuerdo con la información indicada por Peters *et al.* (2003) y Sapag (2014).

## **5 RESULTADOS**

### **5.1 Estimación de Agua Dulce para la Comuna de Valparaíso**

#### **5.1.1 Densidad de Habitantes de Comuna Valparaíso**

Se accedió a la página Web del Instituto Nacional de Estadística, recopilando los datos de la cantidad de habitantes registrados, según el último CENSO realizado en Chile en 2017, indicando la cantidad de 296.655 habitantes distribuidos en 26 sectores de la comuna de Valparaíso, siendo sólo 2 sectores del tipo rural. La comuna de Valparaíso posee una superficie de 318km<sup>2</sup>, de acuerdo con la Tabla 1, donde el aumento de los habitantes proyectados al 2021 entrega una cifra aproximada de 317.424 habitantes (ver Tabla 2).

#### **5.1.2 Consumo de Agua Potable de la Comuna de Valparaíso**

Desde la página Web de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), se obtuvo los datos del consumo de agua mensual de la comuna de Valparaíso, correspondiente a un valor de 1.151.576m<sup>3</sup>, concentrados en 106.656 viviendas, de acuerdo a los datos registrados por la SISS (ver Tabla 3).

Según los antecedentes entregados por la SISS, presentados en la Figura 7, el consumo promedio mensual de agua potable por cliente (Vivienda) llega a 10,8m<sup>3</sup> a diciembre 2022, siendo una de las comunas del país con menor consumo per cápita de agua potable, tal como se puede observar en la Tabla 3 y la Figura 8.

Tabla 1: Sectorización urbana comuna Valparaíso.<sup>6</sup>

| <b>CHILE: División Político-Administrativa y Censal</b> |                               |                      |                  |                |                      |                |               |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------|----------------------|------------------|----------------|----------------------|----------------|---------------|
| REGIÓN, PROVINCIAS, COMUNAS Y<br>DISTRITOS CENSALES     | Superficie<br>Km <sup>2</sup> | Población Censo 2017 |                  |                | Viviendas Censo 2017 |                |               |
|                                                         |                               | Total                | Urbana           | Rural          | Total                | Urbana         | Rural         |
| <b>05 REGIÓN DE VALPARAÍSO</b>                          | <b>16.236</b>                 | <b>1.815.902</b>     | <b>1.652.575</b> | <b>163.327</b> | <b>788.806</b>       | <b>709.189</b> | <b>79.617</b> |
| <b>1 PROVINCIA VALPARAÍSO</b>                           | <b>2.020,6</b>                | <b>751.317</b>       | <b>730.320</b>   | <b>20.997</b>  | <b>331.547</b>       | <b>319.054</b> | <b>12.493</b> |
| <b>05101 Comuna Valparaíso</b>                          | <b>318,0</b>                  | <b>296.655</b>       | <b>295.918</b>   | <b>737</b>     | <b>117.196</b>       | <b>115.970</b> | <b>1.226</b>  |
| <b>Distrito Censal</b>                                  |                               |                      |                  |                |                      |                |               |
| 01 Poblaciones Playa Ancha                              | 2,6                           | 20.593               | 20.593           | 0              | 7.851                | 7.851          | 0             |
| 02 Playa Ancha                                          | 1,5                           | 5.265                | 5.265            | 0              | 2.151                | 2.151          | 0             |
| 03 Cerro Santo Domingo                                  | 1,5                           | 16.997               | 16.997           | 0              | 6.319                | 6.319          | 0             |
| 04 Puerto                                               | 0,1                           | 177                  | 177              | 0              | 119                  | 119            | 0             |
| 05 Cerro Cordillera                                     | 1,7                           | 16.253               | 16.253           | 0              | 5.642                | 5.642          | 0             |
| 06 Cerro Alegre                                         | 0,7                           | 6.124                | 6.124            | 0              | 2.919                | 2.919          | 0             |
| 07 Comercio                                             | 0,3                           | 1.265                | 1.265            | 0              | 721                  | 721            | 0             |
| 08 Cerro Cárcel                                         | 1,9                           | 12.021               | 12.021           | 0              | 4.676                | 4.676          | 0             |
| 09 Cerro Bellavista                                     | 1,1                           | 8.487                | 8.487            | 0              | 2.711                | 2.711          | 0             |
| 10 Cerro La Florida                                     | 4,1                           | 12.451               | 12.451           | 0              | 4.906                | 4.906          | 0             |
| 11 Plaza Victoria                                       | 0,3                           | 2.120                | 2.120            | 0              | 1.101                | 1.101          | 0             |
| 12 Almendral                                            | 0,9                           | 4.904                | 4.904            | 0              | 2.343                | 2.343          | 0             |
| 13 Cerro La Cruz                                        | 0,3                           | 3.924                | 3.924            | 0              | 1.282                | 1.282          | 0             |
| 14 Cerro Las Cañas                                      | 0,7                           | 6.262                | 6.262            | 0              | 2.316                | 2.316          | 0             |
| 15 Cerro La Merced                                      | 5,1                           | 4.895                | 4.895            | 0              | 1.890                | 1.890          | 0             |
| 16 Cerro Las Ramaditas                                  | 5,0                           | 12.786               | 12.786           | 0              | 4.451                | 4.451          | 0             |
| 17 Waddington                                           | 1,1                           | 11.757               | 11.757           | 0              | 4.845                | 4.845          | 0             |
| 18 Barón                                                | 0,8                           | 7.630                | 7.630            | 0              | 3.296                | 3.296          | 0             |
| 19 Los Placeres                                         | 2,2                           | 20.232               | 20.232           | 0              | 8.555                | 8.555          | 0             |
| 20 Las Zorras                                           | 10,2                          | 19.044               | 19.044           | 0              | 7.948                | 7.948          | 0             |
| 21 Placilla                                             | 33,1                          | 34.873               | 34.808           | 65             | 12.078               | 12.024         | 54            |
| 22 Peñuelas                                             | 138,3                         | 4.623                | 4.536            | 87             | 1.653                | 1.616          | 37            |
| 23 Quebrada Verde                                       | 87,0                          | 18.964               | 18.406           | 558            | 11.483               | 10.350         | 1.133         |
| 24 San Félix y San Ambrosio                             | 7,1                           | 27                   | 0                | 27             | 1                    | 0              | 1             |
| 25 Quebrada Phillippi                                   | 2,8                           | 22.461               | 22.461           | 0              | 8.291                | 8.291          | 0             |
| 26 Santos Ossa                                          | 7,4                           | 20.809               | 20.809           | 0              | 7.473                | 7.472          | 1             |
| 99 Rezagados                                            |                               | 1.711                | 1.711            | 0              | 175                  | 175            | 0             |

<sup>6</sup> [www.ine.cl/estadisticas/sociales/censos-de-poblacion-y-vivienda/censo-de-poblacion-y-vivienda](http://www.ine.cl/estadisticas/sociales/censos-de-poblacion-y-vivienda/censo-de-poblacion-y-vivienda)

Tabla 2 :Proyección de habitantes al 2021.<sup>7</sup>

| Unidad Territorial   | Censo 2017 | Proyección 2021 |
|----------------------|------------|-----------------|
| Comuna de Valparaíso | 296.655    | 317.424         |
| Región de Valparaíso | 1.815.902  | 1.979.373       |
| País                 | 17.574.004 | 19.678.363      |

Tabla 3: Detalle consumo de agua potable clientes comuna Valparaíso a diciembre 2022.<sup>8</sup>

| región | Comuna        | Consumo AP residencial (m3/mes) | clientes residenciales mensuales | m3/cliente/mes | litros/cliente/día |
|--------|---------------|---------------------------------|----------------------------------|----------------|--------------------|
| 5      | ALGARROBO     | 127.130                         | 16.406                           | 7,7            | 250                |
| 5      | CARTAGENA     | 98.657                          | 11.261                           | 8,8            | 283                |
| 5      | PAPUDO        | 60.957                          | 6.241                            | 9,8            | 315                |
| 5      | VALPARAISO    | 1.151.576                       | 106.656                          | 10,8           | 348                |
| 5      | VIÑA DEL MAR  | 1.570.054                       | 141.255                          | 11,1           | 359                |
| 5      | QUINTERO      | 112.705                         | 9.870                            | 11,4           | 368                |
| 5      | CATEMU        | 24.834                          | 2.066                            | 12,0           | 388                |
| 5      | VILLA ALEMANA | 634.364                         | 48.775                           | 13,0           | 420                |
| 5      | QUILPUE       | 730.019                         | 56.052                           | 13,0           | 420                |
| 5      | QUILLOTA      | 396.397                         | 30.069                           | 13,2           | 425                |
| 5      | CASABLANCA    | 85.379                          | 6.330                            | 13,5           | 435                |
| 5      | PUCHUNCAVI    | 17.546                          | 1.266                            | 13,9           | 447                |
| 5      | PETORCA       | 28.229                          | 1.670                            | 16,9           | 545                |
| 5      | CALLE LARGA   | 83.109                          | 4.370                            | 19,0           | 613                |
| 5      | ZAPALLAR      | 136.569                         | 3.485                            | 39,2           | 1.264              |

<sup>7</sup> [www.ine.cl/estadisticas/sociales/censos-de-poblacion-y-vivienda/censo-de-poblacion-y-vivienda](http://www.ine.cl/estadisticas/sociales/censos-de-poblacion-y-vivienda/censo-de-poblacion-y-vivienda)

<sup>8</sup> [www.siss.gob.cl/586/w3-propertyvalue-7248.html](http://www.siss.gob.cl/586/w3-propertyvalue-7248.html)

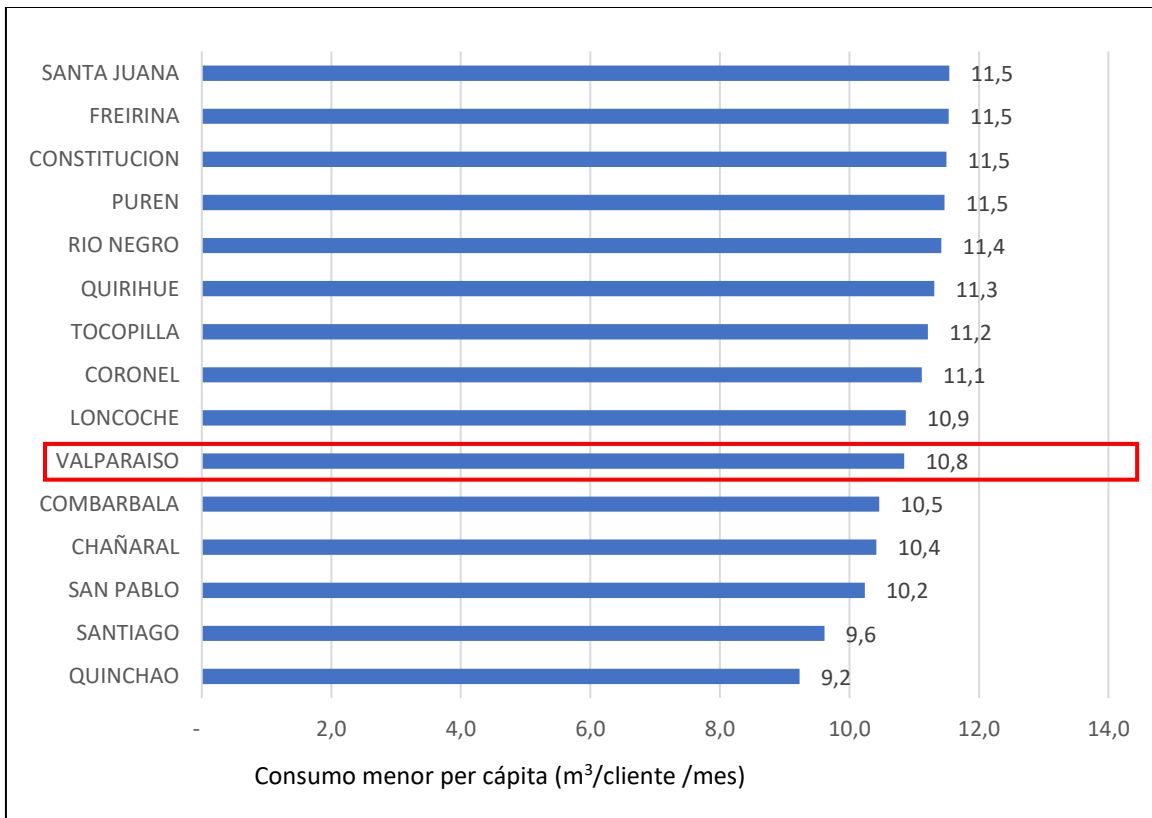


Figura 7: Comunas con menor consumo de agua residencial a diciembre 2022.<sup>9</sup>

<sup>9</sup> (adaptado de SISS), [www.siss.gob.cl/586/articles-19658\\_recurso\\_1.pdf](http://www.siss.gob.cl/586/articles-19658_recurso_1.pdf)

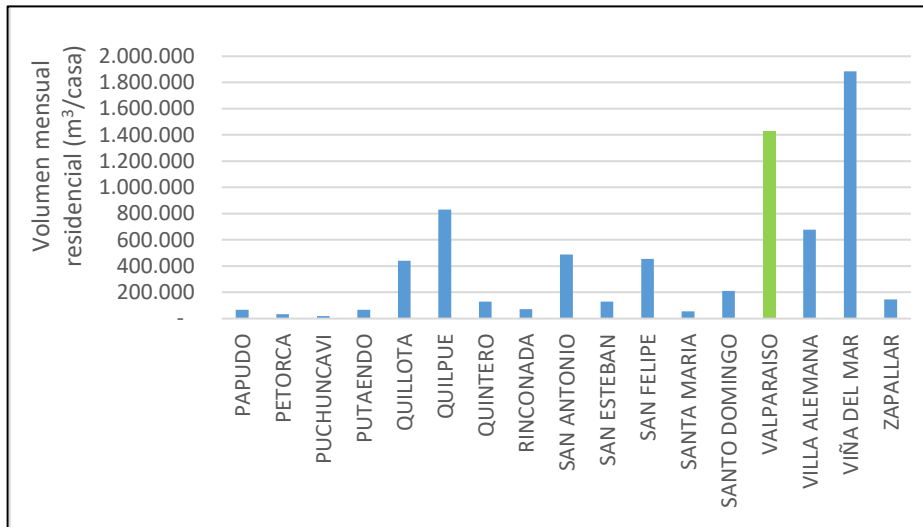


Figura 8: Consumo residencial de diciembre 2022, destacándose en verde el valor asociado a la comuna de Valparaíso.<sup>10</sup>

Por otro lado, la OMS recomienda una cantidad mínima diaria de agua potable por habitante de 100 litros (ver Figura 9), para garantizar los requerimientos de consumo de ingesta y servicios básicos sanitarios (Howard *et al.*, 2020).

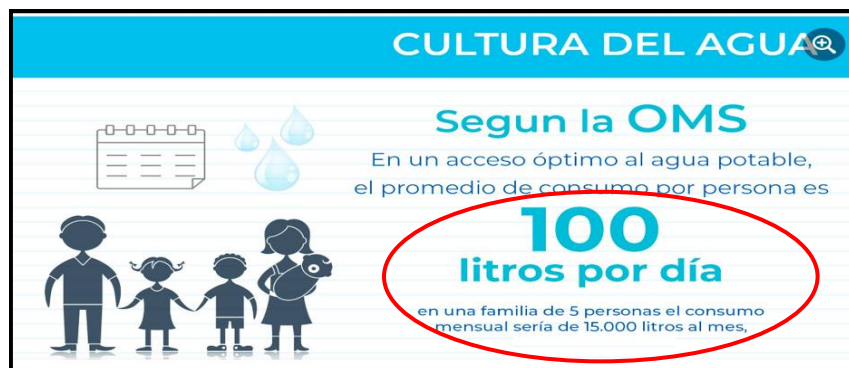


Figura 9: Consumo mínimo de agua potable por habitante, OMS.<sup>11</sup>

<sup>10</sup> A partir de datos disponibles en [www.siss.gob.cl/586/w3-propertyvalue-6415.html](http://www.siss.gob.cl/586/w3-propertyvalue-6415.html)

<sup>11</sup> [www.who.int](http://www.who.int)

Con los antecedentes recopilados se determinó el consumo de agua potable mínimo diario requerido por los habitantes de la comuna de Valparaíso. Para llegar a la cifra aproximada se realizó un análisis desde el mes de diciembre 2021 a diciembre 2022. Los resultados fueron claves para la precisión del volumen (litros) de agua potable por habitante y que fue requerido como demanda de producción diaria de agua potable.

Para esto fue necesario realizar cálculos que direccionen a la cantidad de agua requerida, según las ecuaciones N°1 y N°2:

$$\begin{aligned} \mathbf{T} &= (3,61\text{m}^3/\text{mes}) / (31 \text{ días}/\text{mes}) = 0,1164\text{m}^3/\text{día} = (0,1164\text{m}^3 \times 1000\text{L}/\text{m}^3 = \\ &= 116,46\text{L}/\text{habitante (diciembre 2022, mes de referencia)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{E} &= 317424\text{habitantes} \times 100\text{L}/\text{habitante}/\text{día} = 31742400\text{L}/\text{día} * 1\text{m}^3/1000\text{L} = \\ &= 31742,4\text{m}^3/\text{día (Requerimiento diario por el buque tanque)} \end{aligned}$$

La determinación del valor promedio del consumo diario de agua potable por cliente en la comuna de Valparaíso asciende a 3,6 metros cúbicos, el cual convertido a litros entrega una cifra aproximada de 116,46 litros por habitantes, esta cantidad de agua supera la mínima establecida por la OMS de 100L/día (Howard *et al.*, 2020), por lo cual la comuna de Valparaíso cumple con el mínimo requerido.

## **5.2 Diseño Conceptual de una Planta de Osmosis Inversa en alta Mar, para la Comuna de Valparaíso**

El diseño conceptual de la planta de Osmosis Inversa (RO) de alta mar, se realiza a partir de una revisión bibliográfica y de un recorrido por las páginas Web de ventas de Buques Tanques alrededor del mundo, en donde se ofertan usados y operativos, observando la disponibilidad en el mercado naviero que, por cierto, es escasa, en tanto el proyecto se adecuará a la oferta existente.

### **5.2.1 Selección de Buque Tanque**

Se utilizó como referencia un Ex - Buque Tanque de la compañía PETROGAS de Santa Cruz de Tenerife España (ver Figura 10). El Buque cumple con las condiciones para el transporte de agua dulce, ya que cuenta con un sistema de bombas de carga y descarga en todos sus estanques, además de ser un buque moderno dado que fue construido en noviembre del 2009, como se aprecia en la Tabla 4 y Anexo 2.

El Buque Tanque seleccionado cuenta con una capacidad de almacenamiento de  $18.000\text{m}^3$ , siendo la producción mínima de agua requerida en la comuna de Valparaíso de  $31.742\text{m}^3/\text{día}$ , siendo necesario la utilización de varios Buques Tanques de la misma capacidad o similar con el fin de entregar el mínimo de agua diaria requerida por la comuna.



Figura 10: Foto Buque Tanque Santa Cruz de Tenerife España.<sup>12</sup>

Tabla 4: Ficha Técnica Buque Tanque.<sup>13</sup>

| Datos Técnicos                   |                                                                                                                               |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tipo de buque                    | ACEITE/MECANICO-TANQUE (DOBLE CASCO)                                                                                          |
| Clasificación                    | Clasificado por el GERMANISCHER LLOYD<br>Notación:<br>100 A5 ESP IW VEC Chemical Tanker Type-2, Oil Tanker MC AUT INERT CM-PS |
| N.º IMO                          | 9498107                                                                                                                       |
| Eslora total (m)                 | 144,06                                                                                                                        |
| Eslora entre perpendiculares (m) | 136,00                                                                                                                        |
| Manga (trazado) (m)              | 22,60                                                                                                                         |
| Puntal (m)                       | 12,50                                                                                                                         |
| Calado (m)                       | 9,20                                                                                                                          |
| Arqueo bruto (GT)                | 11.259                                                                                                                        |
| Arqueo neto (NT)                 | 5.265                                                                                                                         |
| Peso Muerto (DWT)                | 17.539                                                                                                                        |
| Desplazamiento (T)               | 22.541                                                                                                                        |
| Velocidad (K)                    | 13                                                                                                                            |
| Fecha construcción               | nov-09                                                                                                                        |
| P&I                              | SI                                                                                                                            |

<sup>12</sup> <http://www.petrogas.es/Flota.aspx>

<sup>13</sup> <http://www.petrogas.es/Flota.aspx>

Por otro lado, en la Tabla 5 se especifican las capacidades de carga en metros cúbicos de cada estanque de almacenaje, así también la distribución en pares y su número de unidades (ver Figura 11).

Tabla 5: Capacidad de los estanques presentes en el buque seleccionado.<sup>14</sup>

| Tanques de carga | Capacidad (m <sup>3</sup> ) |
|------------------|-----------------------------|
| 1P               | 1.148                       |
| 1S               | 1.157                       |
| 2P               | 1.271                       |
| 2S               | 1.271                       |
| 3P               | 1.308                       |
| 3S               | 1.308                       |
| 4P               | 1.236                       |
| 4S               | 1.237                       |
| 5P               | 1.458                       |
| 5S               | 1.451                       |
| 6P               | 1.451                       |
| 6S               | 1.458                       |
| 7P               | 1.066                       |
| 7S               | 1.075                       |
| SLP P            | 354                         |
| SLP S            | 363                         |
| <b>TOTAL</b>     | <b>18.612</b>               |

---

<sup>14</sup> <http://www.petrogas.es/Flota.aspx>

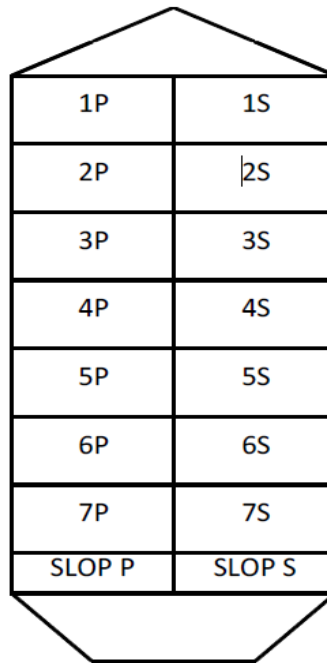


Figura 11: Distribución de los estanques.<sup>15</sup>

### 5.2.2 Estabilidad del Buque Tanque

La estabilidad del Buque Tanque juega un rol importante cuando son cargados en alta mar y se debe hacer de forma especial, por ello la estabilidad de los Buques es la cualidad para recuperar su posición de forma perpendicular al mar, formando un ángulo de 90° grados, siendo que esta condición se pierde a veces por las marejadas o por el viento circundante en alta mar.

Considerando que el Buque Tanque realizará el carguío de agua dulce en alta mar, se deben tener ciertas consideraciones al momento de ejecutar esta maniobra, como el centro de carena, él cual se puede definir como el centro de

---

<sup>15</sup> <http://www.petrogas.es/Flota.aspx>

volumen sumergido y tiene directa relación con la fuerza de empuje (ver Figura 12), esta fuerza puede variar dependiendo de la parte que se encuentre sumergida, ya que la altura de la carena es limitada y va a depender exclusivamente de su forma.

Para evitar que el buque se escore, se debe mantener el metacentro y para ello se deben evaluar las direcciones de las fuerzas de empuje, las cuales ejerce el agua de mar directamente en el casco del buque cuando este se encuentra adrizado o en posición normal de navegación, donde la estabilidad puede llegar a 10° de inclinación máxima (ver Figura 13), la que se considera normal (Pérez *et al.*, 2020).

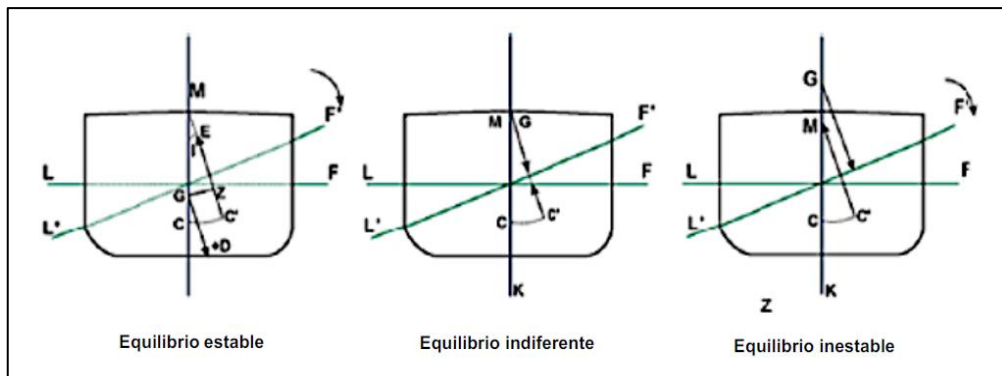


Figura 12: Posiciones de estabilidad de un Buque Tanque. (Pérez *et al.*, 2020).

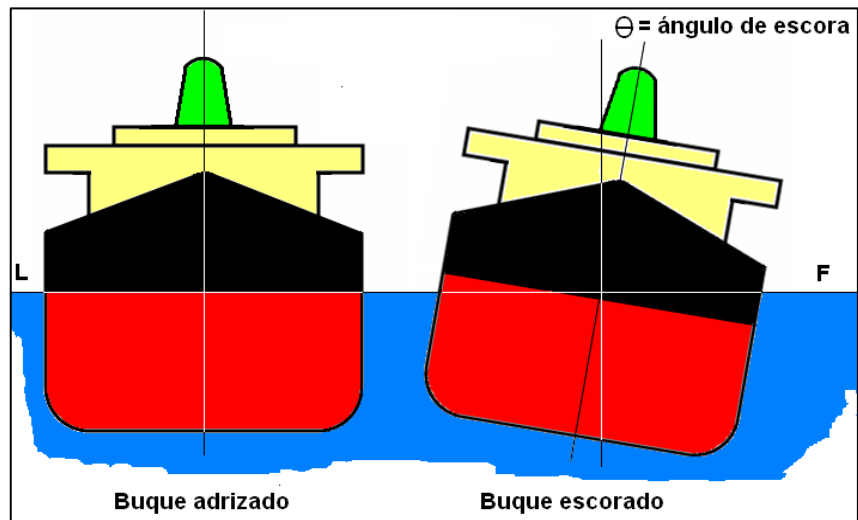


Figura 13: Angulo de Buque escorado.<sup>16</sup>

Para evitar que el Buque Tanque se escore cuando se realice el carguío de los estanques de agua dulce en alta mar, se debe considerar la curva de carga y se debe realizar desde el centro hasta los extremos (como la Proa y Popa), siguiendo una línea base y considerando el tamaño de la eslora o largo de Buque, ver Figura 14 (Pérez *et al.*, 2020).

### 5.2.3 Plantas de Osmosis Inversa Utilizadas

La selección de las plantas de Osmosis Inversa se realizó de acuerdo con la capacidad de filtrado (en m<sup>3</sup>/h) y tamaño más adecuado al estándar de un contenedor de 40pies, con el fin de instalar las plantas sobre la cubierta del

---

<sup>16</sup>[es.wikipedia.org/wiki/Escora#:~:text=Cuando%20la%20nave%20se%20encuentra,que%20el%20buque%20esta%20adrizado.](https://es.wikipedia.org/wiki/Escora#:~:text=Cuando%20la%20nave%20se%20encuentra,que%20el%20buque%20esta%20adrizado.)

Buque Tanque, para protegerlas de las inclemencias del clima marino y su salinidad y así aumentar la vida útil de los sistemas eléctricos y mecánicos.

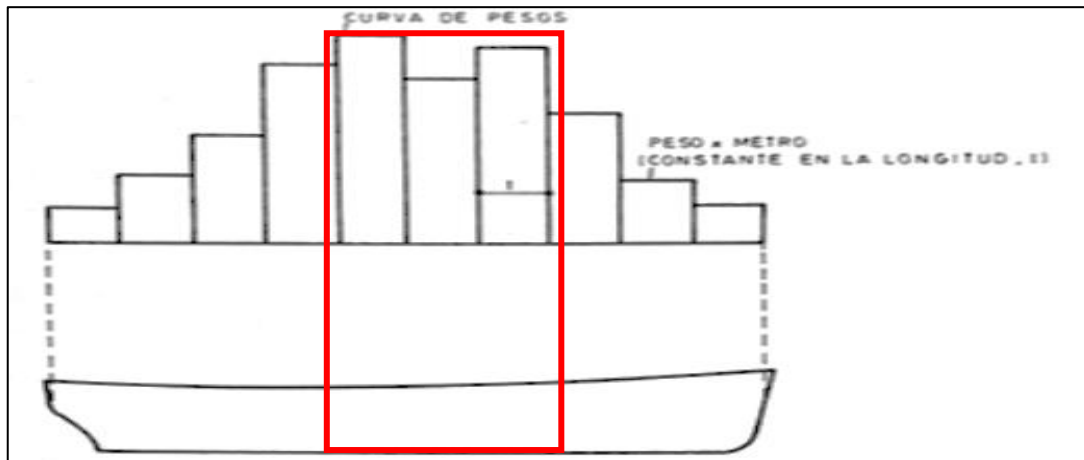


Figura 14: Centro de carga Buque Tanque (Pérez et al., 2020).

La utilización de las plantas desaladoras de osmosis inversa FastRO, nace desde la necesidad de identificar la cantidad de plantas y del avance tecnológico de producción de agua dulce, además de un bajo consumo de energía eléctrica y fácil mantención, con el fin de perpetuar la producción de agua dulce de forma continua, considerando que la empresa fabricante es líder mundial en desalación de agua dulce<sup>17</sup>.

El sistema de Osmosis Inversa de agua de mar que se utilizará en este proyecto corresponde a la serie FastRO C2000E Container. Esta es una solución de desalinización cuyas piezas serán instaladas en un solo contenedor de 40pies, contará con una capacidad de producción de agua dulce de 2.000m<sup>3</sup>/día (83.333 litros/hora), y según cálculos se necesitará de la instalación de 2 plantas (ver Figura 15), distribuidas de forma central en el buque, con el fin de no generarle

una inestabilidad al momento de navegar o al efectuar la maniobra de carguío de agua dulce en sus estanques, para lo cual se utilizará la medición del ángulo de estabilidad (ver Figura 13) (Pérez *et al.*, 2020).



Figura 15: Planta de Osmosis Inversa portátil.<sup>17</sup>

Uno de los beneficios en la utilización de este sistema de Osmosis Inversa (RO) es el proceso de filtrado, que consta de 3 pasos, el primero es un filtro dividido en carbón activado y arenas, luego viene un pre filtro que se puede intercambiar de forma rápida y, como última función, la disposición del rack de filtros de membrana de poliamidas, quienes serán las responsables de purificar el agua de mar hacia agua dulce (ver Figuras 16 y Figura 17) y efectuarán el descarte o rechazo de la salmuera, correspondiente a aproximadamente un 55% del total del agua filtrada, que será devuelta hacia el mar.

---

<sup>17</sup> [www.idesalt.com/Solution](http://www.idesalt.com/Solution)

Además, el sistema de filtrado de Osmosis Inversa (RO) cuenta con un dispositivo recuperador de energía, tal como se puede observar en la Figura 18. Este dispositivo está basado en el principio del intercambiador de presión isobárico, con lo cual se genera una disminución en el consumo de energía eléctrica.



Figura 16: Rack de filtros de Osmosis Inversa en contenedor de 40pies.<sup>18</sup>

Este sistema denominado revolver (ERI), es uno de los más efectivos ya que sus conductos longitudinales más la interacción de un rotor cilíndrico fabricado en cerámica, genera un aumento de presión, capturando y reciclando la energía de presión que, comúnmente, se desperdicia en la fase de salida de la salmuera de rechazo (Talavera, 2017).

---

<sup>18</sup> [www.idesalt.com/Solution](http://www.idesalt.com/Solution)



Figura 17: Interior de planta de Osmosis Inversa en contenedor de 40pies.<sup>19</sup>

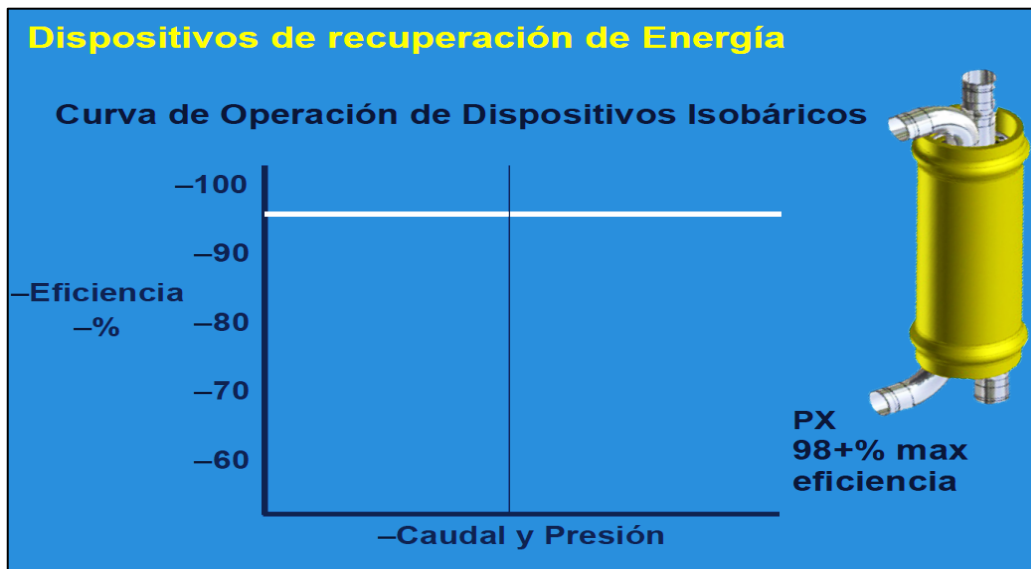


Figura 18: Dispositivo de recuperación de Energía (Talavera, 2017).

<sup>19</sup> [www.idesalt.com/Solution](http://www.idesalt.com/Solution)

Este sistema cuenta con varias ventajas, con respecto a sus competidores, por ejemplo, las bombas rotativas, los turbos cargadores y cámaras hiperbáricas de doble sentido (ver Tabla 6).

Tabla 6: Ventajas del sistema de recuperación de Energía (adaptada de Talavera,2017).

| Ventajas del Sistema Revolver (ERI) |                                                      |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Desplazamiento positivo             | Alta eficiencia - 98 + % (Menos caudal, más presión) |
|                                     | Curva de eficiencia plana                            |
| Rotor de Cerámica                   | Única parte móvil                                    |
|                                     | Cojinetes Hidrodinámicos                             |
|                                     | Ajuste automático de velocidad                       |
| Fácil de Instalar                   | Sin cables                                           |
|                                     | Sistema modular                                      |
|                                     | Ligero                                               |
| Fácil de Operar                     | Control de caudales                                  |
|                                     | Límites de presión                                   |
|                                     | Sin pistones                                         |
|                                     | Sin válvulas                                         |

A continuación, se detalla cada una de las fases de funcionamiento de un sistema ERI:

- A. Entrada de agua de mar a baja presión, la cual llena la cámara del rotor del sistema revolver, el cual desplaza el concentrado de salmuera de rechazo (ver Figura 19).

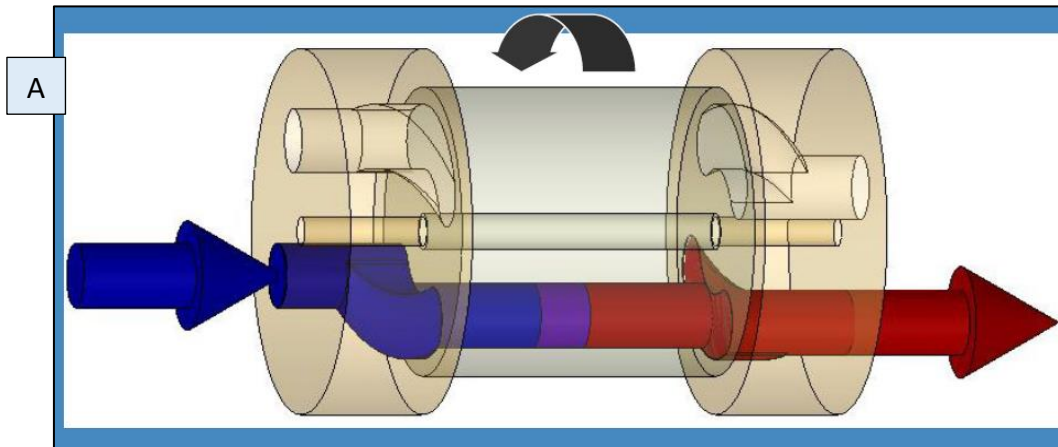


Figura 19: Entrada de agua de mar al recuperador (Talavera, 2017).

- B. En el momento que gira el rotor, la cámara se sella con el agua salada de alimentación contenida dentro a baja presión (ver Figura 20).

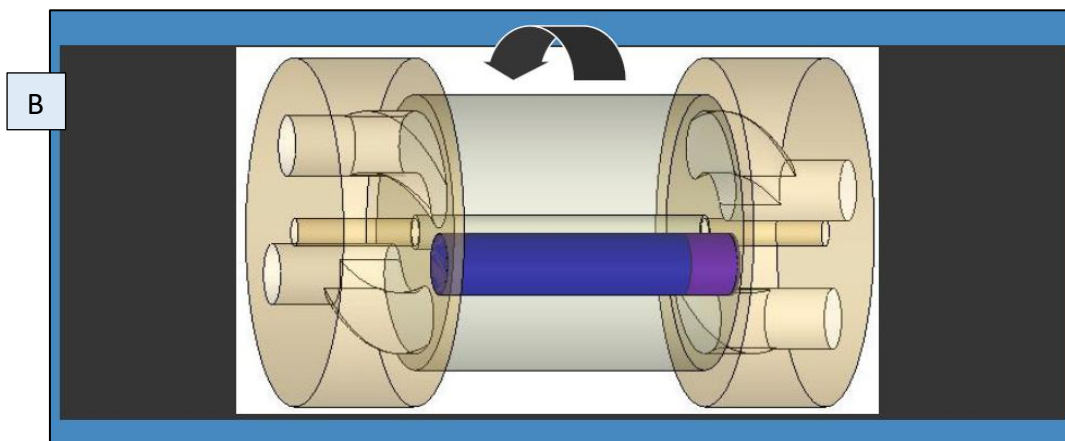


Figura 20: Agua salada dentro del recuperador (Talavera, 2017).

- C. La salmuera de rechazo es mantenida a una presión constante y desplaza el agua de mar de entrada de alimentación (ver Figura 21).

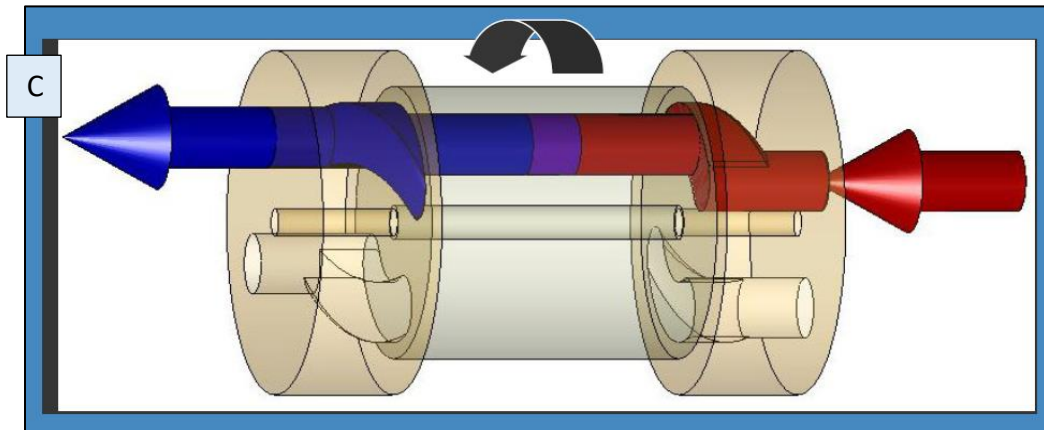


Figura 21: Salmuera de rechazo desplazando agua de mar (Talavera, 2017).

