



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ELÉCTRICA**

**Análisis de la viabilidad técnica y económica para instalar una  
planta desalinizadora de agua con energía solar fotovoltaica  
distrito de Lagunas.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Mecánico Electricista

**AUTORES:**

Gonzales Reyes, Jesus Miguel (orcid.org/0000-0001-8535-4331)

Sanchez Llontop, Carlos Eduardo (orcid.org/0000-0001-5555-5044)

**ASESOR:**

Ing. Salazar Mendoza, Aníbal Jesús (orcid.org/0000-0003-4412-8789)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Generación, Transmisión y Distribución

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CHICLAYO – PERÚ

2022

## **Dedicatoria**

Dedicamos nuestro trabajo de investigación principalmente a Dios por ser guía plena de inicio a fin y a nuestras familias y amigos por su constante apoyo para conseguir nuestros objetivos y celebrar cada uno de nuestros logros

## **Agradecimiento**

Agradecemos a principalmente a la municipalidad del distrito de Lagunas por brindarnos la información necesaria para hacer posible la investigación, y a nuestro docente por sus correcciones y aportes semanales

## Índice de contenidos

Carátula .....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	vi
Índice de figuras .....	vii
Tabla de Gráficos .....	viii
Resumen .....	ix
Abstract .....	xi
I. INTRODUCCIÓN .....	13
II. MARCO TEÓRICO .....	16
III. METODOLOGÍA .....	33
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	33
3.2. Variables y Operacionalización.....	33
3.2.1. Variables .....	33
3.2.2. Operacionalización .....	33
3.3. Población, muestra y muestreo.....	33
3.3.1. Población.....	33
3.3.2. Muestra .....	33
3.3.3. Muestreo .....	35
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	35
3.4.1. Técnicas.....	35
3.4.2. Instrumentos.....	35
3.5. Procedimientos.....	36
3.6. Método de análisis de datos .....	36
3.7. Aspectos éticos .....	36
IV. RESULTADOS.....	37
4.1. Estudio de mercado.....	37
4.1.1. Estado del mercado actual .....	37
4.1.2. Análisis de la demanda.....	44
4.2. Análisis de la viabilidad Técnica .....	46
4.2.1. Técnica de desalinización.....	46
4.2.2. Captación de agua de mar.....	47
4.2.3. Descripción del proceso para la obtención de agua potable .....	48
4.3. Viabilidad Económica .....	67
V. DISCUSIÓN.....	73

VI. CONCLUSIONES .....	77
VII. RECOMENDACIONES .....	79
REFERENCIAS .....	85
ANEXOS.....	90

## Índice de tablas

Tabla 1: Cuadro Tarifario según resolución de Consejo Directivo N° 019-2018 SUNASS-CD .....	14
Tabla 2: Calidad del agua para consumo humano .....	32
Tabla 3: Cantidad de viviendas. Hogares y población del distrito de Lagunas ....	34
Tabla 4: Prestadores de servicio .....	39
Tabla 5: Propiedades de los químicos para acondicionar agua .....	50
Tabla 6: Parámetros de los fabricantes – Filtros granulados.....	54
Tabla 7: Parámetros Cartucho HARMOSCO .....	55
Tabla 8: Portacartucho HARMOSCO .....	56
Tabla 9: Sistema de Osmosis Inversa.....	57
Tabla 10: Datos de la bomba primera etapa .....	61
Tabla 11: Datos de la bomba segunda etapa.....	62
Tabla 12: Datos de la bomba tercera etapa .....	63
Tabla 13: Datos de la bomba de lavado.....	63
Tabla 14: Características de la bomba en la tercera etapa .....	64
Tabla 15: Consumo total .....	65
Tabla 16: Radiación Solar por departamento .....	66
Tabla 17: Inversión Obra civil .....	67
Tabla 18: Inversión Equipos y depósitos móviles.....	68
Tabla 19: Inversión Sistema solar fotovoltaico .....	68
Tabla 20: Inversión Equipos de medición y control .....	69
Tabla 21: Inversión Instalaciones auxiliares .....	69
Tabla 22: inversión total .....	70
Tabla 23: costos fijos RRHH .....	70
Tabla 24: Costos por mantenimiento.....	70
Tabla 25: Costos fijos.....	71
Tabla 26: Resumen costos fijos .....	71
Tabla 27: Costos variables.....	71
Tabla 28: Escenario esperado.....	72
Tabla 29: Escenario optimista .....	72

## Índice de figuras

Figura 1: ¿Cuánta agua hay en el planeta? .....	24
Figura 2: Ubicación del distrito de Lagunas .....	25
Figura 3: Ósmosis – Ósmosis Inversa.....	27
Figura 4: Tipo de membrana – Tamaño de partícula .....	28
Figura 5: Electrodialisis .....	28
Figura 6: Evaporación Multietapa.....	29
Figura 7: Esquema Evaporación Multiefecto.....	29
Figura 8: Proceso de comprensión de vapor.....	29
Figura 9: Tipos de energía solar.....	30
Figura 10: Paneles fotovoltaicos .....	31
Figura 11: EPSEL en la Región.....	38
Figura 12: Vista panorámica del distrito de Lagunas.....	46
Figura 13: Proceso de desalinización por Osmosis Inversa.....	47
Figura 14: Proceso de Osmosis Inversa .....	47
Figura 15: Bastidor .....	58
Figura 16: Bastidor referencial .....	58
Figura 17: Membrana .....	59
Figura 18: Bombas .....	60
Figura 19: Figura referencial .....	61
Figura 20: Imagen referencial del acople de bombas al proceso de Osmosis Inversa .....	64

## Tabla de Gráficos

Gráfico 1: Zona Rural del departamento de Lambayeque.....	38
Gráfico 2: Satisfacción del servicio.....	40
Gráfico 3: El servicio cubre la necesidad .....	41
Gráfico 4: Calidad.....	41
Gráfico 5: Acerca de las horas del servicio .....	42
Gráfico 6: Acerca del precio del servicio .....	42
Gráfico 7: Desempeño de las prestadoras del servicio .....	43
Gráfico 8: Atención al cliente.....	43
Gráfico 9: Flujo del filtro HARMSCO .....	56



## Resumen

La presente tesis se titula “Análisis de la viabilidad técnica y económica para instalar una planta desalinizadora de agua con energía solar fotovoltaica Distrito de Lagunas”, es de tipo y diseño no experimental, cuantitativo, descriptivo y correlacional, decimos que es cuantitativa porque la investigación tiene conclusiones estadísticas para recopilar información procesable, descriptivo porque esta investigación tiene como piso la teoría y correlacional porque establece una relación entre sus dos variables estrechamente relacionadas, el objetivo principal es analizar la viabilidad técnica y económica para instalar una planta desalinizadora abastecida con energía solar fotovoltaica en el Distrito de Lagunas, para el cumplimiento de este objetivo se manejó siete capítulos los que nos llevaron a obtener los resultados requeridos.

La investigación logro obtener resultados, principalmente se recopiló información teórica y técnica, la que nos llevó a determinar que la osmosis inversa es el mejor proceso para desalinizar agua de mar, además se logró definir que es necesario el manejo de 9 motores, que mueven la captación, la filtración, la osmosis inversa y el tanque de agua permeada, así mismo es necesario usar kits fotovoltaicos de 5000W, los cuales constan de 8 paneles solares fotovoltaicos, todo anterior demuestra que el proyecto es técnicamente viable.

Para la viabilidad económica, se logró obtener los costos necesarios para realizar el flujo económico por un periodo de 20 años, el cual se manejó en solo dos escenarios, uno fue el esperado con un porcentaje de crecimiento de 18%, con el cual se obtuvo un VAN de -8.228.468,39 y un TIR de 0%, con lo que se interpreta se recuperara la inversión pero sin utilidades, para el caso del escenario optimista se manejó en el mismo periodo de tiempo, pero con un porcentaje de crecimiento de 43%, que es una tasa elevada, pero se considera posible, ya que se trata de usuarios con un servicio básico elemental como lo es el servicio de agua potable, con esto se obtuvo un VAN de 731.131,42 y un TIR de 21%, interpretando que se recupera la inversión y se obtienen utilidades, por lo antes mencionado podemos

determinar que la viabilidad económica no es posible, ya que a pesar de tener un escenario optimista no se puede afirmar que este suceda.

Es importante recalcar que la propuesta ha sido analizada por los tesisistas con datos reales teóricos, con fórmulas generales y con fichas técnicas de fabricantes con vasta experiencia en los equipos necesarios para este proyecto.

**Palabras clave:** Desalinización, viabilidad, energía solar.

## Abstract

This thesis is entitled "Analysis of the technical and economic feasibility to install a water desalination plant with photovoltaic solar energy Distrito de Lagunas", it is of a non-experimental, quantitative, descriptive and correlational type and design, we say that it is quantitative because the research has statistical conclusions to collect actionable information, descriptive because this research has theory as its base and correlational because it establishes a relationship between its two closely related variables, the main objective is to analyze the technical and economic feasibility to install a desalination plant supplied with photovoltaic solar energy in the District of Lagunas, for the fulfillment of this objective, seven chapters were managed, which led us to obtain the required results.

The research was able to obtain results, mainly theoretical and technical information was collected, which led us to determine that reverse osmosis is the best process to desalinate seawater, it was also possible to define that it is necessary to manage 9 motors, which move the collection, filtration, reverse osmosis and the permeate water tank, likewise it is necessary to use 5000W photovoltaic kits, which consist of 8 photovoltaic solar panels, all of the above demonstrates that the project is technically feasible.

For economic viability, it was possible to obtain the necessary costs to carry out the economic flow for a period of 20 years, which was managed in only two scenarios, one was the expected one with a growth percentage of 18%, with which it was obtained a NPV of -8,228,468.39 and an IRR of 0%, with which it is interpreted that the investment will be recovered but without profits, in the case of the optimistic scenario it is managed in the same period of time, but with a growth percentage of 43%, which is a high rate, but it is considered possible, since they are users with an elemental basic service such as the drinking water service, with this a NPV of 731,131.42 and an IRR of 21 were obtained. %, interpreting that the investment is recovered and profits are obtained, due to the aforementioned we can determine that economic viability is not possible, since despite having an optimistic scenario, it cannot be affirmed that this will happen.