D. La cámara del rotor se sella y en su interior concentra la salmuera de rechazo alta presión, para luego nueva mente recibir la entrada de agua de mar (ver Figura 22).

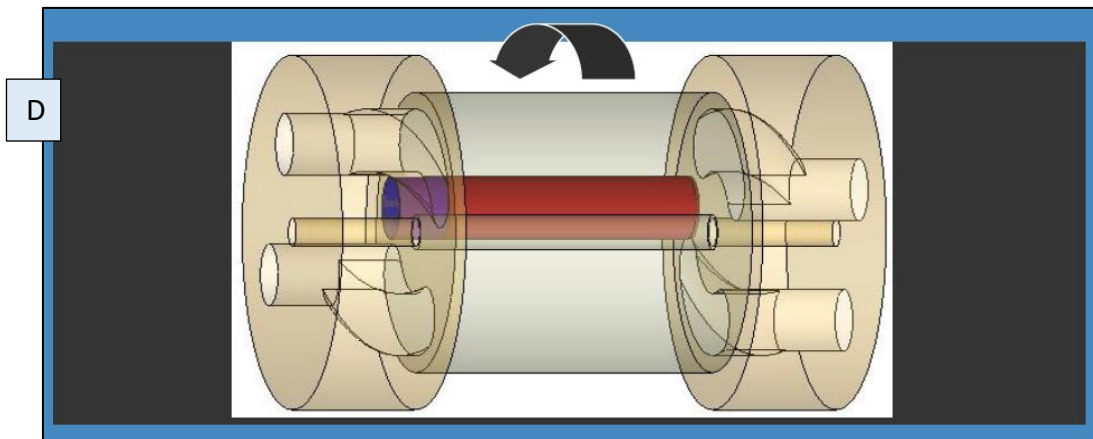


Figura 22: Salmuera de rechazo a alta presión (Talavera, 2017).

Este sistema se encuentra ubicado inmediatamente antes de la entrada a las membranas de osmosis reversa, tal como se puede observar en la Figura 23, donde aparece identificado por las siglas ERD.

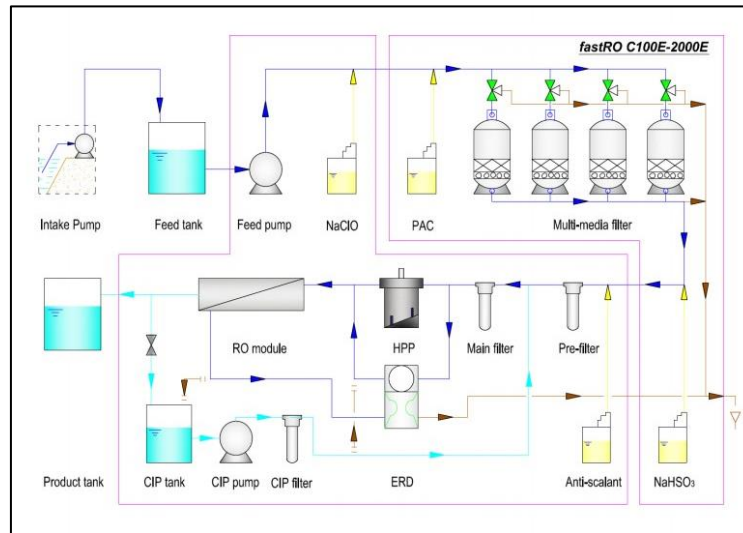


Figura 23: Diagrama de planta de Osmosis Inversa con recuperación de energía.<sup>20</sup>

La presión normal de funcionamiento del sistema de Osmosis Inversa, en su fase de operación es de 35 bar y su presión mínima es de 3 bar. La presión de funcionamiento en la etapa máxima capacidad, alcanza los 70 bares de forma constantes durante el desarrollo de la producción de agua.

Para el cálculo de la energía eléctrica necesaria se debe incluir la potencia de las bombas de alimentación, las bombas de alta presión (HPP) y los dispositivos de recuperación de energía (ERD), además de las bombas de limpieza *in situ* (CIP), luces y otros.

<sup>20</sup> [www.idesalt.com/Solution](http://www.idesalt.com/Solution)

#### 5.2.4 Descarga de Agua Dulce por Monoboya

El Buque Tanque realizará la descarga del agua dulce, para ser entregue a la empresa de obras sanitarias para su posterior potabilización, en una monoboya frente a la playa Los Marineros (ver la Figura 24 y Figura 25), lugar históricamente adecuado para el fondeo de naves de gran envergadura o tamaño, donde desde principios de la década del 30 y por varios años se descargó combustibles y aceites de las principales empresas abastecedoras, como lo fueron Mobil, EXXON y SHELL, para luego emigrar al barrio industrial de la comuna de Quintero.<sup>21</sup>

Para el funcionamiento de la monoboya, se debe instalar un sistema de sujeción desde ella y hacía el fondo del mar a través de anclas y muertos de hormigón (bloques) de gran peso. El transporte del agua dulce desde la monoboya (ver Figura 26 y Figura 27) se realizará por mangueras flexibles flotantes desde el sistema hidráulico del Buque Tanque y conectadas a la vía de emisario submarino que enviará el agua hasta la playa Los Marineros, sector las Salinas de Viña del Mar (Almazán *et al.*, 2000).

---

<sup>21</sup> [www.lassalinas.cl/una-historia-digna-de-ser-contada/](http://www.lassalinas.cl/una-historia-digna-de-ser-contada/)



Figura 24 : Instalación de Monoboya para la descarga del agua dulce (Azul-Rojo).<sup>22</sup>

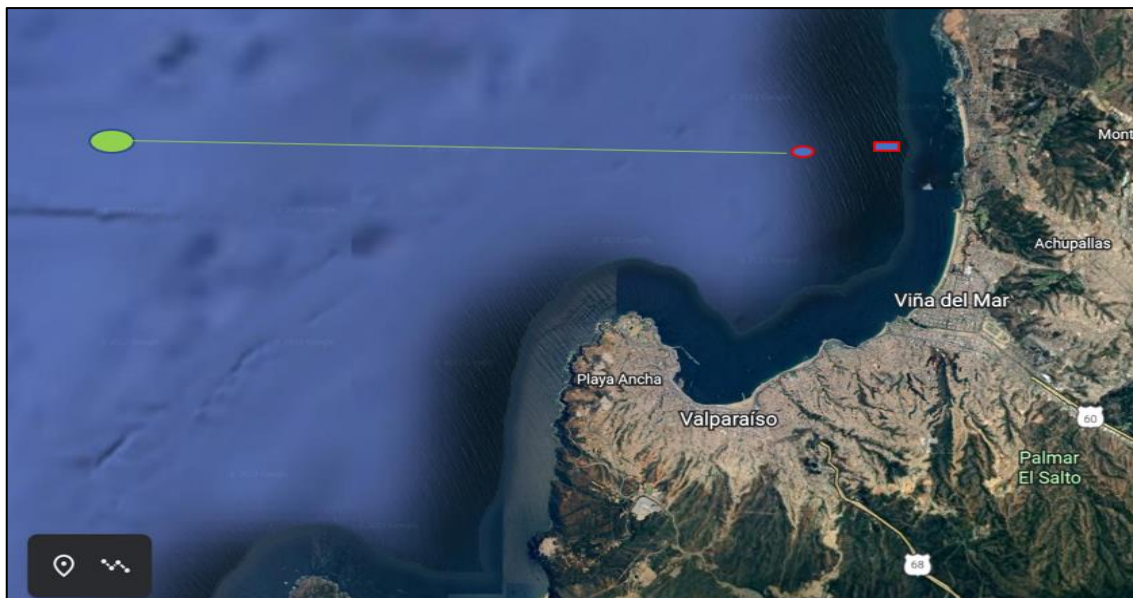


Figura 25: Lugar de trabajo de Buque Tanque (verde), y lugar de descarga (Azul-Rojo).<sup>23</sup>

---

<sup>22</sup> [www.google.com/intl/es/earth/](http://www.google.com/intl/es/earth/)

<sup>23</sup> [www.google.com/intl/es/earth/](http://www.google.com/intl/es/earth/)



Figura 26: Monoboya conectada a Buque Tanque (Almazán et al.,2000).



Figura 27: Distancia de conexión de Monoboya y Buque Tanque (Almazán et al.,2000).

## 5.2.5 Marco Legal Aplicable al Proyecto

### *5.2.5.1 Legislación Marítima*

Toda nave debe contar con una “matrícula”, la cual identifica al propietario y le otorga un “número de matrícula”, el cual señala el puerto o Capitanía de Puerto en donde se inscribió y un número correlativo en caso sea nave menor de 50 Toneladas de Registro Grueso (T.R.G.). Para el caso de naves mayores de 50 T.R.G., se debe inscribir en la DIRECTEMAR, tal como es el caso de las naves de esta propuesta.

Toda nave debe contar además con un “Certificado de Navegabilidad o Certificado de Seguridad” el cual, junto con identificar la nave y su propietario, garantiza que la nave se encuentra en condiciones de seguridad para navegar. Se debe tener presente que el solo hecho de tener el Certificado de Seguridad no asegura que cuente con los elementos mínimos de navegación y de seguridad exigidos por la Autoridad Marítima. Todo lo relacionado con la certificación de seguridad de naves se encuentra dispuesto en el Reglamento sobre Reconocimiento de Naves y Artefactos Navales (TM-003).

Además, en el caso que la nave tenga un motor superior a 10HP, ésta deberá ser matriculada presentando los documentos de la compraventa de la embarcación (factura o boleta que identifique la embarcación, el vendedor y el comprador), de acuerdo al estipulado en la “Ley de Navegación N ° 2.222 de 1978 (Título II)” y en el Reglamento del Registro de Naves y Artefactos Navales (TM-003). Para el caso de naves adquiridas en el país, ellas deberán presentar el “contrato escrito” con las firmas de los otorgantes y ser autorizadas por notario público, conforme lo

dispone el artículo 832 del Código de Comercio; sin cuyo instrumento no podrán realizarse las inscripciones pertinentes.

Respecto de lo anterior, el Código de Comercio, Libro III de la Navegación y el Comercio Marítimos, señala en su artículo 832: “La enajenación de naves mayores por acto entre vivos y la constitución de derechos reales sobre ellas, se efectuarán por escritura pública cuando ocurran en Chile. Los actos y contratos respecto de naves menores deberán constar por escrito y las firmas de los otorgantes ser autorizadas por notario”.

Para la clasificación de las naves y artefactos navales en mayores y menores se regirá según lo dispuesto por la Ley de Navegación. Los actos y contratos que se otorguen en el extranjero se regirán por la ley del lugar de su otorgamiento. Con toda la transferencia del dominio y la constitución de derechos reales que puedan producir efecto en Chile, deberán contar a lo menos con instrumentos escritos cuyas firmas estén autorizadas por un ministro de fe y además se inscribirán y anotarán en los registros respectivos en Chile.

Además, se deberán considerar los siguientes certificados nacionales, los cuales son tramitados ante la Comisión Local de Inspección de Naves (CLIN) dependiente de la Gobernación Marítima del lugar en donde va a operar:

- . - Certificado de desplazamiento liviano.
- . - Certificado de francobordo.
- . - Certificado de seguridad de equipo.
- . - Dotación mínima de seguridad.
- . - Licencia de estación de barco.

Para operar una nave, ésta debe contar con un “Certificado de Dotación Mínima de Seguridad” el cual es otorgado por la Autoridad Marítima (AA.MM.), Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (DIRECTEMAR), Servicio de Inspecciones Marítimas (S.I.M.), dependiente de la Dirección de Seguridad y Operaciones Marítimas (DIRSOMAR), dicho certificado define la dotación (personal de oficiales y tripulantes) mínima que debe llevar la nave, la cual debe ser la suficiente en idoneidad profesional y cantidad para operar la nave en forma segura. Todo lo relacionado con las dotaciones de naves se encuentra dispuesto en el Reglamento para fijar Dotaciones Mínimas de Seguridad de las Naves (TM-030).<sup>24</sup>

Conforme a la dotación mínima de seguridad que sea dispuesta a la nave, según sean los títulos o matrículas exigidas, el personal marítimo que tripule la nave deberá contar con sus credenciales vigentes al día y con los cursos obligatorios también vigentes.

Existe también el Reglamento General de Orden Seguridad y Disciplina en las naves y litoral de la República (TM-013), DS N ° 1340 que se refiere a:

- (i) La jurisdicción y atribuciones que tiene la autoridad marítima respecto de diversas materias entre otras: resguardos, lugares en que deben fondear los buques y condiciones a que deben sujetarse, recepción de naves, practicaaje, carga y descarga; Diagnóstico del Modo de Transporte Marítimo.

---

<sup>24</sup> [www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1974&idParte=0&idVersion=2013-12-01](http://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1974&idParte=0&idVersion=2013-12-01)

- (ii) Tripulación de guardia y seguridad en los buques, pontones, amarras.
- (iii) *Emergencias en los puertos o en las naves.*
- (iv) Pertrechos de guerra, movilización de explosivos y materiales inflamables.
- (v) Construcción y reparación de naves.
- (vi) Comunicaciones con embarcaciones menores. Temas sanitarios.
- (vii) Facultades en caso de mal tiempo e intervención de las autoridades marítimas en los siniestros, investigaciones sumarias.
- (viii) Normas sobre embarco y desembarco de navegantes.
- (ix) Salida de buques, transporte de pasajeros.
- (x) Incendios apertura y clausura de los puertos, pesca y caza marina, inspección y seguridad de boyas y muertos, anclas, cadenas, especies náufragas o abandonadas.
- (xi) Policía de los puertos, crímenes, delitos o faltas cometidas a bordo.
- (xii) Embarcaciones del tránsito interior de los puertos lanchas, botes, vapores de pesca, remolcadores y embarcaciones de recreo.
- (xiii) Muelles y apostaderos de embarcaciones menores; y
- (xiv) en general aspectos de orden y disciplina.

En relación con las autorizaciones de zarpe y recalada desde puertos nacionales, la nave deberá ser representada por una “Agencia de Naves” y además cumplir lo estipulado en el Reglamento de Recepción y Despacho de Naves (TM-006). Muchos de los servicios que presta la Autoridad Marítima (AAMM), se

encuentran afectos a cobros, los cuales están definidos en el Reglamento de Tarifas y Derechos de la Dirección del Litoral y de Marina Mercante (TM-034).<sup>25</sup>

Un muelle o Terminal Marítimo por encontrarse ubicado en el borde costero, normalmente hace uso de sectores de Terrenos de Playas, Fondos de Mar, Rocas y/o Porciones de Agua, los cuales son terrenos de tuición del Estado, Ministerio de Defensa Nacional y Subsecretaría para las Fuerzas Armadas. Por lo anterior se debe solicitar una “Concesión Marítima” para su uso conforme a los procedimientos, formalidades y requisitos establecidos en el D.S. (M) N ° 09 de 2018, Reglamento sobre Concesiones Marítimas (TM-020).

Todo Muelle o Terminal Marítimo debe ingresar al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, que es acogido en la ley sobre bases generales del Medio Ambiente, Ley N ° 19.300, de 01. MARZO.1994 y Circular “A-51/004 donde dispone procedimientos a seguir por las gobernaciones marítimas y Dirección de Intereses Marítimos y Medio Ambiente Acuático (DIRINMAR), para el cumplimiento de las disposiciones establecidas en la ley, respecto de la tramitación de los informes de Evaluación de Impacto Ambiental o Declaración de Impacto Ambiental al interior de la autoridad marítima sin y con Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental electrónico, del 24 SEP.03”.

Todo Terminal Marítimo debe contar con un “Estudio de Maniobrabilidad” aprobado por la DIRINMAR, Circular “A-31/002 que establece procedimiento y

---

<sup>25</sup> [www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1974&idParte=0&idVersion=2013-12-01](http://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1974&idParte=0&idVersion=2013-12-01)

exigencias técnicas para la elaboración y tramitación de estudios de maniobrabilidad para instalaciones portuarias”.<sup>26</sup>

Por otro lado, todo Terminal conforme a lo dispuesto y detallado en el respectivo Código, deberá dar cumplimiento al Código I.S.P.S. Código Internacional para la Protección de los Buques y de las Instalaciones Portuarias PBIP. Lo anterior es Certificado por DIRSOMAR.<sup>27</sup>

#### *5.2.5.2 Legislación Ambiental*

Según el artículo 10 de la Ley N°19.300 sobre bases generales del Medio Ambiente, con respecto a los proyectos que son susceptibles de someterse al sistema de evaluación de impacto ambiental, en la letra f dice que el proyecto debe ser sometido a un estudio de impacto ambiental. Al analizar el decreto 40 que aprueba el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental en la letra f.1 señala que: “se entenderá por puerto al conjunto de espacios terrestres, infraestructura e instalaciones, así como aquellas áreas marítimas, fluviales o lacustres de entrada, salida, atraque, desatraque y permanencia de naves mayores, todos ellos destinados a la prestación de servicios para la actividad comercial y/o productiva”.<sup>28</sup>

---

<sup>26</sup> [www.directemar.cl/directemar/intereses-maritimos/politica-de-la-dirinmar](http://www.directemar.cl/directemar/intereses-maritimos/politica-de-la-dirinmar)

<sup>27</sup> [www.directemar.cl/directemar/site/edic/base/port/seguridad\\_maritima.html](http://www.directemar.cl/directemar/site/edic/base/port/seguridad_maritima.html)

<sup>28</sup> [www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=30667](http://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=30667)

### **5.3 Análisis de las Energías Renovables Aplicables**

El funcionamiento del Buque Tanque dependerá exclusivamente de las energías renovables que se utilicen y, para ello, se evalúan las energías de mejor desempeño (estabilidad y energía). El caso de la producción de energía eléctrica, con el fin de hacer que la producción de agua dulce del Buque Tanque no decaiga en los periodos de baja energía, se analizará el uso de energía eólica y fotovoltaica. Además, se analizará el uso de combustible sintético tanto para la generación eléctrica como también para el desplazamiento del Buque Tanque hacia el punto de producción de agua dulce y luego hacia el punto de descarga.

Por otra parte, se debe considerar las dimensiones del Buque Tanque para el cálculo de las energías, el cual cuenta con una eslora o largo de 144,06m y una manga o ancho de 22,60m, entregando un área útil aproximada de 3255,7m<sup>2</sup>. El diseño de forma adecuada de la generación energética, a través de paneles fotovoltaicos y aerogeneradores verticales u otro sistema de energía renovable, debe dar cumplimiento a las necesidades de energía demandadas.

#### **5.3.1 Combustible Sintético**

Para el desplazamiento del Buque Tanque se utilizará combustible sintético, con el fin de no utilizar combustibles fósiles y reducir así las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) producidos por la actividad humana (emisiones antropogénicas), principalmente el CO<sub>2</sub>, el cual será antes capturado y reutilizado como combustible sintético o combustible de carbono reciclado.

### 5.3.2 Tipos de Combustibles Sintéticos

El metanol es uno de los combustibles sintéticos de fácil almacenamiento, no emite emisiones de azufre y nitrógenos, lo cual lo hace el combustible ideal a la altura del GNL (Gas Natural Licuado) y denominado SNG (Sintético Natural Gas) por sus bajas emisiones a la atmosfera. El metanol es un compuesto orgánico formado por un radical metilo a un grupo de hidroxilo del cual se desprende la fórmula  $\text{CH}_3\text{OH}$  de alcohol más ligero y simple, siendo volátil e incoloro a temperatura ambiente, siendo más manipulable y estable (Calo, 2021).

Por otra parte, están los hidrocarburos líquidos, ellos están fabricados a base de la reacción de FISCHER TROPSCH, a partir del gas de la síntesis obtenida del  $\text{CO}_2$ , a través de una reacción inversa de síntesis denominada RWGS (ver Figura 28).

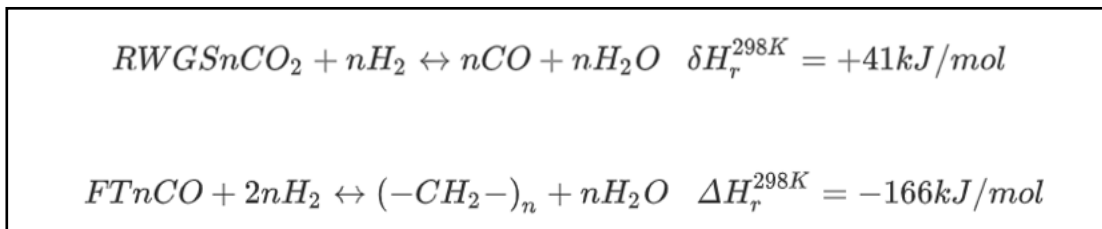


Figura 28: Reacción de producción de combustibles sintético (Calo, 2021).

La reacción se realiza utilizando un catalizador metálico: Ni, Fe o Cu para la RWGS y Co, Fe, Ru, para la reacción F-T, dando como resultado metano a través de su reacción, lográndose producir gasolina y kerosene al utilizar hierro a altas temperaturas y producir ceras pesadas al aplicar cobalto a bajas temperaturas, las cuales son luego transformada en Diesel por cracking catalítico (Calo, 2021).

El proceso para la obtención de combustibles líquidos sintéticos, a partir de metanol, fue investigado y patentado por Mobil™ en la década de los años 70. En la Figura 29 se observa el diagrama de proceso de producción MTG Mobil™ de gasolina y combustibles líquidos sintéticos o Gas Sintético Natural (SNG) (Goncalvez, 2022).

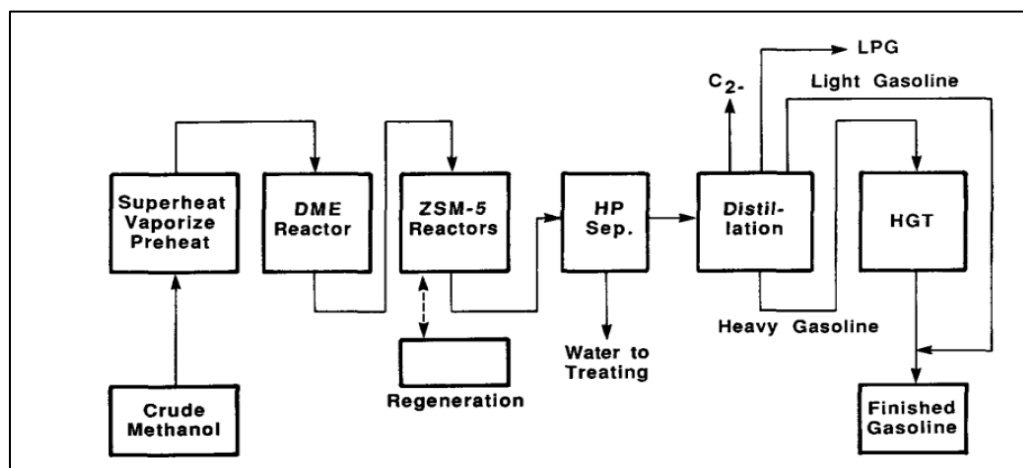


Figura 29: Proceso MTG de Mobil™ para producción de gasolina (Calo, 2021).

Este proceso estuvo en operaciones por más de 20 años en Nueva Zelanda, por la empresa Mobil™, la cual detuvo la producción de metanol a la baja de los precios del crudo a nivel mundial, haciendo más barato su refinación a partir de éstos, pero se debe considerar que desde el punto de vista medioambiental la combustión del proceso MTG no emite óxido de azufre, ni tampoco óxido de nitrógeno, debido a su proceso térmico de producción. Además, se debe tener en cuenta que si sube el precio del petróleo crudo, el Diesel sintético será más competitivo, como también el SNG, así como los demás combustibles producidos a través de este proceso. Cabe considerar que el precio de los combustibles sintéticos es un 20% más caro (Calo, 2021).

### 5.3.3 Requerimiento Energético de una Planta de Osmosis Inversa

Las plantas de Osmosis Inversa demandan bastante energía, por ello se deben buscar las mejores alternativas de energías sustentables, con el fin de dar cumplimiento a la demanda energética requerida para el funcionamiento del Buque Tanque.

Este es el caso de la planta de Osmosis Inversa RO C2000E, cuyo requerimiento de energía de funcionamiento total del sistema de filtrado y accesorios es de 320,9kW, resultando en un consumo diario de 7701,6kWh, a partir de la instalación de un sistema trifásico por cada planta de Osmosis Inversa (ver Tabla 7). Cabe destacar que el requerimiento de energía eléctrica de agua producida asciende a 2,64kW/m<sup>3</sup>.

### 5.3.4 Coordenadas de Operación

Las coordenadas definidas para la operación y funcionamiento del Buque Tanque serán en el Océano Pacífico frente a las costas de Valparaíso, -33,06° Latitud Sur y -71,78° Longitud Oeste, extraídas desde la aplicación de la página web del Explorador Solar ([solar.minenergia.cl](http://solar.minenergia.cl)) y Explorador Eólico ([eolico.minenergia.cl](http://eolico.minenergia.cl)), ambos del Ministerio de Energía de Chile.

Estas páginas entregan los valores de energía tanto solar como eólica, según el mes del año y las horas del día, lo cual entrega una referencia para el periodo de operación que realizará el Buque Tanque con energías renovables para llenar sus estanques durante la operación de Osmosis Inversa.

Tabla 7: Características Técnica de una Planta de Osmosis Inversa (RO).<sup>29</sup>

| Technical Data      | Unit                  | C400E | C500E | C700E | C1000E | C1200E | C1500E | C2000E |
|---------------------|-----------------------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| Rated Product Flow  | M <sup>3</sup> /H     | 16.7  | 21.5  | 32    | 42     | 52     | 65     | 84     |
|                     | L/S                   | 4.64  | 5.97  | 8.89  | 11.67  | 14.44  | 18.06  | 23.33  |
| Rated Recovery Rate | %                     | 45    | 45    | 45    | 45     | 45     | 45     | 45     |
| Rated Feed Flow     | M <sup>3</sup> /H     | 37.1  | 47.8  | 71.1  | 93.3   | 115.6  | 144.4  | 186.7  |
| Min System Pressure | barg                  | 20    | 20    | 20    | 20     | 20     | 20     | 20     |
| Max System Pressure | barg                  | 70    | 70    | 70    | 70     | 70     | 70     | 70     |
| RO Membrane Spec.   | inch                  | 8,040 | 8,040 | 8,040 | 8,040  | 8,040  | 8,040  | 8,040  |
| RO Membrane Qty.    | pcs                   | 28    | 35    | 56    | 70     | 84     | 105    | 144    |
| Weight (dry)        | ton                   | 13    | 13    | 16+8  | 20+8   | 26+9   | 30+10  | 36+10  |
| Container size      | ft                    | 40    | 40    | 40+40 | 40+40  | 40+40  | 40+40  | 40+40  |
| Rated Power         | kW                    | 48    | 60.3  | 87.3  | 113.6  | 141.8  | 183.1  | 221.8  |
| Energy Consumption  | kWh/m <sup>3</sup>    | 2.88  | 2.8   | 2.73  | 2.71   | 2.73   | 2.82   | 2.64   |
| Installed Power     | kW                    | 61.3  | 86.8  | 134.9 | 161.9  | 213.9  | 265.9  | 320.9  |
| Input               | 3PH 380V AC±10%, 50Hz |       |       |       |        |        |        |        |

### 5.3.5 Paneles Fotovoltaicos

La disposición de los paneles fotovoltaicos en la cubierta del Buque Tanque va a depender de la cantidad según el requerimiento energético, por lo que se utilizarán los paneles más livianos y resistentes del mercado.

Los paneles solares por su composición de funcionamiento utilizarán la energía solar fotovoltaica, captada del sol y transformada en energía eléctrica. Para ello los fotones son absorbidos por los electrones libres, los cuales están dotados de mayor energía y tienden a salir de la estructura de la celda (ver Figura 30), lo cual

<sup>29</sup> FastRO Container Desalination System, 2022

crea la posibilidad de utilizar ese electrón que está libre como energía eléctrica (Sandoval, 2019).

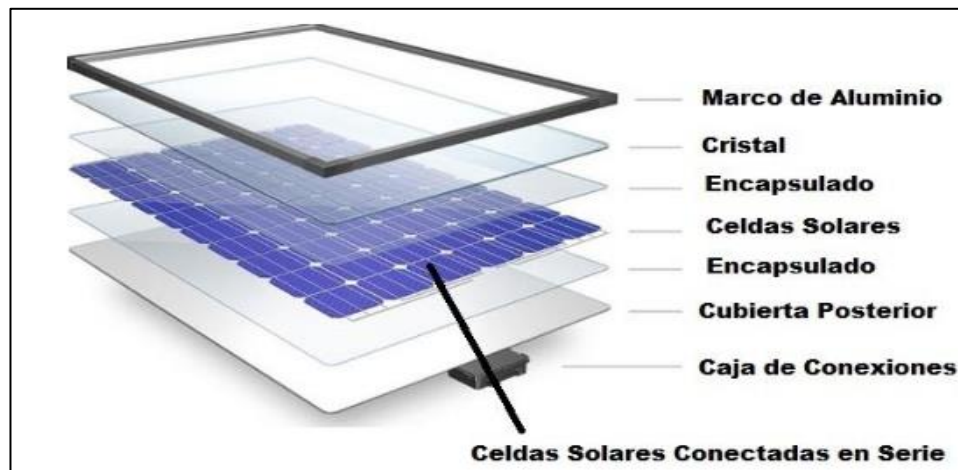


Figura 30: Componentes de un Panel Fotovoltaicos (Romero, 2019).

#### 5.3.5.1 Tipos de Paneles Fotovoltaicos

##### i) PANEL MONOCRISTALINO

Los paneles se forman con mono cristales de silicio, por lo cual su pureza hace que su duración sea extensa y su eficiencia una de las mayores del mercado, ofreciendo garantía de más de 25 años de vida útil. No obstante, si el panel es cubierto por sombra, nieve o polvo, este puede dañarse de forma severa (Romero, 2019).

##### ii) PANEL POLICRISTALINO

Los paneles policristalinos son fabricados de forma simple a través de fundición de sílice y posterior moldeado, con lo cual se reduce la pérdida de material y

energía en su fabricación. Por otra parte, estos paneles son mucho más económicos, pero se necesita de mayor espacio para su instalación y no resisten los ciclos térmicos, por tanto, fallan de forma temprana acortando su vida útil (Romero, 2019).

#### *5.3.5.2 Otros Componentes de los Paneles Fotovoltaicos*

##### i) CAPA ANTI REFLECTIVA (AR)

Esta capa está diseñada para reducir la reflexión que genera el sol en los paneles y evitar la pérdida sobre la superficie del panel. La función principal es hacer que la reflexión sea nula y vencer el potencial del semi conductor, el cual está fabricado de silicio. Por otro lado, algunas células están fabricadas con surcos y pirámides para evitar aún más el efecto de reflexión.

##### ii) CONTACTOS METÁLICOS

Su función es captar los electrones y transferirlo desde y hacia el cable que transportará la energía eléctrica, para ello se utilizara una malla metalizada la cual tiene una forma de peine y se encuentra sobre el semi conductor **N** (Emisor) (ver Figura 31), así también se utiliza el contacto posterior del panel fotovoltaico (parte inferior de la celda) cuya función es transferir los electrones y enviarlos por el semiconductor **P** (Base) (Romero, 2019).

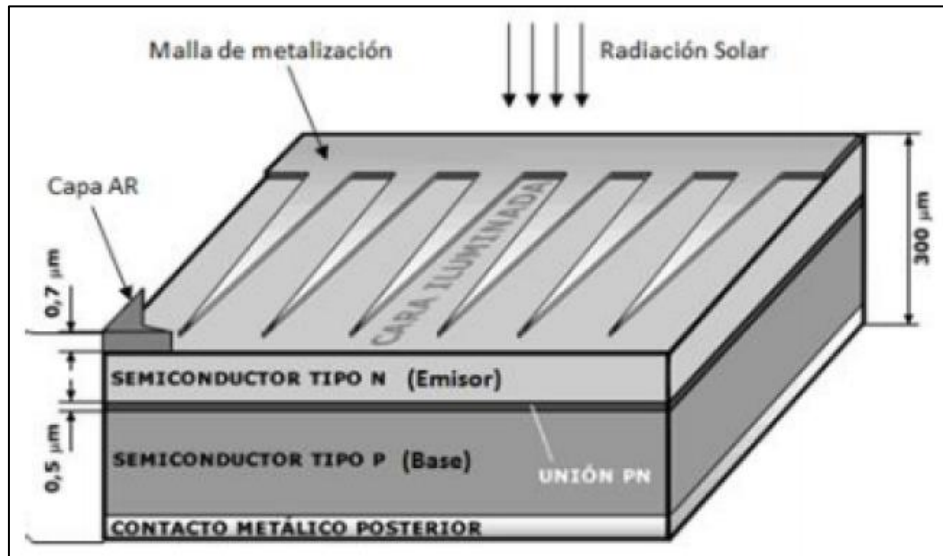


Figura 31: Esquema celular de panel fotovoltaico y principales componentes (Romero, 2019).

### 5.3.5.3 Características Técnicas

Existen variados tamaños de paneles fotovoltaicos, pero los que se utilizarán en el Buque Tanque contarán con las siguientes dimensiones: 2,178m x 0,99m y un área de ocupación por panel de 2,15m<sup>2</sup>, con un peso de 25,5kg (ver Tabla 8 y Figura 32). Los paneles fotovoltaicos serán instalados en posición cero horizontal considerando que el buque no estará fijo, sino que dará vueltas por efectos de las mareas y el viento relativo.

Tabla 8: Datos Panel Eléctrico en condiciones óptimas (adaptado de risenenergy.com<sup>30</sup>)

| MODELO                                | RSM156-430M | RSM156-435M | RSM156-440M | RSM156-445M | RSM156-450M | RSM156-455M |
|---------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Poder Nominal en Vatios (WP)          | 430         | 435         | 440         | 445         | 450         | 455         |
| Voltaje de Circuito Abierto (V)       | 52.38       | 52.50       | 52.62       | 52.72       | 52.82       | 52.92       |
| Corriente de corto Circuito (A)       | 10.47       | 10.57       | 10.67       | 10.77       | 10.87       | 10.97       |
| Máximo poder de Voltaje Vmpp (V)      | 43.60       | 43.70       | 43.80       | 43.90       | 44.00       | 44.10       |
| Máximo poder de corto circuito Imp(A) | 9.87        | 9.97        | 10.06       | 10.15       | 10.24       | 10.32       |
| Módulo de eficiencia (%)              | 19.8        | 20.1        | 20.3        | 20.5        | 20.7        | 21.0        |

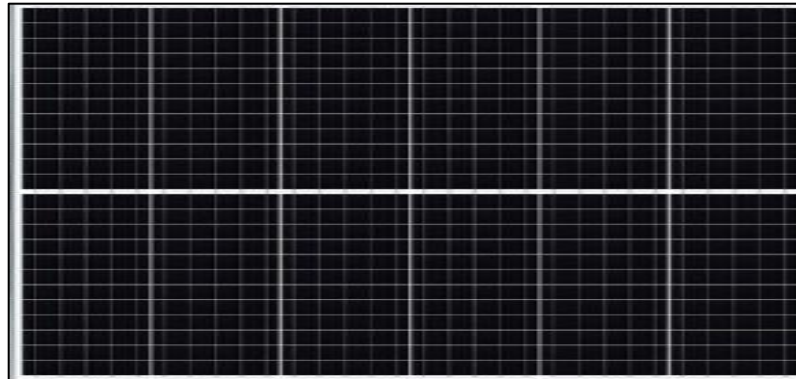


Figura 32: Panel monocristalino área útil 2,15m<sup>2</sup>, Newpowa 450W.<sup>31</sup>

<sup>30</sup> [www.risenenergy.com/product/assembly\\_list?active=1](http://www.risenenergy.com/product/assembly_list?active=1)

<sup>31</sup> [www.risenenergy.com/product/assembly\\_list?active=1](http://www.risenenergy.com/product/assembly_list?active=1)

#### 5.3.5.4 Mapa de Sol

Utilizando las coordenadas de operación del buque tanque y los datos ingresados a la página del Ministerio de Energía de Chile, se analizan los gráficos de generación de energía fotovoltaica.

En la Figura 33 se puede observar el promedio diario anual y la cantidad total de energía que se estima que se produciría a partir de un panel fotovoltaico con las características indicadas en el subcapítulo anterior.



Figura 33: Radiación Solar promedio diaria y anual.<sup>32</sup>

La Figura 34 indica que existe una buena radiación solar en el punto escogido, aunque es más baja en los meses de invierno por la rotación y translación del sol, entregando por panel instalado de 2,22 a 4,63kWh/m<sup>2</sup>/día en los meses de invierno y de 4,97 a 7,62kWh/m<sup>2</sup>/día en los meses estivales, donde aumenta la radiación solar.

<sup>32</sup> solar.minenergia.cl/exploración

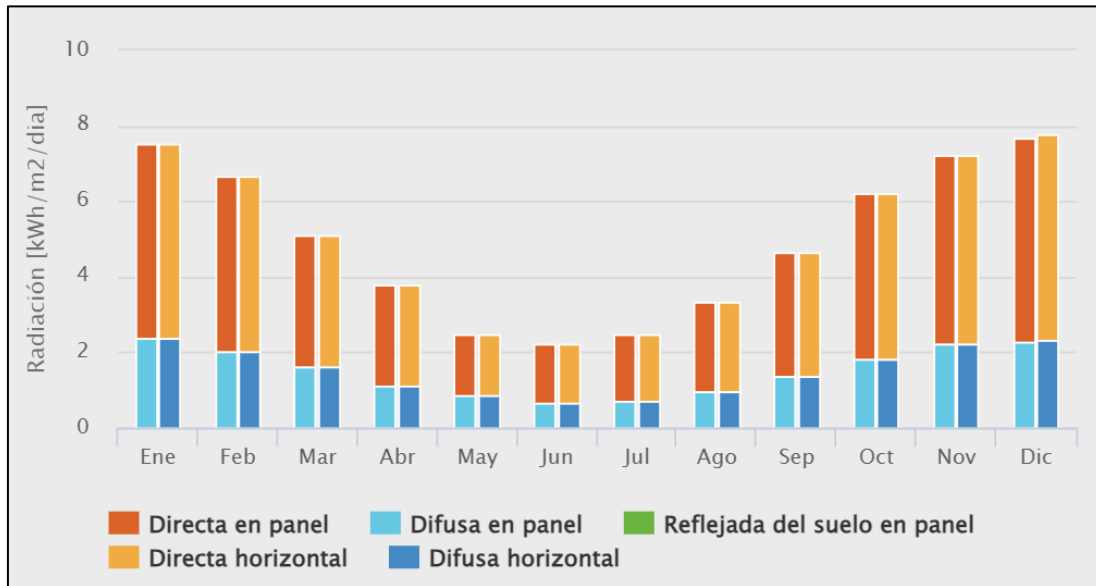


Figura 34: Variación de la Radiación Solar, según el mes del año.<sup>33</sup>

Los paneles solares que utilizará el Buque Tanque se instalarán de forma horizontal o cero grados, sobre la cubierta del buque consiguiendo una forma ideal en que ningún panel solar tape al panel que lo preceda y con ello se optimice la captación de los rayos solares.

La Figura 35 indica la cantidad mensual de energía fotovoltaica generada (kWh), por lo que el buque girará sobre sí mismo por las corrientes marina y se desplazará del punto exacto de carguío por efecto del viento reinante en el lugar.

<sup>33</sup> solar.minenergia.cl/exploración

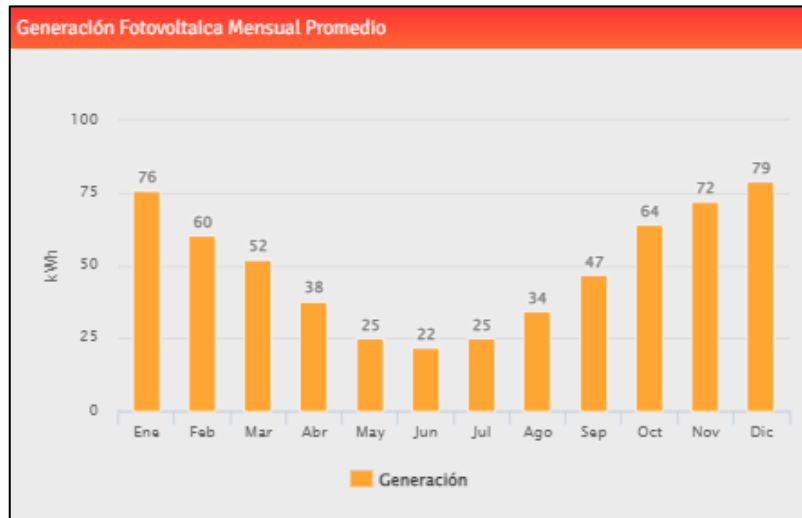


Figura 35: Grafico de generación fotovoltaica anual y mensual por panel de 450W instalados.

#### 5.3.5.5 Funcionamiento de Plantas de Osmosis con Paneles Solares

Los paneles fotovoltaicos serán instalados en un área útil aproximada de 1518m<sup>2</sup> sobre la superficie del buque, dado que se debe descontar el área de las plantas de Osmosis Inversa, el tránsito a través de paneles, la cabina y la sala de mando, correspondientes a un área de 611m<sup>2</sup>. En consecuencia, la cantidad de paneles solares fotovoltaicos de 450W a instalarse corresponde a una cantidad de 421, los cuales entregarán de forma directa la energía requerida para el funcionamiento de las plantas de Osmosis Inversa (ver Figura 36).



Figura 36: Buque Tanque con disposición de paneles solares.

Los cálculos de la potencia promedio disponible se realizaron utilizando el mes de enero como referencia, dado que corresponde al mes con mayor producción de energía fotovoltaica. De esta forma, se estima una potencia disponible de energía eléctrica de 69,7kW:

$$\begin{aligned}
 \text{Potencia disponible enero} &= 76 \frac{\text{kWh}}{\text{enero} \cdot \text{panel}} \cdot 421 \text{ paneles} \cdot \frac{\text{enero}}{31 \text{ días}} = \\
 &= 1.032 \frac{\text{kWh}}{\text{día}} \cdot \frac{1 \text{ día}}{24 \text{ h}} = 43,0 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

La potencia generada por los paneles solares en el mes de enero solo alcanza el 45,7% de la energía demandada para el funcionamiento constante de una planta

de Osmosis Inversa, siendo este valor aún menor en los demás meses del año, de acuerdo con lo observado en la Figura 37:

$$\text{Potencia cubierta} = \frac{43,0 \text{ kW}}{94,6 \text{ kW}} = 45,7\%$$

En consecuencia, se debe descartar la utilización de este método de generación energética, dado que es incapaz de entregar la energía requerida para el funcionamiento permanente de las plantas de osmosis inversa seleccionadas.

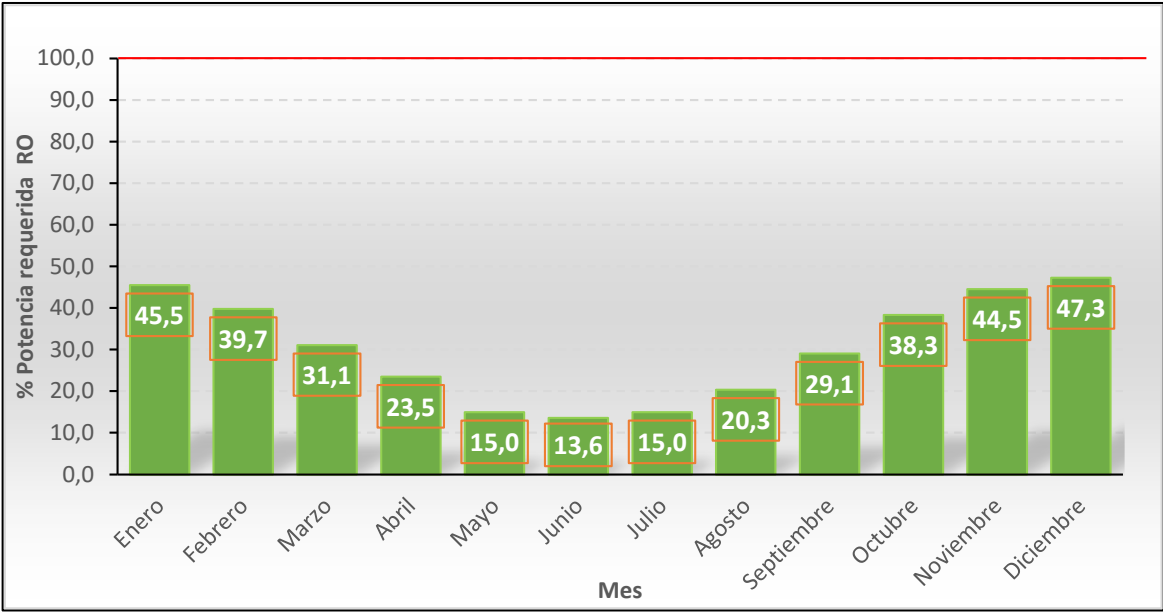


Figura 37: Cobertura de la potencia requerida por RO que es entregada por la energía producida por paneles solares en el mes indicado.

### 5.3.6 Aerogeneradores

Los aerogeneradores de eje vertical poseen la ventaja de ajustarse a cualquier dirección del viento y no poseen dispositivo de orientación, su trabajo consiste en aprovechar la diferencia del coeficiente de arrastre entre las dos hojas o mitades de sección de cara al viento. Los aerogeneradores verticales tienen la particularidad de poseer una fácil reparación y baja mantención al ser instalados a una baja altura.

#### *5.3.6.1 Tipos de Aerogeneradores*

##### i) Aerogeneradores Savonius

Este corresponde a un modelo de aerogenerador simple el cual consiste en un cilindro hueco partido por la mitad y ambas mitades están contrapuestas formando un "S", como se aprecia en Figura 38, donde en su parte baja cuentan con una dinamo de generación eléctrica.

##### ii) Aerogenerador Darrieus

Corresponde al modelo más popular y fue patentado en 1931 por J. Darrieus. Consta de hélices sencillas (ver Figura 39); su utilización de forma vertical le permite mayor velocidad comparativamente en relación con otros aerogeneradores verticales.

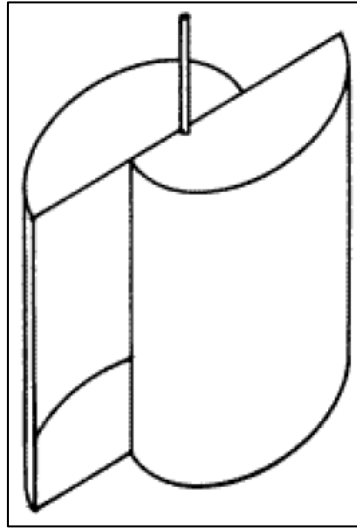


Figura 38: Rotor de aerogenerador Savonius de eje vertical (Nuñez,2004).

#### *5.3.6.2 Características Técnicas*

Los aerogeneradores estarán ubicados en la cubierta del Buque Tanque en una cantidad determinada y calculada por los requerimientos de consumo eléctrico, así como la disposición de forma equidistante uno del otro, para no influir en la captación aerodinámica de estos (ver Tabla 9 y Tabla 10). Por otra parte, cada Aerogenerador mide 1,5 metros de altura, desde la base hasta las hojas o aspas de captación de viento y la dinamo de generación eléctrica. Además, para su instalación se sugiere que estos se instalen a aproximadamente 3 metros de altura y así captar mejor las ráfagas de viento e instalarlos de forma separada a 1,5 metros, uno del otro, para no interferir en la captación de viento (ver Figura 40 y Figura 41).



Figura 39: Aerogenerador Darrieus de eje vertical (Nuñez, 2004).

Tabla 9: Datos Técnicos Aerogenerador en condiciones óptimas.<sup>34</sup>

| MODELO                              | S-V-3000 | S-V-4000 | S-V-6000     |
|-------------------------------------|----------|----------|--------------|
| Velocidad de inicio de giro (m/s)   | <2.0 m/s | 2.0 m/s  | 2.0 m/s      |
| Velocidad corte de viento (m/s)     | 3.5 m/s  | 3.5 m/s  | 3.5 m/s      |
| Velocidad de viento nominal (m/s)   | 10 m/s   | 13 m/s   | 13 m/s       |
| Voltaje nominal (DC)                | 12V/24V  | 12V/24V  | 12V/24V /48V |
| Potencia nominal (W)                | 3000W    | 4000W    | 6000W        |
| Máxima potencia (W)                 | 3500W    | 4500W    | 6500W        |
| Diámetro del rotor de las hojas (m) | 0.52     | 0.52     | 0.52         |
| Altura de las hojas (m)             | 1.05m    | 1.05m    | 1.05m        |

---

<sup>34</sup> [es.aliexpress.com/premium/aerogenerador-vertical](https://es.aliexpress.com/premium/aerogenerador-vertical)

[10000w.html?d=y&origin=y&catId=0&initiative\\_id=AS\\_20220921161640&](https://es.aliexpress.com/premium/aerogenerador-vertical-10000w.html?d=y&origin=y&catId=0&initiative_id=AS_20220921161640&)

Tabla 10: Datos Técnicos Aerogenerador en condiciones óptimas.<sup>35</sup>

| MODELO                             | DESCRIPCION                                   |
|------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Velocidad de seguridad             | Velocidad máxima del viento <40.0 m/s         |
|                                    | Instante máximo velocidad del viento 45.0 m/s |
| Cantidad de hojas                  | 2                                             |
| Material de hojas                  | Fibra de vidrio y Resina                      |
| Generación                         | Trifásico permanente de motor magnético       |
| Control del sistema                | Electromagnético                              |
| Montaje en altura (m)              | 7-12m (9m)                                    |
| Grado de protección del generador  | IP54                                          |
| Temperatura de ambiente de trabajo | VAWT -25~+45°C                                |



Figura 40: Aerogenerador vertical de dos hojas.<sup>36</sup>

<sup>35</sup> [es.aliexpress.com/premium/aerogenerador-vertical](https://es.aliexpress.com/premium/aerogenerador-vertical)

[10000w.html?d=y&origin=y&catId=0&initiative\\_id=AS\\_20220921161640&](https://es.aliexpress.com/premium/aerogenerador-vertical)

<sup>36</sup> [es.aliexpress.com/premium/aerogenerador-vertical](https://es.aliexpress.com/premium/aerogenerador-vertical)

[10000w.html?d=y&origin=y&catId=0&initiative\\_id=AS\\_20220921161640&](https://es.aliexpress.com/premium/aerogenerador-vertical)



Figura 41: Disposición mínima de 1,0 metro, entre Aerogeneradores verticales.

### *5.3.6.3 Mapa de Viento*

En el caso de la utilización de la energía eólica, se consideró las mismas coordenadas definidas en el Océano Pacífico frente a las costas de Valparaíso. Los datos ingresados a la página del Ministerio de Energía de Chile otorgaron los resultados y gráficos de la estimación de generación de energía eólica (ver Figura 42).

En la Figura 43 se puede observar la variación de la velocidad del viento durante el año, ya que en los meses de verano existe una leve alza con respecto a los meses de invierno, manteniendo un constante promedio que ronda en 7,10m/s, lo cual facilita la operación de los aerogeneradores, ya que estos comienzan su funcionamiento de generación eléctrica desde los 3 metros por segundo y su velocidad nominal o ideal de funcionamiento es de 13 metros por segundo,

generando una potencia de 6500W (máxima); en el caso que el viento disminuya, la generación eléctrica disminuirá en proporción.

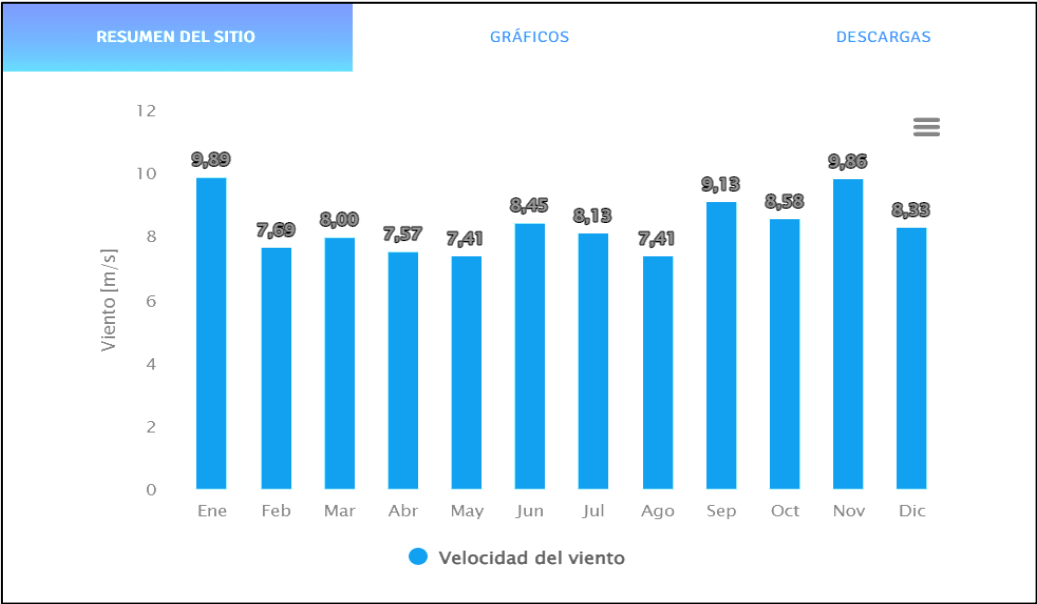


Figura 42: Variación de la velocidad del viento en el año (m/s).<sup>37</sup>

Los intervalos de velocidad del viento varían según la hora del día, ya que en las mañanas el viento es más calmo y a contar del medio día empieza a aumentar su velocidad por el calentamiento del continente por efecto de los rayos solares y el choque de las corrientes marinas en las costas de la región de Valparaíso, generando el desplazamiento de las masas de aire desde y hacia el mar (Núñez, 2004).

<sup>37</sup> [eolico.minenergia.cl/exploración](http://eolico.minenergia.cl/exploración)

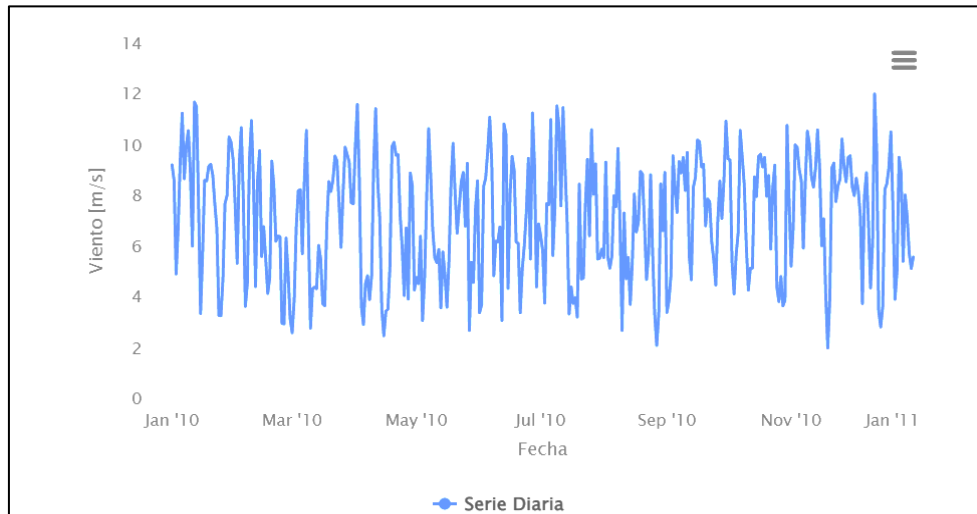


Figura 43: Variación diaria de viento durante un año.<sup>38</sup>

#### 5.3.6.4 Funcionamiento de Plantas de Osmosis Inversa con Aerogeneradores y Respaldo de Baterías

Para el funcionamiento de las plantas de Osmosis Inversa se utilizarán unidades de aerogeneradores de tipo vertical modelo S-V-6000, con una potencia máxima de 6500W y una velocidad nominal del viento de 13m/s, con el fin de dar cumplimiento a la demanda energética de la planta de Osmosis Inversa. Por otra parte, la potencia nominal efectiva va a depender de la velocidad del viento y horas durante el día de funcionamiento (Fraire, 2020).

Dada la grande variación de la energía producía por el viento, se torna imprescindible la utilización de baterías de respaldo, las que permiten entregar de forma estable la energía requerida por las plantas de osmosis inversa. De esta

<sup>38</sup> [eolico.minenergia.cl/exploración](http://eolico.minenergia.cl/exploración)

forma, cuando el viento produzca una potencia superior a la requerida por las plantas, la energía extra será almacenada en las baterías, la cual luego será utilizada en los momentos donde la velocidad del viento sea baja y no logre producir una potencia suficiente para el funcionamiento de dichas plantas.

Para realizar el cálculo más exacto con respecto a la potencia de generación de los aerogeneradores verticales, se utilizaron los promedios horarios del viento durante un año calendario, la que corresponde al periodo de tiempo más corto disponible en el Explorador Eólico. Además, se consideró la curva de potencia del fabricante de acuerdo con el modelo seleccionado, según la Figura 44, la cual indica la potencia que se obtiene en Watt (W) de acuerdo con la velocidad del viento (m/s). (Núñez, 2004)

La potencia requerida por una planta de Osmosis Inversa es de 320,9kW y para ello se instalarán 278 unidades de aerogeneradores verticales de SV-6000 (ver Figura 45), los cuales generarán energía eléctrica las 24 horas.

Para el funcionamiento de las plantas de Osmosis Inversa se generó el análisis detallado a continuación.

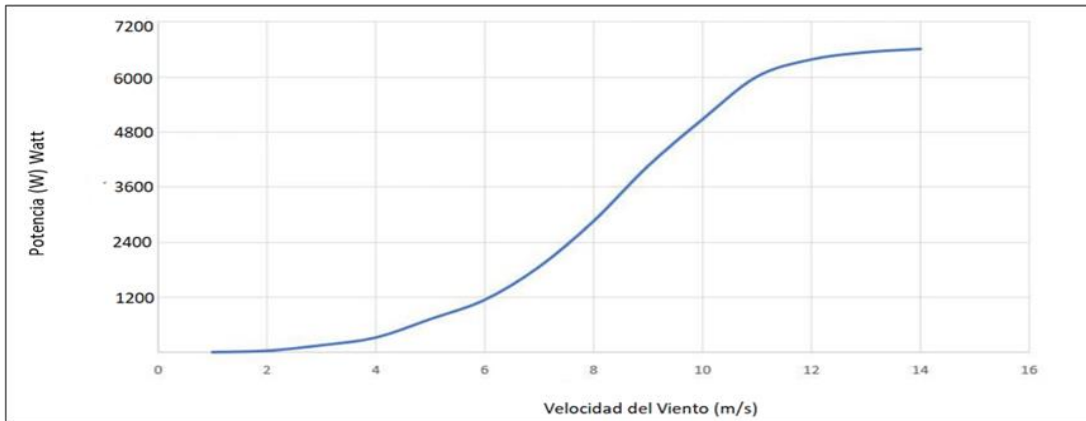


Figura 44: Curva de potencia (W) velocidad del viento (m/s), por el fabricante <sup>39</sup>

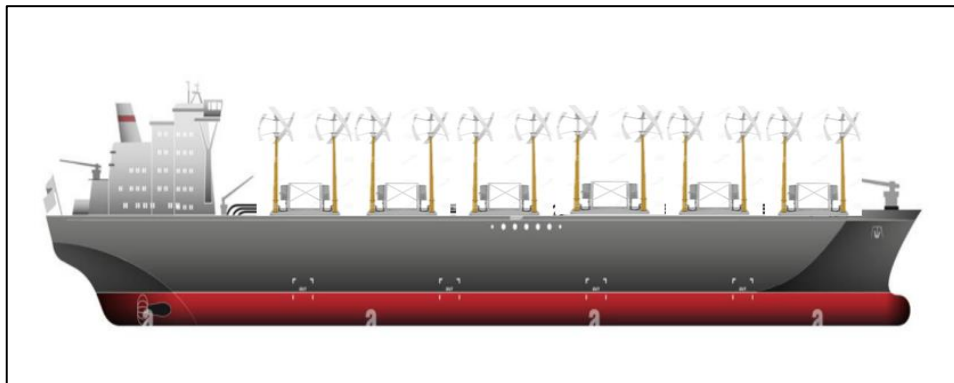


Figura 45: Buque Tanque con aerogeneradores verticales.

Las plantas de osmosis inversa utilizadas en el buque tanque para su funcionamiento necesitan en promedio una potencia instalada de 655,9kW. Por otra parte, para mantener el funcionamiento de las plantas de Osmosis Inversa las 24 horas, es necesario almacenar 125.5MWh en 15625 unidades de baterías

---

<sup>39</sup> [www.xatakaciencia.com/energia/cuanta-potencia-desarrolla-un-aerogenerador-i](http://www.xatakaciencia.com/energia/cuanta-potencia-desarrolla-un-aerogenerador-i)

de respaldo de 200Ah cada una, cuyo detalle se indicará en el subcapítulo a continuación.

Los aerogeneradores serán instalados a 1,5 metros uno del otro sobre la cubierta del Buque Tanque y utilizarán un área útil de 1518m<sup>2</sup>, buscando el funcionamiento óptimo de estos y seleccionando este sistema de generación eléctrica para abastecer las plantas de osmosis inversa.

#### *5.3.6.5 Baterías de Respaldo*

Existe una variedad de tipos de baterías para el almacenaje de energía eléctrica y las más utilizadas son las baterías de máxima eficiencia o de ciclo profundo, las cuales están fabricadas con gel de Litio y gel de Ácido Sulfúrico, logrando su estabilidad de acumulación de energía y sin generar una gran mantención, además de bajar los costos (ver Tabla 11).

La utilización de baterías de respaldo (ver Figura 46) es una solución, como ya mencionado, para las horas en que el viento reinante no sea suficiente para la generación de energía eléctrica y con la finalidad de mantener el funcionamiento de las plantas de Osmosis Inversa y así, de forma consecuente, el llenado de los estanques con agua dulce.

La capacidad de acumulación de cargas y descarga de las baterías de gel, se mide por la velocidad en que se llena y se vacía el acumulador. Por otro lado, la durabilidad de las baterías se mide por la cantidad de ciclos de energía eléctrica (ver Tabla 12) y que puede realizar la batería en cada ciclo de carga, lo que

significa que a mayor profundidad de descarga que se realiza a la batería menor será su vida útil, por lo que se recomienda descargarla solo hasta un 50%, aconsejándose incluso que sea solo hasta un 70% (ver Figura 47).

Tabla 11: Características técnicas de una batería de gel litio.<sup>40</sup>

|                                  |                             |
|----------------------------------|-----------------------------|
| Medidas (Largo x ancho x altura) | 522mm x 240mm x 220mm       |
| Altura total                     | 244mm                       |
| Peso                             | Aprox. 59,8Kg + 3%          |
| Capacidad 25°C                   | 10horas (20A,10.8V)   200Ah |



Figura 46: Batería de gel litio de 200Ah.<sup>41</sup>

---

<sup>40</sup> [selectra.es/autoconsumo/info/componentes/baterias-solares](http://selectra.es/autoconsumo/info/componentes/baterias-solares)

<sup>41</sup> [selectra.es/autoconsumo/info/componentes/baterias-solares](http://selectra.es/autoconsumo/info/componentes/baterias-solares)

Tabla 12: Nivel de carga en %, para una batería de gel litio de 48V.<sup>42</sup>

| Nivel de carga | Voltios |
|----------------|---------|
| Total (100%)   | 50,8V   |
| 75%            | 50V     |
| 50%            | 48,8V   |
| 25%            | 48V     |
| Descargada     | 46,8V   |

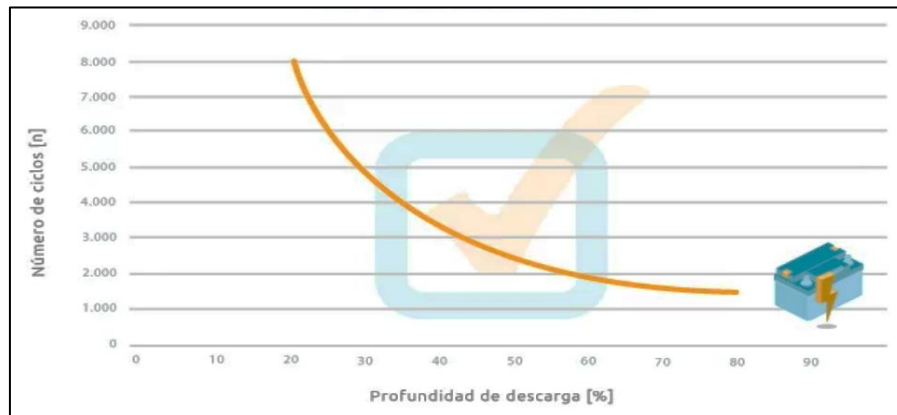


Figura 47: Gráfico de profundidad de descarga de una batería de gel litio Solar.<sup>43</sup>

### 5.3.6.6 Funcionamiento de Plantas de Osmosis Inversa con Aerogeneradores verticales y Combustible Sintético

Como ya se detalló anteriormente, se utilizarán 278 aerogeneradores verticales para lograr un funcionamiento permanente de las dos plantas de osmosis inversa seleccionadas. Sin embargo, en sustitución de las baterías de respaldo se

<sup>42</sup> [selectra.es/autoconsumo/info/componentes/baterias-solares](http://selectra.es/autoconsumo/info/componentes/baterias-solares)

<sup>43</sup> [selectra.es/autoconsumo/info/componentes/baterias-solares](http://selectra.es/autoconsumo/info/componentes/baterias-solares)

instalarán 4 unidades Diesel de generación eléctrica unitaria de 750kW, llegando a una energía diaria generada total de 3,0MWh. Por cada 209g de Diesel sintético se genera 1 kWh, con lo cual se estima un consumo máximo diario de Diesel sintético de 627.000g.

Los generadores eléctricos trabajarán a su máxima capacidad de generación para sustentar el requerimiento eléctrico cuando los aerogeneradores no puedan producir energía por disminución o falta de viento, estimándose que el consumo de Diesel sintético ascenderá a 15.675 toneladas métricas para garantizar los 4,5 días de operación en alta mar. Dado que la capacidad de los estanques donde se almacenará el combustible sintético es de 2616 toneladas métricas de Diesel sintético, entonces el buque requerirá la carga de sus estanques de combustible Diesel sintético cada 5 días.

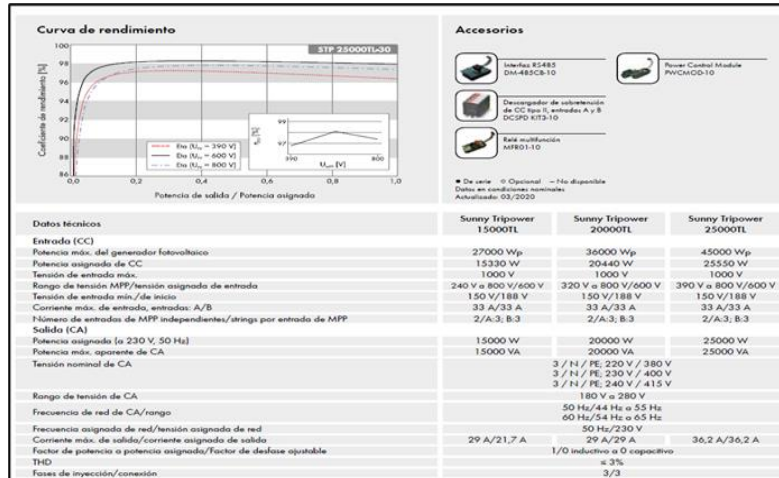
#### *5.3.6.7 Inversores Eléctricos*

La función del inversor eléctrico es convertir la corriente continua (CC) en corriente alterna (CA) de manera que el voltaje proporcionado desde los paneles solares o aerogeneradores sea el mismo que se suministra desde la red eléctrica, es decir, de 220V para la red domiciliaria o 380V para la red industrial. Por otro parte, los inversores permiten tener un respaldo de energía a través de un banco de baterías.

Los inversores eléctricos constan de un oscilador que controla un transistor que interrumpe la corriente continua entrante y la transforma generando ondas de forma rectangular. Las ondas rectangulares alimentan a un transformador que

reduce estas ondas creando una estabilidad de la tensión de salida de 380V (ver Tabla 13).

Tabla 13: Características Técnicas de un Inversor de 380V.<sup>44</sup>



Para determinar el número de inversores eléctricos que se utilizaran en el proyecto, se realizó el siguiente calculo, donde se dividió la potencia requerida por las plantas de osmosis inversa (320,9kW) por la potencia asignada de corriente continua (CC) máxima de cada inversor (25000W):

$$\text{Número de Inversores} = \frac{\frac{320,9 \text{ kW}}{\text{Planta}} \times 2 \text{ Plantas}}{\frac{25000 \text{ W}}{\text{Inversor}}} = 26 \text{ Inversores}$$

<sup>44</sup>[www.rbrenergy.cl/search?q=INVERSORES&gclid=CjwKCAjwyaWZBhBGEIiwACslQo17\\_GEPZVEWBf3ab15PcHdZeljZjZcZshL7elnIipchhVUeGIWgx7RoCW3AQAvD\\_BwE](http://www.rbrenergy.cl/search?q=INVERSORES&gclid=CjwKCAjwyaWZBhBGEIiwACslQo17_GEPZVEWBf3ab15PcHdZeljZjZcZshL7elnIipchhVUeGIWgx7RoCW3AQAvD_BwE)

#### 5.4 Propuesta de Desplazamiento del Buque Tanque

Para el funcionamiento del Buque Tanque se utilizarán 2 plantas de Osmosis Inversa que proporcionarán 2000m<sup>3</sup>/día de agua dulce por unidad, ya que se utilizarán 12 estanques de 1100m<sup>3</sup> (de los 14 disponibles) para su almacenamiento, y los dos restantes serán utilizados para instalar las baterías de respaldo requeridas (31250 unidades de 200Ah) con un peso total de 1718,8 toneladas, además de 26 inversores eléctricos con un peso total de 1620 kg, todo esto será instalado en los estanques asignados a 4P y 4S (ver Figura 48) en cantidades iguales 15625 unidades de baterías y 13 inversores, entregando estabilidad al buque cuando este se dirija a realizar el proceso de desalación en alta mar.

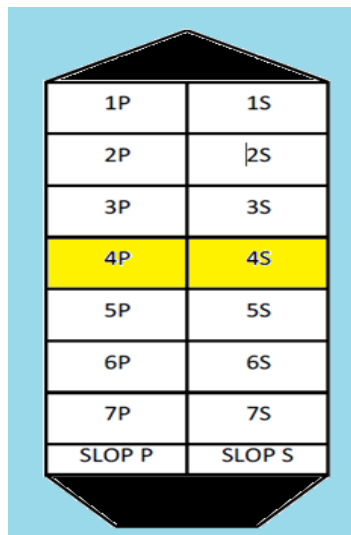


Figura 48: Estanques de color amarillo para el almacenamiento de baterías.

Las plantas de Osmosis Inversa entregarán un llenado de estanque de 4400m<sup>3</sup> diarios y, en consecuencia, el Buque Tanque demorará 3 días en alta mar para completar la capacidad de 13.200m<sup>3</sup>, momento en el cual retornará a entregar el agua producida.

Por otro lado, se implementará una flota de 15 Buques Tanque y tendrán un ritmo de descarga de agua dulce en Monoboya de 2 Buques por día, por lo cual el periodo de descarga de un buque será de 18 horas. Con lo anterior, el ciclo total por buque será de 5,25 días, donde se consideran 18h para el traslado de ida al punto de carga, 3 días de carga de agua a una distancia de 13 millas de las costas de Valparaíso y luego 18h de regreso para descargar el agua dulce, también se deja un día para la espera de Monoboya u otro requerimiento, con ello se cumple con la demanda de agua dulce en la comuna de Valparaíso, el cual se consideró al año 2022 con un valor de 32.000m<sup>3</sup>/día.

Para entender el régimen de operaciones de los Buques Tanques, se elaboró una planilla donde cada Buque tiene un tiempo presupuestado de carga, descarga y traslado entre el punto de carga y la monoboya. Esto se realizó para dimensionar la cantidad de Buques a utilizar (ver Figura 49 y Figura 50).

Por otra parte, el consumo de combustible utilizado por los 15 Buques Tanques se determinó realizando un recorrido fijo de 40 millas, ida y vuelta, con el fin de mantener el buque con combustible extra en caso de temporal u otra emergencia en alta mar, además se consideró que los buques al estar a la gira o cargando agua durante su ciclo 5,25 días en el mar, deben mantener sus motores en marcha en todo momento.

## 5.5 Análisis de Prefactibilidad Económica para la Producción de agua Dulce

### 5.5.1 Costo Capital de Inversión

Los costos de capital, así como la puesta en marcha del proyecto representan un alto costo inicial y se debe considerar que el servicio es completamente nuevo, pionero en la desalación de agua de mar y para ello se debe tener en cuenta la necesidad de contar, por ejemplo, permisos, servicios legales, instalaciones y licencias, etc.

Para lograr estimaciones razonables en el costo de los Buques Tanques, se realizaron cotizaciones en páginas internacionales de armadores, así como disponibilidad de Buques considerando el precio, años de uso y tamaño (ver Anexo 3). Para este proyecto se consideró un buque tanque de un valor de 9,99 millones de dólares americanos (USD) y para realizar la etapa de abastecimiento de agua para la comuna de Valparaíso, se estimaron 15 buques de las mismas características, con un valor total de 149,99 millones de dólares americanos (USD).

En el caso del Buque Tanque, su valor comercial es de 9,99 millones de dólares americanos (USD), expresado en valor dólar observado a 935 pesos (CL), por lo tanto, el monto destinado al seguro es de 299.700 USD, que corresponde al 3% valor del Buque. Cabe destacar que el valor de una monoboya asciende a cerca de 109 millones de dólares americanos (USD).<sup>45</sup>

---

<sup>45</sup> [www.repsol.pe/imagenes/repsolporpe/es/NP29112018\\_monoboya\\_la\\_pampilla\\_tcm76-141828.pdf](http://www.repsol.pe/imagenes/repsolporpe/es/NP29112018_monoboya_la_pampilla_tcm76-141828.pdf)



Por otro lado, solo se pudo contar con el valor comercial del modelo C200E de la planta de osmosis inversa. Dado que el proyecto utilizará el modelo C2000E, se debió estimar el costo en proporción (ver Anexo 16) al flujo de agua dulce producido, dando finalmente un valor de 920 millones de dólares americanos (USD). Las pólizas se pueden estimar entre el 1 y 3% del valor del Buque al momento de asegurarlo.

Al analizar la Tabla 14 se observa un costo anual para el primer año de 511,555 millones de dólares americanos (USD), monto que no considera los adicionales, imprevistos y otros. Estos valores son fundamentales para la inversión inicial del Buque Tanque y se reflejan en el valor del metro cúbico de agua dulce entregada a la empresa de servicios sanitarios de Valparaíso.

## 5.5.2 Costos de Operación

### *5.5.2.1 Recursos Humanos*

Para realizar una estimación de los sueldos se consideraron los valores promedio según el mercado naviero chileno y que fueron comparados con los valores internacionales, transformados en USD al valor observado de 935 pesos (según Anexo 10), de acuerdo con la página web [www.tusalario.org](http://www.tusalario.org) (ver Tabla 15).

Para establecer los requerimientos de mano de obra que realizará las operaciones se elaboró una planilla donde se cuantificó el personal necesario según el tipo de buque, su labor específica dentro de la nave y un sistema de turno de 12 horas (ver Tabla 16).

Tabla 14: Tabla de Capital de Inversión.

| <b>Costos de Capital</b> |                 |                    |
|--------------------------|-----------------|--------------------|
| <b>Descripción</b>       | <b>Unidades</b> | <b>USD</b>         |
| Buque Tanque             | 15              | 149.998.500        |
| Planta Osmosis           | 30              | 27.600.000         |
| Aerogenerador            | 4.170           | 2.977.380          |
| Batería de respaldo      | 468.750         | 220.312.500        |
| Sistema Monoboja         | 1               | 109.000.000        |
| Inversor eléctrico       | 390             | 1.664.130          |
| <b>Costo Total</b>       |                 | <b>511.555.510</b> |

Tabla 15: Tabla de sueldos de la tripulación de un buque.<sup>46</sup>

| <b>Rango Sueldos</b>    | <b>N° Personal</b> | <b>Anual USD</b> |
|-------------------------|--------------------|------------------|
| Capitán                 | 1                  | 18.004           |
| Piloto Segundo          | 1                  | 11.833           |
| Oficial de Cubierta     | 1                  | 11.935           |
| Jefe de Maquinas        | 1                  | 16.042           |
| Tripulante de Maquinas  | 1                  | 11.773           |
| Tec. Comunicaciones     | 1                  | 15.607           |
| Mantenedores eléctricos | 2                  | 10.780           |
| Mantenedores mecánicos  | 2                  | 10.780           |
| Personal de cubierta    | 5                  | 45.561           |
| <b>Total Personal</b>   | <b>13</b>          | <b>152.315</b>   |

---

<sup>46</sup>[tusalarario.org/chile/carrera/funcion-y-salario/oficiales-y-pilotos-de-cubierta#:~:text=Verificá%20tu%20salario,829%20por%20mes%20-%202022.](https://www.tusalarario.org/chile/carrera/funcion-y-salario/oficiales-y-pilotos-de-cubierta#:~:text=Verificá%20tu%20salario,829%20por%20mes%20-%202022.)

Se debe considerar que el buque realizará la maniobra de carga de agua 5,25 días a la gira, donde el personal se mantendrá en espera hasta la maniobra de navegación durante la carga y descarga del agua.

Tabla 16: Tabla de Personal y Turnos.

| Rango de Personal     | Numero de Operarios /Turno | Turno por Dia | Valor Hora Operador | Tiempo por Turno | Costo Anual en Millones USD |
|-----------------------|----------------------------|---------------|---------------------|------------------|-----------------------------|
| Capitán               | 1                          | 1             | 4,2                 | 12               | 0,018                       |
| Piloto Segundo        | 1                          | 1             | 2,7                 | 12               | 0,012                       |
| Oficial Cubierta      | 1                          | 1             | 2,8                 | 12               | 0,012                       |
| Jefe Maquinas         | 1                          | 1             | 3,7                 | 12               | 0,016                       |
| Tripulante Maquinas   | 1                          | 1             | 2,7                 | 12               | 0,012                       |
| Tec. Comunicaciones   | 1                          | 1             | 3,6                 | 12               | 0,016                       |
| Mantenedor Eléctricos | 2                          | 1             | 2,5                 | 12               | 0,022                       |
| Mantenedor Mecánicos  | 2                          | 1             | 2,5                 | 12               | 0,022                       |
| Personal Cubierta     | 10                         | 5             | 2,1                 | 12               | 0,460                       |
| <b>TOTAL</b>          |                            |               |                     |                  | <b>0,590</b>                |

#### 5.5.2.2 Combustibles Sintéticos y Lubricantes

El costo unitario de los combustibles sintéticos denominados E-fuel, van a depender de la cantidad de producción, así como de su disponibilidad en el mercado, además se debe considerar que los combustibles sintéticos tienen un costo del 20% por sobre el valor del combustible fósil (ver Anexo 9). Por otro lado, la estimación del costo para el proyecto debe considerar la distancia que recorrerá el Buque, su velocidad de desplazamiento y su tasa de consumo de combustible sintético. Así mismo, se debe también considerar el valor de los aceites lubricantes que se utilizaran (ver Anexo 8).