It is important to emphasize that the proposal has been analyzed by the thesis students with real theoretical data, with general formulas and with technical specifications from manufacturers with extensive experience in the equipment necessary for this project.

**Keywords:** Desalination, feasibility, solar energy.

## I. INTRODUCCIÓN

Abastecer agua potable a la población del distrito de Lagunas, a fin de cubrir su necesidad básica es una operación que no se ha realizado de manera correcta y oportuna, siendo EPSEL S.A., Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento de Lambayeque, esta es quien cubre toda la región Lambayeque. El método de suministro de agua operado por EPSEL, se beneficia principalmente por la captación y traslado del líquido elemento de la superficie y que aprovisionan al Valle Chancay – Lambayeque y afluentes, fluyendo a la vertiente Atlántica por medio de los trabajos de desviación de la etapa I del Proyecto de Tinajones..(Agencia Peruana de Noticias, 2021)

El uso del agua potable, por parte de la población, está limitada, debido a que no se tuvo en cuenta el crecimiento demográfico, uso de agua potable para fines comerciales e industriales; el agua constituye un insumo indispensable en las actividades diarias de las personas, y su uso limitado ha ocasionado en algunos casos problemas de salud. (Figueroa, 2019)

Se ha identificado que en muchas ciudades el abastecimiento de agua, no se desarrolla de manera eficiente, porque no se cuenta con la energía necesaria a fin de garantizar el suministro con los valores de caudal y durante las 24 horas del día; el acceso restringido a la energía eléctrica, está dado por los altos costos que se generan al utilizar mecanismos de generación eléctrica diferentes a la de la red del sistema eléctrico interconectado nacional.

La presente investigación se basó en ambos contextos anteriormente mencionados, por lo que se desea analizar la posible instalación de una planta desalinizadora de agua o desaladora siendo esta una construcción que transforma el agua del mar en agua aprobado para el consumo humano, esta podría ser instalada en el distrito de Lagunas, abastecida con energía solar fotovoltaica, con la que se desea aprovechar el privilegiado medio natural en el que se encuentra el mencionado distrito, según el (Plan de Acondicionamiento Territorial, 2010) el distrito de Lagunas se ubica en la costa norte del territorio peruano, caracterizado por su mar, cabe mencionar que pertenece a la provincia de Chiclayo, ubicándose

como uno de sus 20 distritos, y está dirigido por el Gobierno Regional de Lambayeque. Por otro lado, la realidad actual según la (Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento de Lambayeque S.A. (EPSEL S.A.), 2018), la situación del Distrito de Lagunas actualmente el servicio es insuficiente y escaso para cubrir la demanda, por tal motivo los usuarios registran innumerables reclamos por falta de agua en el distrito. es así que, con todas estas características e información recopilada, se desea analizar la viabilidad técnica y económica para instalar una planta desalinizadora de agua de mar abastecida con energía solar fotovoltaica en el distrito de Lagunas, a continuación, se muestra el tarifario vigente del servicio de agua potable de la región Lambayeque, la misma que rige para el distrito de estudio.

Tabla 1 *Cuadro Tarifario según resolución de Consejo Directivo N° 019-2018-SUNASS-CD*

<b>Clase</b>	<b>Categoría</b>	<b>Rango (m<sup>3</sup>/mes)</b>	<b>Tarifa agua (s//m<sup>3</sup>)</b>
Residencial	Social	0 a 10	0,375
		10 a más	0,693
	Doméstico	0 a 8	0,941
		8 a 20	1,302
		20 a más	2,446
No residencial	Comercial	0 a 35	2,126
		35 a más	3,789
	Industrial	0 a más	7,26
	Estatal	0 a 35	2,126
		35 a más	2,741

Fuente  
Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento de Lambayeque S.A. – EPSEL  
(2018)

Ante esta problemática, se hizo la formulación del problema: Cómo determinar la la viabilidad técnica y económica al implementar una planta desalinizadora de agua con energía solar fotovoltaica Distrito de Lagunas.

Se justificó la investigación desde lo técnico, por el análisis de viabilidad técnica y económica, sirvió para valorar las opciones y realizar análisis de probabilidades para instalar una planta abastecida con energía renovable en el distrito de Lagunas, se analizó el uso de energías limpias y además se centra en analizar la viabilidad de satisfacer la necesidad de la falta de agua potable por medio de una planta desalinizadora en el distrito de Lagunas.ambientalmente la investigación se justificó porque el manejo de la teoría del aprovechamiento del medio ambiente utilizando energía renovable – energía solar fotovoltaica, lo que contribuye a reducir el efecto invernadero producido por las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, y a la vez estas frenan el calentamiento global.

En el ámbito económico la investigación buscó determinar la factibilidad de la población al pago de servicio de agua potable, para lo cual se determinó la mejor alternativa económica para satisfacer esta necesidad, dando la mejor opción a los demandantes. Socialmente se justificó la investigación en primer lugar analiza la viabilidad del uso de tecnologías que utilice energías renovables como lo es la energía solar fotovoltaica, un método actualmente adoptado a nivel mundial para la sostenibilidad del planeta. En segundo lugar, se analiza la viabilidad de satisfacer la necesidad de la falta de agua potable en el distrito de Lagunas Científicamente la investigación se justificó porque utilizó las teorías y aplicaciones que promueven la práctica de las energías renovables en la desalinización del agua del mar.

El objetivo general de la investigación fue: Analizar la viabilidad técnica y económica para instalar una planta desalinizadora abastecida con energía solar fotovoltaica en el Distrito de Lagunas, para lo cual se establecieron 4 objetivos específicos, siendo ellos: Recopilar y comparar información de los métodos de desalinización existentes y la energía solar fotovoltaica; Calcular los requerimientos de producción de agua potable del distrito de Lagunas; Analizar la viabilidad técnica de la propuesta y Analizar la viabilidad económica de la propuesta.

La hipótesis de la investigación fue: si se analiza la viabilidad técnica y económica para instalar una planta desalinizadora de agua de la mar abastecida con energía solar fotovoltaica se garantizará o no si es técnicamente factible y económicamente justificable.

## II. MARCO TEÓRICO

La investigación realizada, presenta antecedentes relevantes, entre los cuales se resaltan:

(Porras Salazar, Rosa Angélica, 2019), en sus estudio titulado “Instalación de una planta de transformación de agua residual doméstica en agua potable”, afirma que el propósito de la investigación es detallar una resolución del problema de la escasez de agua que se dará en un futuro próxima y cercano, al mismo tiempo que se asegura la calidad del agua para el consumo humano; La operación del Sistema de Potabilización de Agua incluye convertir las aguas residuales domésticas en agua potable, de acuerdo con las normas y características sanitarias (Reglamento de Calidad de Agua Potable DS N° 031-2010-S.A.). El proceso comienza en la entrada de poros de 2-3 mm, luego ingresa al sistema MBR; como biorreactor de membrana sumergible, los sólidos obtenidos en el agua tratada permanecen dentro de la unidad de reactor de recirculación en una corriente de circulación permanente; luego es esterilizado por equipo UV e ingresa al sistema de ósmosis inversa. Los resultados del análisis luego del tratamiento del sistema MBR ayudan a asegurar la reutilización de las aguas residuales domésticas en la provincia de Chiclayo. La planta de tratamiento está ubicada en la carretera a San José, a 10 km del centro de Ciudad de Dios, con una capacidad de producción de 100 l/s. Este proyecto tiene un capital de inversión de USD 22.0100.095, con un precio de venta de USD 3,8 por m<sup>3</sup>. El punto de equilibrio de la fábrica es del 34,12% de la capacidad total de la fábrica, el período de recuperación es de 3,2 años después del pago de impuestos.

(Esqueche Gonzales , Villanueva Guevara, & Ramirez Castro , 2020), en su tesis nos resumen que su estudio de investigación se realizó en la Universidad de Pedro Ruiz Gallo, con único objetivo de capacitar a los estudiantes de la escuela técnica de electrónica en el diseño de la fábrica piloto desalinizadora de agua controlada por un sistema HMI/SCADA. La investigación inicia con el control de una planta desalinizadora por medio del sistema HMI/SCADA, en este caso se eligió el Sistema de osmosis Inversa lo que consta de una membrana y de la selección de



esta membrana se maneja la salinidad, el PH (7), la temperatura (25°C) y los sólidos en suspensión, gases disueltos que ingresaran por la membrana, en consideración de lo antes mencionado se mejora el pretratamiento y la temperatura antes del ingreso en el sistema y la decisión se tomó porque esto podría alargar la vida útil de la membrana, además se evaluó y se recomienda el uso de transmisores de flujo, temperatura, nivel y también electroválvulas, electrobombas, en el caso del pretratamiento, se considera el uso de tamices rotativos y rejillas de desbaste, por lo que se estudia el sistema osmosis inversa y así proponer el diseño estructural del sistema de desalinización del agua de mar, el diseño del sistema de supervisión y control del sistema y elegir los equipos e instrumentos idóneos para el sistema. Con esto último nos invita a investigar acerca del agua de mar en nuestro territorio y en las costas del norte del país.

(Palacios Saavedra, 2021), en su investigación tiene como meta la propuesta de desalación de agua subterránea mediante sistema osmosis inversa con lo que pretende provisionar de agua potable a los pobladores de Tambogrande, el mencionado poblado tiene como problema principal la escasez de agua de uso diario, este problema data de hace varios años y no ha sido resuelto, es por ello que se propone un proyecto del diseño de una planta desaladora, bajo las características de la osmosis inversa, el cual tendrá como abastecimiento la captación de agua subterránea, la misma que será dirigida a una piscina de captación para el proceso correspondiente, el agua obtenida será para consumo humano, ganadero y agrícola.

(Zambrano de la Cruz, 2019), cuya investigación tiene como objetivo la evaluación de los diversos marcos para la implementación de plantas desaladoras que emplean para su funcionamiento, energías renovables en la costa peruana, que hacen un importante aporte al aprovisionamiento de agua potable de los lugares con gran escasez de agua potable en el Perú. Esta investigación es de diseño descriptivo correlacional. El estudio técnico se centra principalmente en el diseño del sistema de bombeo ya que los costos que se emplean para lograr la desalación son solo la energía de las bombas, resaltando la insignificancia de la energía empleada por los demás componentes de la planta. Por medio de esta investigación se obtuvo importantes cálculos para poner en marcha la práctica de las plantas

desaladoras de ósmosis inversa, este monto resultante es viable y se resume en \$ 1.6/ m<sup>3</sup>, \$ 1.4 /m<sup>3</sup> y \$ 2/m<sup>3</sup> para Paita, Pacasmayo e Islay respectivamente, la gran diferencia frente a otras tecnologías es notable, el consumo es menor y se brindara un servicio de calidad.

(Santisteban Saldaña, 2019), cuya investigación tuvo como principal objetivo proyectar una Mini Planta desalinizadora de agua del mar apartir de la energía solar (Sistema fotovoltaico) en el caserío El Nazareno y sin afectacion a las condiciones medioambientales del dominio al que se pertenece. La mencionada investigación es de tipo aplicada, por lo que se propuso solucionar el cuestionamiento de almacenaje de agua de consumo en el caserío El Nazareno aplicando la energía solar fotovoltaica y el proceso de osmosis inversa, con lo que se obtuvo que el requerimiento de energía eléctrica para hechar andar una planta desalinizadora de agua de mar, por osmosis inversa (modelo WY – TW - 10) es de 60,48 kWh por día, con lo que tendría una amplitud de 10000 litros/ día, capacidad exacta para abastecer de agua potable al caserío El Nazareno, la cual es en el momento de 6000 L y en un futuro de 20 años la demanda del liquido elemento será de 9600 L.

(Ampuero Atamari, Eder Alonso;, 2019), en este estudio de investigación se afirma lo siguiente: Las costas de Perú tienen las tasas de población más altas del país y penden del descongelamiento de los glaciares de los Andes para obtener agua; pero se recalca en una investigación del Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA) que los glaciares de Perú ya no existirán por completo para el 2050, a causa de la contaminación y el calentamiento global. Una propuesta para combatir los efectos del desabastecimiento de agua, y que muchos otros países empiezan a poner en marcha, es la desalinización del agua de mar. Las ventajas más destacadas podemos mencionar el bajo consumo de energía, la temperatura en que se opera es baja, el diseño modular y costo de producción bajo. La desalinización, por ósmosis inversa, consiste en hacer pasar agua de mar a alta presión a través de una membrana semipermeable, lo que permite separar la sal. De esta forma se obtiene por un lado un chorro de agua desalada (permeable) no presurizada y por otro lado un chorro de salmuera a alta presión.

(Periche Chunga, Rolando, 2018), en su investigación titulada “Fabricación de prototipo que potabilice el agua de un manantial empleando energía solar en

Sechura, Piura”, esta investigación innovadora tiene sus raíces en el problema de escasez de agua en la provincia de Sechura. Su objetivo es diseñar e implementar un modelo de planta para obtener agua potable a partir de una fuente de energía solar, mejorando así el suministro de este recurso importante para la vida y el crecimiento de cualquier ciudad. Para diseñar e implementar el prototipo se crearon dos subsistemas, uno para filtro lento de arena y otro para destilación solar de agua. Los resultados obtenidos son concluyentes porque es posible potabilizar el agua de un manantial, superando el estándar mínimo exigido, ayudando al consumo humano y la industria. Además, con este proyecto, a través de un prototipo, se logró demostrar que es posible edifica plantas de tratamiento de agua potable respetando las leyes mediambientalistas, brindando una opción mas a la única alternativa propuesta que brinda Pro Gestión a través de su red de agua y que tiene muchas limitaciones. en su distribución (2 horas diarias).

(Castañeda Tello, 2017), cuya investigación tuvo como principal meta demostrar la viabilidad técnica, económica y de mercado para poner en marcha una planta desalinizadora, de la que se obtendra agua para embotellar y a la vez sal marina por medio del uso de agua de mar y energía solar. Esta investigación es de diseño descriptivo correlacional y prefactibilidad. Se realizo un estudio de mercado, se evaluo por medio de un cuadro de prioridades la localizacion de planta y por medio de calculos se determino la correcta distribucion de planta y finalmente se realizo una evaluación económica y financiera con lo que se obtuvo un VAN y TIR viable. Con lo que demostró que es tecnológica, económica y financieramente viable.

Finalmente, en los antecedentes internacionales se extrajo aquellos que trabajos de investigación representativos y de los cuales pudimos tener un panorama más amplio.

(Agudelo Acevedo, 2020), su proyecto se llevó a cabo en el Carrizal – Uribia, Guajira, Colombia, este es un punto táctico para obtener agua potable, además se consideró que este lugar ha sufrido por la falta de agua por años, y sé resalta también que esta zona tiene un alto potencial solar y eólico y está a favor la proximidad al mar, se determinó que se cubrirá una población de 154.898 personas, para lo que la propuesta contara un abastecimiento de caudal mínimo de 15.489 m<sup>3</sup> de agua/día lo que significa un desafío considerable de energía y costos

de inversión. La propuesta de una planta desaladora abarca las dimensiones del espacio, además de integrar tecnología idónea que cubra lo requerido.

(Jimenez Barahona, 2019), cuya investigación tiene como objetivo principal evaluar la viabilidad de la implementación de plantas desalinizadoras usando energías renovables en la región de la Guajira Colombiana. Esta investigación es de diseño descriptivo correlacional. Se establece como herramienta la evaluación de restricciones geográficas, sociales y económicas de la región, por otro lado el alcance de agua potable que tienen los pobladores, con el objetivo de el método y energía que se adapte a las condiciones de la región de la Guajira. Con lo que se concluye que las energía eólica y la solar fotovoltaica, son viables ya que las condiciones de tiempo y clima de la Guajira, pero al haber revisado los datos e información se llega a la conclusión manejar la energía solar fotovoltaica con ósmosis inversa, ya que este tiene el mas bajo consumo energético.

(González Jiménez , 2019), en la su investigación se llegó a manejar un acuerdo con las autoridades locales, en la que se decidió asegurar el suministro de agua potable durante los próximos 25 años, además por medio del estudio se manejan costos y precios razonables, convenientes para ambas partes, en especial para la comunidad, así mismo se precisó las técnicas adecuadas para el manejo de la planta a construir, es así que se decidió usar membranas que permitan la ósmosis inversa, con lo que se lograra un costo menor y por ende la rentabilidad del proyecto, además se decidió hacer un pre-tratamiento del flujo de agua con la finalidad de desgastar menos las membranas, finalmente se determinó que se necesitara dos depósitos para almacenar el agua, bombas, maquinaria, mano de obra, químicos, entre otros, todo esto fue manejado en tres escenarios posibles, optimista, pesimista e intermedio.

(Oñate Valenzuela , Diego Andrés Felipe;, 2019), en el presente estudio se evaluó la alternativa de instalar de una planta desalinizadora de agua de mar cuya ubicación estaría cerca al pueblo de Carrizalillo, perteneciente a la comuna de Freirina, III región de Atacama, Chile. Los habitantes de este pequeño poblado suman un aproximado de 200 habitantes y su proximidad con la costa es de 5km, lo que le da una ventaja para el estudio a realizar. La investigación se llevó a cabo bajo diversos métodos de desalinización, métodos para el cultivo agrícola y la forma

de operar de los paneles solares. En evaluación económica, se maneja la implementación de un actual diseño en MATLAB, con lo que se desea analizar la rentabilidad del proyecto y la estabilidad en varios escenarios establecidos por los investigadores, finalmente en cuanto al estudio legal, este se lleva a cabo bajo planos reguladores del sector ya existentes. El impulso del proyecto proviene directamente de la escasez de agua, un fenómeno global del que Chile no está exento. Actualmente, en el área de estudio, se está cortando el agua debido al crecimiento de la población en el área durante las vacaciones largas o los fines de semana. Además, hay dos localidades vecinas que comparten la misma escasez de agua en la zona. El estudio prevé utilizar una fracción del total de agua desalinizada para cultivar tomates y lechugas en hidroponía. Presenta un VAN de 25.000.000[CLP] y una TIR del 31% en un periodo de 10 años, recuperando la inversión al final del segundo año.

(Zuñiga Oyanadel, 2017), cuya investigación tuvo como objetivo principal, estudiar la actual circunstancia en la que se encuentra el sistema de abastecimiento de agua potable en la zona litoral de la Provincia de Petorca, para lo que se llega a definir las localidades que sufren de sequía. Esta investigación es de diseño descriptivo correlacional. Se establecen diferentes alternativas, pero la evaluación se da por el criterio costo-eficiencia, entre las alternativas se obtiene que existe un volumen extra de producción de agua de 1.908 [m<sup>3</sup>/d]. Este incremento del volumen, habiendo hecho los cálculos respectivos se concluye que este es suficiente para provisionar a Los Molles desde 2017-2032. Seguidamente, se realiza el cálculo de los costos para analizar la rentabilidad usando el criterio VAN-TIR, obteniéndose una TIR pedida de 9,5%. El precio por metro cúbico calculado es \$1.840. Concluyendo que es poco probable la instalación de la planta.

Según la UNESCO, (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2020), en el portal de noticias de la ONU afirmó que, el consumo de agua se ha incrementado seis veces en el último siglo y su incremento se viene dando a un ritmo de 1% al año. Se recalca que a causa del cambio climático se ha dado un aumento de la vez y fuerza de los fenómenos, lo que agravan cada vez más la situación para los países que sufren por la falta de agua y es que cada vez las sequías y olas de calor van de aumento.