Dado que la Tonelada Métrica del Petróleo Marino del tipo IFO 380 alcanza un costo de 617,50USD, entonces la tonelada de combustible sintético se estima como un 20% superior, es decir, llegando a un monto de 741USD la tonelada. Además, a partir de la densidad del combustible se estima que cada tonelada contiene alrededor de 310,79 galones o 0,1175L. Por otro lado, un buque a la gira o en el puerto puede consumir alrededor de 2.000 litros de combustible por hora y cuando navega a velocidad crucero puede consumir 9.452.018 litros de combustible por hora. En el caso del aceite lubricante la tonelada tiene un valor de 92,84USD y se estima que se consume cerca de 86 toneladas por buque al año.

Por otra parte, el costo de cada carga de combustible sintético llega a 1.938.456USD y durante el ciclo completo de carga de agua (5,25 días) se utilizará 1 carga de combustible sintético.

#### *5.5.2.3 Costos Materias Primas de Operación*

Los costos a considerar en la operación del buque son la administración general y logística del personal. En el caso de los costos de administración, se incluyen los suministros y pertrechos para el personal que realiza sus labores en el Buque Tanque. Se evaluó los valores de las materias primas a utilizar, con el fin de mantener las operaciones de los Buques Tanques sin que se reduzca la producción de 32.000m<sup>3</sup>/días de agua dulce.

Las materias primas son determinadas como claves para la operación y su costo anual en millones de (USD) se detalla en la Tabla 16.

Tabla 17: Tabla de las Materias Primas requeridas para la operación del Buque Tanque y respectivos costos de adquisición.

| Nombre de la Materia Prima                  | Unidades | Precio Unitario (USD) | Monto Anual (millones USD) |
|---------------------------------------------|----------|-----------------------|----------------------------|
| Mantenición Planta de Osmosis Limpieza      | 24       | 6275                  | 0,15                       |
| Recambio de Membrana KIT                    | 24       | 3645                  | 0,087                      |
| Consumos en Mantenición Planta Osmosis      | 48       | 1472                  | 0,07                       |
| Citrato de ácido Solido al 99%              | 1.820    | 0,7                   | 0,001                      |
| Hidróxido de Sodio Solido al 98%            | 52,8     | 0,3                   | <0,1                       |
| Anti- Incrustante Liquido 100%              | 474      | 7,2                   | 0,022                      |
| Hipoclorito de Sodio solido al 60%          | 5.040    | 1,8                   | <0,1                       |
| Poli Aluminio clorhidrato solido al 28%     | 47.432   | 0.3                   | 0,014                      |
| Revisión Eléctrica Aerogeneradores          | 3892     | 2                     | 0,007                      |
| Revisión Eléctrica Baterías                 | 218.750  | 0,5                   | 0,109                      |
| Revisión Eléctrica Inversores               | 364      | 1                     | 0,0003                     |
| Recarga de Lubricantes                      | 28.000   | 40                    | 1,12                       |
| <b>Costo Total anual de Materias Primas</b> |          |                       | <b>1,5803</b>              |

#### 5.5.2.4 Costos de Mantenición

Para la mantención del Buque Tanque se debe considerar el costo de las reparaciones estructurales como pintado y reparación del casco (fouling marino), el mantenimiento preventivo y del motor principal, auxiliares hidráulicos, mano de obras y repuestos.

Por otra parte, también se debe considerar la mantención de los componentes involucrados en la generación de agua del Buque Tanque, aunque son de baja mantención, tales como los filtros de Osmosis Inversa, el cambio de aspas de

aerogeneradores y otros componentes eléctricos. También se debe tener presente la limpieza de la cubierta por efecto de las fecas cloacales de gaviotas u de otras especies.

Se presume que, por el tamaño del Buque y las horas totales de servicio activo durante el año, el monto de los gastos de mantención dependerán en especial del motor del Buque, por lo que para determinar este valor se estimó que pueda ser de un 3,5% del precio del Buque, como valor de compra o valor nuevo, dado que los armadores indican que el Buque operará por lo menos 1000 horas de forma anual, por lo que con ello se obtiene un estimativo del valor de la mantención del Buque Tanque (ver Tabla 18).

Tabla 18: Tabla de Costos Anuales de Operación de Buque Tanque.

| <b>Costos Operacionales Buque Tanque</b>    | <b>Millones USD</b> |
|---------------------------------------------|---------------------|
| Costos combustibles sintético y lubricantes | 1,370               |
| Costo de mantención anual                   | 1,540               |
| Administración y Gastos Generales           | 0,106               |
| Costos de seguros navieros 3% valor buque   | 0,299               |
| <b>Total Costos Operacional Anual</b>       | <b>3,315</b>        |

#### *5.5.2.5 Costos de Seguros Asociados a la Operación*

La normativa en Chile es amplia en el caso de los seguros aplicados a naves y, en este caso del Buque Tanque, el seguro al casco es el principal componente que considerar, dado que el buque puede colisionar con roquerías u otras embarcaciones y condiciones adversas de mal tiempo. El artículo 1.160 del

código de comercio de Chile<sup>47</sup>, define sobre los seguros marítimos que pueden verse comprometidos en las operaciones navales.

Las principales consideraciones que se debe determinar sobre las primas de los seguros marítimos dependerán de varios factores como lo son:

- 1.- Envergadura y tamaño del buque.
- 2.- Valor del casco (en este caso es de doble casco).
- 3.- Año de fabricación o edad del buque.
- 4.- Ruta a área de navegación.
- 5.- Capacitación, cursos de seguridad marítima y equipos de protección de incendios.
- 6.- Años que se pretende que prestara servicios de navegación.

Las pólizas, se estiman entre el 1 y 3% del valor del buque al momento de asegurarlo.

En el caso del buque tanque su valor comercial estimado es de 9,99 millones de dólares americanos (USD), expresado en valor dólar observado a 935 pesos, por lo tanto, el monto destinado al seguro ascenderá a 299.700USD que corresponde al 3% valor del buque.

#### *5.5.2.6 Costos Variables y Fijos*

En la Tabla 19 se identifican los costos variables de la operación del Buque Tanque, en ella se exponen los productos considerados en el cálculo y su porcentaje asignado con respecto al valor inicial de inversión.

---

<sup>47</sup> [www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1974&idParte=0&idVersion=2013-12-01](http://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1974&idParte=0&idVersion=2013-12-01)

Los costos fijos, indicados en la Tabla 20, son producto de la legislación chilena definidas en porcentajes a cobrar y con respecto a los seguros de los buques, impuestos territoriales y depreciación de activos, se encuentran definidas a través del Servicio de Impuestos Internos (SII) (ver Anexo 7).

Los costos de mantención general son asignados basándose en el valor de la inversión y ello contempla pintado, reparaciones menores, cambio de luminarias etc. Cabe mencionar que la mantención de los buques y las plantas de Osmosis Inversa están incorporados en el ítem de materias primas (ver Tabla 17) y solo los gastos generales de mantención están reflejados en la Tabla 21.

Los costos de administración, distribución e investigación tienen su asignación en porcentaje al valor de inversión, son costos no deducibles a depreciación y los montos son de carácter anual (ver Tabla 22).

#### *5.5.2.7 Tasas y Reajustes*

En la Tabla 23 se indican los porcentajes de las tasas que incurrirán sobre el monto de la inversión, costos reajustables de construcción de una planta química (ver Anexo 23) y el impuesto a la renta a empresas de primera categoría (ver Anexo 18) y su reajuste a través de IPC (ver Anexo 19).

Tabla 19: Tabla de Costos Variables.

| Producto                      | % de Asignado | Base                         | Base en Millones (USD) | Costo de Millones (USD) al Año |
|-------------------------------|---------------|------------------------------|------------------------|--------------------------------|
| Materia Prima                 |               |                              |                        | 1,580                          |
| Mano de Obra                  |               |                              |                        | 0,308                          |
| Supervisión Operativa         | 1             | Supervisión Operativa        | 0,308                  | 0,006                          |
| Servicios                     |               |                              |                        | 276,920                        |
| Mantenimiento y Reparaciones  | 35            | Mantenimiento y Reparaciones | 511,555                | 179,044                        |
| Suministros Operativos        | 1             | Suministros Operativos       | 155,46                 | 0,150                          |
| Costos de Laboratorio         | 0,5           | Costos de Laboratorio        | 0,308                  | 0,001                          |
| Benéficos a Trabajadores      | 10            | Benéficos a Trabajadores     | 0,012                  | <0,1                           |
| <b>Total Costos Variables</b> |               |                              |                        | <b>458,009</b>                 |

Tabla 20: Tabla de Costos Fijos.

| Producto                    | % de Asignado | Base                          | Base en millones (USD) | Costo de Millones (USD) al Año |
|-----------------------------|---------------|-------------------------------|------------------------|--------------------------------|
| Impuestos (Contribuciones ) | 1,088         | Sobre el Capital de Inversión | 511,555                | 556,572                        |
| Seguros Buques              | 3             | Sobre el Capital de Inversión | 511,555                | 1534,665                       |
| Arriendo de Oficina         | 0,1           | Sobre el Capital de Inversión | 511,555                | 51,156                         |
| <b>Total Costos Fijos</b>   |               |                               |                        | <b>2142,392</b>                |

Tabla 21: Tabla de Costos de Mantenimiento.

| Producto                             | % de Asignado | Base                        | Base en millones (USD) | Costo de Millones (USD) al Año |
|--------------------------------------|---------------|-----------------------------|------------------------|--------------------------------|
| Gastos generales                     | 0,1           | Supervisión y Mantenimiento | 14,355                 | 1,436                          |
| <b>Total Costos de Mantenimiento</b> |               |                             |                        | <b>1,436</b>                   |

Tabla 22: Tabla de Costos sin Depreciación.

| Producto                                             | % de Asignado | Base                        | Base en Millones (USD) | Costo de Millones (USD) al Año |
|------------------------------------------------------|---------------|-----------------------------|------------------------|--------------------------------|
| Administración                                       | 0,1           | Supervisión y Mantenimiento | 14,355                 | 1,436                          |
| Distribución                                         | 0,01          | Sin depreciación            | 39,363                 | 0,394                          |
| Investigación                                        | 0,01          | Sin depreciación            | 39,363                 | 0,394                          |
| <b>Total Costos Gastos Generales</b>                 |               |                             |                        | <b>2,223</b>                   |
| <b>Total de Costos de Productos Sin Depreciación</b> |               |                             |                        | <b>12,059</b>                  |

Por otra parte, las tasas de rendimiento o ganancias están definidas en el marco regulatorio sobre las empresas de producción sanitaria, el cual establece que las ganancias no pueden sobrepasar el 7% de las utilidades al año (ver Anexo 20). Por otro lado, se estima el aumento de los valores del agua potable al año en un 8,6%, según las tarifas informadas en el diario oficial a empresas sanitarias (ver Anexo 21), que dependerá del tramo o categoría del sector donde se entrega el servicio.

Tabla 23: Costos Reajustados por Inflación Anual.

| Reajuste por Inflación Anual            | % Asignado |
|-----------------------------------------|------------|
| Costo Reajustables de Construcción      | 2,1        |
| Tasa de Inflación Anual                 | 3          |
| Tasa de Reajuste al Precio del Producto | 8,6        |
| Tasa de Descuento de Capitalización     | 7          |
| Tasa de Rendimiento Mínimo Aceptable    | 7          |
| Tasa de Impuesto a la Renta             | 27         |

### 5.5.3 Flujo de Caja del Proyecto

La información entregada es básica y se realiza para informar el flujo de caja contenido en este proyecto y, por tanto, el concepto técnico como organizacional, además de los beneficios, así como los costos que incurrirá el proyecto.

El objetivo de realizar un flujo de caja es poder estimar si un proyecto es viable desde el punto financiero y, a la vez, demostrar si al ejecutar sus funciones se generan ganancias (valor positivo) se mantiene en cero o son negativas (déficit). Para ello se debe considerar el flujo de caja en el horizonte de la evaluación del proyecto en un contexto o situación ideal (ver Tabla 24). Por otro lado, los gastos operacionales se van actualizando según el promedio de la inflación calculado a partir de la variación de la Unidad de Fomento (UF, a octubre 2022). (Sapag, 2014)

Para determinar la viabilidad económica y factibilidad del proyecto se desarrolló una planilla con el Flujo de Caja, como se puede observar en la Tabla 25 y Tabla 26, con la cual se estimó el precio de venta del agua dulce que resultara en un Valor Actual Neto (VAN) de cero. Este precio de venta del agua dulce se reajustó anualmente según la tasa de reajuste al precio del producto (ver Tabla 23) (Sapag, 2014).

Analizando la Tabla 27 se observa que el periodo de recuperación de la inversión inicial del año "0" se obtiene de forma total a los 20 años. Por otra parte, al tener una rentabilidad cero, con un margen de ganancia del 7% anual, el

proyecto podrá responder a sus obligaciones en un corto plazo, con un valor de agua dulce fijado de 4,6 USD/m<sup>3</sup> en el año 1 de implementación del proyecto.

Tabla 24: Tabla de Costos de Capital y Tiempo de vida útil.

| <b>Costos de Capital</b> |                 |                         |                    |
|--------------------------|-----------------|-------------------------|--------------------|
| <b>Descripción</b>       | <b>Unidades</b> | <b>Vida útil (años)</b> | <b>USD</b>         |
| Buque Tanque             | 15              | 15                      | 149.998.500        |
| Planta Osmosis           | 30              | 10                      | 27.600.000         |
| Aerogenerador            | 4.170           | 1                       | 2.977.380          |
| Batería de respaldo      | 468.750         | 15                      | 220.312.500        |
| Sistema Monoboya         | 1               | 10                      | 109.000.000        |
| Inversor eléctrico       | 390             | 10                      | 1.664.130          |
| <b>Costo Total</b>       |                 |                         | <b>511.555.510</b> |

Tabla 25: Tabla de Rentabilidad desde el año -1 al 9.

|                                                    | Periodo de operación (años) |               |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
|----------------------------------------------------|-----------------------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                                                    | -1                          | 0             | 1            | 2            | 3            | 4            | 5            | 6            | 7            | 8            | 9            |              |
| 1. Inversión de Capital Fijo                       |                             |               |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 1.1 Buque Tanque                                   | -150,0                      |               |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 1.2 Inversor Electrico                             | -1,7                        |               |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 1.3 Planta RO                                      | -27,6                       |               |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 1.4 Aerogenerador                                  | -3,0                        |               |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 1.5 Baterías de Respaldo                           | -220,3                      |               |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 1.6 Monoboya                                       | -109,0                      |               |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| <b>1.7 Total</b>                                   | <b>-511,6</b>               |               |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 2. Capital de Trabajo                              | 0,0                         | -214,8        | 0,0          | 0,0          | 0,0          | 0,0          | 0,0          | 0,0          | 0,0          | 0,0          | 0,0          | 0,0          |
| 3. Valor del Rescate                               | <b>0,0</b>                  | <b>0,0</b>    | <b>1,5</b>   | <b>1,5</b>   | <b>1,5</b>   | <b>1,5</b>   | <b>1,5</b>   | <b>1,5</b>   | <b>1,5</b>   | <b>1,5</b>   | <b>1,5</b>   | <b>1,5</b>   |
| 4. Inversión de Capital Total                      | <b>-511,6</b>               | <b>-214,8</b> | 0,0          | 0,0          | 0,0          | 0,0          | 0,0          | 0,0          | 0,0          | 0,0          | 0,0          | 0,0          |
| 5. Inversión Anual                                 | <b>0,0</b>                  | <b>0,0</b>    | <b>-3,2</b>  | <b>-3,3</b>  | <b>-3,4</b>  | <b>-3,5</b>  | <b>-3,6</b>  | <b>-3,7</b>  | <b>-3,8</b>  | <b>-3,9</b>  | <b>-4,0</b>  |              |
| 6. Costo Inicial                                   | 0,0                         | 0,0           | -51,2        | 0,0          | 0,0          | 0,0          | 0,0          | 0,0          | 0,0          | 0,0          | 0,0          | 0,0          |
| 7. Tasa de Operación, Fracción de Capacidad        | 0,0                         | 0,0           | 0,7          | 1,0          | 1,0          | 1,0          | 1,0          | 1,0          | 1,0          | 1,0          | 1,0          | 1,0          |
| 9. Ventas Anuales                                  | <b>0,0</b>                  | <b>0,0</b>    | <b>47,5</b>  | <b>73,3</b>  | <b>79,6</b>  | <b>86,4</b>  | <b>93,8</b>  | <b>101,8</b> | <b>110,6</b> | <b>120,1</b> | <b>130,4</b> |              |
| 10. Costo Total anual del Producto, sin incluir la | 0,0                         | 0,0           | -39,8        | -50,9        | -52,5        | -54,0        | -55,7        | -57,3        | -59,1        | -60,8        | -62,7        |              |
| 11. Depreciacion Anual                             |                             |               |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 11.1 Buque Tanque                                  | 0,0                         | 0,0           | -10,0        | -10,0        | -10,0        | -10,0        | -10,0        | -10,0        | -10,0        | -10,0        | -10,0        | -10,0        |
| 11.2 Inversor Electrico                            | 0,0                         | 0,0           | -0,2         | -0,2         | -0,2         | -0,2         | -0,2         | -0,2         | -0,2         | -0,2         | -0,2         | -0,2         |
| 11.3 Planta RO                                     | 0,0                         | 0,0           | -0,2         | -0,2         | -0,2         | -0,2         | -0,2         | -0,2         | -0,2         | -0,2         | -0,2         | -0,2         |
| 11.4 Aerogenerador                                 | 0,0                         | 0,0           | -3,0         | 0,0          | 0,0          | 0,0          | 0,0          | 0,0          | 0,0          | 0,0          | 0,0          | 0,0          |
| 11.5 Baterías de Respaldo                          | 0,0                         | 0,0           | -14,7        | -14,7        | -14,7        | -14,7        | -14,7        | -14,7        | -14,7        | -14,7        | -14,7        | -14,7        |
| 11.6 Monoboya                                      | 0,0                         | 0,0           | -10,9        | -10,9        | -10,9        | -10,9        | -10,9        | -10,9        | -10,9        | -10,9        | -10,9        | -10,9        |
| <b>11.7 Total</b>                                  | <b>0,0</b>                  | <b>0,0</b>    | <b>-38,9</b> | <b>-35,9</b> | <b>-35,9</b> | <b>-35,9</b> | <b>-35,9</b> | <b>-35,9</b> | <b>-35,9</b> | <b>-35,9</b> | <b>-35,9</b> | <b>-35,9</b> |
| 12. Beneficio Bruto Anual                          | 0,0                         | 0,0           | -82,3        | -13,6        | -8,8         | -3,6         | 2,2          | 8,6          | 15,6         | 23,3         | 31,8         |              |
| 13. Beneficio Neto Anual                           | 0,0                         | 0,0           | -82,3        | -13,6        | -8,8         | -3,6         | 1,6          | 6,3          | 11,4         | 17,0         | 23,2         |              |
| 14. Flujo de Caja Operativo Anual                  | 0,0                         | 0,0           | -43,4        | 22,3         | 27,1         | 32,3         | 37,5         | 42,2         | 47,3         | 52,9         | 59,1         |              |
| 15. Flujo de Caja Anual Total                      | <b>-511,6</b>               | <b>-214,8</b> | <b>-46,6</b> | <b>19,1</b>  | <b>23,7</b>  | <b>28,9</b>  | <b>34,0</b>  | <b>38,5</b>  | <b>43,5</b>  | <b>49,1</b>  | <b>55,1</b>  |              |

Tabla 26: Tabla de Rentabilidad desde el año 10 al 20.

|                                                   | Periodo de operación (años) |              |              |              |              |               |              |              |              |              |              |
|---------------------------------------------------|-----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                                                   | 10                          | 11           | 12           | 13           | 14           | 15            | 16           | 17           | 18           | 19           | 20           |
| <b>1. Inversión de Capital Fijo</b>               |                             |              |              |              |              |               |              |              |              |              |              |
| 1.1 Buque Tanque                                  |                             |              |              |              |              | -208,9        |              |              |              |              | 139,3        |
| 1.2 Inversor Electrico                            | -2,1                        |              |              |              |              |               |              |              |              |              |              |
| 1.3 Planta RO                                     |                             |              |              |              |              |               |              |              |              |              | 16,0         |
| 1.4 Aerogenerador                                 |                             |              |              |              |              |               |              |              |              |              |              |
| 1.5 Baterías de Respaldo                          |                             |              |              |              |              | -306,8        |              |              |              |              | 204,5        |
| 1.6 Monoboya                                      | -136,9                      |              |              |              |              |               |              |              |              |              |              |
| <b>1.7 Total</b>                                  | <b>-155,0</b>               |              |              |              |              | <b>-515,7</b> |              |              |              |              | <b>344,1</b> |
| 2. Capital de Trabajo                             | 0,0                         | 0,0          | 0,0          | 0,0          | 0,0          | 0,0           | 0,0          | 0,0          | 0,0          | 0,0          | <b>214,8</b> |
| 3. Valor del Rescate                              | <b>0,6</b>                  | <b>1,5</b>   | <b>1,5</b>   | <b>1,5</b>   | <b>1,5</b>   | <b>152,8</b>  | <b>1,5</b>   | <b>1,5</b>   | <b>1,5</b>   | <b>1,5</b>   | <b>1,5</b>   |
| 4. Inversión de Capital Total                     | 0,0                         | 0,0          | 0,0          | 0,0          | 0,0          | 0,0           | 0,0          | 0,0          | 0,0          | 0,0          | 0,0          |
| 5. Inversión Anual                                | <b>-4,1</b>                 | <b>-4,2</b>  | <b>-4,4</b>  | <b>-4,5</b>  | <b>-4,6</b>  | <b>-4,8</b>   | <b>-4,9</b>  | <b>-5,1</b>  | <b>-5,2</b>  | <b>-5,4</b>  | <b>0,0</b>   |
| 6. Costo Inicial                                  | 0,0                         | 0,0          | 0,0          | 0,0          | 0,0          | 0,0           | 0,0          | 0,0          | 0,0          | 0,0          | 0,0          |
| 7. Tasa de Operación, Fracción de Capacidad       | 1,0                         | 1,0          | 1,0          | 1,0          | 1,0          | 0,7           | 1,0          | 1,0          | 1,0          | 1,0          | 1,0          |
| 8. Ventas Anuales                                 | <b>139,3</b>                | <b>153,7</b> | <b>166,9</b> | <b>181,2</b> | <b>196,8</b> | <b>548,0</b>  | <b>232,0</b> | <b>251,9</b> | <b>273,5</b> | <b>297,0</b> | <b>322,4</b> |
| 9. Costo Total anual del Producto, sin incluir la | -64,5                       | -66,5        | -68,5        | -70,5        | -72,6        | -60,2         | -77,1        | -79,4        | -81,7        | -84,2        | -86,7        |
| 11. Depreciacion Anual                            | 0,0                         | 0,0          | 0,0          | 0,0          | 0,0          | 0,0           | 0,0          | 0,0          | 0,0          | 0,0          | 0,0          |
| 11.1 Buque Tanque                                 | -10,0                       | -10,0        | -10,0        | -10,0        | -10,0        | -10,0         | -13,9        | -13,9        | -13,9        | -13,9        | -13,9        |
| 11.2 Inversor Electrico                           | -0,2                        | -0,2         | -0,2         | -0,2         | -0,2         | -0,2          | -0,2         | -0,2         | -0,2         | -0,2         | -0,2         |
| 11.3 Planta RO                                    | -0,2                        | -0,2         | -0,2         | -0,2         | -0,2         | -0,2          | -0,2         | -0,2         | -0,2         | -0,2         | -0,2         |
| 11.4 Aerogenerador                                | 0,0                         | 0,0          | 0,0          | 0,0          | 0,0          | 0,0           | 0,0          | 0,0          | 0,0          | 0,0          | 0,0          |
| 11.5 Baterías de Respaldo                         | -14,7                       | -14,7        | -14,7        | -14,7        | -14,7        | -14,7         | -20,5        | -20,5        | -20,5        | -20,5        | -20,5        |
| 11.6 Monoboya                                     | -10,9                       | -13,7        | -13,7        | -13,7        | -13,7        | -13,7         | -13,7        | -13,7        | -13,7        | -13,7        | -13,7        |
| <b>11.7 Total</b>                                 | <b>-35,9</b>                | <b>-38,8</b> | <b>-38,8</b> | <b>-38,8</b> | <b>-38,8</b> | <b>-38,8</b>  | <b>-48,5</b> | <b>-48,5</b> | <b>-48,5</b> | <b>-48,5</b> | <b>-48,5</b> |
| 12. Beneficio Bruto Anual                         | 38,9                        | 48,4         | 59,6         | 71,9         | 85,3         | 449,0         | 106,4        | 124,0        | 143,3        | 164,3        | 187,2        |
| 13. Beneficio Neto Anual                          | 28,4                        | 35,4         | 43,5         | 52,5         | 62,3         | 327,7         | 77,7         | 90,5         | 104,6        | 119,9        | 136,7        |
| 14. Flujo de Caja Operativo Anual                 | 64,3                        | 74,2         | 82,3         | 91,3         | 101,1        | 366,5         | 126,2        | 139,0        | 153,1        | 168,4        | 185,2        |
| <b>15. Flujo de Caja Anual Total</b>              | <b>60,2</b>                 | <b>69,9</b>  | <b>78,0</b>  | <b>86,8</b>  | <b>96,5</b>  | <b>361,8</b>  | <b>121,3</b> | <b>134,0</b> | <b>147,8</b> | <b>163,0</b> | <b>529,2</b> |

Tabla 27: Tabla de obtención de Valor Actual Neto (VAN).

| Indicadores de Rentabilidad   |         |
|-------------------------------|---------|
| Período de recuperación, años | 20 años |
| V.A.N.                        | 0.0     |
| Valor Agua Producida          | 4,6 USD |

## 6 DISCUSIÓN

No es un misterio la escasez hídrica en Chile, es un tema de contingencia nacional y la comuna de Valparaíso no está ajena a ella, producto del cambio climático y a consecuencia del consumo desmedido de los combustibles fósiles, que ha provoca un aumento de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).

Para la estimación de agua dulce requerida por la comuna de Valparaíso, se utilizaron los datos recopilados a través de las páginas web de las instituciones a cargo - la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), el Instituto Nacional Estadísticas (INE) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) - obteniéndose que el mínimo de agua requerido al día por residentes de la comuna de Valparaíso es de 32.000m<sup>3</sup>/día. Esta cifra aumenta de forma exponencial a la cantidad de habitantes (ver Figura 9) y será la entrega de agua por parte de los Buques Tanques, reduciendo significativamente los requerimientos hídricos desde cuencas y acuíferos, pues estos solo serán necesarios para cubrir la diferencia de consumo por sobre ese valor.

La falta de proyectos, como también la ausencia de acción de las autoridades, para la instalación de una planta desaladora en el sector costero, así como el aporte de la salmuera de rechazo que esta generaría, la cual podría provocar un daño a las costas de la comuna de Valparaíso, impulsa la motivación de realizar el estudio de este proyecto, con el fin de entregar una alternativa a la gestión hídrica de la comuna de Valparaíso y, a la vez, evitar un daño al medio marino costero.

De esta forma, para el diseño de la planta de Osmosis Inversa se utilizó la tecnología existente en el mercado, correspondiente a plantas de Osmosis Inversa portátiles instalados en contenedores de 40pies. Esta tecnología que ha sido desarrollada en los años 50, fue impulsada en los años 80 en Europa para hacer frente a la escasez de agua dulce en países costeros, fomentando la agricultura con riego tecnificado, tal como fue el caso de Israel. Esta planta portátil se montará en un Ex - Buque Petrolero con el fin de realizar su carga de agua dulce en alta mar, depositando su salmuera de rechazo en el lugar de filtrado, ubicado a 13 millas desde la playa Los Marineros de Viña del Mar, para no afectar el ecosistema marino que circunda las costas y las especies bentónicas del sitio. Por otro lado, este tipo de plantas de Osmosis Inversa se pueden replicar en comunas o regiones costeras de Chile, sin afectar las costas con la salmuera de rechazo generada. En cuanto a los diversos sistemas de generación de energías renovables, como alternativa sustentable para su utilización en las plantas de Osmosis Inversa, en primer lugar, se evaluó la utilización de paneles solares monocristalinos de 450 Watts. Su baja producción de energía, dado las pocas horas de radiación solar directas e indirectas que entrega el movimiento natural del sol en el cielo, lo hace un recurso inviable para la sustentación energética de las plantas de Osmosis Inversa en el Buque Tanque, pues en el mejor escenario (mes de enero) solo se logra cubrir el 45,5% del requerimiento energético de operación continua de la planta de osmosis inversa considerada.

Por otro lado, la generación de energía renovable eólica resultó viable con los aerogeneradores verticales, ya que permite su funcionamiento las 24h, una vez que el viento fluctúa día y noche, donde incluso en algunos momentos sobrepasa la cantidad máxima de generación del modelo considerado

(velocidades de viento superiores a 14m/s). Dada la inestabilidad natural de las velocidades de viento, se requiere contar con un sistema de almacenamiento de energía, compuesto por un conjunto de baterías de ciclo profundo. No obstante lo anterior, también se analizó utilizar en su sustitución un conjunto de generadores a diésel eléctricos, que utilizarían combustible sintético. Sin embargo, las cantidades necesarias para su operación conllevan un costo muy superior a la utilización de las baterías mencionadas anteriormente, así como de espacio para su almacenamiento en detrimento del espacio reservado para el agua dulce generada, por lo cual esta alternativa fue descartada. En consecuencia, la utilización de combustible sintético en el proyecto será únicamente para el desplazamiento del buque tanque.

Para determinar la mejor planta de osmosis inversa a utilizar en el proyecto, de entre las disponible en el fabricante, se analizaron los ciclos de buques requeridos y valor final del metro cubico en USD para cada alternativa de planta, seleccionándose la que permitió obtener el menor costo de producción. El resumen de este análisis se puede observar en el Anexo 24.

Finalmente, el proyecto de implementación de la planta de Osmosis Inversa en alta mar es factible de realizar para un proyecto de venta de agua con un valor del metro cúbico a 4,6 dólares en el primer año de operación. Con respecto a la viabilidad económica del proyecto, se puede determinar que por el momento este es atractivo. No obstante, se debe tener presente el alto costo de la inversión requerida, considerando que el Buque Tanque usado en el proyecto corresponde a un Ex - Petrolero que, por lo general, son fabricados ha pedido con dimensiones y diseño adaptado a la función a cumplir, así como sus los altos costos de mantención. Por último, el valor del volumen en metros cúbicos de

agua dulce producido, que supera en al menos 3 veces el valor del agua desalada en tierra, tal como la planta desaladora de Chañaral, Región de Atacama, que entrega agua potable a un valor de 1,5 USD/m<sup>3</sup>.

En Chile la producción de agua potable a partir de agua salada se realiza utilizando la tecnología de osmosis inversa, donde la inversión inicial es relevante, así como también los costos de operación, desarrollo y tramitación de permisos del proyecto. El insumo de mayor costo en la operación de una planta desaladora (alrededor del 44%) es la energía eléctrica, el cual va disminuyendo a medida que los equipos integran sistemas de recuperación de energía (recuperadores isobáricos) y membranas que operan a menor presión. Con lo anterior, se ha observado que los costos de producción de agua desalada en contratos de gran volumen lleguen a valores tan bajos como 0,5 dólares americanos por metro cúbico<sup>48</sup> (ver Anexo 22).

Cabe destacar que el valor estimado del agua potable producida por la Empresa Sanitaria del gran Valparaíso es de 1,4 dólares por metro cúbico (ver Anexo 21), monto solo ligeramente inferior al de la planta desaladora de Chañaral mencionada anteriormente.

En el año cero (0) se estimó la población en 320.000 habitantes, pero esta aumentará en un 50% al finalizar el año 20 del proyecto, por lo cual se consideró que se suplantarán el agua restante con aportes de agua desde las cuencas hidrográficas.

---

<sup>48</sup>[https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/33266/2/Minuta\\_Desaladoras\\_en\\_Chile.pdf](https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/33266/2/Minuta_Desaladoras_en_Chile.pdf)

No se descarta que el proyecto pueda ser ejecutado en años venideros, pero se debe considerar una baja en los costos de mantención del buque, así como de la inversión inicial. Por lo anterior, tampoco se debe descartar por parte del Gobierno Regional u otra autoridad la entrega de subsidios económicos u beneficios de impuestos, con el fin de lograr la ejecución del proyecto que tiene carácter vital para los seres humanos.

Por otro lado, las plantas desaladores en tierra no incluyen la evaluación ambiental de la instalación y operación de la infraestructura requerida para la captación del agua de mar y posterior devolución de la salmuera, por lo que no se podría descartar que, incorporando este tipo de evaluación económica ambiental, las diferencias de los costos de producción del agua desalada puedan reducirse entre los obtenidos con este proyecto y los observados en los proyectos en tierra, pudiendo hasta invertir su posición.

Además, se propone el desarrollo de una evaluación alternativa que contemple, entre otros aspectos, el cambio del sitio de entrega de agua potable o bien las distancias de desplazamiento del buque tanque, de manera de hacer más eficiente tanto el proceso de producción del agua potable cómo el despacho de ésta. En este sentido, una propuesta alternativa de estudio podría considerar el entrelazamiento y optimización del uso de las tecnologías propuestas en esta investigación de manera de estudiar la factibilidad de utilizar una combinación de tecnologías limpias y convencionales que maximice el rendimiento de los equipos utilizados y entregue la menor relación costo-energía-contaminación. Por lo tanto, podría resultar interesante evaluar el proyecto considerando que el Buque Tanque se desplace a través de la corriente de Humboldt por el litoral norte del país (ida y vuelta), filtrando el agua de mar durante el recorrido, para

luego descargarla en las distintas comunidades costeras nortinas, las que generalmente se encuentran aisladas y empobrecidas debido a la escasez de agua. La disposición de agua potable para estas comunidades debiera generar un beneficio social inmediato a la población de los lugares donde se distribuirá, dotándolas de un recurso importante tanto para la vida como para la provisión de las condiciones mínimas sanitarias que permitan el establecimiento permanente de estas comunidades, en particular mejorando sus condiciones de vida y evitando la proliferación de enfermedades asociadas a la utilización de agua estancada. De igual manera, la disposición de agua dulce les permitiría a estas comunidades gestar un primer polo de desarrollo económico a través de la provisión de las condiciones mínimas necesarias para el desarrollo de una agricultura de autoconsumo que, a mayores niveles de escalamiento, podría incluso derivar en pequeños emprendimientos turísticos asociados al desarrollo de la pesca y de pequeñas “cocinerías” turísticas.

En este sentido, se propone que la investigación planteada aborde la problemática de la producción de agua no sólo desde la perspectiva económica, sino que incorporando como parte del modelo de negocios elementos que permitan incluir el componente de beneficio social asociado a la provisión de agua potable. Así, si bien se evidencia que los costos de producción a través del método de desalinización son mayores a los de explotación de cuencas hídricas, en las zonas en las que no existen cuencas explotables, la desalinización puede convertirse en una alternativa viable si los costos de producción son evaluados en función de los beneficios económicos y sociales intrínsecos a esta nueva propuesta de modelo. Así mismo, se propone evaluar una ruta para el Buque Tanque que considere el trayecto entre Iquique y Valparaíso (recorrido que en total alcanza unas 2200 millas marinas) para que abarque los pueblos costeros,

caletas y playas aisladas de la zona, donde el recurso hídrico es escaso y cuyo abastecimiento actual se realiza exclusivamente a través de camiones aljibes. Por otra parte, en el Anexo 25 se especifica de forma detallada el ciclo de carga, número de puntos de carga y para ello el buque tanque se desplazará por la región descargando y operando las plantas de osmosis de forma simultánea almacenando la salmuera de rechazo en los estanques que no utilizara para la carga de agua y luego los descargara en alta mar cuando se desplace a otro punto de descarga, con el fin de no dañar el ecosistema costero de la región de operación y su producción diaria es de 4000 m<sup>3</sup> día, por cuanto el valor del agua producida asciende a 2,9 USD.

## 7 CONCLUSIONES

Con respecto a la demanda de agua dulce de la comuna de Valparaíso, según su tamaño geográfico, así como la población, se determinó el requerimiento mínimo de agua dulce por habitante alcanzando una cifra de 32.000m<sup>3</sup>/día en el año 1 del proyecto.

Por otro lado, el diseño conceptual se basó en un Buque Tanque (Ex - Petrolero), donde se instalaron 2 plantas de Osmosis Inversa de 2.000m<sup>3</sup>/día, logrando cumplir con el requerimiento de agua dulce para la comuna de Valparaíso en el año 1 del proyecto, operando una flota de 15 buques tanques a un ritmo de descarga en monoboya desde un buque cada 18 horas por día, en ciclos de operación de 5,25 días.

En lo que se refiere a las energías renovables utilizadas, se determinó que para la generación eléctrica se descartó la explotación de paneles solares por no alcanzar la capacidad de producción eléctrica y en su reemplazo se empleó la generación eólica, a través de 278 aerogeneradores dispuestos en la cubierta del Buque Tanque, con una producción eléctrica durante las 24h donde, en las horas de falta de viento, se utilizarán baterías de respaldo para garantizar el funcionamiento permanente del sistema de desalación.

En consideración a la propuesta del proyecto en términos técnicos este es factible de realizar y, en el caso de la viabilidad económica, este logró ser atractivo. El valor estimado del metro cúbico producido fue de 4,6 USD, siendo competitivo con los precios del metro cúbico de agua dulce elaborada por una planta en tierra de 1,5 USD y de la sanitaria del gran Valparaíso de 1,4 USD,

donde los mayores costos se encuentran en la mantención de los buques e inversión inicial.

Por último, el diseño conceptual de la planta de osmosis inversa considerando las tecnologías entregadas por el mercado y los antecedentes bibliográficos, permitió una propuesta de proyecto llamativa e innovadora desde el punto de vista ingenieril, utilizando energías renovables y creando una alternativa diferente para solucionar la escasez hídrica que afecta a la comuna de Valparaíso. La implementación de este proyecto permitiría la reducción de huella de carbono al utilizar combustible sintético y energías renovables en la generación eléctrica, una reducción del daño marino por la deposición de la salmuera de rechazo en alta mar y no en las costas (baja profundidad), evitar la instalación e utilización de un tendido de transmisión eléctrica para la unidad de producción en tierra, evitar la obstrucción visual al instalar una planta de osmosis a orillas de costas, así como, evitar las tomas de agua y descarga de salmuera de rechazo al mar.

## 8 BIBLIOGRAFÍA

Almazán Luis, Palomino M<sup>a</sup> del Carmen, García José Raúl, j. (2000). Escuela Técnica Superior de Ingenieros instalaciones Off-Shore para carga y descarga de Hidrocarburos. Monoboyas y campos de Boyas.

Asociación latinoamericana de desalación y reusó de agua (ALADYR). Desalación de agua de mar; Situación en Chile y en el mundo. [www.senado.cl](http://www.senado.cl) [consulta: 18 octubre 2022]

Báez, José & Forero, Ricardo. (2019). Energía solar fotovoltaica, una alternativa sustentable para el futuro. Facultad de Ingeniería Mecánica Universidad Santo Tomás Bogotá, Colombia.