(Fenwick & Miralles, 2013), en su blog en inglés nos resumen la crisis Latinoamérica, dejando claro cuáles serían las posibles soluciones a la crisis de desabastecimiento, en tanto lo resumen así, que, por el alza de la demanda del suministro, la competitividad existente para producir, la baja calidad del agua y el desgaste de la infraestructura son los problemas que enfrenta América Latina. Todos estos problemas que se entremezclan con el ya famoso cambio climático, hacen aún más complicada la situación que en poco tiempo será peor, ocurrirán hechos como el aumento de las lluvias y el descongelamiento glaciar complicando aún más la toma de decisiones, más aún en zonas donde el agua es poca. En medida de lo antes mencionado se debe gestionar el agua adoptando enfoques integrados. La Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH), fue creada hace ya 20 años contando con iniciativas estratégicas para contrarrestar, pero aún hay bastante que hacer, pero también está claro que el éxito depende mucho del cumplimiento de normas y reglas por parte de los habitantes del planeta.

Todos deben saber que contar con agua es un derecho de las personas, además este derecho se encuentra respaldado internacionalmente y además está legalizado en la Constitución Política del Perú (1993) mediante la Ley 30588, artículo 7°-A; pero a pesar de esto, la realidad es otra para las personas en América Latina y peor aún en nuestro país, y precisamente es en nuestro país donde la escasez de agua cada vez es más apremiante y los principales afectados son las familias más pobres, aquellas que tienen menos recursos. Según como lo afirma (Meléndez Aguirre & Ojeda Brignole, 2020), en su tesis de grado.

Según (Gonzales Machacca & Vallejo Requejo, 2020), en su trabajo de investigación afirma que en los últimos años, se ha dado varios factores que aumentan la demanda del agua potable y el servicio de saneamiento, estos factores tienen mucho que ver con el crecimiento poblacional, los migrantes que ahora habitan en las ciudades y ya no en el campo, por otro lado, está el desorden urbano que no y que todo lo contrario aumenta. En muchos países debido a estos factores, la población no tiene el debido acceso a estos servicios y por ende tienen padecimientos de salud bastante fuertes.

*Agua de mar* en general es uno de los elementos más abundantes en el planeta tierra, según (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua - IMTA, 2018), menciona que es de allí que se denominó por muchos como el “planeta azul”, pero al pasar los años este elemento ha sido indiscriminadamente utilizado, y se va agotando por el famoso cambio climático ocasionado por los desórdenes que los humanos hemos provocado, en resumen, por la cada vez mayor contaminación diaria producida principalmente por las grandes industrias. Según la (Organización de las Naciones Unidas - ONU, 2021), afirmo que el agua es un bien natural cada vez más limitado, aun sabiendo que la tierra donde vivimos la requiere para afrontar los diversos desafíos demográficos y climáticos. La realidad de la población es que aún no asume el valor, por tanto, la desperdicia sin control, esto fue dicho por la mencionada organización en una jornada en la que se trató únicamente del líquido vital, es aquí también que se dejó claro que es importante la buena gestión del agua, mencionando sabiamente que si el agua es bien administrada se podrá defender la salud y la dignidad.

Según el (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua - IMTA, 2018), en su artículo “La importancia del agua en el planeta y como cuidarla”, publicado en la revista Española IAGUA, manifiesta que el agua es un componente encontrado en la naturaleza, participe de todos los ecosistemas, y su importancia radica en que es esencial para el sostenimiento y la reproducción de la vida en el planeta y esto es por ser necesario para el desarrollo de los procesos biológicos, es por ello que es indiscutible para los seres humanos y en general para los seres vivos, la contaminación del agua y su escasez que cada vez fue preocupando más y que sin duda se detuvo o mejor dicho se frenó notablemente durante la pandemia del COVID-19, que afecto a todos los países del mundo y por el confinamiento obligatorio exigido por los gobiernos para evitar los contagios de la mencionada enfermedad, hizo que la contaminación disminuya pero no se ha dejado tener amenazas para la salud humana y la vida de los hábitats del planeta.

Entrando en el tema y para conocer con mayor precisión el agua de mar que para el caso de nuestra investigación será el recurso de partida, citamos a (Carrión, 2020), quien publicó un artículo titulado “¿Cuánta agua hay en el planeta?”, en el diario web del agua “El Agora”, donde se analizó la extensión de la Tierra,

manejando como resultado que el 70% está cubierta de agua, pero se debe saber que el porcentaje obtenido no es parejo a la masa. Ya que el cálculo de este dato solo es el 0,023% del total, lo que quiere decir que considerablemente poco al compararlo el tamaño del planeta. Pero este artículo va más allá y nos manifiesta que la Tierra tiene como reserva de agua un 1.386 millón de kilómetros cúbicos, y se resalta que el 97,5% es agua salada, con lo que se deduce que solo el 2,5% es agua dulce, pero se sabe que solo el 0,007% del total es para consumo humano, ya que el 69,7% de esta agua dulce se encuentra congelada y también parte de esta, un 30% aproximado está enterrada bajo la superficie en los llamados acuíferos y el 0,3% en los ríos y los lagos. Dicho esto, podemos asumir que en realidad la idea que tenemos de que el agua abunda en el planeta es todo lo contrario, puesto que eso solo es una apariencia en la superficie, lo real es que el agua es muy poca en relación a todo el planeta y nosotros los humanos estamos acabando con ella, quizá por desconocimiento tanto de su importancia vital para el ser humano, como desconocimiento de su escasez y que es la contaminación la que está acabando con este recurso, por tanto, debemos gestionar mejor el agua, por lo que en la investigación analizaremos la posibilidad del manejo y gestión de agua del mar en el distrito de Lagunas.

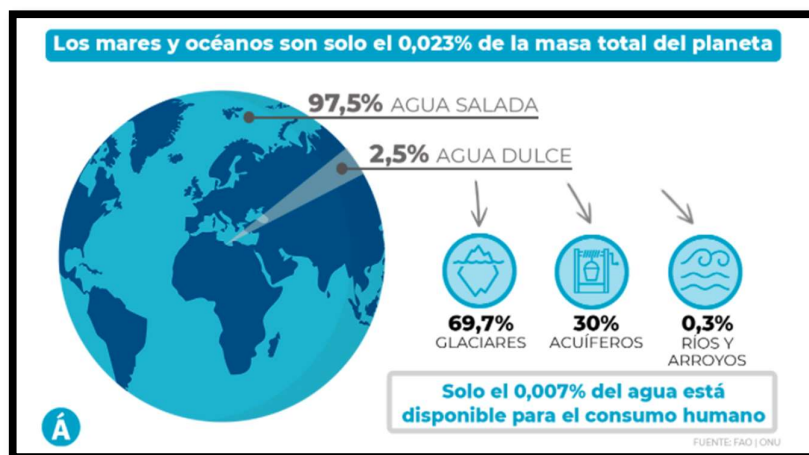


Figura 1: ¿Cuánta agua hay en el planeta?  
Fuente: FAO | ONU | el Ágora



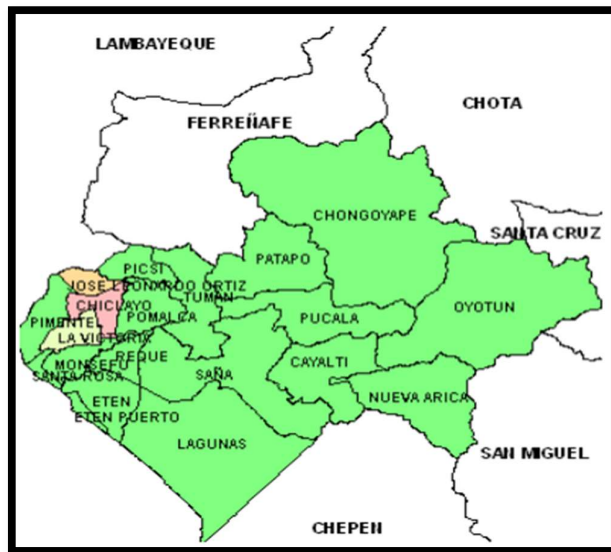


Figura 2: Ubicación del distrito de Lagunas  
Fuente: Plan de Desarrollo Concertado de la Provincia de Chiclayo 2010-2021

Según (Ortiz, 2021), los océanos, lagos, mares y otros cuerpos de agua están siendo vistos como el futuro del ser humano ya que son una fuente de importante de agua dulce del planeta. Es así como el proceso de desalinización hace ver un futuro próximo de acceso.

Cabe resaltar que la desalinización del agua nos es algo reciente, muy por el contrario, esto viene desde la época de los filósofos presocráticos. Este proceso no es más que la conversión de agua de mar o a salobre a agua de consumo humano, ahora en la actualidad ya se han creado plantas desalinizadoras, que construidas estratégicamente al alcance del recurso principal y que abastecen a una población determinada. El costo de esta tecnología y en general de este tipo de planta es alto, pero de beneficios muy importantes, es por ello que se recomienda un buen análisis de ventajas y desventajas dependiendo donde se quiera instalar. Según como lo menciona la (Fundación AQUAE, 2019).

Un concepto general acerca de la desalinización del agua o desalación del agua es el método en que se dará la separación de sales de una mezcla salobre, y con esto último se puede estar hablando de agua salobre o agua de mar, para posteriormente transformarlas en agua apta para que la población lo consuma, uso doméstico, uso industrial o agrícola. (Valdivieso, 2018), refiere que es indispensable saber que el método de desalinización del agua manejará su transformación en las

plantas desaladoras o plantas desalinizadoras, estas plantas existen en diferentes países y el mencionado proceso pasa varias fases, destacándolas en el siguiente orden:

- Captación agua salobre.
- Pretratamiento: adecuación fisicoquímicas y biológicas del agua captada.
- Desalación: mediante membranas o mediante destilación o evaporación.
- Postratamiento: se corrige la dureza y la alcalinidad.

Finalmente podemos decir que el Perú no es ajeno a este sistema ya que según informo (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2020) en su nota de prensa que el proyecto Provisión de Servicios de Saneamiento para los distritos del Sur de Lima, Provisur, obtuvo los permisos sanitarios de la Dirección General de Salud Ambiental (Digesa), la cual garantiza que la producción de su planta que acredita que el agua producida en su planta se cumple con la calidad exigida por la normativa actual para consumo poblacional, con lo que se abre la posibilidad de otros proyectos más que aún están siendo evaluados.

Los procesos de desalinización existen y son puestos en práctica hace muchos años atrás en todo el mundo, basados en muchos textos revisados podemos afirmar que el proceso de desalación es un proceso natural y se daba mediante la evaporación del agua del mar en el ciclo hidrobiológico, proceso que es común y muy fácil de realizar.

Para enmarcar la presente investigación tomaremos en cuenta diferentes tipos de procesos o técnicas para realizar la desalinización, a continuación, se clasifica las técnicas existentes según (Dévora Isiordia , Gonzáles Enríquez , & Ruiz Cruz, 2013):

- A. Desalación mediante membranas:
  - Ósmosis inversa (técnica más utilizada).
  - Nanofiltración.
  - Electrodialisis.
- B. Desalación mediante destilación o evaporación, esta es más utilizada en el Oriente Medio, y a la vez mucho más costosas energéticamente:
  - Evaporación Instantánea Multietapa (MSF).

- Evaporación Multiefecto.
- Compresión de Vapor

A continuación, describimos cada uno de ellas, basadas en la conceptualización de diferentes autorías:

Según (Waterstation, 2021), esta técnica es una técnica con la que se lleva a cabo la purificación de agua, utilizando una membrana semipermeable la cual hace su trabajo removiendo minerales y eliminando iones del agua, para lograr eliminar todas las partículas considerablemente grandes del agua potable. Su funcionamiento se da por aplicar presión al agua para impulsarla por medio de una membrana de ósmosis semipermeable con la que se filtrara, con lo que se obtiene el agua purificada deseada, a continuación, se representa por medio de dos gráficos la osmosis natural y el proceso de osmosis inversa.

Según (Vázquez Mellado, 2017), en su trabajo de investigación, concreta que el fenómeno de osmosis se da en el momento en que el solvente pasa por medio de un tejido o membrana de intercambio de una disolución a una concentrada para obtener una proporción iónica en los dos lados de la membrana.

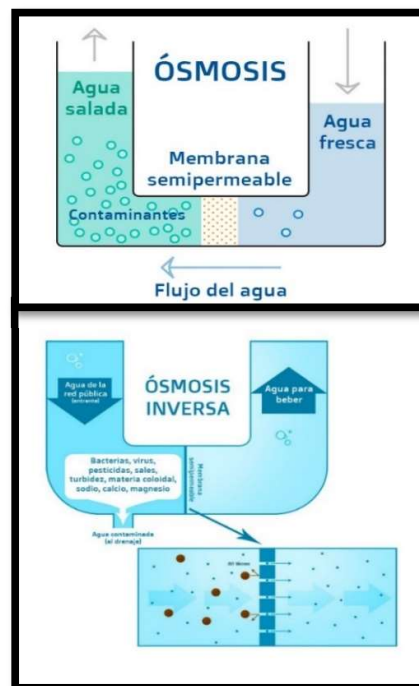


Figura 3: Ósmosis – Ósmosis Inversa  
Fuente: Waterstation-México 2021

Ventajas de la ósmosis inversa: Mantenimiento sencillo, Mejora el sabor, Ahorro de costos, Elimina impurezas y entre las Desventajas de la ósmosis inversa son el pH bajo, Corrosión de metales, Eliminación de sales

Nanofiltración Se puede decir que este tipo de proceso es una alternativa a la ósmosis inversa. Los especialistas en agua, en su web (INGENIERIAROMIN, 2016) refieren que la nanofiltración es un proceso de filtración por membranas operadas bajo presión, permitiendo simultáneamente concentración y desalado de solutos orgánicos.

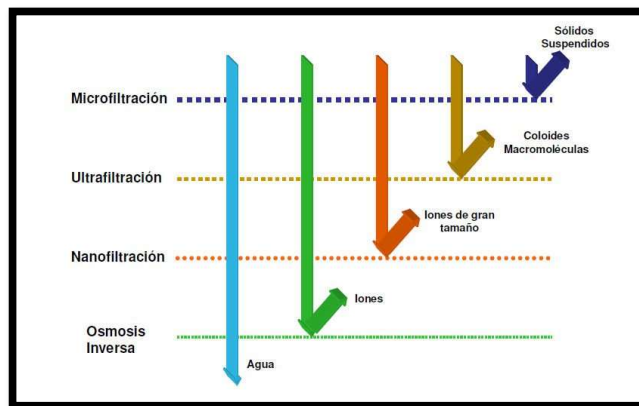


Figura 4: Tipo de membrana – Tamaño de partícula  
Fuente: Condorchem Envitech – Tratamiento de agua – sede España

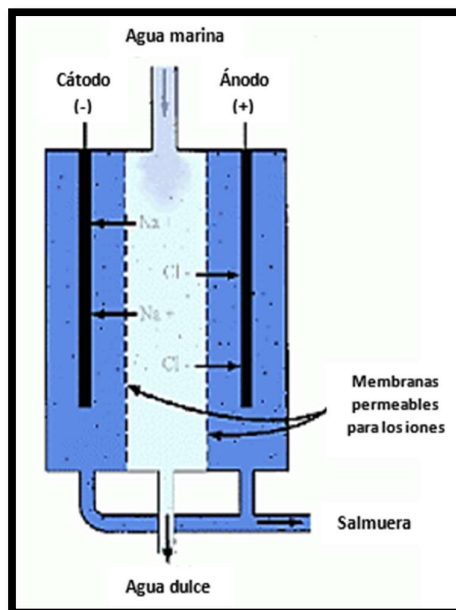


Figura 5: Electrodiálisis  
Fuente: wordpress.com

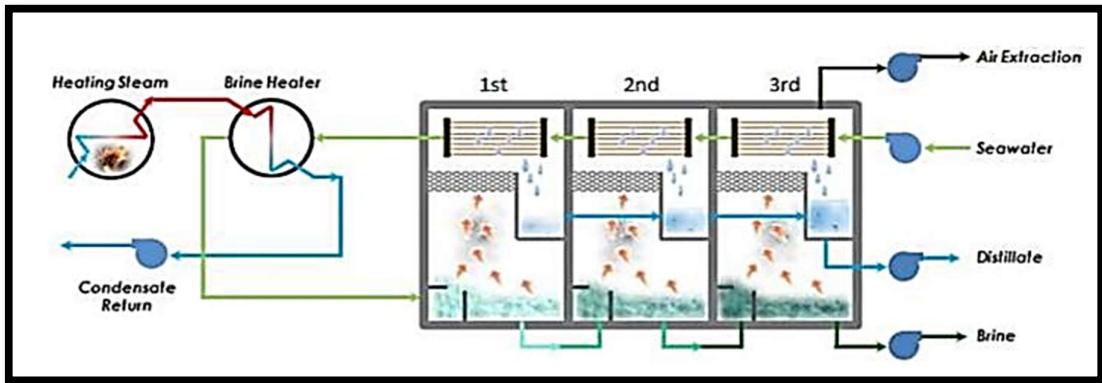


Figura 6: Evaporación Multietapa  
Fuente: wordpress.com

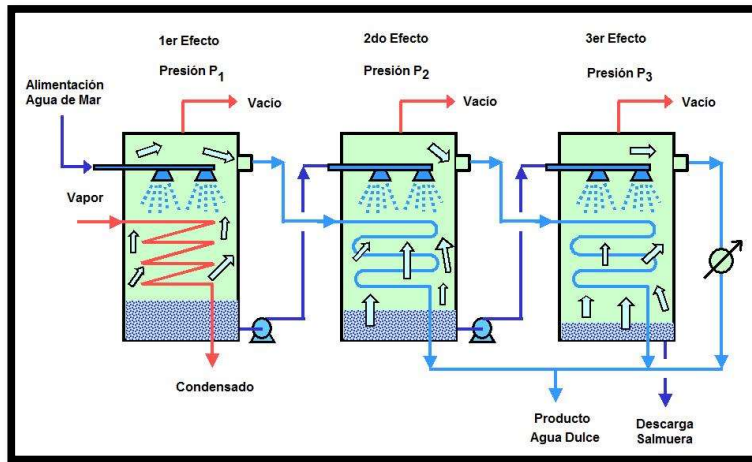


Figura 7: Esquema Evaporación Multifecto  
Fuente: (Quispe, 2017)

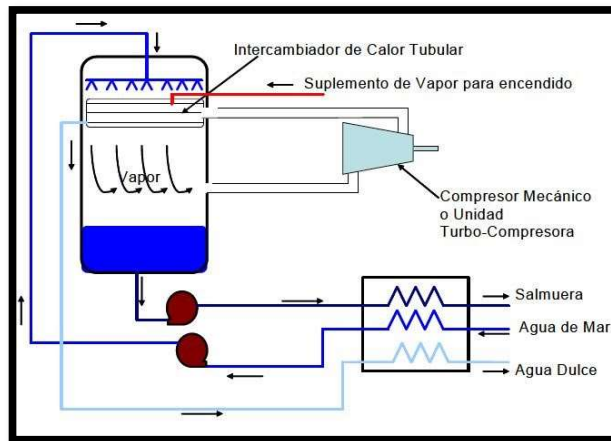


Figura 8: Proceso de compresión de vapor  
Fuente: wordpress.com

Energía solar es una energía renovable ya que esta se da a partir de una fuente natural, estando así a favor del medio ambiente, por otro lado, se sabe que esta energía se obtiene a partir de la radiación electromagnética del Sol, siendo este último el principal participante para la obtención de esta energía inagotable.

Según (Ibarra & Jalonen, 2021), la energía solar es la que llega a la Tierra en forma de radiación electromagnética procedente del Sol, en donde es generada por un proceso de fusión nuclear

Tipos de energía solar Existen dos formas conocidas para obtener energía solar, según el portal web (FACTORENERGÍA, 2021), refiere que la energía solar se obtiene por medio de células fotoeléctricas (son los paneles fotovoltaicos), heliostatos o colectores solares, que luego se transforman en energía solar térmica (por medio de la temperatura) o energía solar fotovoltaica (por medio de la luz).