Barros y Errazuriz. (2021), Derechos de agua y desalación. [https://www.bye.cl/area de practica/derechos-de-aguas-y-desalacion](https://www.bye.cl/area-de-practica/derechos-de-aguas-y-desalacion). [consulta: 14 junio2022]

Biblioteca Congreso Nacional, norma de navegación. [www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1974&idParte=0&idVersion=2013-12-01](http://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1974&idParte=0&idVersion=2013-12-01) [consulta: 18 octubre 2022]

Bleninger, T., Jirka, G. H., & Lattemann, S. (2010). Environmental planning, prediction and management of brine discharges from desalination plants. Middle East Desalination Research Center (MEDRC): Muscat, Sultanate of Oman, 5.

Cabero García, J. (2016). Proceso de desalación de agua de mar mediante un sistema de osmosis inversa de muy alta conversión en tres etapas con recirculación de permeado y doble sistema de recuperación de energía. Tesis Doctoral. Para optar al grado de Dr. Ingeniero Industrial. Universidad del País Vasco.

- Cantillana Barañados, R. (2018). Conflictos por el agua en sus dimensiones sociales y culturales: política de Estado y gestión comunitaria en Tarapacá, Chile. *Estudios Socioterritoriales*, 23, 0-0.
- Cariola, E.C. y Alegría, M.A. (2004). Análisis del proceso de privatización de los sistemas de agua potable y saneamiento urbanos en Chile. *Rega*, 1 (2), 65–85.
- Carrabs Gonçalves, L. A. (2022). Análisis de un sistema de combustión alimentado con combustibles sostenibles (e-fuels) usando redes neuronales (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València).
- Calo Marmolejo, A. D. (2021). Estado actual de las técnicas de producción de combustibles a partir de CO<sub>2</sub>. Trabajo de fin de grado Universidad de Sevilla, España.
- CEPAL, (2016). Evaluaciones del desempeño ambiental: Chile 2016.
- De la Vallina, M. (2008). Evaluación del Impacto Ambiental de las Desaladoras. In *AcuaMed*. 8vo. Congreso Nacional del Medio Ambiente. España.
- Dirección del Territorio Marítimo y Marina Mercante, guía metodológica para descargas de residuos líquidos en jurisdicción de la autoridad marítima.  
[www.directemar.cl/directemar/site/docs/20211115/20211115120951/guia\\_metodologica\\_lineamientos\\_oceanograficos.pdf](http://www.directemar.cl/directemar/site/docs/20211115/20211115120951/guia_metodologica_lineamientos_oceanograficos.pdf) [consulta: 22 mayo 2022]
- Fernández, Y. (2012). Efectos de las variaciones de salinidad sobre angiospermas marinas y su aplicación a los vertidos de plantas desalinizadoras (Tesis doctoral). Universidad de Alicante, España.
- Fraire, D. J. (2020). Diseño de un aerogenerador de eje vertical para uso urbano de 3 kW.

Historia de las petroleras de Las Salinas. [www.lassalinas.cl/una-historia-digna-de-ser-contada/](http://www.lassalinas.cl/una-historia-digna-de-ser-contada/) [consulta: 09 octubre 2022]

Howard, G., Bartam, J., Williams, A., Overbo, A., Fuente, D., Geere, J.A. Domestic water quantity, service level and health. 2ª ed. Geneva, World Health Organization, 2020. 76p.

Jiménez, S., José, S. /, & Wainer, T. (2017). Realidad del agua en Chile: ¿escasez o falta de infraestructura? Libertad y Desarrollo (263): 1-21, 2017. <https://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/20.500.13082/29297>

Ley 19.300/94 Ley Base General de Medio Ambiente. [www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=30667](http://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=30667) [consulta: 22 mayo 2022]

Lora-García, J., López Pérez, M. F., Cardona, S. C., Fombuena, V., & Carbonell Alcaina, C. (2020, July). Análisis del consumo energético como factor clave en proyectos de desalación de agua de mar. In Proceedings from the 24th International Congress on Project Management and Engineering= Comunicaciones presentadas al XIV Congreso Internacional de Dirección e Ingeniería de Proyectos, celebrado del 7 al 9 de julio de 2020 (pp. 991-1003). Asociación Española de Dirección e Ingeniería de Proyectos (AIEPRO).

Miranda, f. h. d. l. c. (2018). Estudio de prefactibilidad de línea de embarcaciones rápidas Concón-Viña del Mar-Valparaíso. 77p.

Monfort, F. T. gestión de residuos y valorización de los mismos en el puerto de valencia.

Núñez, J. C. A. (2004). Diseño y construcción de un prototipo de generador eólico de eje vertical. Trabajo de título. Universidad de Chile. Santiago-Chile.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), 2016. Desempeño Ambiental de Chile. <https://www.oecd.org/environment/oecd-environmental-performance-reviews-chile-2016-9789264252615-en.htm> [consulta: 09 octubre 2022]

Paneles solares Marinos. <https://lucessolares.comoescooger.com/los-mejores-paneles-solares-marinos/>[consulta: 22 junio 2022]

Panzone, C., Philippe, R., Chappaz, A., Fongarland, P., & Bengaouer, A. (2020). Power-to-Liquid catalytic CO<sub>2</sub> valorization into fuels and chemicals: focus on the Fischer-Tropsch route. *Journal of CO<sub>2</sub> Utilization*, 16, 314-347.

Pérez, Sergio. (2020). Metodología para la automatización de los cálculos de estabilidad y esfuerzo de un buque tanque. Para acceder al Título de Máster Universitario en: Ingeniería Náutica y Gestión Marítima Escuela Técnica Superior de Náutica Universidad de Cantabria, España.

Peters, MS, Timmerhaus, KD y West, RE (2003). Diseño de plantas y economía para ingenieros químicos (Vol. 4). Nueva York: McGraw-hill.

Pulido, Antonio & Vallejos, Angela & Sola, Fernando. (2019). Reflexión sobre las plantas desaladoras de Andalucía. Instituto Geológico y Minero de España. Málaga, España.

Quezada, J., Cerda, J. L., & Jensen, A. (2010). Efectos de la tectónica y el clima en la configuración morfológica del relieve costero del norte de Chile. *Andean geology*, 37(1), 78-109

Rogelj, J., Meinshausen, M. y Knutti, R. (2012). Calentamiento global bajo escenarios antiguos y nuevos utilizando estimaciones del rango de sensibilidad climática del IPCC. *Naturaleza cambio climático*, 2 (4), 248-253.

Sandoval Tapia, Vicente, (2019). Proyecto de evaluación Técnico y Económica de la Implementación de un proceso de reciclaje de Paneles Fotovoltaicos en desuso o falla. Memoria para optar al título de Ingeniero civil Mecánico. Universidad Federico Santa María -Chile.

Santibáñez F. (2016). El cambio climático y los recursos hídricos de Chile La transición hacia la gestión del agua en los nuevos escenarios climáticos de Chile. Ministerio

de Agricultura Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. 60 p. Universidad de Chile-Chile.

Santibáñez F. (2020). Análisis de las soluciones posibles a la escasez hídrica del norte chileno. Centro de Agricultura y medio Ambiente Universidad de Chile 44 p. Universidad de Chile. Chile.

Sapag Chain, N., Sapag Chain, R., & Sapag, J. M. (2014). Preparación y evaluación de proyectos. McGraw-hill, 6° Edición.

Shiklomanov, I. World fresh water resources En: Gleick, P. H. (Ed.) Water in Crisis: A Guide to the World's Fresh Water Resources. EEUU, Oxford University Press, 1993. pp 13-24.

Sola, I., Fernández-Torquemada, Y., Forcada, A., Valle, C., del Pilar-Ruso, Y., González-Correa, JM, & Sánchez-Lizaso, JL (2020). Desalinización sostenible: Seguimiento a largo plazo de los vertidos de salmuera en el medio marino. Boletín de contaminación marina, 161, 111813.

Skewes F. (2017). Autorización ambiental para actividades de desalinización de agua de mar. Revista de Derecho Ambiental. Año V N° 7: 35-59


Talavera, P. (2017.). Fundamentos, diseño, construcción y mantenimiento. Plantas desaladoras de agua de mar. Recuperación de Energía La Laguna 22-23 de febrero de 2017. Universidad de las Palmas de Gran Canaria, España.

Portalportuario.cl (2022) Portacontenedores operado por Unifeeder reduce emisiones a través de combustible sintético. [en línea] <[portalportuario.cl/portacontenedores-operado-por-unifeeder-duce-emisiones-a-traves-de-combustible-sintetico](https://portalportuario.cl/portacontenedores-operado-por-unifeeder-duce-emisiones-a-traves-de-combustible-sintetico)> [consulta: 17 octubre 2022]

# 9 ANEXOS

## Anexo 1: Declaración de Escasez Hídrica

EN TRAMITE



Ministerio de  
Obras Públicas

Gobierno de Chile

**REF.: DECLARA ZONA DE ESCASEZ A LA PROVINCIA DE MARGA MARGA, REGIÓN DE VALPARAÍSO**

**SANTIAGO, 24 MAR 2022**

**DECRETO M.O.P. N° 66 /**

**VISTOS:**

1. El oficio Ord. N° 153, de 23 de marzo de 2022, del Secretario Regional Ministerial de Obras Públicas (S);
2. El Informe Técnico, denominado "Informe Condiciones Hidrometeorológicas, Provincia de Marga Marga, Informe N° 18", de 21 de marzo de 2022, de la División de Hidrología de la Dirección General de Aguas;
3. El oficio Ord. D.G.A. N° 119, de 23 de marzo de 2022, del Director General de Aguas (S);
4. El Decreto Supremo N° 19, de 2001, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia que faculta a los Ministros de Estado para firmar "Por orden del Presidente de la República";
5. La Resolución D.G.A. N° 1674, de 12 de junio de 2012, que deja sin efecto la Resolución D.G.A. N° 39, de 1984 y establece los criterios para calificar épocas de extraordinaria sequía;
6. Las facultades que me concede el artículo 314 inciso 1° del Código de Aguas; y

CONSIDERANDO:

1. **QUE**, por medio del oficio Ord. N° 153, de 23 de marzo de 2022, el Secretario Regional Ministerial de Obras Públicas (S) solicita decretar escasez hídrica a la provincia de Marga Marga, Región de Valparaíso.
2. **QUE**, el Informe Técnico, denominado "Informe Condiciones Hidrometeorológicas, Provincia de Marga Marga, Informe N° 18", de 21 de marzo de 2022, de la División de Hidrología de la Dirección General de Aguas, indica que en dicha provincia se verifica la condición de sequía establecida para las precipitaciones en el numeral 6.a) de la Resolución D.G.A. N° 1674, de 2012, que establece nuevos criterios para calificar épocas de extraordinaria sequía, dado que el IPE calculado es menor al índice límite definido en la estación analizada.
3. **QUE**, además, señala que en la misma provincia también se verifica la condición establecida para los caudales en el numeral 6.b) de la misma resolución, toda vez que el ICE calculado es menor al índice límite definido en la estación analizada.
4. **QUE**, debido a la razón señalada, y con el objeto de implementar medidas extraordinarias, que contribuyan a superar la escasez del recurso hídrico, se requiere la dictación de un decreto de escasez en la provincia de Marga Marga, Región de Valparaíso.

MINISTERIO DE HACIENDA  
OFICINA DE PARTES  
RECIBIDO


CONTRALORIA GENERAL  
TOMA DE RAZON  
RECEPCION


|                              |  |  |  |  |
|------------------------------|--|--|--|--|
| DEPART. JURIDICO             |  |  |  |  |
| DEP. T.R. Y REGISTRO         |  |  |  |  |
| DEPART. CONTABIL.            |  |  |  |  |
| SUB. DEP. C. CENTRAL         |  |  |  |  |
| SUB. DEP. E. CUENTAS         |  |  |  |  |
| SUB. DEP. C.P. Y BIENES NAC. |  |  |  |  |
| DEPART. AUDITORIA            |  |  |  |  |
| DEPART. V.O.F. U y T.        |  |  |  |  |
| SUB. DEP. MUNICIPI.          |  |  |  |  |

REFERENDACION

|              |       |
|--------------|-------|
| REF. POR \$  | _____ |
| IMPUTAC.     | _____ |
| ANOT. POR \$ | _____ |
| IMPUTAC.     | _____ |
| DEDUC. DTO.  | _____ |

PROCESO N° 15815820





5. **QUE**, el Director General de Aguas (S) mediante el oficio Ord. D.G.A. N° 119, de 23 de marzo de 2022, solicita se declare zona de escasez a la provincia de Marga Marga, Región de Valparaíso.
6. **QUE**, el artículo 314 inciso 1° del Código de Aguas, dispone que el Presidente de la República, a petición o con informe de la Dirección General de Aguas, podrá, en épocas de extraordinaria sequía, declarar zonas de escasez por períodos máximos de seis meses, no prorrogables.
7. **QUE**, teniendo presente los antecedentes previamente indicados, procede declarar zona de escasez a la provincia de Marga Marga, Región de Valparaíso.

**DECRETO:**

1. **DECLÁRASE ZONA DE ESCASEZ** por un período de seis meses, no prorrogables, a contar del 24 de marzo de 2022, a la provincia de Marga Marga, Región de Valparaíso.
2. En virtud de esta declaración, y no habiendo acuerdo entre los usuarios para redistribuir las aguas, la Dirección General de Aguas podrá hacerlo respecto de las aguas disponibles en las fuentes naturales, con el objeto de reducir al mínimo los daños generales derivados de la sequía. Igualmente, podrá suspender las atribuciones de las juntas de vigilancia, como también los seccionamientos de las corrientes naturales que estén comprendidas dentro de la zona de escasez.
3. La Dirección General de Aguas podrá autorizar extracciones de aguas superficiales o subterráneas desde cualquier punto, por el mismo período señalado en el numeral primero de este decreto, sin necesidad de constituir derechos de aprovechamiento de aguas y sin la limitación del caudal ecológico mínimo establecido en el artículo 129 bis 1 del Código de Aguas. También podrá otorgar cualquiera de las autorizaciones señaladas en el Título I del Libro Segundo de la mencionada codificación.
4. Asimismo, en las corrientes naturales o en los cauces artificiales en que aún no se hayan constituido organizaciones de usuarios, la Dirección General de Aguas podrá a petición de parte, hacerse cargo de la distribución en las zonas declaradas de escasez.
5. Para los efectos señalados en los numerales anteriores, la Dirección General de Aguas adoptará las medidas necesarias sin sujeción a las normas establecidas en el Título I del Libro Segundo del Código de Aguas.
6. Esta declaración de zona de escasez no será aplicable a las aguas acumuladas en embalses particulares.
7. El presente decreto, así como las resoluciones que se dicten por la Dirección General de Aguas en virtud de las facultades conferidas por el artículo 314 del Código de Aguas, se cumplirán de inmediato, sin perjuicio de la posterior toma de razón por la Contraloría General de la República.
8. **DÉJASE** constancia que el mapa de la zona de escasez, el Informe Técnico, denominado "Informe Condiciones Hidrometeorológicas, Provincia de Marga Marga, Informe N° 18", de 21 de marzo de 2022, de la División de Hidrología de la Dirección General de Aguas y demás antecedentes pertinentes, se encontrarán a disposición del público, una vez que dicho decreto sea tomado razón por la Contraloría General de la República, en la página web del Servicio, en el siguiente link:  
<http://www.dga.cl/administracionrecursoshidricos/decretosZonasEscasez/Paginas/default.aspx>

**ANÓTESE, TÓMESE RAZÓN Y PUBLÍQUESE.**

"Por Orden del Presidente de la República"

Ministro de Obras Públicas  
**Juan Carlos García**  
Pérez de Arce  
Ministro de Obras Públicas



## **Anexo 2: Cálculo para estimar el requerimiento de agua Potable en la Comuna de Valparaíso**

Se dividirá la cantidad de metro cúbico del mes de diciembre 2022, por la cantidad de habitantes y el resultado se dividirá por el número de días del mes en cuestión, entregando el valor medio requerido.



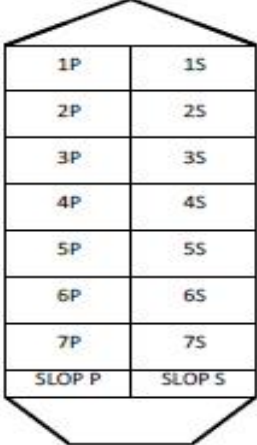
$$\mathbf{T = G \times N =}$$

$$= 3,61\text{m}^3 \times 31 = 0,1164\text{m}^3 = (0,1164\text{m}^3 / 1\text{m}^3) * 1000\text{L} = 116,46 \text{ L/habitante, diciembre 2022, mes de referencia.}$$

$$\mathbf{E = (A / L) * 1\text{m}^3 =}$$

$$= (31.742.400 / 1000 \text{ L}) * 1\text{m}^3 = 31.742,4 \text{ m}^3/\text{día. Requerimiento diario por el buque tanque.}$$

### Anexo 3: Especificaciones Técnicas de Buque Tanque

|               |                           | <b>Distribuidora Marítima Petrogós, S.L.U.</b><br>Avda. Bravo Murillo, 5 - 3º D<br>38003 Santa Cruz de Tenerife                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                      |                        |         |                 |                    |               |                         |                          |                 |                  |                         |                  |                      |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |       |     |       |     |              |               |         |       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------|---------|-----------------|--------------------|---------------|-------------------------|--------------------------|-----------------|------------------|-------------------------|------------------|----------------------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|-------|-----|-------|-----|--------------|---------------|---------|-------|
| <h2>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA BUQUE</h2>                                                          |                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                      |                        |         |                 |                    |               |                         |                          |                 |                  |                         |                  |                      |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |       |     |       |     |              |               |         |       |
| <b>Buque:</b> TINERFE (Ex SAMHO FREEDOM)                                                       |                           | <b>IMO Nr.:</b> 9498107                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                      |                        |         |                 |                    |               |                         |                          |                 |                  |                         |                  |                      |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |       |     |       |     |              |               |         |       |
| <b>Datos generales</b> 100 A5 ESP IW VEC Chemical Tanker Type-2, Oil Tanker MC AUT INERT CM-PS |                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                      |                        |         |                 |                    |               |                         |                          |                 |                  |                         |                  |                      |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |       |     |       |     |              |               |         |       |
|               |                           | Eslora total 144,06 m.<br>Eslora (perpendiculares) 136,00 m.<br>Manga de trazado 22,60 m.<br>Puntal 12,50 m.<br>Calado 9,20 m.<br>Arqueo bruto 11.259 GT<br>Arqueo neto 5.265 NT<br>Peso muerto 17.539 DWT<br>Desplazamiento 22.541 T<br>Velocidad 13 Knots<br>Fecha construcción nov-09                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                      |                        |         |                 |                    |               |                         |                          |                 |                  |                         |                  |                      |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |       |     |       |     |              |               |         |       |
|                                                                                                |                           | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Velocidad</th> <th>Consumo</th> <th>Motor Propulsor</th> <th>Motores Auxiliares</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>13 Kn (carga)</td> <td>19,27T/d MP + 1,9T/d MA</td> <td>MAN B&amp;W 8S 35MC (HFO380)</td> <td>YANMAR (HFO380)</td> </tr> <tr> <td>13,6 Kn (lastre)</td> <td>19,27T/d MP + 1,9T/d MA</td> <td>5.950 kW 173 rpm</td> <td>3 x 745 kW x 900 rpm</td> </tr> </tbody> </table>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                      | Velocidad              | Consumo | Motor Propulsor | Motores Auxiliares | 13 Kn (carga) | 19,27T/d MP + 1,9T/d MA | MAN B&W 8S 35MC (HFO380) | YANMAR (HFO380) | 13,6 Kn (lastre) | 19,27T/d MP + 1,9T/d MA | 5.950 kW 173 rpm | 3 x 745 kW x 900 rpm |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |       |     |       |     |              |               |         |       |
| Velocidad                                                                                      | Consumo                   | Motor Propulsor                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Motores Auxiliares   |                        |         |                 |                    |               |                         |                          |                 |                  |                         |                  |                      |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |       |     |       |     |              |               |         |       |
| 13 Kn (carga)                                                                                  | 19,27T/d MP + 1,9T/d MA   | MAN B&W 8S 35MC (HFO380)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | YANMAR (HFO380)      |                        |         |                 |                    |               |                         |                          |                 |                  |                         |                  |                      |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |       |     |       |     |              |               |         |       |
| 13,6 Kn (lastre)                                                                               | 19,27T/d MP + 1,9T/d MA   | 5.950 kW 173 rpm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 3 x 745 kW x 900 rpm |                        |         |                 |                    |               |                         |                          |                 |                  |                         |                  |                      |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |       |     |       |     |              |               |         |       |
| <b>Tanques de carga</b>                                                                        |                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                      |                        |         |                 |                    |               |                         |                          |                 |                  |                         |                  |                      |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |       |     |       |     |              |               |         |       |
|              |                           | <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Tanques de carga (98%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1P</td><td>1.148</td></tr> <tr><td>1S</td><td>1.157</td></tr> <tr><td>2P</td><td>1.271</td></tr> <tr><td>2S</td><td>1.271</td></tr> <tr><td>3P</td><td>1.308</td></tr> <tr><td>3S</td><td>1.308</td></tr> <tr><td>4P</td><td>1.236</td></tr> <tr><td>4S</td><td>1.237</td></tr> <tr><td>5P</td><td>1.458</td></tr> <tr><td>5S</td><td>1.451</td></tr> <tr><td>6P</td><td>1.451</td></tr> <tr><td>6S</td><td>1.458</td></tr> <tr><td>7P</td><td>1.075</td></tr> <tr><td>7S</td><td>1.066</td></tr> <tr><td>SLP P</td><td>354</td></tr> <tr><td>SLP S</td><td>363</td></tr> <tr><td><b>Total</b></td><td><b>18.611</b></td></tr> <tr><td>Pintura</td><td>Epoxy</td></tr> </tbody> </table> |                      | Tanques de carga (98%) |         | 1P              | 1.148              | 1S            | 1.157                   | 2P                       | 1.271           | 2S               | 1.271                   | 3P               | 1.308                | 3S | 1.308 | 4P | 1.236 | 4S | 1.237 | 5P | 1.458 | 5S | 1.451 | 6P | 1.451 | 6S | 1.458 | 7P | 1.075 | 7S | 1.066 | SLP P | 354 | SLP S | 363 | <b>Total</b> | <b>18.611</b> | Pintura | Epoxy |
| Tanques de carga (98%)                                                                         |                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                      |                        |         |                 |                    |               |                         |                          |                 |                  |                         |                  |                      |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |       |     |       |     |              |               |         |       |
| 1P                                                                                             | 1.148                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                      |                        |         |                 |                    |               |                         |                          |                 |                  |                         |                  |                      |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |       |     |       |     |              |               |         |       |
| 1S                                                                                             | 1.157                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                      |                        |         |                 |                    |               |                         |                          |                 |                  |                         |                  |                      |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |       |     |       |     |              |               |         |       |
| 2P                                                                                             | 1.271                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                      |                        |         |                 |                    |               |                         |                          |                 |                  |                         |                  |                      |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |       |     |       |     |              |               |         |       |
| 2S                                                                                             | 1.271                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                      |                        |         |                 |                    |               |                         |                          |                 |                  |                         |                  |                      |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |       |     |       |     |              |               |         |       |
| 3P                                                                                             | 1.308                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                      |                        |         |                 |                    |               |                         |                          |                 |                  |                         |                  |                      |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |       |     |       |     |              |               |         |       |
| 3S                                                                                             | 1.308                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                      |                        |         |                 |                    |               |                         |                          |                 |                  |                         |                  |                      |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |       |     |       |     |              |               |         |       |
| 4P                                                                                             | 1.236                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                      |                        |         |                 |                    |               |                         |                          |                 |                  |                         |                  |                      |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |       |     |       |     |              |               |         |       |
| 4S                                                                                             | 1.237                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                      |                        |         |                 |                    |               |                         |                          |                 |                  |                         |                  |                      |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |       |     |       |     |              |               |         |       |
| 5P                                                                                             | 1.458                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                      |                        |         |                 |                    |               |                         |                          |                 |                  |                         |                  |                      |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |       |     |       |     |              |               |         |       |
| 5S                                                                                             | 1.451                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                      |                        |         |                 |                    |               |                         |                          |                 |                  |                         |                  |                      |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |       |     |       |     |              |               |         |       |
| 6P                                                                                             | 1.451                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                      |                        |         |                 |                    |               |                         |                          |                 |                  |                         |                  |                      |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |       |     |       |     |              |               |         |       |
| 6S                                                                                             | 1.458                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                      |                        |         |                 |                    |               |                         |                          |                 |                  |                         |                  |                      |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |       |     |       |     |              |               |         |       |
| 7P                                                                                             | 1.075                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                      |                        |         |                 |                    |               |                         |                          |                 |                  |                         |                  |                      |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |       |     |       |     |              |               |         |       |
| 7S                                                                                             | 1.066                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                      |                        |         |                 |                    |               |                         |                          |                 |                  |                         |                  |                      |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |       |     |       |     |              |               |         |       |
| SLP P                                                                                          | 354                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                      |                        |         |                 |                    |               |                         |                          |                 |                  |                         |                  |                      |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |       |     |       |     |              |               |         |       |
| SLP S                                                                                          | 363                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                      |                        |         |                 |                    |               |                         |                          |                 |                  |                         |                  |                      |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |       |     |       |     |              |               |         |       |
| <b>Total</b>                                                                                   | <b>18.611</b>             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                      |                        |         |                 |                    |               |                         |                          |                 |                  |                         |                  |                      |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |       |     |       |     |              |               |         |       |
| Pintura                                                                                        | Epoxy                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                      |                        |         |                 |                    |               |                         |                          |                 |                  |                         |                  |                      |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |       |     |       |     |              |               |         |       |
| <b>Otros datos</b>                                                                             |                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                      |                        |         |                 |                    |               |                         |                          |                 |                  |                         |                  |                      |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |       |     |       |     |              |               |         |       |
| Segregaciones                                                                                  | 15                        | Tanque agua técnica                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 235 m3               |                        |         |                 |                    |               |                         |                          |                 |                  |                         |                  |                      |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |       |     |       |     |              |               |         |       |
| Rango de carga                                                                                 | Máx. 1.800 m3/h           | Limpieza de tanques                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 2 máq. (16 m3/h)/tq. |                        |         |                 |                    |               |                         |                          |                 |                  |                         |                  |                      |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |       |     |       |     |              |               |         |       |
| Rango de descarga                                                                              | Máx. 1.800 m3/h           | Bombas de lastre                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 2x350 m3/h           |                        |         |                 |                    |               |                         |                          |                 |                  |                         |                  |                      |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |       |     |       |     |              |               |         |       |
| Sistema inertización                                                                           | N2 95% 2.250 m3/h         | Tanques de lastre                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 7.599 m3             |                        |         |                 |                    |               |                         |                          |                 |                  |                         |                  |                      |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |       |     |       |     |              |               |         |       |
| Bombas carga                                                                                   | FRAMO (de pozo)           | Capacidad FO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 911 m3               |                        |         |                 |                    |               |                         |                          |                 |                  |                         |                  |                      |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |       |     |       |     |              |               |         |       |
| Capacidad                                                                                      | 14x300/2x100 m3/h         | Capacidad MDO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 113 m3               |                        |         |                 |                    |               |                         |                          |                 |                  |                         |                  |                      |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |       |     |       |     |              |               |         |       |
| Sistema de calefacción                                                                         | Cald. vapor 1x14.000 kg/h | Hélice propulsora                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Paso fijo 5 palas    |                        |         |                 |                    |               |                         |                          |                 |                  |                         |                  |                      |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |       |     |       |     |              |               |         |       |
| Calefacción tanques                                                                            | Serpentines               | Timón                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Pala Estándar        |                        |         |                 |                    |               |                         |                          |                 |                  |                         |                  |                      |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |       |     |       |     |              |               |         |       |
| Calefacción Slops                                                                              | Serpentines               | Hélice de proa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 500 kW               |                        |         |                 |                    |               |                         |                          |                 |                  |                         |                  |                      |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |       |     |       |     |              |               |         |       |
| <b>Observaciones</b>                                                                           |                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                      |                        |         |                 |                    |               |                         |                          |                 |                  |                         |                  |                      |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |       |     |       |     |              |               |         |       |

**Nombre:** TINERFE (Ex SAMHO FREEDOM)

| 1. GENERAL                       |                                                                                                                                                 |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tipo de buque                    | OIL/CHEMICAL TANKER (DOUBLE HULL)                                                                                                               |
| Clasificación                    | Clasificado por el GERMANISCHER LLOYD<br><br><u>Notación:</u><br><br>100 A5 ESP IW VEC Chemical Tanker Type-2, Oil Tanker MC<br>AUT INERT CM-PS |
| Nº IMO                           | 9498107                                                                                                                                         |
| Eslora total (m)                 | 144,06                                                                                                                                          |
| Eslora entre perpendiculares (m) | 136,00                                                                                                                                          |
| Manga (trazado) (m)              | 22,60                                                                                                                                           |
| Puntal (m)                       | 12,50                                                                                                                                           |
| Calado (m)                       | 9,20                                                                                                                                            |
| Arqueo bruto (GT)                | 11.259                                                                                                                                          |
| Arqueo neto (NT)                 | 5.265                                                                                                                                           |
| Peso Muerto (DWT)                | 17.539                                                                                                                                          |
| Desplazamiento (T)               | 22.541                                                                                                                                          |
| Velocidad (Kn)                   | 13                                                                                                                                              |
| Fecha construcción               | nov-09                                                                                                                                          |
| P&I                              | SI                                                                                                                                              |
| 2. CASCO                         |                                                                                                                                                 |
| SISTEMA CARGA                    |                                                                                                                                                 |
| Tanque de carga Nº 1 Br.         | 1.171                                                                                                                                           |
| Tanque de carga Nº 1 Er.         | 1.181                                                                                                                                           |
| Tanque de carga Nº 2 Br.         | 1.297                                                                                                                                           |
| Tanque de carga Nº 2 Er.         | 1.297                                                                                                                                           |
| Tanque de carga Nº 3 Br.         | 1.335                                                                                                                                           |
| Tanque de carga Nº 3 Er.         | 1.335                                                                                                                                           |
| Tanque de carga Nº 4 Br.         | 1.261                                                                                                                                           |
| Tanque de carga Nº 4 Er.         | 1.262                                                                                                                                           |
| Tanque de carga Nº 5 Br.         | 1.488                                                                                                                                           |
| Tanque de carga Nº 5 Er.         | 1.480                                                                                                                                           |
| Tanque de carga Nº 6 Br.         | 1.480                                                                                                                                           |
| Tanque de carga Nº 6 Er.         | 1.488                                                                                                                                           |

**FICHA TENERFE (Ex SAMHO FREEDOM) Doc.00.6 Rev.: 000**

|                                                          |                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Doble casco en tanques carga (13G)                       | SI                                                                                                                                                                                                    |
| Doble casco taqs. Combustible (12A)                      | SI                                                                                                                                                                                                    |
| Alternador de cola                                       | NO                                                                                                                                                                                                    |
| Calculador de carga                                      | ¿Aprobado Sociedad Clasificación? ..... SI<br>¿Estabilidad intacta y dinámica? ..... SI<br>¿Estabilidad en avería? ..... SI                                                                           |
| <b>6. MOTOR PRINCIPAL Y AUXILIARES</b>                   |                                                                                                                                                                                                       |
| Motor Principal                                          | <b>MAN B&amp;W 8S 35MC</b> 5.950 kW 173 rpm                                                                                                                                                           |
| Fuel                                                     | HFO 380 cSt 179 g/kW h                                                                                                                                                                                |
| Motores auxiliares                                       | <b>YANMAR</b> 3 x 745 kW x 900 rpm (193 g/kW h)                                                                                                                                                       |
| Motor de emergencia                                      | <b>VOLVO PENTA</b> 160 kW x 1.800 rpm                                                                                                                                                                 |
| Alternador de cola                                       |                                                                                                                                                                                                       |
| Calderas                                                 | Vapor 1 x 14.000 kg/h 7 bar (1.082 Kg/h FO full)                                                                                                                                                      |
| Economizador                                             | 900 kg/h 7 bar (aliment. gases escape M. Principal)                                                                                                                                                   |
| <b>CONSUMOS</b>                                          |                                                                                                                                                                                                       |
| Carga/descarga F.O.                                      |                                                                                                                                                                                                       |
| Carga/descarga D.O.                                      | 3,68 Tm/día // 7,50 Tm/día (sin gas inerte)                                                                                                                                                           |
| Calefacción carga F.O.                                   | 1,08 Tm/hora (Carga completa 14 tanques + slops)                                                                                                                                                      |
| Limpieza tanques F.O.                                    | 0,9 Tm/hora (a pleno régimen de limpieza)                                                                                                                                                             |
| Navegación cargado F.O.                                  | 19,27 Tm/día (MP) + 1,9 Tm/día (MMAA)                                                                                                                                                                 |
| Navegación cargado D.O.                                  |                                                                                                                                                                                                       |
| Navegación lastre F.O.                                   | 19,27 Tm/día (MP) + 1,9 Tm/día (MMAA)                                                                                                                                                                 |
| Navegación lastre D.O.                                   |                                                                                                                                                                                                       |
| <b>7. EQUIPO DE CONTROL DE LA NAVEGACIÓN Y SEGURIDAD</b> |                                                                                                                                                                                                       |
| Inventario equipos navegación                            | (1) Navtex<br>(1) Course recorder<br>(1) Magnetic Compass<br>(1) Gyro Compass<br>(1) Echo Sounder<br>(1) Speed Log<br>(1) VDR<br>(1) ECDIS<br>(3) GPS<br>(2) Radar ARPA<br>(1) Wind speed & direction |

FICHA TINERFE (Ex SAMHO FREEDOM) Doc.00.6 Rev.: 000

|                                                               |                                                                          |
|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Tanque de carga Nº 7 Br.                                      | 1.097                                                                    |
| Tanque de carga Nº 7 Er.                                      | 1.088                                                                    |
| Tanque de carga/Slop Br                                       | 361                                                                      |
| Tanque de carga/Slop Er                                       | 370                                                                      |
| Capacidad tanques carga 100% (m <sup>3</sup> )                | 18.991                                                                   |
| Capacidad tanques carga 98% (m <sup>3</sup> )                 | 18.611                                                                   |
| Capacidad tq. carga s/slops 98% (m <sup>3</sup> )             | 17.895                                                                   |
| Promedio máximo carga (m3/h)                                  | 1.800                                                                    |
| Máxima presión de tanques (bar)                               | 0,23                                                                     |
| Máxima capacidad de venteo (m3/h)                             | 1.050                                                                    |
| Capacidad bombas descarga (m3/h)                              | 14 x 300 + 2 x 100                                                       |
| <b>SISTEMA LASTRE</b>                                         |                                                                          |
| Capacidad tanques lastre 100% (m <sup>3</sup> )               | 7.599                                                                    |
| <b>OTROS TANQUES</b>                                          |                                                                          |
| Capacidad F.O. (m <sup>3</sup> )                              | <b>911 m3</b><br>(797 m3 HFO normal + 114 m3 HFO bajo S2)                |
| Capacidad D.O. (m <sup>3</sup> )                              | 113                                                                      |
| Capacidad agua dulce servicios (m <sup>3</sup> )              | 232                                                                      |
| Capacidad agua dulce limpieza tanques carga (m <sup>3</sup> ) | 235                                                                      |
| <b>3. MEDIOS DE CARGA/DESCARGA</b>                            |                                                                          |
| Bombas de carga                                               | <b>FRAMO</b> 14 x 300 m3/h + 2 x 100 m3/h<br>(110 mcl dens. 0,8 visc. 1) |
| Bombas de lastre                                              | <b>FRAMO</b> 2 x 350 m3/h (2,5 bar)                                      |
| Sistema calefacción tanques carga                             | Serpentines en tanques de carga<br>Serpentines en tanques Slops B/E      |
| Sistema recuperación de gases                                 | SI                                                                       |
| Sistema inertización tanques                                  | Nitrógeno 95% 2.250 m3/h                                                 |
| Sistema limpieza tanques                                      | 2 máquinas fijas lavado por tanque (16 m3/h) 8 bar                       |
| Calentador agua de baldeo tanques                             | SI (80°C)                                                                |
| Promedio máx. carga (m3/h)                                    | 1.800                                                                    |
| Promedio máx. descarga (m3)                                   | 1.800                                                                    |
| Manifold carga Popa                                           | NO                                                                       |
| Número de segregaciones                                       | 15                                                                       |
| Altura manifold sobre agua                                    | 9,25 lastre 5,45 carga                                                   |
| <b>4. EQUIPAMIENTO BUQUE</b>                                  |                                                                          |
| Hélice propulsora                                             | Paso fijo 5 palas (Ni-Al-Bronce)                                         |
| Timón                                                         | Pala estándar                                                            |
| Hélice de proa                                                | 500 kW                                                                   |
| <b>5. SISTEMA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL</b>                     |                                                                          |

Anexo 4: Ficha Técnica de Planta de Osmosis Inversa



### Breve

El sistema de ósmosis inversa de agua de mar de la serie FastRO Container (en adelante, "fastRO C") es una solución de desalinización en contenedores, con la mayoría de piezas instaladas en 1 o 2 contenedores, y capacidad de producción de agua dulce de 55 a 2,016 m<sup>3</sup>/día (2,300 – 84,000 litros/hora).

El filtro de medios múltiples (MMF) será una configuración común, la versión -S sin MMF (turbidez < 1 NTU) está disponible para una mejor alimentación de agua.

La recomendación de toma de agua, pretratamiento adicional y personalización de postratamiento, guía de instalación

Los servicios de puesta en servicio y capacitación pueden ser proporcionados por QT a pedido.



### Solicitud

- ✓ Sitio de construcción
- ✓ Residentes de la isla
- ✓ Explotaciones agrícolas
- ✓ Vehículo de suministro de agua móvil
- ✓ Abastecimiento de agua militar
- ✓ Hoteles y Resorts
- ✓ Plataforma de perforación de petróleo
- ✓ Otras aplicaciones personalizadas

### Beneficios

- ✓ Estabilidad y fiabilidad: 30 años de experiencia en desalinización.
- ✓ Mejor filtración: proceso de filtrado de 3 pasos que incluye filtro multimedia, prefiltro y filtro principal para garantizar una mejor protección para alta bomba de presión, dispositivo de recuperación de energía y membrana RO.
- ✓ Instalación y puesta en marcha rápidas: la mayor parte de la instalación se completa antes de la entrega, implementación rápida.
- ✓ Larga vida útil: marcas internacionales reconocidas, dúplex no corrosivo para bombas y tuberías de alta presión, UPVC u otros plásticos para tubería, y la pintura marina de alta resistencia se utiliza para el marco y el contenedor.
- ✓ Bajo consumo de energía: uso de bomba de alta presión de alta eficiencia (basada en el principio de pistón axial), recuperación de energía de alta eficiencia dispositivo (basado en el principio del intercambiador de presión isobárico, si está equipado) y membrana RO de bajo consumo de energía.
- ✓ Operación fácil: control fácil de usar por pantalla táctil con control remoto.
- ✓ Función de restauración rápida: en caso de mal funcionamiento, todo el sistema se puede restaurar rápidamente utilizando piezas estándar.
- ✓ Personalización: agregar/actualizar sensores de acuerdo con las necesidades del cliente, recopilar datos de forma remota y proporcionar consultoría operativa Servicio.

### Contenedor vs tradicional

| Tabla de comparación de características<br>Tabla de comparación de características |                                | Sistema de desalinización tradicional | fastRO C    |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|-------------|
| Costo<br>Costo                                                                     | Obras civiles<br>Obras Civiles | 100%                                  | 44%<br>100% |
|                                                                                    | Instalación                    | 100%                                  | 44%<br>100% |
|                                                                                    | Puesta en marcha               | 100%                                  | 45%<br>100% |
|                                                                                    | Equipos                        | 100%                                  | 41%<br>100% |
|                                                                                    | Total                          | 100%                                  | 47%<br>100% |
| Tiempo<br>Tiempo                                                                   | Obras civiles                  | 100%                                  | 45%<br>100% |
|                                                                                    | Instalación                    | 100%                                  | 46%<br>100% |
|                                                                                    | Puesta en marcha               | 100%                                  | 43%<br>100% |
|                                                                                    | Total                          | 100%                                  | 42%<br>100% |

Nota: la comparación se calcula aproximadamente sobre la base de una producción de agua de 1.000 m<sup>3</sup>/día.

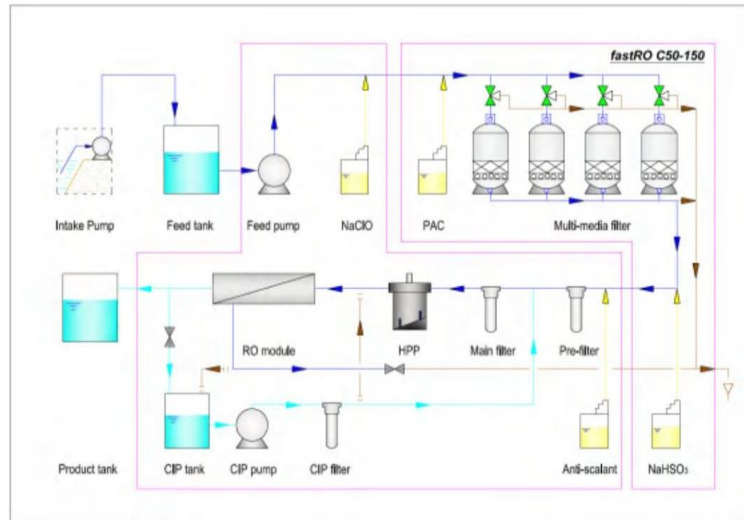
### Estándares de agua

| Estándares de agua de alimentación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Salinidad (TDS)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 20.000-42.000mg/L |
| La temperatura                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 5-35 y            |
| Turbidez 1)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | ≤20 NTU           |
| Demanda Química de Oxígeno (DQO)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | ≤10 mg/L          |
| Ferroso (Fe <sup>2+</sup> )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <0,1 mg/L         |
| Manganeso (Mn <sup>2+</sup> )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <0,1 mg/L         |
| Aceite y grasa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | ≤0mg/L            |
| Estándares de agua de producto 2)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                   |
| Salinidad (TDS)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | ≤500mg/L          |
| pH                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 6-8               |
| Turbiedad                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | ≤0.2NTU           |
| <p><b>Notas:</b></p> <p>1) Si la turbidez del agua de alimentación es superior a las especificaciones anteriores, es posible que se necesite un pretratamiento adicional.</p> <p>2) Si la fuente de agua es agua de mar natural, el agua potable producida deberá cumplir con las Directrices de la OMS para la calidad del agua potable, 4. edición, 2012.</p> |                   |

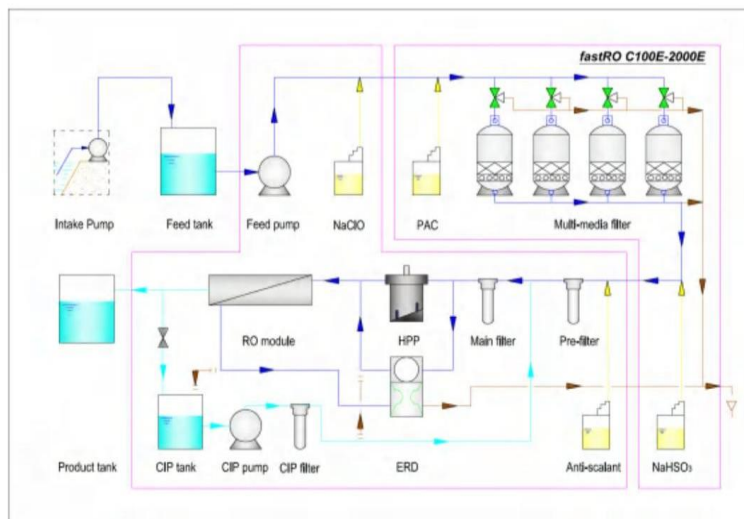
## Proceso de desalinización

El proceso de desalinización se basa en la tecnología de Osmosis inversa (RO). El proceso comienza con la filtración de partículas de la agua de alimentación a través de un filtro multimedia. Es necesario utilizar un filtro multimedia para la turbidez de la agua de alimentación inferior a 1 NTU y luego en la alta presión de la bomba. El agua dulce se sustrae a través de la membrana y entra en la agua concentrada de desecho a su presión de operación (energía de recuperación o dispositivo de recuperación de energía).

fastRO C50-150 (dispositivo de recuperación de energía)



fastRO C100E-2000E (dispositivo de recuperación de energía)



## Especificaciones técnicas

## fastRO C50-300E

| Datos técnicos                     | Unidad               | C50                   | C80  | C100 | C150 | C100E | C150E | C200E | C300E |
|------------------------------------|----------------------|-----------------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| Flujo de producto nominal 1)       | m <sup>3</sup> /hora | 2.3                   | 3.5  | 4.5  | 6.5  | 4.5   | 6.5   | 9.8   | 12.5  |
|                                    | L/S                  | 0,64                  | 0.97 | 1.25 | 1.81 | 1.25  | 1.81  | 2.72  | 3.47  |
| Tasa de recuperación nominal 1)    | %                    | 35                    | 35   | 35   | 35   | 35    | 35    | 45    | 45    |
| Flujo de alimentación nominal      | m <sup>3</sup> /hora | 6.6                   | 10   | 12.9 | 18.6 | 12.9  | 18.6  | 21.8  | 27.8  |
| Presión mínima del sistema 2)      | hoja                 | 20                    | 20   | 20   | 20   | 20    | 20    | 20    | 20    |
| Presión máxima del sistema 2)      | hoja                 | 70                    | 70   | 70   | 70   | 70    | 70    | 70    | 70    |
| Especificaciones de la membrana RO |                      | 8040                  | 8040 | 8040 | 8040 | 8040  | 8040  | 8040  | 8040  |
| Membrana RO Cant.                  | piezas               | 4                     | 6    | 8    | 12   | 8     | 12    | 18    | 21    |
| Peso (seco)                        | toneladas            | 4                     | 5    | 5    | 6    | 5     | 6     | 10    | 11    |
| Tamaño de contenedor               | pe                   | 20                    | 20   | 20   | 20   | 20    | 20    | 40    | 40    |
| Tamaño del contenedor tipo S       | pe                   | 20                    | 20   | 20   | 20   | 20    | 20    | 20    | 20    |
| Potencia nominal                   | toneladas            | 13.4                  | 20.1 | 25.6 | 36.1 | 13.0  | 18.1  | 25.5  | 34.1  |
| Consumo de energía 3)              | kWh/m <sup>3</sup>   | 5.81                  | 5.73 | 5.6  | 5.55 | 2.88  | 2.78  | 2.60  | 2.73  |
| Potencia instalada 4)              | toneladas            | 18.9                  | 25.9 | 36.2 | 52.2 | 22.7  | 27.7  | 37.3  | 47.3  |
| Entrada de alimentación            |                      | 3PH, 380 CA±10%, 50Hz |      |      |      |       |       |       |       |

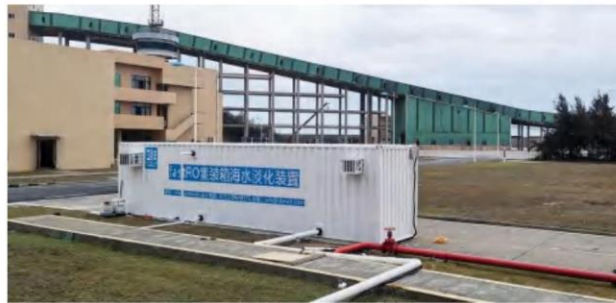
## fastRO C400E-2000E

| Datos técnicos                     | Unidad               | C400E                | C500E | C800E | C1000E | C1200E | C1500E | C2000E |  |
|------------------------------------|----------------------|----------------------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--|
| Flujo de producto nominal 1)       | m <sup>3</sup> /hora | 16.7                 | 21.5  | 33.5  | 42     | 52     | ---    | 84     |  |
|                                    | L/S                  | 4.64                 | 5.97  | 9.31  | 11.67  | 14.44  | 18.06  | 23.33  |  |
| Tasa de recuperación nominal 1)    | %                    | 45                   | 45    | 45    | 45     | 45     | 45     | 45     |  |
| Flujo de alimentación nominal      | m <sup>3</sup> /hora | 37.1                 | 47.8  | 71.1  | 93.3   | 115.6  | 144.4  | 186.7  |  |
| Presión mínima del sistema 2)      | hoja                 | 20                   | 20    | 20    | 20     | 20     | 20     | 20     |  |
| Presión máxima del sistema 2)      | hoja                 | 70                   | 70    | 70    | 70     | 70     | 70     | 70     |  |
| Especificaciones de la membrana RO |                      | 8040                 | 8040  | 8040  | 8040   | 8040   | 8040   | 8040   |  |
| Membrana RO Cant.                  | piezas               | 28                   | 35    | 56    | 70     | 84     | 105    | 144    |  |
| Peso (seco)                        | toneladas            | 13                   | 13    | 16+8  | 20+8   | 26+9   | 30+10  | 36+10  |  |
| Tamaño de contenedor               | pe                   | 40                   | 40    | 40+40 | 40+40  | 40+40  | 40+40  | 40+40  |  |
| Tamaño del contenedor tipo S       | pe                   | 40                   | 40    | 40    | 40     | 40     | 40     | 40     |  |
| Potencia nominal                   | toneladas            | 48.0                 | 60.3  | 87.3  | 113.6  | 141.8  | 183.1  | 221.8  |  |
| Consumo de energía 3)              | kWh/m <sup>3</sup>   | 2.88                 | 2.80  | 2.74  | 2.71   | 2.73   | 2.82   | 2.64   |  |
| Potencia instalada 4)              | toneladas            | 61.3                 | 86.8  | 134.9 | 161.9  | 213.9  | 265.9  | 320.9  |  |
| Aporte                             |                      | 3PH 380V CA±10%y50Hz |       |       |        |        |        |        |  |

## Notas:

- 1) El caudal de producto nominal y la tasa de recuperación nominal se basan en la alimentación de diseño de 35 000 ppm y agua de mar estándar a 20 °C. Mayor flujo de producto y mayor la tasa de recuperación podría alcanzarse según la demanda.
- 2) La presión normal del sistema operativo deberá estar por encima de la presión mínima. El sistema podría adaptarse a presiones superiores a 70 bar cuando sea necesario.
- 3) El consumo de energía se basa en la alimentación de diseño de 35 000 ppm y agua de mar estándar a 20 °C, pero no incluye el consumo de la bomba de admisión, bomba de suministro de producto, calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC).
- 4) La potencia instalada incluye bomba de alimentación, bomba de alta presión (HPP), dispositivo de recuperación de energía (ERD), bomba de limpieza in situ (CIP), bomba dosificadora y luces.

Galería de productos



Galería de productos



Galería de productos



Contáctenos

QTEnviroTech(Suzhóu) Ltd.

Agregar.: Bloque No.2 Calle Shuanmiao Suzhou China  
Teléfono: +8651286669191  
Fax: +8651286669192  
Correo electrónico: sales@iDesalt.com

## Anexo 5: Ficha Técnica de Conversor Eléctrico Trifásico

STP 15000TL-30 / STP 20000TL-30 / STP 25000TL-30



Servicio inteligente con  
SMA Smart Connected

**SMA ShadeFix**  
STRING LEVEL OPTIMIZATION

| Rentable                                                                                                                                                                                           | Seguro                                                                                                         | Flexible                                                                                                                                                                                        | Innovador                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rendimiento máximo del 98,4 %</li> <li>• Aumento del rendimiento sin trabajo de montaje gracias a la gestión de sombras integrada SMA ShadeFix</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Descargador de sobretensión de CC integrable (DPS tipo II)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tensión de entrada de CC hasta 1000 V</li> <li>• Diseño de plantas perfecto gracias al concepto de multistring</li> <li>• Pantalla opcional</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Innovadoras funciones de gestión de red gracias a Integrated Plant Control</li> <li>• Suministro de potencia reactiva las 24 horas del día (Q on Demand 24/7)</li> </ul> |

### SUNNY TRIPower 15000TL / 20000TL / 25000TL

El especialista flexible para plantas comerciales y centrales fotovoltaicas de gran tamaño

El Sunny Tripower es el inversor ideal para plantas de gran tamaño en el sector comercial e industrial. Gracias a su rendimiento del 98,4 %, no solo garantiza unas ganancias excepcionalmente elevadas, sino que a través de su concepto de multistring combinado con un amplio rango de tensión de entrada también ofrece una alta flexibilidad de diseño y compatibilidad con muchos módulos fotovoltaicos disponibles.

La integración de nuevas funciones de gestión de energía como, por ejemplo, Integrated Plant Control, que permite regular la potencia reactiva en el punto de conexión a la red tan solo por medio del inversor, es una firme apuesta de futuro. Esto permite prescindir de unidades de control de orden superior y reducir los costes del sistema. El suministro de potencia reactiva las 24 horas del día (Q on Demand 24/7) es otra de las novedades que ofrece.

## SMA SMART CONNECTED

### Servicio técnico integrado para un confort absoluto

SMA Smart Connected\* es la monitorización gratuita del inversor a través de Sunny Portal de SMA. Si se produce un error en un inversor, SMA informa de manera proactiva al operador de la planta y al instalador. Esto ahorrará valiosas horas de trabajo y costes.

Con SMA Smart Connected el instalador se beneficia del diagnóstico rápido de SMA, lo que le permite solucionar los errores con rapidez y ganarse la simpatía del cliente con atractivas prestaciones adicionales.



#### ACTIVACIÓN DE SMA SMART CONNECTED

El instalador activa SMA Smart Connected durante el registro de la planta en Sunny Portal y de este modo se beneficia de la monitorización automática de inversores por parte de SMA.



#### MONITORIZACIÓN AUTOMÁTICA DE INVERSORES

Con SMA Smart Connected, SMA se hace cargo de la monitorización de los inversores. SMA supervisa cada uno de los inversores de forma automática y permanente para detectar anomalías en el funcionamiento. De este modo, los clientes se benefician de la vasta experiencia de SMA.



#### COMUNICACIÓN PROACTIVA EN CASO DE ERRORES

Tras el diagnóstico y el análisis de un error, SMA informa de inmediato al instalador y al cliente final por correo electrónico. Así todas las partes están perfectamente preparadas para corregir el error. Esto minimiza el tiempo de parada y, en consecuencia, ahorra tiempo y dinero. Gracias a los informes regulares sobre el rendimiento se obtienen valiosas conclusiones adicionales acerca del sistema completo.



#### SERVICIO DE RECAMBIO

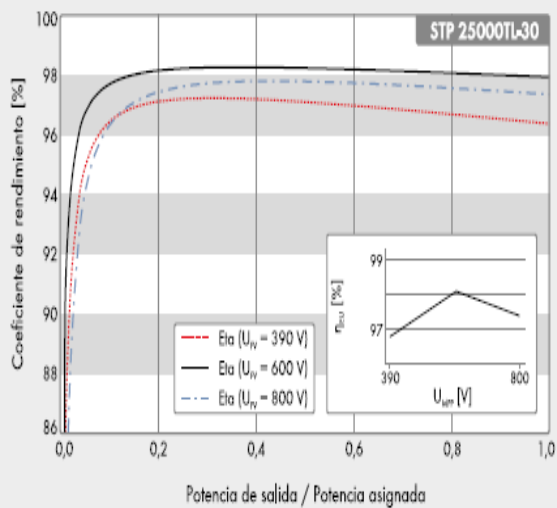
En caso de requerirse un equipo de recambio, SMA suministra automáticamente un nuevo inversor en el plazo de 1 a 3 días tras diagnosticarse el error. El instalador puede dirigirse de forma activa al operador de la planta para la sustitución del inversor.



#### SERVICIO DE RENDIMIENTO

El operador de la planta puede exigir un pago compensatorio de parte de SMA si el inversor de recambio no se entrega dentro del plazo de 3 días.

## Curva de rendimiento



## Accesorios



Interfaz RS485  
DM-485CB-10



Power Control Module  
PWCMOD-10



Descargador de sobretensión  
de CC tipo II, entradas A y B  
DCSPD KIT3-10



Relé multifunción  
MFR01-10

● De serie ○ Opcional – No disponible  
Datos en condiciones nominales  
Actualizado: 03/2020

| Datos técnicos                                                      | Sunny Tripower<br>15000TL | Sunny Tripower<br>20000TL                                                           | Sunny Tripower<br>25000TL |
|---------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| <b>Entrada (CC)</b>                                                 |                           |                                                                                     |                           |
| Potencia máx. del generador fotovoltaico                            | 27000 W <sub>p</sub>      | 36000 W <sub>p</sub>                                                                | 45000 W <sub>p</sub>      |
| Potencia asignada de CC                                             | 15330 W                   | 20440 W                                                                             | 25550 W                   |
| Tensión de entrada máx.                                             | 1000 V                    | 1000 V                                                                              | 1000 V                    |
| Rango de tensión MPP/tensión asignada de entrada                    | 240 V a 800 V/600 V       | 320 V a 800 V/600 V                                                                 | 390 V a 800 V/600 V       |
| Tensión de entrada mín./de inicio                                   | 150 V/188 V               | 150 V/188 V                                                                         | 150 V/188 V               |
| Corriente máx. de entrada, entradas: A/B                            | 33 A/33 A                 | 33 A/33 A                                                                           | 33 A/33 A                 |
| Número de entradas de MPP independientes/strings por entrada de MPP | 2/A:3; B:3                | 2/A:3; B:3                                                                          | 2/A:3; B:3                |
| <b>Salida (CA)</b>                                                  |                           |                                                                                     |                           |
| Potencia asignada (a 230 V, 50 Hz)                                  | 15000 W                   | 20000 W                                                                             | 25000 W                   |
| Potencia máx. aparente de CA                                        | 15000 VA                  | 20000 VA                                                                            | 25000 VA                  |
| Tensión nominal de CA                                               |                           | 3 / N / PE; 220 V / 380 V<br>3 / N / PE; 230 V / 400 V<br>3 / N / PE; 240 V / 415 V |                           |
| Rango de tensión de CA                                              |                           | 180 V a 280 V                                                                       |                           |
| Frecuencia de red de CA/rango                                       |                           | 50 Hz/44 Hz a 55 Hz<br>60 Hz/54 Hz a 65 Hz                                          |                           |
| Frecuencia asignada de red/tensión asignada de red                  |                           | 50 Hz/230 V                                                                         |                           |
| Corriente máx. de salida/corriente asignada de salida               | 29 A/21,7 A               | 29 A/29 A                                                                           | 36,2 A/36,2 A             |
| Factor de potencia a potencia asignada/factor de desfase ajustable  |                           | 1/0 inductivo a 0 capacitivo                                                        |                           |
| THD                                                                 |                           | ≤ 3%                                                                                |                           |
| Fases de inyección/conexión                                         |                           | 3/3                                                                                 |                           |

## Datos generales

|                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                |                |
|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|
| Dimensiones (ancho/alto/fondo)                                            | 661/682/264 mm (26,0/26,9/10,4 in)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                |                |
| Peso                                                                      | 61 kg (134,48 lb)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                |
| Rango de temperatura de servicio                                          | -25 °C a +60 °C (-13 °F a +140 °F)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                |                |
| Emisión sonora, típica                                                    | 51 dB(A)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                |                |
| Autoconsumo nocturno                                                      | 1 W                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                |                |
| Topología/principio de refrigeración                                      | Sin transformador/OptiCool                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                |                |
| Tipo de protección (según IEC 60529)                                      | IP65                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                |                |
| Clase climática (según IEC 60721-3-4)                                     | 4K4H                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                |                |
| Valor máximo permitido para la humedad relativa (sin condensación)        | 100%                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                |                |
| <b>Equipamiento / función / accesorios</b>                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                |                |
| Conexión de CC/CA                                                         | SUNCUX/Borne de conexión por resorte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                |                |
| Pantalla                                                                  | ○                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                |                |
| Interfaz: RS485, Speedwire/Webconnect                                     | ○ / ●                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                |                |
| Interfaz de datos: SMA Modbus / SunSpec Modbus                            | ● / ●                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                |                |
| Relé multifunción/Power Control Module                                    | ○ / ○                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                |                |
| Gestión de sombras SMA ShadeFix/Integrated Plant Control/Q on Demand 24/7 | ● / ● / ●                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |                |
| Compatible con redes aisladas/con SMA Fuel Save Controller                | ● / ●                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                |                |
| Garantía: 5/10/15/20 años                                                 | ● / ○ / ○ / ○                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                |                |
| Certificados y autorizaciones (otros a petición)                          | ANRE 30, AS 4777, BDEW 2008, C10/11:2012, CE, CEI 0-16, CEI 0-21, DEWA 2.0, EN 50438:2013*, G59/3, IEC 60068-2-x, IEC 61727, IEC 62109-1/2, IEC 62116, MEA 2013, NBR 16149, NEN EN 50438, NRS 097-2-1, PEA 2013, PPC, RD 1699/413, RD 661/2007, Res. n.º 7:2013, RRG compliant, SI4777, TOR D4, TR 3.2.2, UTE C15-712-1, VDE 0126-1-1, VDE-AR-N 4105, VFR 2014 |                |                |
| * No es válido para todas las ediciones nacionales de la norma EN 50438   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                |                |
| Modelo comercial                                                          | STP 15000TL-30                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | STP 20000TL-30 | STP 25000TL-30 |

### Anexo 6: Ficha Técnica de Aerogeneradores Verticales

| item                         | S-V-3000                                      | S-V-4000 | S-V-6000    |
|------------------------------|-----------------------------------------------|----------|-------------|
| Started wind speed (m/s)     | <2.0 m/s                                      | 2.0 m/s  | 2.0 m/s     |
| Cut-in wind speed (m/s)      | 3.5 m/s                                       | 3.5 m/s  | 3.5 m/s     |
| Rated Wind speed (m/s)       | 10 m/s                                        | 13 m/s   | 13 m/s      |
| Rated voltage (DC)           | 12v/24v                                       | 12v/24v  | 12v/24v/48v |
| Rated power (W)              | 3000W                                         | 4000W    | 6000W       |
| Max power (W)                | 3500W                                         | 4500W    | 6500W       |
| Rotor Diameter of Blades (m) | 0.52                                          | 0.52     | 0.52        |
| Blades Height (m)            | 1.05M                                         | 1.05M    | 1.3M        |
| Safe wind speed (m/s)        | Max wind speed: ≤40m/s.                       |          |             |
|                              | The instantaneous maximum wind speed≤45m/s    |          |             |
| Blades quantity              | 2                                             |          |             |
| Blade material               | glass/basalt                                  |          |             |
| Generator                    | Three phase permanent magnet suspension motor |          |             |
| Control System               | Electromagnet                                 |          |             |
| Mount Height (m)             | 7~12m (9m)                                    |          |             |
| Generator protection grade   | IP54                                          |          |             |
| Work environment temperature | VAWT -25~+45℃、                                |          |             |

## **Anexo 7: Resolución de Depreciación de SII**

**RESOLUCION EXENTA N°43 DEL 26 DE DICIEMBRE DEL 2002**

**MATERIA: FIJA VIDA UTIL NORMAL A LOS BIENES FISICOS DEL ACTIVO INMOVILIZADO PARA LOS EFECTOS DE SU DEPRECIACION, CONFORME A LAS NORMAS DEL N° 5 DEL ARTICULO 31 DE LA LEY DE LA RENTA, CONTENIDA EN EL ARTICULO 1° DEL D.L. N° 824, DE 1974.**

Hoy se ha resuelto lo que sigue:

**VISTOS:** Lo dispuesto en el artículo 6º,

Letra A, N° 1, del Código Tributario, en la letra b) del artículo 7° de la Ley Orgánica del Servicio de Impuestos Internos y en el inciso segundo del N° 5 del artículo 31 de la Ley de la Renta; textos legales contenidos en el artículo 1° del decreto ley N° 830, de 1974; D.F.L. N° 7, del Ministerio de Hacienda, de 1980 y artículo 1° del decreto ley N° 824, de 1974, respectivamente, y lo establecido en el artículo 1° transitorio de la Ley N° 19.840, publicada en el Diario Oficial de 23 de Noviembre del año 2002.

### **CONSIDERANDO:**

1° Que, el N° 1 de la Letra A) del artículo 6° del Código Tributario, en concordancia con lo establecido en la letra b) del artículo 7° de la Ley Orgánica de este Servicio, textos contenidos en los cuerpos legales indicados anteriormente, dispone que corresponde al director del Servicio interpretar administrativamente las disposiciones tributarias, fijar normas, impartir instrucciones y dictar órdenes para la aplicación y fiscalización de los impuestos;

2º.- Que, el artículo 31 de la Ley de la Renta, en su inciso primero dispone que la renta líquida de las personas referidas en el artículo 30 de dicho texto legal, se determinará deduciendo de la renta bruta todos los gastos necesarios para producirla que no hayan sido rebajados en virtud del artículo antes mencionado, pagados o adeudados, durante el ejercicio comercial correspondiente, siempre que se acrediten o justifiquen en forma fehaciente ante este Servicio;

3° Que, el artículo 31 de la ley precitada, establece en su inciso tercero que especialmente procederá la deducción de una serie de gastos que contempla dicho inciso en sus números 1 al 12, en cuanto se relacionen con el giro del negocio;

4º.- Que, el número 5 del inciso tercero del artículo 31 de la ley antedicha, modificado por el número 2 del artículo 1° de la Ley N° 19.840, publicada en el Diario Oficial de 23 de Noviembre del año 2002, dispone que se podrá rebajar como gasto una cuota anual de depreciación por los bienes físicos del activo inmovilizado a contar de su utilización en la empresa, calculada sobre el valor neto de los bienes a la fecha del balance respectivo, una vez efectuada la revalorización obligatoria que dispone el artículo 41º de la referida ley.

El porcentaje o cuota correspondiente al período de depreciación dirá relación con los años de vida útil que mediante normas generales fije la Dirección Nacional del Servicio de Impuestos Internos y operará sobre el valor neto total del bien. No obstante, el contribuyente podrá aplicar una depreciación acelerada, entendiéndose por tal aquélla que resulte de fijar a los bienes físicos del activo inmovilizado adquiridos nuevos o internados, una vida útil equivalente a un tercio de la fijada por la Dirección o Dirección Regional, según corresponda. No podrán acogerse al régimen de depreciación acelerada los bienes nuevos o internados cuyo plazo de vida útil total fijado por la Dirección o Dirección Regional sea inferior a **tres años**. Los contribuyentes podrán en cualquier oportunidad abandonar el régimen de depreciación acelerada, volviendo así definitivamente al régimen normal de depreciación. Al término del plazo de depreciación del bien, éste deberá registrarse en la contabilidad por un valor equivalente a un peso, valor que no quedará sometido a las normas del artículo 41º y que deberá permanecer en los registros contables hasta la eliminación total del bien motivada por la venta, castigo, retiro u otra causa.

En todo caso, cuando se aplique el régimen de depreciación acelerada, sólo se considerará para los efectos de lo dispuesto en el artículo 14, la depreciación normal que corresponde al total de los años de vida útil del bien. La diferencia que resulte en el ejercicio respectivo entre la depreciación acelerada y la depreciación normal, sólo podrá deducirse como gasto para los efectos de primera categoría.

Tratándose de bienes que se han hecho inservibles para la empresa antes del término del plazo de depreciación que se les haya designado, podrá aumentarse al doble la depreciación correspondiente.

La Dirección Regional, en cada caso particular, a petición del contribuyente o del Comité de Inversiones Extranjeras, podrá modificar el régimen de depreciación de los bienes cuando los antecedentes así lo hagan aconsejable.

Para los efectos de la Ley de la Renta no se admitirán depreciaciones por agotamiento de las sustancias naturales contenidas en la propiedad minera, sin perjuicio de lo dispuesto en el inciso primero del artículo 30 de la ley precitada;

5.- Que, el artículo 1° transitorio de la Ley N° 19.840, estableció que, tanto la rebaja del plazo de la vida útil del bien de 5 a 3 años para acogerlo al régimen de depreciación acelerada, como la nueva vida útil que se determina en la presente Resolución, regirá sólo por los mismos bienes que se adquieran o construyan desde el 1° de enero del año 2003 o desde la fecha de publicación de dicha ley, y

6°.- En consecuencia, y para los efectos de la aplicación de lo dispuesto por el número 5 del inciso tercero del artículo 31 de la Ley de la Renta, comentado anteriormente, se resuelve lo siguiente:

### **SE RESUELVE:**

1°. - De conformidad a lo dispuesto por el inciso segundo del número 5 del artículo 31 de la Ley de la Renta, fijase la siguiente tabla de **vida útil normal** a los bienes físicos del activo inmovilizado para los efectos de su depreciación, ya sea, **normal o acelerada**, de acuerdo con las normas de la disposición legal precitada:

| NOMINA DE BIENES SEGÚN ACTIVIDADES                                                                                                               | NUEVA VIDA ÚTIL NORMAL | DEPRECIACIÓN ACELERADA |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------|
| <b>A.- <u>ACTIVOS GENÉRICOS</u></b>                                                                                                              |                        |                        |
| 1) Construcciones con estructuras de acero, cubierta y entrepisos de perfiles acero o losas hormigón armado.                                     | 80                     | 26                     |
| 2) Edificios, casas y otras construcciones, con muros de ladrillos o de hormigón, con cadenas, pilares y vigas hormigón armado, con o sin losas. | 50                     | 16                     |
| 3) Edificios fábricas de material sólido albañilería de ladrillo, de concreto armado y estructura metálica.                                      | 40                     | 13                     |
| 4) Construcciones de adobe o madera en general.                                                                                                  | 30                     | 10                     |
| 5) Galpones de madera o estructura metálica.                                                                                                     | 20                     | 6                      |
| 6) Otras construcciones definitivas (ejemplos: caminos, puentes, túneles, vías férreas, etc.).                                                   | 20                     | 6                      |
| 7) Construcciones provisionarias.                                                                                                                | 10                     | 3                      |
| 8) Instalaciones en general (ejemplos: eléctricas, de oficina, etc.).                                                                            | 10                     | 3                      |
| 9) Camiones de uso general.                                                                                                                      | 7                      | 2                      |
| 10) Camionetas y jeeps.                                                                                                                          | 7                      | 2                      |
| 11) Automóviles                                                                                                                                  | 7                      | 2                      |
| 12) Microbuses, taxi buses, furgones y similares.                                                                                                | 7                      | 2                      |
| 13) Motos en general.                                                                                                                            | 7                      | 2                      |
| 14) Remolques, semirremolques y carros de arrastre.                                                                                              | 7                      | 2                      |
| 15) Maquinarias y equipos en general.                                                                                                            | 15                     | 5                      |
| 16) Balanzas, hornos microondas, refrigeradores, conservadoras, vitrinas refrigeradas y cocinas.                                                 | 9                      | 3                      |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |    |   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---|
| 17) Equipos de aire y cámaras de refrigeración.                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 10 | 3 |
| 18) Herramientas pesadas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 8  | 2 |
| 19) Herramientas livianas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 3  | 1 |
| 20) Letreros camineros y luminosos.                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 10 | 3 |
| 21) Útiles de oficina (ejemplos: máquina de escribir, fotocopiadora, etc.).                                                                                                                                                                                                                                                       | 3  | 1 |
| 22) Muebles y enseres.                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 7  | 2 |
| 23) Sistemas computacionales, computadores, periféricos, y similares (ejemplos: cajeros automáticos, cajas registradoras, etc.).                                                                                                                                                                                                  | 6  | 2 |
| 24) Estanques                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 10 | 3 |
| 25) Equipos médicos en general.                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 8  | 2 |
| 26) Equipos de vigilancia y detección y control de incendios, alarmas.                                                                                                                                                                                                                                                            | 7  | 2 |
| 27) Envases en general.                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 6  | 2 |
| 28) Equipo de audio y video.                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 6  | 2 |
| 29) Material de audio y video.                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 5  | 1 |
| <b><u>B.- INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION</u></b>                                                                                                                                                                                                                                                                                    |    |   |
| 1) Maquinaria destinada a la construcción pesada (Ejemplos: motoniveladoras, traxcavators, bulldozers, tractores, Caterpillar, dragas, excavadoras, pavimentadores, chancadoras, betoneras, vibradoras, tecles, torres elevadoras, tolvas, mecanismo de volteo, motores eléctricos, estanques, rodillos, moldes pavimento, etc.). | 8  | 2 |
| 2) Bombas, perforadoras, carros remolques, motores a gasolina, grupos electrógenos, soldadoras.                                                                                                                                                                                                                                   | 6  | 2 |

| NOMINA DE BIENES SEGÚN ACTIVIDADES                                                                                | NUEVA VIDA ÚTIL NORMAL | DEPRECIACIÓN ACELERADA |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------|
| <b>C.- <u>INDUSTRIA EXTRACTIVA (MINERIA)</u></b>                                                                  |                        |                        |
| 1) Maquinarias y equipos en general destinados a trabajos pesados en minas y plantas beneficiadoras de minerales. | 9                      | 3                      |
| 2) Instalaciones en minas y plantas beneficiadoras de minerales.                                                  | 5                      | 1                      |
| 3) Tranques de relaves.                                                                                           | 10                     | 3                      |
| 4) Túnel – mina.                                                                                                  | 20                     | 6                      |
| <b>D. - <u>EMPRESAS DE TRANSPORTE</u></b>                                                                         |                        |                        |
| <b><u>TRANSPORTE MARÍTIMO</u></b>                                                                                 |                        |                        |
| 1) Naves y barcos de carga en general, frigoríficos o graneleros con casco de acero.                              | 18                     | 6                      |
| 2) Naves con casco de acero.                                                                                      | 36                     | 12                     |
| 3) Naves con casco de madera.                                                                                     | 23                     | 7                      |
| 4) Remolcadores y barcasas con casco de acero.                                                                    | 20                     | 6                      |
| 5) Remolcadores y barcasas con casco de madera.                                                                   | 15                     | 5                      |
| 6) Embarcaciones menores en general con casco de acero o madera.                                                  | 10                     | 3                      |
| 7) Porta contenedores, incluidos los buques Roll-On Roll.                                                         | 16                     | 5                      |
| 8) Boyas, anclas, cadenas, etc.                                                                                   | 10                     | 3                      |
| 9) Muelles de estructura metálica.                                                                                | 20                     | 6                      |
| 10) Terminales e instalaciones marítimas.                                                                         | 10                     | 3                      |
| <b><u>TRANSPORTE TERRESTRE</u></b>                                                                                |                        |                        |
| 1) Tolvas, mecanismo de volteo.                                                                                   | 9                      | 3                      |
| 2) Carros portacontenedores en general.                                                                           | 7                      | 2                      |

| <b>E.- SECTOR ENERGÉTICO</b>                                                                                             |    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|
| <b>E.1) EMPRESAS ELECTRICAS</b>                                                                                          |    |    |
| 1) Equipos de generación y eléctricos utilizados en la generación.                                                       | 10 | 3  |
| 2) Obras civiles hidráulicas y otros relacionados con la generación.                                                     |    |    |
| - Bocatomas, muros de presa.                                                                                             | 50 | 16 |
| - Descargas                                                                                                              | 30 | 10 |
| - Túneles, piques, pretilas, evacuaciones, cámaras de carga, tuberías de presión.                                        | 20 | 6  |
| - Canales                                                                                                                | 18 | 6  |
| - Sifones, captaciones, estanques y chimeneas de equilibrio.                                                             | 10 | 3  |
| - Desarenador                                                                                                            | 8  | 2  |
| 3) Líneas de distribución de alta tensión y baja tensión, líneas de transmisión, cables de transmisión, cables de poder. | 20 | 6  |
| 4) Líneas de alta tensión – Transporte. - Obras civiles.                                                                 | 20 | 6  |
| - Conductores                                                                                                            | 20 | 6  |
| - Apoyos de suspensión y apoyos de amarres.                                                                              | 10 | 3  |
| 5) Cables de alta tensión – Transporte. - Obras civiles.                                                                 | 20 | 6  |
| - Conductores                                                                                                            | 20 | 6  |
| 6) Subestaciones – Transporte. - Obras civiles.                                                                          | 25 | 8  |
| - Construcciones y casetas de entronque (estaciones de bombeo, reactancias compensación).                                | 20 | 6  |
| - Transformadores, celdas de transformadores, celdas de líneas, equipos auxiliares y equipos de telecomandos.            | 10 | 3  |

| NOMINA DE BIENES SEGÚN ACTIVIDADES                                                                            | NUEVA VIDA ÚTIL NORMAL | DEPRECIACIÓN ACCELERADA |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------------|
| 7) Líneas de alta tensión – Distribución. - Obras civiles.                                                    | 20                     | 6                       |
| - Conductores                                                                                                 | 20                     | 6                       |
| - Apoyos de suspensión, apoyos de amarres y remodelación de líneas.                                           | 10                     | 3                       |
| 8) Cables de alta tensión – Distribución. - Obras civiles.                                                    | 20                     | 6                       |
| - Conductores                                                                                                 | 20                     | 6                       |
| 9) Líneas de media tensión – Aéreas. - Redes desnudas, redes aisladas, postes y otros.                        | 20                     | 6                       |
| - Equipos                                                                                                     | 12                     | 4                       |
| 10) Líneas de media tensión – Subterráneas. - Redes, cámaras, canalizaciones y otros.                         | 20                     | 6                       |
| - Equipos                                                                                                     | 12                     | 4                       |
| 11) Líneas de baja tensión – Aéreas. - Redes desnudas, redes aisladas, postes y otros.                        | 20                     | 6                       |
| - Equipos                                                                                                     | 12                     | 4                       |
| 12) Líneas de baja tensión – Subterráneas. - Redes, cámaras, canalizaciones y otros.                          | 20                     | 6                       |
| - Equipos.                                                                                                    | 12                     | 4                       |
| 13) Subestaciones de distribución. - Obras civiles y construcciones.                                          | 20                     | 6                       |
| - Transformadores, celdas de transformadores, celdas de líneas, equipos auxiliares y equipos de telecomandos. | 10                     | 3                       |

|                                                                                                           |    |   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---|
| 14) Subestaciones MT/MT.<br>- Obras civiles y construcciones.                                             | 20 | 6 |
| - Transformadores, celdas de transformadores, equipos auxiliares y equipos de telecomandos.               | 10 | 3 |
| 15) Subestaciones anexas MT/MT.<br>- Obras civiles y construcciones                                       | 20 | 6 |
| - Transformadores, celdas de transformadores, equipos auxiliares y equipos de telecomandos.               | 10 | 3 |
| 16) Centros de transformación MT/BT. - Obras civiles.                                                     | 20 | 6 |
| - Transformadores aéreos, subterráneos y de superficie.                                                   | 10 | 3 |
| - Otros equipos eléctricos aéreos, subterráneos y comunes.                                                | 12 | 4 |
| 17) Contadores y aparatos de medida – Central de operaciones y servicio de clientes.                      | 10 | 3 |
| 18) Otras instalaciones técnicas para energía eléctrica - Obras civiles.                                  | 20 | 6 |
| - Equipos                                                                                                 | 10 | 3 |
| 19) Alumbrado público.                                                                                    | 10 | 3 |
| <b><u>E.2) EMPRESAS SECTOR PETRÓLEO Y GAS NATURAL</u></b>                                                 |    |   |
| 1) Buques tanques (petroleros, gaseros), naves y barcos cisternas para transporte de combustible líquido. | 15 | 5 |
| 2) Oleoductos y gasoductos terrestres, cañerías y líneas troncales.                                       | 18 | 6 |
| 3) Planta de tratamiento de hidrocarburos.                                                                | 10 | 3 |
| 4) Oleoductos y gaseoductos marinos.                                                                      | 10 | 3 |
| 5) Equipos e instrumental de explotación.                                                                 | 10 | 3 |
| 6) Plataforma de producción en el mar fija.                                                               | 10 | 3 |