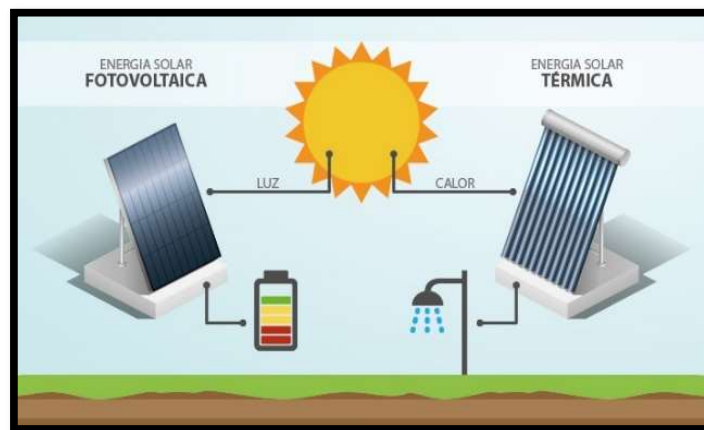


Figura 9: Tipos de energía solar  
Fuente: <https://becquel.com>

Energía solar fotovoltaica A diferencia de la energía solar térmica, este tipo de energía tiene como fin lograr directamente la electricidad teniendo como base de la radiación solar. Para lograr conseguir este tipo de energía solar se debe instalar paneles solares fotovoltaicos, y estos poseen células de silicio que cambian la luz y calor del sol en electricidad. (Arancibia Bulnes & Best, 2010)

Según la (Secretaria de Energía de Argentina, 2008), Menciona que el efecto fotovoltaico tiene como objetivo la conversión de la irradiación solar a corriente eléctrica. En el proceso se usa celdas fotovoltaicas, los cuales son los encargados

de conducir la luz ya que estas son sensibles a la luz solar, de manera que al momento del choque de luz estas producen circulación de corriente eléctrica en ambas caras. El conjunto de componentes del proceso fotovoltaico va a depender de si será conectado o no a la red y de la instalación que puede ser para producir, regular, transformar, etc., energía eléctrica.

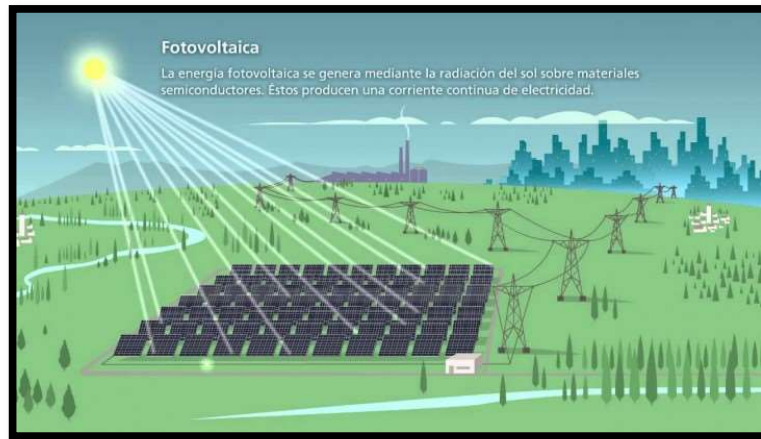


Figura 10: Paneles fotovoltaicos  
Fuente: Blog <https://ecologiahoy.net/>.

Agua potable apta para el consumo humano. Las características del agua potable es principalmente lo que hace que esta sea la única apto para consumo humano, y que además no hace daño a la salud, estando libre de sustancias u organismos que puedan dañar al consumidor o que en resumen lo pueda intoxicar. La realidad es que a nivel mundial y en nuestro país muchas personas no tienen acceso fácilmente al servicio de agua potable.

Es importante que las características que avalan el agua potable es la Organización Mundial de la Salud (OMS), quien refiere que hay una aproximación cuando el origen de agua potable más próximo se halla a pocos kilómetros de distancia, además hace mención que es indispensable que se pueda obtener un mínimo de veinte litros de agua por día, por cada integrante de una unidad familiar para considerar un acceso de agua potable. Mucho de lo antes mencionado por esta entidad tan importante no se cumple, y es que el acceso de agua potable depende también de la gestión de los determinados gobiernos de cada país u órganos encargados de su eficiente distribución.

El agua potable tiene características bien marcadas, por tanto, la fundación (AQUAE, 2019), hace un resumen de las más destacadas y por las cuales se considera apta para el consumo humana:

- Debe ser limpia y segura: no se debe correr riesgo de que exista la posibilidad de adquirir alguna enfermedad.
- Debe ser incolora: debe ser transparente.
- Debe ser inodora: sin olor, pues esto la hace verse natural y apta.
- Debe ser insípida: sin sabor.
- Carecer de elementos en suspensión: no debe existir turbiedad.
- Liberado de contaminantes: orgánicos, inorgánicos o radiactivos.
- El suministro ideal de gases y sales inorgánicas disueltas.
- No debe contener microorganismos patógenos: lo que podría acarrear enfermedades.

Tabla 2  
Reglamento de la Calidad del agua para consumo humano

REQUISITOS DE CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO					
LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS			LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS DE CALIDAD ORGANOLÉPTICA		
Parámetros	Unidad de Medida	Límite máximo permisible	Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. E. Coli o Bacterias Coliformes termo tolerantes.	UFC/mL a 44,5°C	0(*)	1. Olor	...	Aceptable
2. Bacterias heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500	2. Sabor	...	Aceptable
3. Huevos y larvas de helmintos, quistes y coquistes de protozoarios patógenos.	N° org/L	0	3. Color	UCV escala PVCo	15
4. Virus	UFC/MI	0	4. Turbiedad	UNT	5
5. Organismo de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estados evolutivos.	N° org/L	0	5. pH	Valor de pH	6.5 a 8.5
			6. Conductividad (25°C)	µmho/cm	1500
			7. Sólidos totales disueltos	mgL <sup>-1</sup>	1000
			8. Cloruros	mgC <sup>-</sup> L <sup>-1</sup>	250
			9. Sulfatos	mgSO <sub>4</sub> <sup>=</sup> L <sup>-1</sup>	250
			10. Dureza total	mgCaCO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>	500
			11. Amoniac	mgNL <sup>-1</sup>	1,5
			12. Hierro	mgFeL <sup>-1</sup>	0,3
			13. Magnesio	mgMnL <sup>-1</sup>	0,4
			14. Aluminio	mgAIL <sup>-1</sup>	0,2
			15. Cobre	mgCuL <sup>-1</sup>	2,0
			16. Zinc	mgZnL <sup>-1</sup>	3,0
			17. Sodio	mgNaL <sup>-1</sup>	200

UFC=Unidad formadora de colonias  
(\*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples=<2.2/100ml

UCV=Unidad de color verdadero  
UNT=Unidad nefelométrica de turbiedad

Fuente: Ministerio de Salud del Perú NTP 214.003:1987 (2021)



### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

El tipo y diseño de investigación utilizado en este trabajo es no experimental, cuantitativo, descriptivo y correlacional.

#### **3.2. Variables y Operacionalización**

##### **3.2.1. Variables**

Independiente: Viabilidad técnica y económica para instalar una planta desalinizadora.

Dependiente: Energía solar Fotovoltaica

##### **3.2.2. Operacionalización**

El desarrollo de la operacionalización se puede observar en el anexo 1 y 2.

#### **3.3. Población, muestra y muestreo**

##### **3.3.1. Población**

La población para fines de la investigación será la cantidad de hogares del distrito de Lagunas, siendo estos 3821 según el último censo realizado, mostrado en el INEI. (ver anexo)

##### **3.3.2. Muestra**

(Hernández, 2017), expresan que la muestra es una porción menor que la población y esta cuando es mayor a 50 individuos, es necesario determinar la muestra con respecto a que compartan las mismas características. Siendo la muestra determinada mediante la fórmula de población finita o también denominada conocida < 100,000, la cual será expresada por la siguiente formula estadística:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{E^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Dónde:

(n) =Muestra

(N) = Población total

(Z2) = Nivel de Confianza

(p) = Nivel de concurrencia

Tabla 3  
 Cantidad de Viviendas, Hogares y Población del distrito de Lagunas  
 Fuente: Municipalidad de Lagunas (2021)

NOMBRE	TIPO	VVIENDAS	HOGARES	POBLACIÓN
MOCUPE	URBANO	1734	1780	4818
LA LIBERTAD (MANCO CAPAC I)	RURAL	19	19	40
EL MAMEY	RURAL	8	8	17
SANTA ROSA	RURAL	20	20	30
NUEVO MOCUPE	URBANO	867	871	2168
MANCO CAPAC II (EL PROGRESO II)	RURAL	56	56	139
EL HUABO	RURAL	3	3	4
PUEBLO LIBRE	RURAL	165	167	433
EL AGROPECUARIO	RURAL	168	168	272
TUPAC AMARU - RAFAN	URBANO	255	263	787
SAN LUIS	RURAL	19	19	57
SAN PEDRO	RURAL	34	34	110
MONTE CRUZ	RURAL	21	21	52
LAGUNAS (CANASLOCHE)	URBANO	177	178	510
NUEVA ESPERANZA	RURAL	15	15	39
PEROLES I	RURAL	14	14	35
PEROLES II	RURAL	4	4	10
PEROLES IV	RURAL	33	33	100
PEROLES III	RURAL	2	2	0
LA MANGA	RURAL	7	7	9
HUACA LA TEODORA	RURAL	3	3	2
LAS VEGAS	RURAL	28	28	84
EL PROGRESO	RURAL	77	77	205
LA ESPERANZA	RURAL	5	5	12
CERRO LA GUITARRA	RURAL	15	15	33
EL ALGODONAL	RURAL	8	8	12
EL LAUREL	RURAL	3	3	8
TOTAL		3760	3821	9986

(q) = Nivel de no concurrencia

(e) = error muestra

Para desarrollar nuestra formula, utilizaremos como población las cantidades de hogares existentes en el distrito de Lagunas, como se presenta en la tabla N°5, datos obtenidos del último censo y corroborado por un documento de la municipalidad de Lagunas (anexo 3)

A continuación, aplicamos la fórmula:

(n) = Muestra

(N) = 3821

(Z2) = 1.962

(p) = 50%

(q) = 50%

(e) = 5%

$$n = \frac{3821 * 1.96^2 * 0.5 * 0.5}{0.05^2 * (3821 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5} = 349.148 \cong 349$$

La muestra encontrada es de 349 hogares del distrito de Lagunas, los cuales deberán ser encuestados para los fines del proyecto de investigación.