|                                    |    |   |
|------------------------------------|----|---|
| 7) Equipos de perforación marinos. | 10 | 3 |
|------------------------------------|----|---|

| NOMINA DE BIENES SEGÚN ACTIVIDADES                                                                                                                                                                         | NUEVA VIDA ÚTIL NORMAL | DEPRECIACIÓN ACCELERADA |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------------|
| 8) Baterías de recepción en tierra (estanques, bombas, sistema de cañerías con sus válvulas, calentadores, instrumentos de control, elementos de seguridad contra incendio y prevención de riesgos, etc.). | 10                     | 3                       |
| 9) Instalaciones de almacenamiento tales como "tank farms".                                                                                                                                                | 15                     | 5                       |
| 10) Plataformas de perforación y de producción de costa afuera.                                                                                                                                            | 22                     | 7                       |
| <b>F.- <u>EMPRESAS DE TELECOMUNICACIONES</u></b>                                                                                                                                                           |                        |                         |
| 1) Equipos conmutación local en oficinas centrales.                                                                                                                                                        | 10                     | 3                       |
| - Equipos O.C. automáticos.                                                                                                                                                                                |                        |                         |
| - Equipos O.C. auto (combinados).                                                                                                                                                                          | 10                     | 3                       |
| - Equipos O.C. batería central.                                                                                                                                                                            | 10                     | 3                       |
| - Equipos O.C. magneto.                                                                                                                                                                                    | 10                     | 3                       |
| - Equipos de fuerza.                                                                                                                                                                                       | 10                     | 3                       |
| - Equipos de tasación.                                                                                                                                                                                     | 10                     | 3                       |
| - Equipos de radio.                                                                                                                                                                                        | 12                     | 4                       |
| Equipos canalizadores y repetidores en O.C.                                                                                                                                                                | 10                     | 3                       |
| 2) Equipos conmutación L.D. en oficinas centrales. - Posiciones de larga distancia.                                                                                                                        | 10                     | 3                       |
| - Equipos de radio.                                                                                                                                                                                        | 12                     | 4                       |
| - Equipos canalizadores y repetidores en O.C.                                                                                                                                                              | 10                     | 3                       |

|                                                                                                 |    |   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---|
| 3) Otros equipos de O.C.<br>- Teléfonos, calculó grafos y sillas de operadoras.                 | 10 | 3 |
| 4) Equipos seguridad industrial en oficinas centrales. - Equipos industriales de climatización. | 10 | 3 |
| 5) Equipos para suscriptores. - Teléfonos automáticos.                                          | 10 | 3 |
| - Teléfonos batería central.                                                                    | 10 | 3 |
| - Teléfonos magneto.                                                                            | 10 | 3 |
| - Equipos especiales.                                                                           | 10 | 3 |
| - Alambre bajantes.                                                                             | 10 | 3 |
| - Alambre interior.                                                                             | 10 | 3 |
| - PABX automáticos.                                                                             | 10 | 3 |
| - PBX automáticos.                                                                              | 10 | 3 |
| - PBX batería central.                                                                          | 10 | 3 |
| - PBX magneto.                                                                                  | 10 | 3 |
| - Locutorios.                                                                                   | 10 | 3 |
| - Equipos fax.                                                                                  | 10 | 3 |
| 6) Equipos planta externa local.                                                                |    |   |
| - Postes y crucetas de madera.                                                                  | 20 | 6 |
| - Postes y crucetas de fierro.                                                                  | 20 | 6 |
| - Postes de concreto.                                                                           | 20 | 6 |
| - Antenas y líneas de transmisión.                                                              | 12 | 4 |
| - Cables aéreos y bobinas de carga.                                                             | 20 | 6 |
| - Cables subterráneos y bobinas de carga.                                                       | 20 | 6 |
| - Cables interiores.                                                                            | 20 | 6 |
| - Cables aéreos desnudos.                                                                       | 20 | 6 |
| - Equipos canalizadores y repetidores en postes.                                                | 12 | 4 |
| - Conductos y cámaras.                                                                          | 20 | 6 |
| - Cables enlaces.                                                                               | 20 | 6 |

|                                              |    |   |
|----------------------------------------------|----|---|
| - Blocks, regletas, cassettes de protección. | 20 | 6 |
| - Sala de cables y MDF.                      | 20 | 6 |
| - Armarios de distribución.                  | 20 | 6 |
| - Cajas terminales, doble conexión.          | 20 | 6 |

| NOMINA DE BIENES SEGÚN ACTIVIDADES                                                | NUEVA VIDA ÚTIL NORMAL | DEPRECIACIÓN ACCELERADA |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------------|
| - Empalmes de cables aéreos y subterráneo.                                        | 20                     | 6                       |
| - Sistema gráfico de manejo de redes.                                             | 20                     | 6                       |
| - Cables de fibra óptica.                                                         | 20                     | 6                       |
| - Cámaras y ductos.                                                               | 20                     | 6                       |
| 7) Equipos planta externa L.D.                                                    |                        |                         |
| - Postes y crucetas de madera.                                                    | 20                     | 6                       |
| - Postes y crucetas de fierro.                                                    | 20                     | 6                       |
| - Postes de concreto.                                                             | 20                     | 6                       |
| - Antenas y líneas de transmisión.                                                | 12                     | 4                       |
| - Cables aéreos y bobinas de carga.                                               | 20                     | 6                       |
| - Cables subterráneos y bobinas de carga.                                         | 20                     | 6                       |
| - Alambres aéreos desnudos.                                                       | 20                     | 6                       |
| - Equipos canalizadores y repetidores en postes.                                  | 12                     | 4                       |
| - Conductos y cámaras.                                                            | 20                     | 6                       |
| - Equipos de control automático.                                                  | 10                     | 3                       |
| - Estaciones satelitales terrenas.                                                | 12                     | 4                       |
| - Cables de fibra óptica.                                                         | 20                     | 6                       |
| - Equipos de fibra óptica.                                                        | 12                     | 4                       |
| - Segmento espacial.                                                              | 10                     | 3                       |
| <b>G.- ACTIVIDAD DE LA AGRICULTURA</b>                                            |                        |                         |
| 1) Tractores, segadoras, cultivadoras, fumigadoras, motos bombas, pulverizadoras. | 8                      | 2                       |

|                                                                                                                       |         |       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------|
| 2) Cosechadoras, arados, esparcidoras de abono y de cal, máquinas de ordeñar.                                         | 11      | 3     |
| 3) Esquiladoras mecánicas y maquinarias no comprendidas en el número anterior.                                        | 11      | 3     |
| 4) Vehículos de carga, motorizados, como ser: camiones trailers, camiones fudres y acoplados, colosos de tiro animal. | 10      | 3     |
| 5) Carretas, carretones, carretelas, etc.                                                                             | 15      | 5     |
| 6) Camiones de carga y camionetas de uso intensivo en la actividad agrícola.                                          | 6       | 2     |
| 7) Tuberías para agua potable instaladas en predios agrícolas.                                                        | 18      | 6     |
| 8) Construcciones de material sólido, como ser: silos, casas patronales y de inquilinos, lagares, etc.                | 50      | 16    |
| 9) Construcciones de adobe y madera, estructuras metálicas.                                                           | 20      | 6     |
| 10) Animales de trabajo.                                                                                              | 8       | 2     |
| 11) Toros, carneros, cabríos, verracos, potros y otros reproductores.                                                 | 5       | 1     |
| 12) Gallos y pavos reproductores.                                                                                     | 3       | 1     |
| 13) Nogales, paltos, ciruelos, manzanos, almendros.                                                                   | 18      | 6     |
| 14) Viñedos según variedad.                                                                                           | 11 a 23 | 3 a 7 |
| 15) Limoneros                                                                                                         | 12      | 4     |
| 16) Duraznos                                                                                                          | 10      | 3     |
| 17) Otras plantaciones frutales no comprendidas en los números 13), 14), 15) y 16) anteriores.                        | 13      | 4     |
| 18) Olivos                                                                                                            | 40      | 13    |
| 19) Naranjos                                                                                                          | 30      | 10    |
| 20) Perales                                                                                                           | 25      | 8     |
| 21) Orégano                                                                                                           | 9       | 3     |
| 22) Alfalfa                                                                                                           | 4       | 1     |
| 23) Animales de lechería (vacas).                                                                                     | 7       | 2     |
| 24) Gallinas                                                                                                          | 3       | 1     |

|            |    |   |
|------------|----|---|
| 25) Ovejas | 5  | 1 |
| 26) Yeguas | 12 | 4 |

| NOMINA DE BIENES SEGÚN ACTIVIDADES                                                                                                                                                        | NUEVA VIDA ÚTIL NORMAL | DEPRECIACIÓN ACELERADA |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------|
| 27) Porcinos de reproducción (hembras).                                                                                                                                                   | 6                      | 2                      |
| 28) Conejos machos y hembras.                                                                                                                                                             | 3                      | 1                      |
| 29) Caprinos                                                                                                                                                                              | 5                      | 1                      |
| 30) Asnales                                                                                                                                                                               | 5                      | 1                      |
| 31) Postes y alambradas para viñas.                                                                                                                                                       | 10                     | 3                      |
| 32) Tranques y obras de captación de aguas:                                                                                                                                               |                        |                        |
| a) Tranque propiamente tal. Por ser de duración indefinida no es depreciable.                                                                                                             | -                      | -                      |
| b) Instalaciones anexas al tranque. Bombas extractoras de agua, estanques e instalaciones similares en general.                                                                           | 10                     | 3                      |
| 33) Canales de riego:                                                                                                                                                                     |                        |                        |
| a) Sin aplicación de concreto o de otro material de construcción, su duración es indefinida, por lo tanto, no es depreciable.                                                             | -                      | -                      |
| b) Con aplicación de concreto o de otro material de construcción, se trata de obras generalmente anexas, o simplemente tramos del canal mismo y su duración según el caso será:           |                        | 23                     |
| ☐ De concreto.                                                                                                                                                                            | 70                     | 15                     |
| ☐ De fierro pesado.                                                                                                                                                                       | 45                     |                        |
| ☐ De madera.                                                                                                                                                                              | 25                     | 8                      |
| 34) Pozos de riego y de bebida. Se aplica la depreciación únicamente sobre los refuerzos, instalaciones y maquinarias destinadas al mayor aprovechamiento del pozo en la siguiente forma: |                        | 6                      |

|                                                                                                                                                                                    |    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|
| a) Cemento u hormigón armado.                                                                                                                                                      | 20 |    |
| b) Ladrillo                                                                                                                                                                        | 15 | 5  |
| c) Bomba elevadora de agua.                                                                                                                                                        | 20 | 6  |
| 35) Puentes. Según el material empleado en la construcción:                                                                                                                        |    | 25 |
| a) De cemento.                                                                                                                                                                     | 75 |    |
| b) Metálico                                                                                                                                                                        | 45 | 15 |
| c) Madera                                                                                                                                                                          | 30 | 10 |
| <b>H.- OTRAS</b>                                                                                                                                                                   |    |    |
| 1) Enseres, artículos de porcelana, loza, vidrio, cuchillería, mantelería, ropa de cama y similares, utilizados en hoteles, moteles y restaurantes.                                | 3  | 1  |
| 2) Redes utilizadas en la pesca.                                                                                                                                                   | 3  | 1  |
| 3) Sistemas o estructuras físicas para criaderos de especies hidrobiológicas.                                                                                                      | 3  | 1  |
| 4) Pupitres, sillas, bancos, escritorios, pizarrones, laboratorios de química, gabinetes de física, equipos de gimnasia y atletismo, utilizados en establecimientos educacionales. | 5  | 1  |
| 5) Aviones monomotores con cabida hasta seis personas.                                                                                                                             | 10 | 3  |

2°.- La vida útil establecida en el resolutive anterior corresponde a bienes adquiridos nuevos, construídos o internados al país (nuevos o usados), a contar de la fecha que se indica en el dispositivo N° 4 siguiente;

3°.- Respecto de aquellos bienes físicos del activo inmovilizado que no se comprendan en forma genérica o expresamente en la tabla establecida en el resolutive N° 1 precedente, el propio contribuyente, en principio, deberá fijarle la vida útil a dichos bienes, asimilándolos a aquellos que tengan las mismas características o sean similares a los contenidos en la mencionada tabla. En el caso que los citados bienes por sus características especiales no se puedan asimilar a algunos de los detallados en la referida tabla por tratarse de bienes totalmente distintos

o diferentes, el contribuyente deberá solicitar a la Dirección Nacional del Servicio de Impuestos Internos, que se le fije la vida útil o duración probable a los citados bienes, proporcionando los antecedentes que ésta le solicite, como ser, entre otros, catálogos del fabricante original del bien, debidamente traducido al idioma español, cuando proceda, en donde se indiquen las especificaciones técnicas del bien, informes técnicos emitidos por terceras personas o instituciones especializadas sobre la materia o cualquier otro antecedente que se estime necesario; documentos en los cuales, además, de señalar las características de los mencionados bienes, se indique una propuesta de su probable duración, conforme a sus especificaciones técnicas y funciones en las que se van a utilizar.

4°.- La presente Resolución, conforme a lo dispuesto por el artículo 1° transitorio de la Ley N° 19.840, publicada en el Diario Oficial de 23 de noviembre del año 2002, que vincula la vigencia de la nueva tabla de vida útil de los bienes con el régimen modificado de la depreciación acelerada, regirá a contar del **1° de enero del año 2003**, sólo respecto de los bienes físicos del activo inmovilizado que se adquieran nuevos, se construyan o se internen al país (nuevos o usados), desde la fecha señalada en primer término, esto es, la correspondiente a la data de publicación de la mencionada ley, como también respecto de estos mismos bienes cuando se adquieran usados posteriormente.

5°.- Los bienes físicos del activo inmovilizado adquiridos o construidos con anterioridad a la fecha de publicación de la Ley N° 19.840, esto es, antes del 23.11.2002 o que se adquieran usados después de la citada fecha, para los efectos de su depreciación seguirán rigiéndose por las tablas de años de vida útil fijadas por este Servicio con antelación a la referida fecha, hasta su total depreciación, y contenidas principalmente en las Circulares N°. 132, de 1975, 63, de 1990, 21 y 22 de 1991, salvo respecto de los bienes adquiridos nuevos o construidos o internados al país (nuevos o usados) desde la fecha de publicación de la referida ley (23.11.2002) y el 31 de diciembre de 2002, caso en el cual los citados bienes podrán depreciarse por el período antes indicado mediante la aplicación de las tablas de vida útil señaladas anteriormente, depreciación que deberá determinarse en forma proporcional al número de meses en que los mencionados bienes fueron utilizados efectivamente en la empresa, considerándose para estos efectos como mes completo toda fracción de día inferior a dicho período.

**ANÓTESE, COMUNÍQUESE Y PUBLÍQUESE EN EXTRACTO EN EL DIARIO OFICIAL**

**JUAN TORO RIVERA  
DIRECTOR**

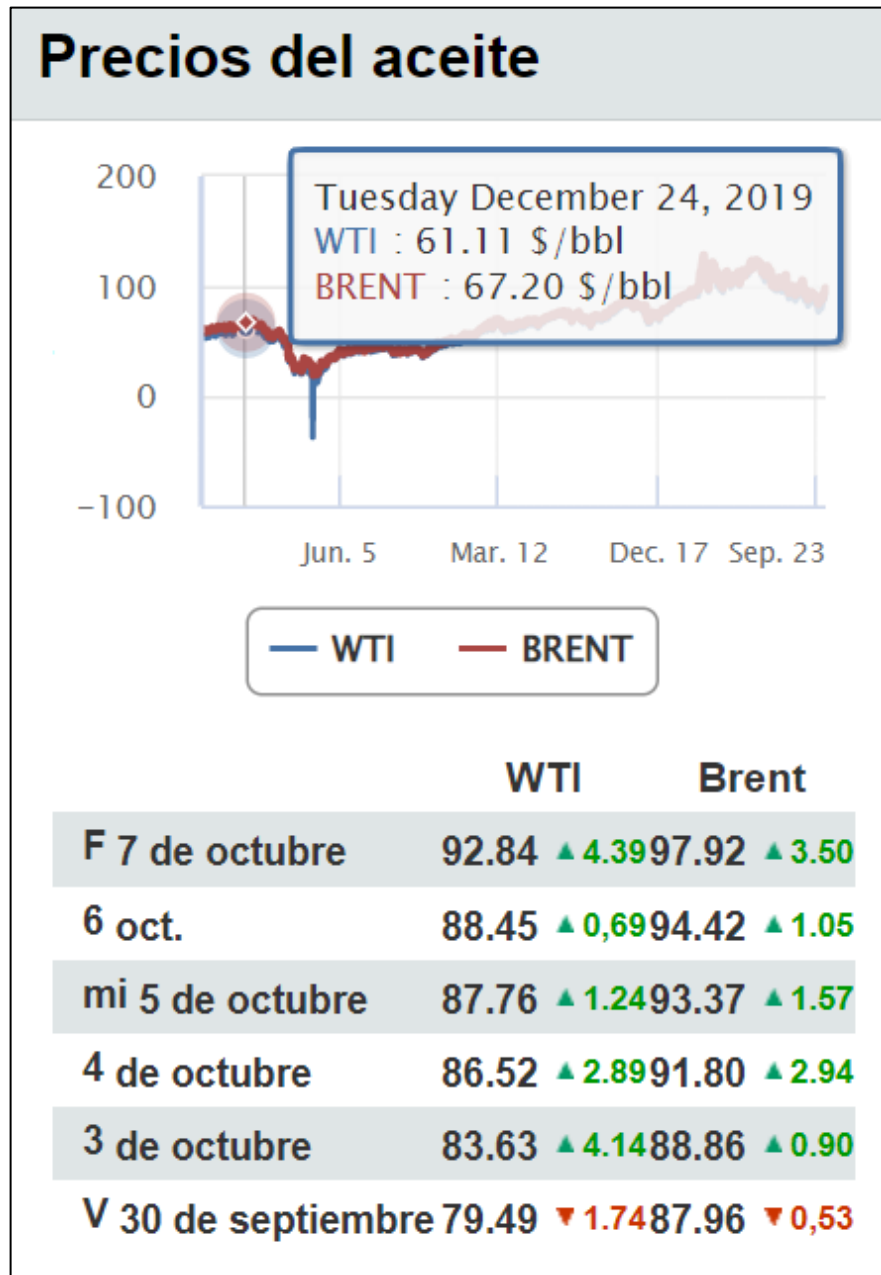
Lo que comunico a Ud. para su conocimiento y demás fines,

Saluda a Ud.,

**DISTRIBUCION:**

- AL DIARIO OFICIAL, EN EXTRACTO
- SECRETARIA DIRECTOR
- SUBDIRECCION NORMATIVA
- SUBDIRECCION JURIDICA
- SUBDIRECCION DE FISCALIZACION
- SUBDIRECCION DE INFORMATICA
- SECRETARIA GENERAL
- DEPTO. DE IMPUESTOS DIRECTOS
- OFICINA DE PARTES
- A INTERNET

Anexo 8: Valor Internacional de Aceites Lubricantes



**Anexo 9: Valor Internacional Combustible IFO 380 al 23.09.22**

|                                  | Precio \$/tm | Cambio | Alto   | Bajo   | Untado |
|----------------------------------|--------------|--------|--------|--------|--------|
| Promedio global de 20 puertos    | 498.00 ▲     | +6.00  | 498.00 | 498.00 | 0.00   |
| Promedio global de 4 puertos     | 431.50 ▲     | +9.50  | 431.50 | 431.50 | 0.00   |
| Precio promedio global de búnker | 546.00 ▲     | +7.50  | 546.00 | 546.00 | 0.00   |
| Promedio de las Américas         | 617.50 ▲     | +4.50  | 617.50 | 617.50 | 0.00   |
| Promedio APAC                    | 496.00 ▲     | +2.50  | 496.00 | 496.00 | 0.00   |
| Promedio de EMEA                 | 524.50 ▲     | +15.00 | 524.50 | 524.50 | 0.00   |
| Singapur                         | 416.50 ▲     | +6.00  | 428.00 | 394.00 | 34.00  |
| Róterdam                         | 432.00 ▲     | +7.50  | 445.00 | 422.00 | 23.00  |
| houston                          | 448.50 ▲     | +9.00  | 473.00 | 422.00 | 51.00  |
| Fujairah                         | 428.00 ▲     | +14.50 | 460.00 | 405.00 | 55.00  |
| Los Ángeles / Long Beach         | 499.00 ▲     | +6.50  | 513.00 | 489.00 | 24.00  |
| Hong Kong                        | 439.00 ▲     | +5.00  | 449.50 | 410.00 | 39.50  |
| Nueva York                       | 501.00 ▲     | +4.50  | 508.00 | 490.00 | 18.00  |

## Anexo 10: Valor de dólar Observado noviembre 2022

EMOL EL MERCURIO BLOGS LEGAL CAMPO INVERSIONES AUTOS PROPIEDADES EMPLEOS ECONÓMICOS.CL AUTOS- CASAS LA SEGUNDA LUN

**emol** Economía  
Santiago: Sábado 19 de noviembre del 2022 | Actualizado 18:20

emol.social  
Ingresar | Registrarse

**e** Noticias **Economía** Deportes Espectáculos Tendencias Autos Servicios [📺] [📺] [📺]

Portada Noticias Emprendedores Acciones Fondos Mutuos Informes Indicadores PORTALPYME CAPITAL HUMANO

Buscar Comunidad 🔍 Buscar 🔍 amarillas.com 🔍

EMOLTV Streaming y entrevistas: La programación de este fin de semana

### Dólar sube hasta los \$935: Registra fuerte alza semanal de \$45 en línea con la fortaleza global de la divisa y retroceso del cobre

"El tipo de cambio local ha vivido una recuperación de la tendencia bajista", dijo un analista, haciendo hincapié en las perspectivas de eventuales aumentos de tasas en EE.UU.

18 de Noviembre de 2022 | 14:02 | Redactado por Ignacia Munita C., Emol



## Anexo 11: Valor de Batería de Respaldo de 200Ah gel Lítio

Liámanos! (2) 2551 9651 | Escribenos un E-MAIL Click Aquí | Cursos | Proyectos | Blog Técnico | Contacto

**NATURA ENERGY** | Buscar |  

Energía Fotovoltaica ▾ | Iluminación Solar LED ▾ | Bombeo Solar ▾ | Otras Soluciones ▾ | Material Eléctrico ▾ | Ofertas | Botón Pago

Inicio / Productos / Batería Gel.200Ah 12V Ciclo Profundo Ultracell



### Batería Gel 200Ah 12V Ciclo Profundo Ultracell

★★★★★ 0.0 (0)  
SKU: AD4310  
**Ultracell®**

Stock por sucursal

Disponible


|                  |              |
|------------------|--------------|
| Precio Neto c/u  | \$ 369.739.- |
| IVA c/u          | \$ 70.251.-  |
| Precio Final c/u | \$ 439.990.- |

  [Agregar al carro](#)

La Batería Gel 200Ah 12V Ciclo Profundo de la marca Ultracell es recomendada para aplicaciones de energía solar fotovoltaica, UPS, embarcaciones marítimas, etc.

Compartir en:      

## Anexo 12: Valor de Aerogenerador Vertical S-V 6000



Turbina eólica de 3000w, 4000W, 6000W, 12v, 24v, generador con 6 cuchillas, controlador PWM gratis para uso doméstico



**CLP 668,440** ~~CLP-835,545~~ **-20%**

Envío con descuento Hasta CLP 4,926 de descuento [Conseguir cupones](#)

Voltaje: 12 V

12 V  24 V  48 V

Color: Blanco

Potencia: 6000W

3000W  4000W  6000W

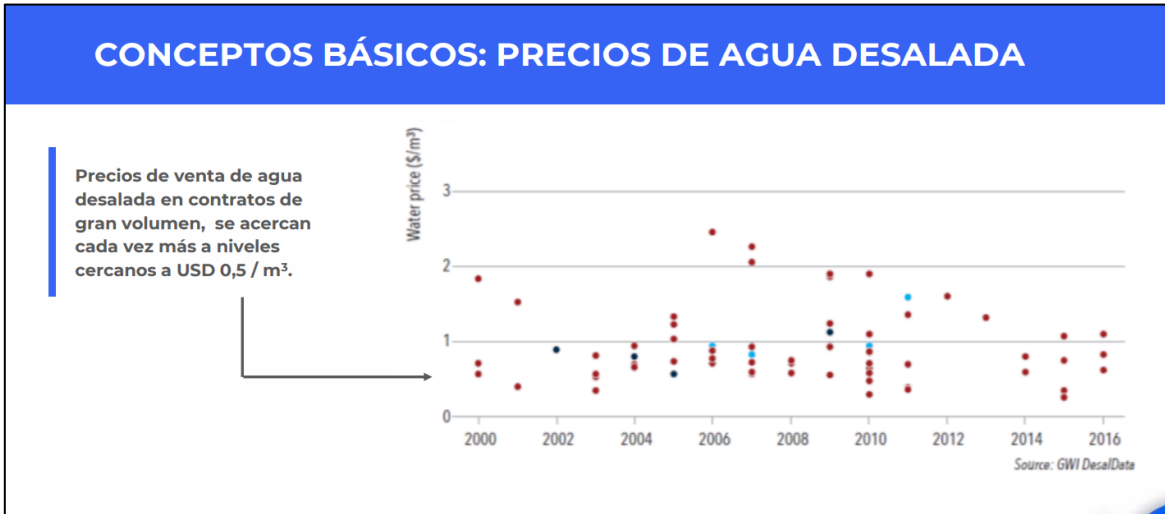
Cantidad:

1  100 unidades disponibles

Envía a [Chile](#)

**Envío: CLP 75,715**  
Envío rápido de China a Chile con Fedex IE  
Fecha estimada de entrega el 20 OCT [Más opciones](#) ▼

## Anexo 13: Valor de Agua Desalada en Latinoamérica



## Anexo 14: Valor de Tonelada de chatarra Naval en Mercado Indio

**S&P Global**  
Commodity Insights

PRUEBA GRATUITA | SUSCRIPCIÓN  Ir

Página de Inicio | **Noticias** | Informes | Precios del acero | Eventos | Market Data

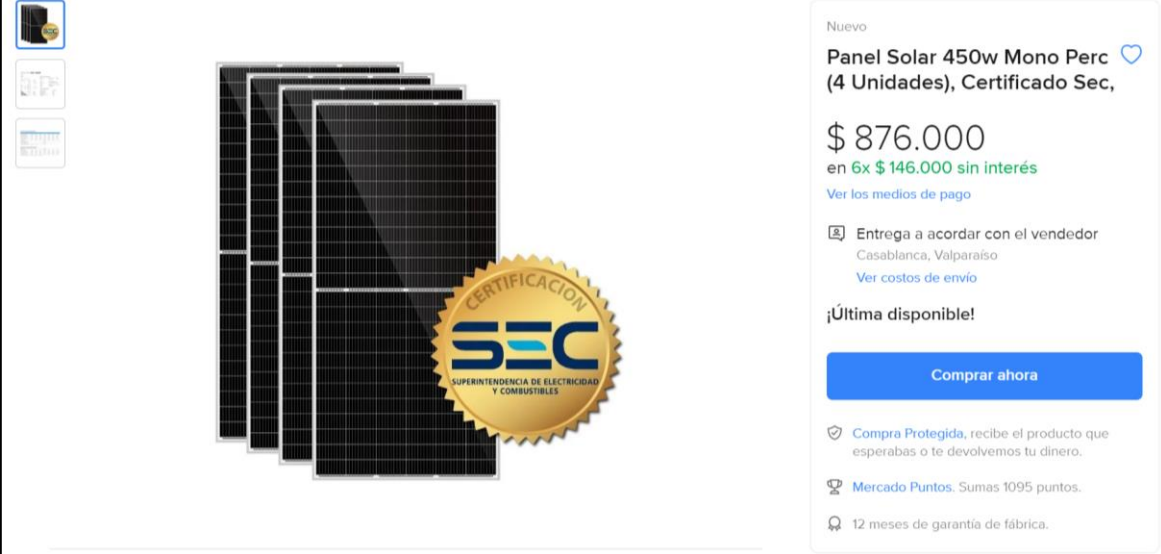
El artículo que aparece a continuación pertenece al archivo de noticias y tiene solamente carácter ilustrativo. Para obtener las últimas noticias, solicite una prueba gratuita. [PRUEBA GRATUITA](#)

| Últimos 7 días                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Artículos sobre precios</b>  | <h3>Los precios de la chatarra naval bajan ligeramente en India</h3> <p><b>lunes, 25 abril 2011</b></p> <p>Los precios de la chatarra naval en la India han caído 400-500 INR/t (9-11 USD/t) en las dos últimas semanas, debido a que las compras internas continúan siendo poco activas, según han comentado las fuentes del mercado a <b>Steel Business Briefing</b> .</p> <p>La chatarra para fusión se ofrece a 20.500-22.000 INR/t (462-496 USD/t) mientras que la chatarra naval rerrollable se vende actualmente en Alang a 22.000-23.000 INR/t, incluyendo el impuesto de consumo y el IVA. Alang, en el estado Gujarat del oeste de India, es el principal centro de chatarra naval del país.</p> <p>"Aunque algunos fabricantes de acero están regresando al mercado para comprar chatarra, la mayoría lo hacen solo en cantidades pequeñas, y la demanda de acero acabado en la India, en particular, no da señales de una mejora significativa", declara un desguace con sede en Alang.</p> |
| Productos planos                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Productos largos                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Tubos                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Productos semis                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Chatarra                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Acero inoxidable                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Materias primas                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Productos</b>                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Productos planos/ planchones    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Productos largos / Palanquillas |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Tubos                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Aceros inoxidables              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

**AA**  
Tamaño del texto


  
Imprimir artículo

## Anexo 15: Valor de Paneles Solares Monocristalinos




The image shows a product listing for solar panels. On the left, there are four black monocrystalline solar panels stacked together. A gold circular seal with the text 'CERTIFICACION SEC SUPERINTENDENCIA DE ELECTRICIDAD Y COMBUSTIBLES' is overlaid on the bottom right of the panels. To the right of the panels, the product title is 'Panel Solar 450w Mono Perc (4 Unidades), Certificado Sec,'. The price is listed as '\$ 876.000' with a green sub-price 'en 6x \$ 146.000 sin interés'. Below the price, there is a blue button 'Comprar ahora'. The listing also includes a 'Nuevo' tag, a heart icon, and several icons for delivery, payment, and warranty.

Nuevo

Panel Solar 450w Mono Perc (4 Unidades), Certificado Sec, 


\$ 876.000  
en 6x \$ 146.000 sin interés


[Ver los medios de pago](#)


 Entrega a acordar con el vendedor  
Casablanca, Valparaíso  
[Ver costos de envío](#)

¡Última disponible!


[Comprar ahora](#)

 **Compra Protegida**, recibe el producto que esperabas o te devolvemos tu dinero.

 **Mercado Puntos**. Sumas 1095 puntos.

 12 meses de garantía de fábrica.

## Anexo 16: Valor de Planta de Osmosis Inversa (RO)

| QUOTATION                                                                                                                                                                                                                                                              |                                           | Processing Seawater & Wastewater<br>into Valuable Resource |                                                                            | <br>QT ENVIRO-TECH |               |     |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----|-------------------|
| Quote No:                                                                                                                                                                                                                                                              | V1-SW-220617-JJ-renzo(9.8tons per hour) . | Date of Quote:                                             | 20-Jun-2022                                                                |                                                                                                       |               |     |                   |
| To:                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                           | From:                                                      |                                                                            |                                                                                                       |               |     |                   |
| Contact Person:                                                                                                                                                                                                                                                        | RENZOEDUARDO ARANCIBIAGNECCO              | Chris Jiang                                                |                                                                            |                                                                                                       |               |     |                   |
| Company Name:                                                                                                                                                                                                                                                          |                                           | QT Enviro-Tech (Suzhou) Ltd                                |                                                                            |                                                                                                       |               |     |                   |
| Mobile:                                                                                                                                                                                                                                                                |                                           | +86 18021285032                                            |                                                                            |                                                                                                       |               |     |                   |
| Email:                                                                                                                                                                                                                                                                 | renzo.arancibia@postgrado.uv.cl           | Chris@idesalt.com                                          |                                                                            |                                                                                                       |               |     |                   |
| We are pleased to submit following quote for you.                                                                                                                                                                                                                      |                                           |                                                            |                                                                            |                                                                                                       |               |     |                   |
| No.                                                                                                                                                                                                                                                                    | Item                                      | Type                                                       | Description                                                                | Cap.<br>m3/h                                                                                          | Unit<br>Price | Qty | Extended<br>Price |
| <u>I. Desalination System, optional parts, consumables &amp; accessories</u>                                                                                                                                                                                           |                                           |                                                            |                                                                            |                                                                                                       |               |     |                   |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                      | SWRO system 1)                            | C200E                                                      | Containerized, automatic, with MMF, with ERD                               | 9.8                                                                                                   | 131461.20     | 1   | 131,461.20        |
| 1.1                                                                                                                                                                                                                                                                    | Filter element kit 2)                     |                                                            | Filter elements for Pre-/Main-filter                                       |                                                                                                       | 0.00          |     | -                 |
| 1.2                                                                                                                                                                                                                                                                    | Insulation kit 3)                         |                                                            | Heat insulation & HAVC, refer to appendix 1                                |                                                                                                       | 0.00          |     | -                 |
| 1.3                                                                                                                                                                                                                                                                    | Critical spare                            |                                                            | Recommended for high reliability request, refer to appendix 2              |                                                                                                       | 0.00          |     | -                 |
| 1.4                                                                                                                                                                                                                                                                    | CIP chemical kit                          |                                                            | Chemical to recover membrane performance                                   |                                                                                                       | 0.00          |     | -                 |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                      | Intake pump 4)                            |                                                            | SS904L, submersible, refer to appendix 1                                   |                                                                                                       | 4948.38       | 1   | 4,948.38          |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                      | Feed tank 5)                              |                                                            | Raw seawater storage, FRP, refer to appendix 1                             |                                                                                                       | 3771.88       | 1   | 3,771.88          |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                      | Product tank 6)                           |                                                            | Product water storage, FRP, refer to appendix 1                            |                                                                                                       | 0.00          |     | -                 |
| 5                                                                                                                                                                                                                                                                      | Supply station                            |                                                            | Supply water to user with constant pressure, refer to appendix 1           |                                                                                                       | 0.00          |     | -                 |
| <u>II. Services</u>                                                                                                                                                                                                                                                    |                                           |                                                            |                                                                            |                                                                                                       |               |     |                   |
| 6                                                                                                                                                                                                                                                                      | Transportation                            |                                                            | Including Sea freight, Insurance, local transportation, and other handling |                                                                                                       | 7600          | 1   | 7,600.00          |
| 7                                                                                                                                                                                                                                                                      | Installation                              |                                                            | Including material and labour                                              |                                                                                                       |               |     | -                 |
| 8                                                                                                                                                                                                                                                                      | Site service 7)                           |                                                            | Installation guidance, commissioning & training                            |                                                                                                       |               |     | -                 |
| <b>Total (USD):</b>                                                                                                                                                                                                                                                    |                                           |                                                            |                                                                            |                                                                                                       |               |     | <b>147,781.46</b> |
| <b>Terms:</b>                                                                                                                                                                                                                                                          |                                           |                                                            |                                                                            |                                                                                                       |               |     |                   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Delivery time: 14 weeks after the advance payment is confirmed</li> <li>▪ Price terms: FOB, Shanghai</li> <li>▪ Payment term: 30% down payment in advance, 70% before delivery</li> <li>▪ Valid until: 18-Sep-2022</li> </ul> |                                           |                                                            |                                                                            |                                                                                                       |               |     |                   |
| <b>Appendices:</b>                                                                                                                                                                                                                                                     |                                           |                                                            |                                                                            |                                                                                                       |               |     |                   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Appendix 01: Equipment List</li> <li>▪ Appendix 02: Critical Spare Parts</li> <li>▪ Appendix 03: Operating Expense (OPEX) Report</li> <li>▪ Appendix 04: Process Flow Diagram (PFD)</li> </ul>                                |                                           |                                                            |                                                                            |                                                                                                       |               |     |                   |

## Anexo 17: Valor de Inversor de Corriente Trifásico

The screenshot shows the website 'Todosolarchile' with the following elements:

- Header:** Social media icons (Facebook, WhatsApp), phone number (+56 957002886), email (contacto@todosolarchile.cl), and a login button (INGRESAR).
- Navigation:** INICIO, NUESTROS SERVICIOS, PRODUCTOS, PREGUNTAS FRECUENTES, CONTACTO, and a search icon.
- Left Sidebar (PRODUCTOS):**
  - Kit para bombeo solar
  - Productos en oferta
  - Paneles Solares
  - Paneles solares por mayor
  - Baterías
  - Baterías de Litio
  - Reguladores de carga PWM - MPPT
  - Inversores fuera de red ( Off grid ) Onda Pura
  - Inversores conectado a la red ( On grid )
  - Kit Solar Off grid Voltronic
- Main Content Area (DETALLE PRODUCTO):**
  - Product Image:** Inversor SMA SUNNY TRIPOWER 25000TL-30. Specifications: Max tensión de entrada: 3000V, Corriente max. de entrada: 33A/33A, Peso: 63Kg, Dimensiones: 661x682x264cms.
  - Price:** \$ 3.990.000 (VALOR IVA INCLUIDO).
  - Buttons:** DESCARGAR FICHA DEL PRODUCTO, Añadir al carrito.
  - Category:** Inversores conectados a la red ( On Grid ) Trifásicos.

## Anexo 18: Impuesto a la Renta Empresas de Primera Categoría

[Volver](#)

[Compartir](#)

### Impuesto a la Renta de Primera Categoría

El Impuesto de Primera Categoría grava las rentas provenientes del capital, entre otras, por las empresas comerciales, industriales, mineras, servicios, etc. En los años que se indican a continuación dicho tributo se ha aplicado con las siguientes tasas:

| Año Tributario | Año Comercial | Tasa  | Circular SII                       |
|----------------|---------------|-------|------------------------------------|
| 2002           | 2001          | 15%   | N° 44, 24.09.1993                  |
| 2003           | 2002          | 16%   | N° 95, 20.12.2001                  |
| 2004           | 2003          | 16,5% | N° 95, 20.12.2001                  |
| 2005 al 2011   | 2004 al 2010  | 17%   | N° 95, 20.12.2001                  |
| 2012 al 2014   | 2011 al 2013  | 20%   | N° 63 30.09.2010, N° 48 19.10.2012 |
| 2015           | 2014          | 21%   | N° 52, 10.10.2014                  |
| 2016           | 2015          | 22,5% | N° 52, 10.10.2014                  |
| 2017           | 2016          | 24%   | N° 52, 10.10.2014                  |
| 2018 y sgtes.  | 2017 y sgtes. | 25%   | N° 52, 10.10.2014                  |
| 2018           | 2017          | 25,5% | N° 52, 10.10.2014                  |
| 2019 y sgtes.  | 2018 y sgtes. | 27%   | N° 52, 10.10.2014                  |

## Anexo 19: Índice de Precios al Consumidor

**banco central Chile** Base de Datos Estadísticos

Inicio Metodologías Indicadores Diarios Set de Gráficos BDE Móvil Mis Estadísticas API BDE

Nuevo buscador de datos estadísticos  
Escriba aquí

**Contenidos**

- Precios
  - Índice de Precios al Consumidor (IPC)
    - Variación mensual
    - Variación anual**
    - Índices
- Tasa de Interés y Estadísticas Monetarias
- Balance Contable Banco Central
- Tipo de Cambio
- Actividad y Demanda
- Sector Externo
- Mercado laboral

**Principales Estadísticas Macro**

Fecha Inicio: 2010 Fecha Término: 2022 Frecuencia: Mensual Cálculo: Serie original

**IPC general, IPC sin volátiles, variación anual, información histórica**

| 2022                                       | Feb. 2022 | Mar. 2022 | Abr. 2022 | May. 2022 | Jun. 2022 | Jul. 2022 | Ago. 2022 | Sep. 2022 |      |
|--------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------|
| <input type="checkbox"/> IPC General       | 7,7       | 7,8       | 9,4       | 10,5      | 11,5      | 12,5      | 13,1      | 14,1      | 13,7 |
| <input type="checkbox"/> IPC sin volátiles | 5,8       | 6,5       | 7,6       | 8,3       | 9,0       | 9,9       | 10,0      | 10,8      | 11,1 |

## Anexo 20: Tasa de Ganancias sobre el Capital Empresas Sanitarias

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile | Asesoría Técnica Parlamentaria


| Empresa                                                               | Tasa interna de retorno promedio (%) (1) | Premio por riesgo (%) (2) | Tasa de costo de capital sin mínimo del 7% (%) (1)+(2) | Tasa de costo de capital (%) (3) | Tasa de costo de capital de la moción (%) (4) | Diferencia entre la moción y la situación actual en puntos porcentuales (4)-(3) | Efecto de la eliminación del mínimo del 7% (1)+(2)-(3) |
|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Aguas San Pedro Alerce (2017-2022)                                    | 1.49                                     | 3.45                      | 4.94                                                   | 7.00                             | 2.94                                          | -4.06                                                                           | -2.06                                                  |
| Aguas Santiago Poniente (2018-2022)                                   | 1.47                                     | 3.38                      | 4.85                                                   | 7.00                             | 2.85                                          | -4.15                                                                           | -2.15                                                  |
| Algarrobo Norte, Brisas de Mirasol y Mirasol de Algarrobo (2010-2015) | 3.04                                     | 3.38                      | 6.42                                                   | 7.00                             | 4.42                                          | -2.58                                                                           | -0.58                                                  |
| AQUABIO (2012-2017)                                                   | 3.01                                     | 3.25                      | 6.26                                                   | 7.00                             | 4.26                                          | -2.74                                                                           | -0.74                                                  |
| BCC (2014-2019)                                                       | 2.18                                     | 3.33                      | 5.51                                                   | 7.00                             | 3.51                                          | -3.49                                                                           | -1.49                                                  |
| COOPAGUA (2006-2011)                                                  | 2.59                                     | 3.38                      | 5.97                                                   | 7.00                             | 3.97                                          | -3.03                                                                           | -1.03                                                  |
| Cooperativa Comunidad de Maule (2010-2015)                            | 3.00                                     | 3.25                      | 6.25                                                   | 7.00                             | 4.25                                          | -2.75                                                                           | -0.75                                                  |
| Cooperativa de Servicios Sanitarios Maule (2015-2020)                 | 2.18                                     | 3.33                      | 5.51                                                   | 7.00                             | 3.51                                          | -3.49                                                                           | -1.49                                                  |
| Cooperativa Sagrada Familia (2015-2020)                               | 2.18                                     | 3.28                      | 5.46                                                   | 7.00                             | 3.46                                          | -3.54                                                                           | -1.54                                                  |
| Cooperativa Samiento (2011-2015)                                      | 3.01                                     | 3.25                      | 6.26                                                   | 7.00                             | 4.26                                          | -2.74                                                                           | -0.74                                                  |
| COSSBO (2010-2015)                                                    | 3.04                                     | 3.30                      | 6.34                                                   | 7.00                             | 4.34                                          | -2.66                                                                           | -0.66                                                  |
| El Colorado (2015-2020)                                               | 2.18                                     | 3.50                      | 5.68                                                   | 7.00                             | 3.68                                          | -3.32                                                                           | -1.32                                                  |
| EMAPAL (2015-2020)                                                    | 2.18                                     | 3.38                      | 5.56                                                   | 7.00                             | 3.56                                          | -3.44                                                                           | -1.44                                                  |
| Empresa de Servicios Totoraillo (2015-2020)                           | 2.18                                     | 3.38                      | 5.56                                                   | 7.00                             | 3.56                                          | -3.44                                                                           | -1.44                                                  |
| Empresa Explotaciones Sanitarias (2015-2020)                          | 2.18                                     | 3.38                      | 5.56                                                   | 7.00                             | 3.56                                          | -3.44                                                                           | -1.44                                                  |
| Empresa Izarra de Lo Aguirre (2015-2020)                              | 2.18                                     | 3.38                      | 5.56                                                   | 7.00                             | 3.56                                          | -3.44                                                                           | -1.44                                                  |
| Empresa Sanitaria Sur (2009-2013)                                     | 2.93                                     | 3.25                      | 6.18                                                   | 7.00                             | 4.18                                          | -2.82                                                                           | -0.82                                                  |
| ESAAL (2011-2016)                                                     | 3.01                                     | 3.28                      | 6.29                                                   | 7.00                             | 4.29                                          | -2.71                                                                           | -0.71                                                  |
| ESSBIO (2011-2016)                                                    | 3.01                                     | 3.14                      | 6.15                                                   | 7.00                             | 4.15                                          | -2.85                                                                           | -0.85                                                  |
| ESSI Padre Hurtado (2017-2022)                                        | 1.49                                     | 3.38                      | 4.87                                                   | 7.00                             | 2.87                                          | -4.13                                                                           | -2.13                                                  |
| ESSI Pichidangui (2015-2020)                                          | 2.18                                     | 3.38                      | 5.56                                                   | 7.00                             | 3.56                                          | -3.44                                                                           | -1.44                                                  |
| ESSI Pillanlelun (2015-2020)                                          | 2.18                                     | 3.25                      | 5.43                                                   | 7.00                             | 3.43                                          | -3.57                                                                           | -1.57                                                  |
| ESSSI Labranza                                                        | 1.55                                     | 3.38                      | 4.93                                                   | 7.00                             | 2.93                                          | -4.07                                                                           | -2.07                                                  |
| ESVAL (2015-2020)                                                     | 2.18                                     | 3.20                      | 5.38                                                   | 7.00                             | 3.38                                          | -3.62                                                                           | -1.62                                                  |
| Huertos Familiares S.A. (2013-2018)                                   | 3.01                                     | 3.38                      | 6.39                                                   | 7.00                             | 4.39                                          | -2.61                                                                           | -0.61                                                  |
| La Leonera (2015-2020)                                                | 2.18                                     | 3.50                      | 5.68                                                   | 7.00                             | 3.68                                          | -3.32                                                                           | -1.32                                                  |
| Lago Peñuelas (2010-2015)                                             | 3.04                                     | 3.38                      | 6.42                                                   | 7.00                             | 4.42                                          | -2.58                                                                           | -0.58                                                  |
| Larapinta (2010-2015)                                                 | 3.01                                     | 3.25                      | 6.26                                                   | 7.00                             | 4.26                                          | -2.74                                                                           | -0.74                                                  |
| Lo Prado (2010-2015)                                                  | 2.97                                     | 3.35                      | 6.32                                                   | 7.00                             | 4.32                                          | -2.68                                                                           | -0.68                                                  |
| Los Molles (2015-2020)                                                | 2.18                                     | 3.38                      | 5.56                                                   | 7.00                             | 3.56                                          | -3.44                                                                           | -1.44                                                  |
| Melipilla Norte (2015-2020)                                           | 2.18                                     | 3.25                      | 5.43                                                   | 7.00                             | 3.43                                          | -3.57                                                                           | -1.57                                                  |
| Novaguas (2017-2022)                                                  | 1.54                                     | 3.28                      | 4.82                                                   | 7.00                             | 2.82                                          | -4.18                                                                           | -2.18                                                  |

## Anexo 21: Tarifas de agua Potable Año 2002 y 2022

### Tarifa año 2002

| <b>ESVAL:</b>                                                                                                                             |          | <b>VALORES TARIFARIOS VIGENTES (1)</b> |          |          |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------------------------------|----------|----------|--|
| ESVAL: GRUPO 1<br>Valparaíso, Placilla-Peñuelas, Curauma,<br>Con-Con, Quilpué-Belloto, Viña del Mar,<br>Villa Alemana, Casablanca, Reñaca |          | \$ de cada mes                         |          |          |  |
| Cargos:                                                                                                                                   | Ene 2002 | Mar 2002                               | Abr 2002 | May 2002 |  |
| <b>a) Fijos:</b>                                                                                                                          |          |                                        |          |          |  |
| Cliente                                                                                                                                   | 611      | 613                                    | 613      | 613      |  |
| <b>b) Variables No Punta</b>                                                                                                              |          |                                        |          |          |  |
| Agua Potable                                                                                                                              | 419,67   | 421,43                                 | 421,43   | 421,43   |  |
| Alcantarillado (Valparaíso, Viña del Mar,<br>Reñaca, Curauma, Quilpué, Villa Alemana,<br>Placilla-Peñuelas)                               | 233,44   | 239,50                                 | 239,50   | 239,50   |  |
| Alcantarillado (Casablanca)                                                                                                               | 233,44   | 238,49                                 | 238,49   | 238,49   |  |
| <b>c) Variables Punta</b>                                                                                                                 |          |                                        |          |          |  |
| Agua Potable                                                                                                                              | 406,23   | 407,94                                 | 407,94   | 407,94   |  |
| <b>d) Sobreconsumo (lim.:30 m3)</b>                                                                                                       |          |                                        |          |          |  |
| Agua Potable                                                                                                                              | 785,53   | 788,83                                 | 788,83   | 788,83   |  |

### Tarifa año 2022

| AVISO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |          |  |                      |           |                   |                              |          |          |          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------|-------------------|------------------------------|----------|----------|----------|
| <p>En conformidad a lo dispuesto en el D.F.L. N° 70 de 1988, del Ministerio de Obras Públicas, y el Decreto MINECON N° 107 del 05 de agosto de 2015, fíjense los valores a los precios de los servicios de Agua Potable y Alcantarillado, entregados por ESVAL S.A., en las localidades que comprenden los Grupos Tarifarios 1; 2; 3a; 3b; 4; 5 y 6, a contar de los consumos leídos el 12 de septiembre 2022.</p> |          |                                                                                       |                      |           |                   |                              |          |          |          |
| <b>1. Agua Potable y/o Alcantarillado</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |          |                                                                                       |                      |           |                   |                              |          |          |          |
| <b>1.1. Cargo Fijo por cliente (\$/mes)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |          |                                                                                       |                      |           |                   |                              |          |          |          |
| Cargo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Grupo 1  | Grupo 2                                                                               |                      |           | Grupo 3a          | Grupo 3b                     | Grupo 4  | Grupo 5  | Grupo 6  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |          | Cuenca Aconcagua                                                                      | San Isidro, Chepical | Chincoloo | Petorca y Cabildo | La Ligua y Placilla la Ligua |          |          |          |
| Cargo Fijo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 1.460    | 1.460                                                                                 | 1.460                | 1.460     | 1.460             | 1.460                        | 1.460    | 1.460    | 1.460    |
| <b>1.2. Cargos variables por metro cúbico (\$ / m3)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |          |                                                                                       |                      |           |                   |                              |          |          |          |
| <b>1.2.1. Período No Punta (lecturas del 01 de abril al 30 de noviembre)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |          |                                                                                       |                      |           |                   |                              |          |          |          |
| Cargo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Grupo 1  | Grupo 2                                                                               |                      |           | Grupo 3a          | Grupo 3b                     | Grupo 4  | Grupo 5  | Grupo 6  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |          | Cuenca Aconcagua                                                                      | San Isidro, Chepical | Chincoloo | Petorca y Cabildo | La Ligua y Placilla la Ligua |          |          |          |
| Agua Potable                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1.185,28 | 879,44                                                                                | 879,44               | 879,44    | 1.013,78          | 1.104,45                     | 1.030,53 | 1.052,89 | 1.918,77 |
| Alcantarillado                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 788,82   | 947,47                                                                                | 0,00                 | 528,51    | 1.137,31          | 1.137,31                     | 1.128,17 | 822,70   | 1.091,80 |
| <b>1.2.2. Período Punta (lecturas del 01 de diciembre al 31 de marzo)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |          |                                                                                       |                      |           |                   |                              |          |          |          |
| Cargo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Grupo 1  | Grupo 2                                                                               |                      |           | Grupo 3a          | Grupo 3b                     | Grupo 4  | Grupo 5  | Grupo 6  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |          | Cuenca Aconcagua                                                                      | San Isidro, Chepical | Chincoloo | Petorca y Cabildo | La Ligua y Placilla la Ligua |          |          |          |
| Agua Potable                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1.166,51 | 863,28                                                                                | 863,28               | 863,28    | 1.001,18          | 1.088,13                     | 1.016,45 | 1.038,57 | 1.894,79 |
| Alcantarillado                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 788,82   | 947,47                                                                                | 0,00                 | 528,51    | 1.137,31          | 1.137,31                     | 1.128,17 | 822,70   | 1.091,80 |
| Sobreconsumo Agua Potable                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 2.494,11 | 1.896,81                                                                              | 1.896,81             | 1.896,81  | 1.866,80          | 2.270,42                     | 1.796,70 | 2.010,00 | 4.945,41 |
| Sobreconsumo Alcantarillado                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | (*)      | (*)                                                                                   | (*)                  | (*)       | (*)               | (*)                          | 2.110,87 | 1.795,81 | 2.977,32 |
| <p>(*) = Las localidades pertenecientes a los Grupos Tarifarios 1, 2 y 3a y 3b no están afectas a la aplicación de sobreconsumo por alcantarillado<br/>           En las localidades de San Isidro y Chepical, no hay sistema de Recolección.</p>                                                                                                                                                                  |          |                                                                                       |                      |           |                   |                              |          |          |          |

## Anexo 22: Valor del Costo de Producción de Agua de una Planta Desaladora

### Plantas Desaladoras en Chile

Por Eduardo Baeza G.

#### Introducción

La presente minuta se enfoca en la plantas desaladoras operativas y las nuevas a ingresar al sistema en Chile, con los principales costos involucrados, entrada en operación, entre otros aspectos.

#### Panorama de las plantas desaladoras en Chile

La desalinización en Chile se desarrolla principalmente usando la tecnología de ósmosis inversa, donde la inversión en equipamiento es un ítem relevante, pero también los costos operacionales, las mantenciones y los gastos de desarrollo y tramitación del proyecto (tabla 1). La energía sigue siendo el insumo de mayor costo operacional (alrededor del 44%). No obstante, estos costos son cada vez menores, debido a la mayor eficiencia de los sistemas de recuperación de energía y membranas que operan a bajas presiones. Lo anterior, ha determinado que los precios del agua desalada en contratos de gran volumen tiendan a USD 0,5 / m<sup>3</sup>.<sup>1</sup>

Tabla 1. Costos de planta desaladora según tamaño

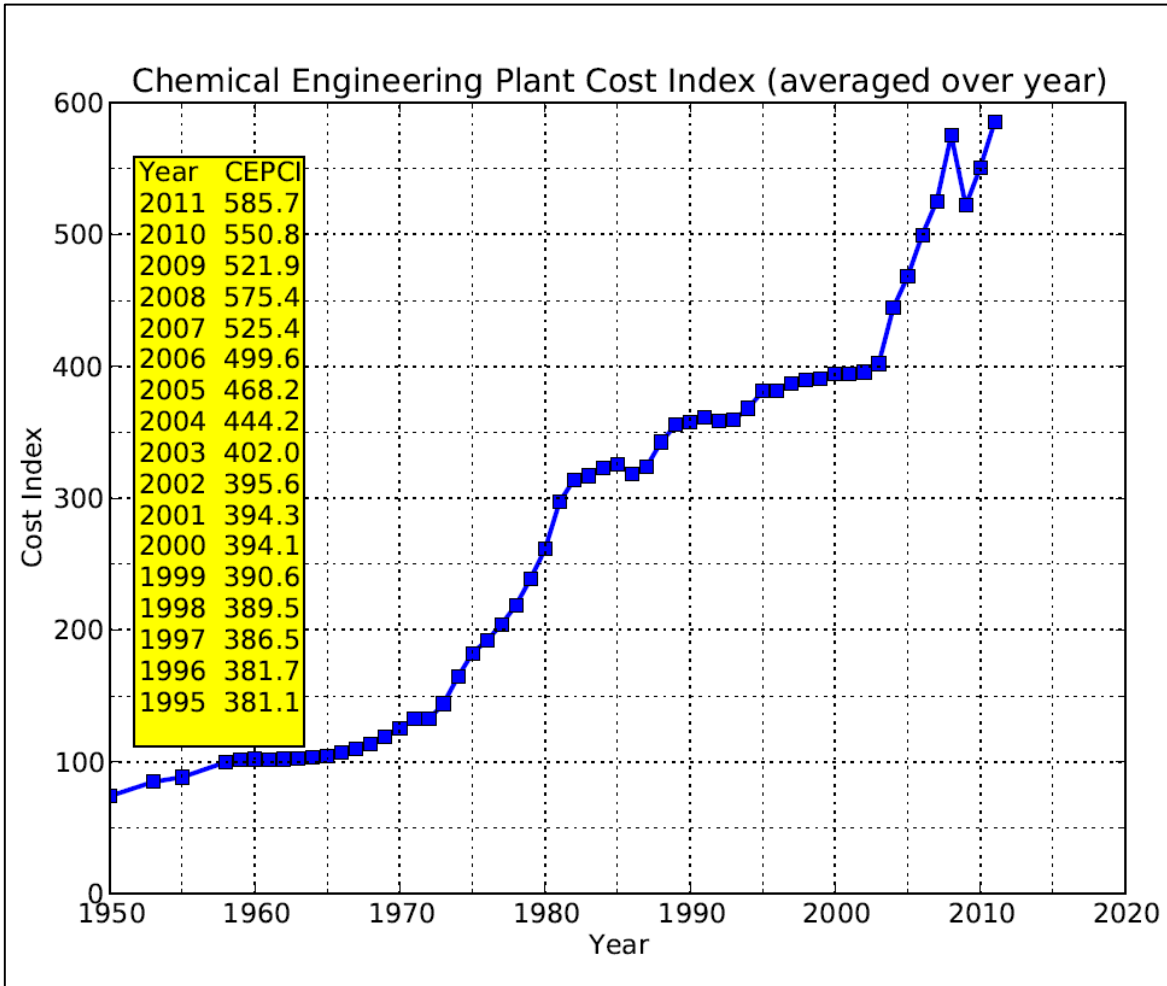
| Producción de agua tratada (desalinizada para diversos usos) (m <sup>3</sup> /día) | Costo de Inversión en equipamiento de desaladora (USD) | Costo de producción / m <sup>3</sup> con operador (USD) |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 10                                                                                 | 65.000                                                 | 1,46                                                    |
| 100                                                                                | 200.000                                                | 0,99                                                    |
| 500                                                                                | 498.000                                                | 0,57                                                    |
| 1.000                                                                              | 596.400                                                | 0,55                                                    |
| 2.000                                                                              | 871.200                                                | 0,54                                                    |
| 8.640                                                                              | 9.000.000                                              | 0,47                                                    |
| 43.200                                                                             | 45.000.000                                             | 0,47                                                    |
| 86.400                                                                             | 90.000.000                                             | 0,46                                                    |

Fuente: Aladyr

En el país, existen decenas de plantas desaladoras y los principales usuarios son las mineras (plantas de mayor tamaño), el consumo humano (agua potable) y las plantas termoeléctricas (calderas y sistemas de enfriamiento). Por otra parte, hay un número indeterminado de plantas menores de ósmosis inversa que desalinizan agua para fines tales como: agua embotellada,

<sup>1</sup> Aladyr (2019). Desalación de agua de mar: situación en Chile y en el mundo. Disponible en: <http://bcn.cl/3Qq4y> (mayo de 2022)

Anexo 23: Valor Actualizado de Construcción de Plantas Químicas



## Anexo 24: Tabla Comparativa del Valor Final del Agua por Metro Cúbico

| Tabla Comparativa de Valor de agua Producida en USD         |                   |                   |                    |                    |
|-------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| Producción Metros Cúbicos /día                              | 300m <sup>3</sup> | 500m <sup>3</sup> | 1000m <sup>3</sup> | 2000m <sup>3</sup> |
| Potencia requerida Sistema (Wh)                             | 96681             | 177419            | 330924             | 655920             |
| Plantas Osmosis Inversa N°                                  | 2                 | 2                 | 2                  | 2                  |
| Buques Tanques más reemplazo de<br>Mantenimiento y Total N° | 55+3=58           | 45+3=48           | 23+2=25            | 13+2=15            |
| Aerogeneradores Verticales N°                               | 42                | 79                | 144                | 278                |
| Baterías de Respaldo N°                                     | 2292              | 4167              | 7813               | 31250              |
| Inversor de Corriente N°                                    | 4                 | 7                 | 13                 | 26                 |
| Valor m <sup>3</sup> agua producida USD                     | 13,9              | 10,6              | 5,7                | 4,6                |

## Anexo 25: Propuesta de Cambio de Ruta de Buque Tanque Sector Norte del País

### Propuesta Cambio de Ruta de Buque Tanque Sector costero Norte del País (Caleta Chanavaya)

#### Introducción

Como propuesta alternativa al proyecto original, se toma en consideración cambiar el área de operación del buque tanque, por el sector costero norte del país, abarcando comunidades costeras aledañas y aisladas, como caletas de pescadores, pueblos que anteriormente fueron habitados en demasía ver Figura 1.



Figura 1: Ubicación Caleta Chanavaya (Google Maps, 2023)

El buque tanque escogido será el mismo utilizado en la comuna de Valparaíso, con una capacidad de estanques de 13.000m<sup>3</sup> de agua, además sustentado energéticamente para el

funcionamiento de las plantas de osmosis inversa con aerogeneradores verticales y baterías de respaldo para garantizar la producción de agua las 24 horas del día, los 365 días del año y para su desplazamiento la utilización de combustible sintético.

Uno de los sectores costeros analizado y con mayor cantidad de habitantes es Caleta Chanavaya, considerada una aldea de etnia Chango precolombinos, Instituto Nacional de Estadísticas (INE,2023). Esta localidad costera está ubicada a 59 kilómetros al sur de la ciudad de Iquique y paralela a la Ruta 1, con una población estimada según el último censo 2017 de 603 habitantes, 333 hombre y 270 mujeres (INE,2023), una zona altamente turista, recreacional por la ejecución de deportes acuáticos y lindas playas de color verde esmeralda. Este asentamiento costero cuenta con escuela, una posta rural inaugurada hace solo unos años (2019) y una Compañía de Bomberos, la decimosexta, fundada en octubre 1999 (Bomberos.cl).

Considerando que desde hace algunos años la población de Chile vive en sectores rurales sin acceso al agua potable siendo un 13,4% de la población total del país, así como desde este porcentaje un 54,7% no cuenta con acceso a agua potable y alcantarillado para su saneamiento (Cariola et al.,2004). La entrega de agua potable por parte del estado es fundamental y lo ha estado realizando desde hace ya 53 años, a través de proyectos de Agua Potable Rural (APR), asignados a comunidades, comités y cooperativas de agua elegidos en una asamblea bajo voto directo, con el fin de administrar estos recursos hídricos y su buena utilización (Cariola et al.,2004).

Por otra parte, existe algunos inconvenientes por parte de las comunidades locales, tales como etnias de Changos ubicadas en sectores cercanos, como lo es este asentamiento

humano llamado Caleta Chanavaya, a raíz de prácticas culturales articuladas, determinadas en uso y abuso del vital elemento, esto ha generado controversia de carácter negativo e interés de comunidades por el control del agua generando rivalidad, disputas y confrontaciones expresada en varias formas (Guizardi,2012).

El sector de Caleta Chanavaya, cuenta con un proyecto de agua potable y su abastecimiento se realiza desde la Ciudad de Iquique por parte de la Municipalidad de Iquique, quien provee los camiones aljibes y estos tiene un ciclo de carga de estanques cada 15 días, siendo muy distante considerando que al existir una población de 603 habitantes y en los periodos estivales donde aumenta la población flotante, siendo un lugar turístico y recreacional. Existe en el sector una planta de osmosis inversa que realiza sus operaciones, generando las descargas de salmuera de rechazo en esa caleta, pero no cumple con el mínimo de agua requerida de 100Lt, sugerida por la Organización Mundial de la Salud OMS, (2023), provocando malestar en las comunidades que viven en caleta Chanavaya (Cantillana,2018).

El Gobierno Regional de Tarapacá (GORE) el año 2020 ha designado recursos para la construcción de un estanque de 100000Lt., con costo total de 771.000 millones de pesos en dos fases<sup>49</sup> que beneficiara a la población ampliando la capacidad de almacenamiento de la planta de osmosis inversa (ver Figura 2), con el consiguiente aumento de la salmuera de rechazo en esas costas y un posible daño al ecosistema, tal como reportado por Santibáñez (2020).

---

<sup>49</sup> [www.goretarapaca.gov.cl](http://www.goretarapaca.gov.cl)



Figura 2: Sistema de Agua Potable Rural en Caleta Chanavaya, Tarapacá. (Cantillana,2018)

Uno de los factores que inciden en la entrega de agua por parte del buque tanque es el sistema de descarga del agua hacia la caleta Chanavaya y otras localidades que se encuentran en el sector costero, ya que no existe un área donde el buque tanque se pueda acerca lo máximo posible a las costas del sector, hallándose parte del borde costero con roquerios mar afuera el cual impediría su acercamiento. Otro factor a considerar es la vertiente de acantilados y su larga extensión desde las costas de Arica, Iquique y Antofagasta, estos segmentos de abrasión marina emergidas y efectuadas por la rompiente del mar, derivan en taludes de fuertes pendientes de  $45^\circ$  y además los acantilados denominados farellón costero como se les conoce, están constituidos por rocas que pueden llegar a una altura de hasta 200m s.n.m. el cual sería un obstáculo geográfico para la descarga de agua en zonas costeras (Quezada et al.,2010).

## Propuesta de Recorrido Buque Tanque

Para garantizar el agua a comunidades costeras del litoral norte del país desde Arica a Copiapó, el buque tanque realizara la entrega de agua potable cada 4 días, 1 día en cada región, dividiendo estas entregas en 4 puntos de descarga y realizando este recorrido de forma ininterrumpida (ver Figura 4), cabe destacar que las comunidades costeras, deben instalar estanques de almacenamiento con una capacidad mínima de  $1000\text{m}^3$ , ya que el buque tanque puede abastecer a varios sectores con una gran capacidad de agua ( $4000\text{m}^3$  día), garantizando el mínimo de agua requerida por los seres humanos y una posible utilización en la agricultura tecnificada a través del riego por goteo y para ello se deben instalar balsas flotantes (ver Figura 3), para conectar el sistema de tuberías flotantes, ya que el buque tanque estará muy lejos de la costa, siendo esencial la ayuda de los pescadores artesanales en la ejecución de la conexión entre el sistema de captación y el buque tanque.



Figura 3: Balsa flotante de conexión de agua

### Ciclo de Operación

| Buques               | REGIMEN DE OPERACIÓN |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |   |
|----------------------|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---|
|                      | 0                    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   | 16   | 17   | 18   | 19   | 20   | 21   | 22   | 23   | 24   | 25   | 26   | 27   | 28   | 29   | 30   | 31   | 32   | 33   | 34   | 35   | 36   | 37   | 38   | 39   | 40   | 41   | 42   | 43   | 44   |   |
| 1                    |                      | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1 |
| m3 de agua acumulada | 4000                 | 3125 | 3625 | 2750 | 3250 | 2375 | 2875 | 2000 | 2500 | 3000 | 3500 | 4000 | 3125 | 3625 | 2750 | 3250 | 2375 | 2875 | 2000 | 2500 | 3000 | 3500 | 4000 | 3125 | 3625 | 2750 | 3250 | 2375 | 2875 | 2000 | 2500 | 3000 | 3500 | 4000 | 3125 | 3625 | 2750 | 3250 | 2375 | 2875 | 2000 | 2500 | 3000 | 3500 | 4000 |   |

Figura 4: El ciclo de operación del buque corresponde a descarga, desplazamiento y operación, donde las celdas de color verde al tiempo de operación continua de agua en la región, las celdas de color amarillo corresponde al tiempo de descarga en puntos de 100m3 en regiones y operación de carga de estanques, las celdas en blanco corresponde al traslado entre punto de entrega y carga de estanques, además, las celdas de color naranja corresponde a la traslado a otra región y cada periodo enumerado desde 1 al 44 corresponde al valor de 0,21 días.

Por cuanto, a los costos de operación del buque, flujo de caja y valor final de agua entregado a comunidades costera para garantizar el suministro se detalla continuación:

### *Inversión Inicial*

Tabla 1: Tabla de Capital de Inversión.

| <b>Costos de Capital</b> |                 |                   |
|--------------------------|-----------------|-------------------|
| <b>Descripción</b>       | <b>Unidades</b> | <b>USD</b>        |
| Buque Tanque             | 1               | 9.999.900         |
| Planta Osmosis           | 2               | 1.840.000         |
| Aerogenerador            | 278             | 198.492           |
| Batería de respaldo      | 31.250          | 14.687.500        |
| Sistema Balsa flotante   | 20              | 427.807           |
| Inversor eléctrico       | 26              | 110.942           |
| <b>Costo Total</b>       |                 | <b>27.264.641</b> |

### *Tripulación del Buque*

Tabla 2: Tabla de sueldos de la tripulación de un buque

| <b>Rango Sueldos</b>    | <b>N° Personal</b> | <b>Anual USD</b> |
|-------------------------|--------------------|------------------|
| Capitán                 | 1                  | 18.004           |
| Piloto Segundo          | 1                  | 11.833           |
| Oficial de Cubierta     | 1                  | 11.935           |
| Jefe de Maquinas        | 1                  | 16.042           |
| Tripulante de Maquinas  | 1                  | 11.773           |
| Tec. Comunicaciones     | 1                  | 15.607           |
| Mantenedores eléctricos | 2                  | 10.780           |
| Mantenedores mecánicos  | 2                  | 10.780           |
| Personal cubierta       | 5                  | 45.561           |
| <b>Total Personal</b>   | <b>13</b>          | <b>152.315</b>   |

Tabla 3: Tabla de Rentabilidad desde el año -1 al 9.

|                                                    | Periodo de operación (años) |            |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
|----------------------------------------------------|-----------------------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                                                    | -1                          | 0          | 1           | 2           | 3           | 4           | 5           | 6           | 7           | 8           | 9           |             |
| <b>1. Inversión de Capital Fijo</b>                |                             |            |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| 1.1 Buque Tanque                                   | -10,0                       |            |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| 1.2 Inversor Electrico                             | -0,1                        |            |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| 1.3 Planta RO                                      | -1,8                        |            |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| 1.4 Aerogenerador                                  | -0,2                        |            |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| 1.5 Baterias de Respaldo                           | -14,7                       |            |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| 1.6 Monobooya                                      | -0,4                        |            |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| <b>1.7 Total</b>                                   | <b>-27,2</b>                |            |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| 2. Capital de Trabajo                              | 0,0                         | -11,4      | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         |
| 3. Valor del Rescate                               | 0,0                         | 0,0        | 1,5         | 1,5         | 1,5         | 1,5         | 1,5         | 1,5         | 1,5         | 1,5         | 1,5         | 1,5         |
| 4. Inversión de Capital Total                      | -27,2                       | -11,4      | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         |
| 5. Inversión Anual                                 | 0,0                         | 0,0        | -0,2        | -0,2        | -0,2        | -0,2        | -0,2        | -0,2        | -0,2        | -0,3        | -0,3        | -0,3        |
| 6. Costo Inicial                                   | 0,0                         | 0,0        | -2,7        | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         |
| 7. Tasa de Operación, Fracción de Capacidad        | 0,0                         | 0,0        | 0,7         | 1,0         | 1,0         | 1,0         | 1,0         | 1,0         | 1,0         | 1,0         | 1,0         | 1,0         |
| 9. Ventas Anuales                                  | 0,0                         | 0,0        | 4,6         | 7,1         | 7,8         | 8,4         | 9,1         | 9,9         | 10,8        | 11,7        | 12,7        |             |
| 10. Costo Total anual del Producto, sin incluir la | 0,0                         | 0,0        | -11,3       | -16,1       | -16,6       | -17,1       | -17,6       | -18,2       | -18,7       | -19,3       | -19,8       |             |
| 11. Depreciacion Anual                             |                             |            |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| 11.1 Buque Tanque                                  | 0,0                         | 0,0        | -0,7        | -0,7        | -0,7        | -0,7        | -0,7        | -0,7        | -0,7        | -0,7        | -0,7        | -0,7        |
| 11.2 Inversor Electrico                            | 0,0                         | 0,0        | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         |
| 11.3 Planta RO                                     | 0,0                         | 0,0        | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         |
| 11.4 Aerogenerador                                 | 0,0                         | 0,0        | -0,2        | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         |
| 11.5 Baterias de Respaldo                          | 0,0                         | 0,0        | -1,0        | -1,0        | -1,0        | -1,0        | -1,0        | -1,0        | -1,0        | -1,0        | -1,0        | -1,0        |
| 11.6 Monobooya                                     | 0,0                         | 0,0        | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         |
| <b>11.7 Total</b>                                  | <b>0,0</b>                  | <b>0,0</b> | <b>-1,9</b> | <b>-1,7</b> | <b>-1,7</b> | <b>-1,7</b> | <b>-1,7</b> | <b>-1,7</b> | <b>-1,7</b> | <b>-1,7</b> | <b>-1,7</b> | <b>-1,7</b> |
| 12. Beneficio Bruto Anual                          | 0,0                         | 0,0        | -11,3       | -10,7       | -10,6       | -10,4       | -10,2       | -9,9        | -9,6        | -9,3        | -8,8        |             |
| 13. Beneficio Neto Anual                           | 0,0                         | 0,0        | -11,3       | -10,7       | -10,6       | -10,4       | -10,2       | -9,9        | -9,6        | -9,3        | -8,8        |             |
| 14. Flujo de Caja Operativo Anual                  | 0,0                         | 0,0        | -9,4        | -9,0        | -8,9        | -8,7        | -8,5        | -8,2        | -7,9        | -7,5        | -7,1        |             |
| 15. Flujo de Caja Anual Total                      | -27,2                       | -11,4      | -9,6        | -9,2        | -9,1        | -8,9        | -8,7        | -8,5        | -8,2        | -7,8        | -7,4        |             |

Tabla 4: Tabla de Rentabilidad desde el año 10 al 20.

|                                                   | Periodo de operación (años) |             |             |             |             |              |             |             |             |             |             |
|---------------------------------------------------|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                                                   | 10                          | 11          | 12          | 13          | 14          | 15           | 16          | 17          | 18          | 19          | 20          |
| 1. Inversión de Capital Fijo                      |                             |             |             |             |             |              |             |             |             |             |             |
| 1.1 Buque Tanque                                  |                             |             |             |             |             | -13,9        |             |             |             |             | 9,3         |
| 1.2 Inversor Electrico                            | -0,1                        |             |             |             |             |              |             |             |             |             |             |
| 1.3 Planta RO                                     |                             |             |             |             |             |              |             |             |             |             | 16,0        |
| 1.4 Aerogenerador                                 |                             |             |             |             |             |              |             |             |             |             |             |
| 1.5 Baterías de Respaldo                          |                             |             |             |             |             | -20,5        |             |             |             |             | 13,6        |
| 1.6 Monoboya                                      | -0,5                        |             |             |             |             |              |             |             |             |             |             |
| <b>1.7 Total</b>                                  | <b>-16,7</b>                |             |             |             |             | <b>-34,4</b> |             |             |             |             | <b>23,2</b> |
| 2. Capital de Trabajo                             | 0,0                         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0          | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 11,4        |
| 3. Valor del Rescate                              | 0,6                         | 1,5         | 1,5         | 1,5         | 1,5         | 152,8        | 1,5         | 1,5         | 1,5         | 1,5         | 1,5         |
| 4. Inversión de Capital Total                     | 0,0                         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0          | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         |
| 5. Inversión Anual                                | <b>-0,3</b>                 | <b>-0,3</b> | <b>-0,3</b> | <b>-0,3</b> | <b>-0,3</b> | <b>-0,3</b>  | <b>-0,3</b> | <b>-0,3</b> | <b>-0,3</b> | <b>-0,3</b> | <b>-0,4</b> |
| 6. Costo Inicial                                  | 0,0                         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0          | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         |
| 7. Tasa de Operación, Fracción de Capacidad       | 1,0                         | 1,0         | 1,0         | 1,0         | 1,0         | 0,7          | 1,0         | 1,0         | 1,0         | 1,0         | 1,0         |
| 8. Ventas Anuales                                 | <b>11,6</b>                 | <b>15,0</b> | <b>16,3</b> | <b>17,7</b> | <b>19,2</b> | <b>412,2</b> | <b>22,6</b> | <b>24,6</b> | <b>26,7</b> | <b>29,0</b> | <b>31,4</b> |
| 9. Costo Total anual del Producto, sin incluir la | -20,4                       | -21,0       | -21,7       | -22,3       | -23,0       | -17,2        | -24,4       | -25,1       | -25,9       | -26,7       | -27,5       |
| 11. Depreciación Anual                            | 0,0                         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0          | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         |
| 11.1 Buque Tanque                                 | -0,7                        | -0,7        | -0,7        | -0,7        | -0,7        | -0,7         | -0,9        | -0,9        | -0,9        | -0,9        | -0,9        |
| 11.2 Inversor Electrico                           | 0,0                         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0          | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         |
| 11.3 Planta RO                                    | 0,0                         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0          | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         |
| 11.4 Aerogenerador                                | 0,0                         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0          | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         |
| 11.5 Baterías de Respaldo                         | -1,0                        | -1,0        | -1,0        | -1,0        | -1,0        | -1,0         | -1,4        | -1,4        | -1,4        | -1,4        | -1,4        |
| 11.6 Monoboya                                     | 0,0                         | -0,1        | -0,1        | -0,1        | -0,1        | -0,1         | -0,1        | -0,1        | -0,1        | -0,1        | -0,1        |
| 11.7 Total                                        | <b>-1,7</b>                 | <b>-1,7</b> | <b>-1,7</b> | <b>-1,7</b> | <b>-1,7</b> | <b>-1,7</b>  | <b>-2,4</b> | <b>-2,4</b> | <b>-2,4</b> | <b>-2,4</b> | <b>-2,4</b> |
| 12. Beneficio Bruto Anual                         | -10,6                       | -7,8        | -7,1        | -6,4        | -5,5        | 393,3        | -4,1        | -2,9        | -1,6        | -0,1        | 1,6         |
| 13. Beneficio Neto Anual                          | -10,6                       | -7,8        | -7,1        | -6,4        | -5,5        | 287,1        | -4,1        | -2,9        | -1,6        | -0,1        | 1,2         |
| 14. Flujo de Caja Operativo Anual                 | -8,9                        | -6,1        | -5,4        | -4,7        | -3,8        | 288,9        | -1,8        | -0,6        | 0,8         | 2,3         | 3,6         |
| 15. Flujo de Caja Anual Total                     | <b>-9,1</b>                 | <b>-6,3</b> | <b>-5,7</b> | <b>-5,0</b> | <b>-4,1</b> | <b>288,5</b> | <b>-2,1</b> | <b>-0,9</b> | <b>0,4</b>  | <b>1,9</b>  | <b>26,8</b> |

En consecuencia, el valor de agua producida por el buque tanque en su recorrido por el sector norte del país, es de 2,9 USD (ver Tabla 5), una propuesta competitiva para la entrega de agua en sectores aislados en comparación con la entrega realizada por camiones aljibes de la municipalidad de Iquique, pero el valor de agua producida es solo si, se entrega una cantidad diaria de 4000m<sup>3</sup> al día, dividida en 4 entregas por región.

*Valor Final de Agua Producida*

Tabla 5: Tabla de obtención de Valor Actual Neto (VAN).

| Indicadores de Rentabilidad   |         |
|-------------------------------|---------|
| Período de recuperación, años | 20 años |
| V.A.N.                        | 0.0     |
| Valor Agua Producida          | 2.9 USD |