### **3.3.3. Muestreo**

El muestreo se llevó a cabo de selección experta o de juicio, ya que se tomó características específicas, por tanto, es no probabilística, ya que se basó en criterios.

El muestreo se llevó a cabo por una muestra estratificada, ya que como se mencionó la población está dada, por pobladores de la zona urbana y además con un promedio de edad de entre 25 a 50 años, cualquiera de ellos puede responder la encuesta. Por lo antes mencionado la técnica es probabilística.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Se usó dos técnicas y dos instrumentos con los que se desea recolectar los datos necesarios para desarrollar nuestro trabajo de investigación.

#### **3.4.1. Técnicas**

- Encuesta
- Análisis Documentario

#### **3.4.2. Instrumentos**

- Cuestionario
- Ficha de registro

### **3.5. Procedimientos**

Inicialmente, tuvimos que ir a la zona donde se llevará acabo la investigación donde se procedió hacer el levantamiento de información con técnicas se prepararon previamente como encuestas, además se pactaron reuniones con los entes necesarios e involucrados de la localidad, y se archivaran detalladamente para su posterior análisis, y se continuara redactando los datos obtenidos en la presente investigación.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Para analizar los datos, se utilizó tablas y cálculos, cada uno de ellos fueron pasados a una base de datos de Microsoft Excel y software SPSS.

### **3.7. Aspectos éticos**

Desde el momento que se empieza la investigación y por ende la recolección de datos, el investigador asume un compromiso a dar información real, verdadera y darle el valor la privacidad de la información otorgada por la empresa.

## **IV. RESULTADOS**

### **4.1. Estudio de mercado**

#### **4.1.1. Estado del mercado actual**

El mercado actual se ve reflejado principalmente por dos entidades que se ocupan de brindar el servicio de agua potable, si bien es ciertos con mucha deficiencia, pero hasta ahora el distrito de Lagunas solo cuenta con estas dos opciones que a continuación describimos:

##### **a) Epsel - Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento de Lambayeque.**

Epsel es la encargada de Los servicios de agua y saneamiento en la región Lambayeque, reuniendo en los 28 centros poblados, los que mayormente pertenecen a la zona urbana, capitales de distritos como Chiclayo, Lambayeque y Ferreñafe, otros centros poblados conocidos y de gran importancia en la región como son, Batangrande, Pósope Alto y Pampagrande.

Además, como se sabe esta empresa tiene a cargo también el distrito de Lagunas, pero aún no abarca todo el distrito, por lo que muchos poblados aun no cuentan con el servicio, además que el servicio que hasta ahora se da a unas pocas familias es deficiente y en un horario reducido o mínimo, insuficiente para que sus pobladores puedan tener un servicio que optimice su calidad de vida.

Con el paso del tiempo la red ha mejorado, pero de manera lenta y sin poder hasta ahora abarcar un mayor rango, además existen proyectos de amplificación de redes, pero las circunstancias políticas y por la llegada de la pandemia, han quedado paralizadas, haciendo que estas causas ralenticen la posibilidad de mejoras.



Figura 11: EPSEL en la Región  
 Fuente: <https://www.epsel.com.pe/>

b) JASS – Juntas Administradoras de Servicios de Saneamiento  
 Actualmente en el departamento de Lambayeque hay 1456 centros poblados, de lo que se conoce que 690 operan con un sistema de agua, siendo el 21,7% los que cloran el agua. Por otro lado, se sabe que son 620 los poblados que son manejados mediante Organizaciones Comunales (JASS).

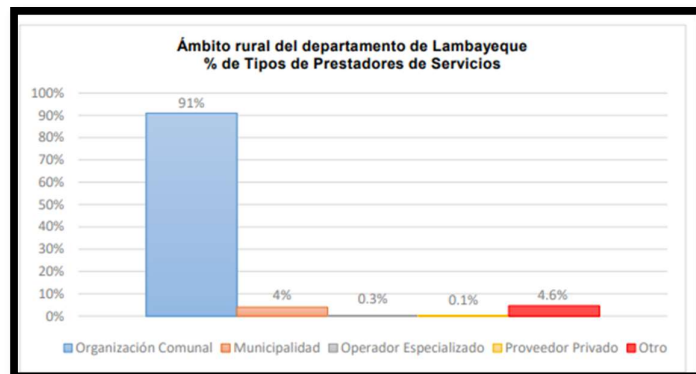


Gráfico 1: Zona Rural del departamento de Lambayeque  
 Fuente: MVCS-Aplicativo informativo “Diagnostico de Agua y Saneamiento Rural”

Tabla 4  
Prestadores de servicio

Tipos de Prestadores de Servicio - Ámbito rural de la región Lambayeque	
Organización Comunal	620
Municipalidad	27
Operador Especializado	2
Proveedor Privado	1
Otro	31
<b>PRESTADORES DE SERVICIO</b>	<b>681</b>

Fuente: MVCS-Applicativo informativo "Diagnostico de Agua y Saneamiento Rural"

Generalmente esta Junta abarca las zonas rurales, es por ello que en estas zonas del distrito de Lagunas el servicio de agua para el consumo es administrada por el JASS.

Existe la Ley Marco de la Gestión y Prestación de los Servicios de Saneamiento, la cual deja sentado que el beneficio de los servicios de saneamiento en las zonas rurales es un trabajo de la municipalidad correspondiente a la zona, esto debe ser gestionado de manera directa por las Unidades de Gestión Municipal, o indirectamente, por las Organizaciones Comunales las que fueron elegidas por la comunidad, estas se fundaron para cumplir con la administración, operación y mantenimiento de los servicios de saneamiento en todos los centros poblados rurales

En el marco de esta esta ley, el distrito de Lagunas, sus zonas rurales exactamente están administradas por el JASS, con lo que ayuda a mitigar el desabastecimiento de la zona, pero aun así sin darse abasto.

Como ya se mencionó, ambas opciones no han conseguido aun un abastecimiento total del distrito de Lagunas, además el líquido elemento es escaso y su abastecimiento es mínimo, estos datos se obtuvieron de la encuesta aplicada (anexo), y en la que se refleja el descontento de la población.

La encuesta fue realizada a 349 hogares, los que se obtuvo como muestra, quienes respondieron las diferentes preguntas, obteniendo los siguiente:

I. Respecto al servicio

1. ¿Cómo calificará en general su satisfacción con respecto a los servicios de agua potable que brinda la empresa EPSEL SAC o JASS?

- 1 = Deficiente
- 2 = Mala
- 3 = Regular
- 4 = Buena
- 5 = Muy Buena

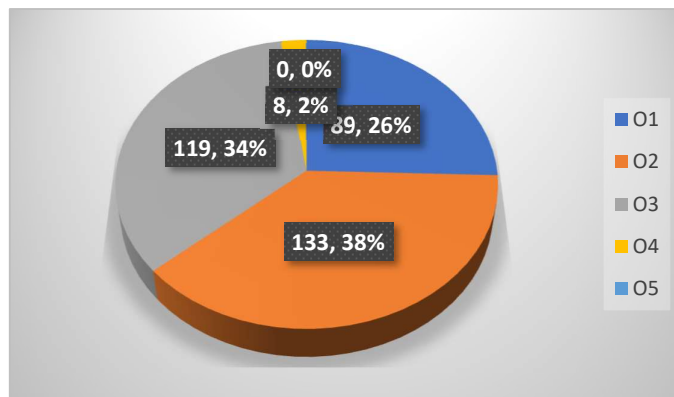


Gráfico 2: Satisfacción del servicio  
Elaboración: propia

En el gráfico N°2, que los encuestados al responder al respecto de su satisfacción acerca del servicio de agua potable que brindan las empresas, resulta que el 38% considera que este es malo, seguido por el 34% que opina que es regular, un 26% piensa que es deficiente, un tan solo un 8% cree que es bueno, y nadie opino que el servicio es bueno, por tanto, esto nos deja claro que el servicio brindado no satisface según la mayoría de su población.

2. ¿El agua que recibe cubre sus necesidades adecuadamente? Si o No



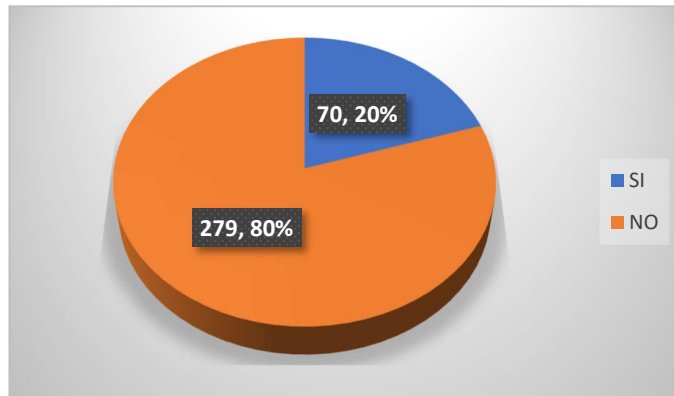


Gráfico 3: El servicio cubre la necesidad  
Elaboración: propia

En el grafico N°3 se muestra la respuesta de los encuestados al preguntarle acerca de si se cubre o no la necesidad de agua requerida por ellos, a lo que se obtuvo que un 80% dice que no cubre, mientras que un 20% dijo que si, dejando en claro nuevamente que el servicio no está logrando satisfacer a la población.

3. ¿El agua que recibe tiene olor, color o sabor anormales? Si, No o No lo percibo.

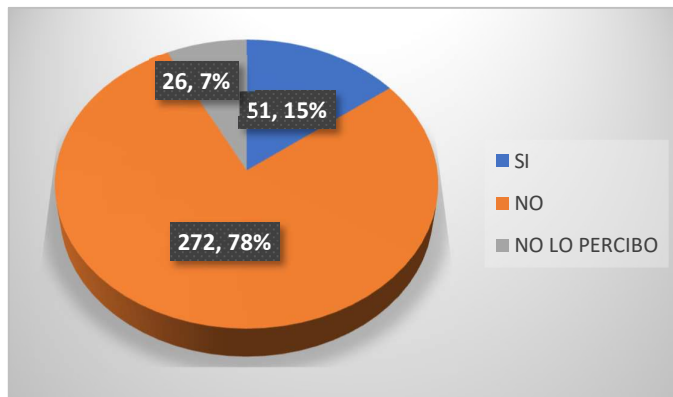


Gráfico 4: Calidad  
Elaboración: propia

El grafico N°4 muestra la opinión acerca de la calidad del agua (olor, color, sabor) brindada, obteniendo como resultado que el 78%, no ve nada anormal, el 15% considera que, si es anormal, es decir han detectado algo diferente en el olor, color o sabor que les ha llamado la atención y tan solo un 7%, no ha percibido nada o no precisa nada acerca de esto. Con lo que podemos determinar que el servicio no está llegando con mala calidad, quizá hay deficiencia por resolver, individualmente al desabastecimiento e insatisfacción.

4. ¿La continuidad (horas de servicio) en su zona es adecuada? Si o No

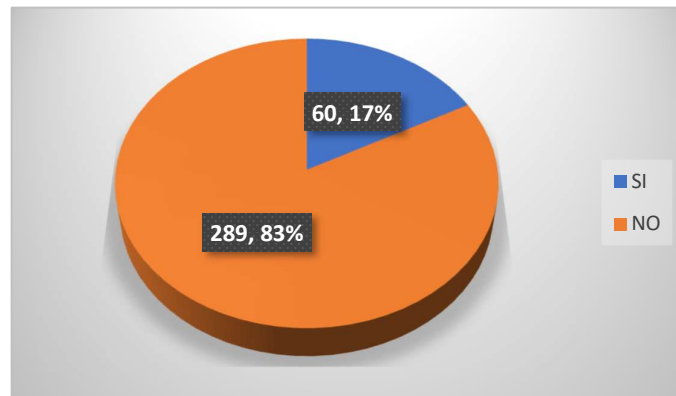


Gráfico 5: Acerca de las horas del servicio  
Elaboración: propia

En el grafico N°5, se aprecia que un 83% de la población, precisa que las horas del servicio no son las adecuadas o suficientes, y tan solo un 17% cree que sí, con lo que podemos precisar que el servicio no satisface.

5. ¿Considera que el servicio recibido esta acorde con el costo del mismo? Si o No

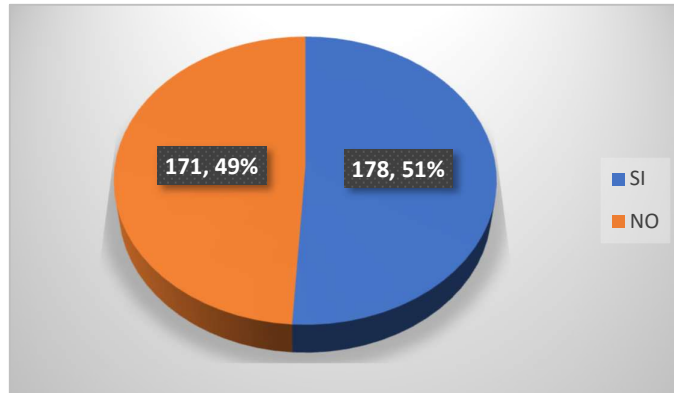


Gráfico 6: Acerca del precio del servicio  
Elaboración: propia

En el grafico N°6, se muestra la opinión de la población acerca del precio del servicio, resultando que, el 51% si está de acuerdo con el precio, mientras que un 49% no lo está, concluyendo con esto que no existiría mayor problema con el precio, ya que muchos precisaron que esto más tiene que ver con la falta de agua, y con la insatisfacción del servicio.

## II. Respecto a las empresas

1. ¿Como calificaría usted en general la labor o desempeño de EPSEL SAC o JASS? Buena, Mala o Muy mala

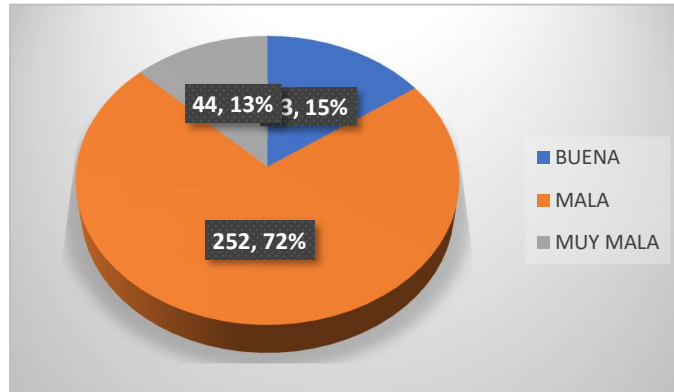


Gráfico 7: Desempeño de las prestadoras del servicio  
Elaboración: propia

En el grafico N°7 se muestra la opinión acerca del desempeño de las prestadoras de servicio, EPSE y JASS, resultando que el 72% opina que es malo el servicio, un 15% piensa que este es bueno, y un 13% opina que es muy malo, con lo que se deja en claro que la población no está teniendo buena opinión acerca de estas entidades o empresas.

2. ¿Cómo calificaría su satisfacción respecto a la atención al cliente que brinda la EPSEL SAC o JASS? Satisfecho o Insatisfecho

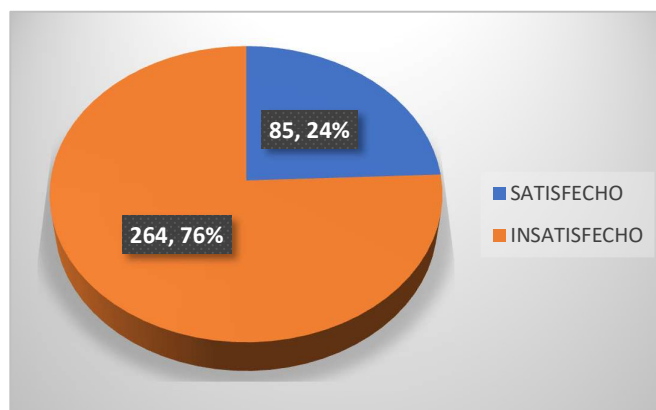


Gráfico 8: Atención al cliente  
Elaboración: propia

El grafico N°8, muestra la satisfacción de los clientes respecto a la atención brindada por las empresas prestadoras del servicio, las cuales señalan que un 76%

no están satisfechos y un 24% si lo están, esto debido a que sus reclamos no son atendidos.

Después de haber aplicado la encuesta a la población determinada, se puede concluir que el servicio que se brinda en la actualidad es insuficiente y con lo que los pobladores no están satisfechos, además de muchas otras deficiencias, tanto en atención, calidad y tiempo. Por tanto, se hace necesario una propuesta diferente para terminar con esta necesidad del distrito de Lagunas.

#### **4.1.2. Análisis de la demanda**

El distrito de Lagunas ocupa un lugar privilegiado, se posiciona en la parte baja del valle que cruza el río Zaña, con suelo llano, lomas, cerros, tiene bonitas playas, específicamente la más importante es Lagunas. La extensión territorial del distrito es de una extensión superficial de 429,27 km<sup>2</sup>.

Para el censo que se llevó a cabo el 22 de octubre de 2017 por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), se detalló que el distrito de Lagunas tiene una población total de 9,986 habitantes, divididos en la zona urbana, que cuenta con 8,283 habitantes y la zona rural que tiene 1,703 habitantes, la concentración de población se ubica en Mocupe, Úcupe, Nuevo Mocupe y Lagunas, el distrito al pasar de los años su crecimiento es lento, tanto como su crecimiento económico.

Es de resaltar que tanto Lagunas, Nuevo Mocupe y San Juan cuentan con instalaciones de agua potable, pero es de pozo, por lo que se sabe que esta agua podría ser no apta para el consumo ya que su calidad no es la requerida, así mismo se sabe que otros poblados como El Progreso, cuenta con tanque elevado, pero no brinda el servicio a la población porque no existe un pozo de abastecimiento, lo que por mucho tiempo sigue sin hacer algo para mejorar esta situación.

Además, se puede mencionar que Mocupe cuenta con dos comisarías de la PNP, una se ubica en Mocupe tradicional y otra en nuevo Mocupe, además de contar con centros financieros, el principal es el Banco de la Nación, la Cooperativa de Ahorro y Crédito "San Francisco" y Caja Piura de reciente implantación, las que dan mayor vista y movimiento al pueblo, además de dar movimiento económico entre los emprendedores.

El clima en esta zona es cálido y agradable, Lagunas como todo pueblo playero, tiene una sensación de humedad, cuanto más se acerca al mar, mayor es esta sensación, se percibe un aire fresco, vientos moderados, y sin muchas precipitaciones lluviosas, lo que cambia cuando llega el verano, ya que las lluvias se hacen persistentes y torrenciales dando paso al llamado fenómeno del Niño. El verano en las zonas alejadas del mar, se siente el calor fuerte y ya en otoño los vientos se incrementan en los atardeceres, como se da en toda la zona del departamento de Lambayeque

Lagunas es un lugar tranquilo para vivir, claro con grandes deficiencias en los servicios básicos, el agua potable no llega para todos y a los que llega tienen problemas como calidad y horas restringidas del servicio, lo que no cubre su necesidad, además el control de los residuos no son bien gestionados, por otro lado está la poca pavimentación de sus calles, las que se encuentran en tierra ya por años, la informalidad es otro problema, los comerciantes venden en lugares inapropiados, así entre otros problemas de los que las autoridades no se han hecho cargo, y la poca visibilidad del distrito hace que las empresas privadas no apuesten por desarrollar nuevos proyectos.

Se concluye que Lagunas tiene un potencial escondido, un privilegio de la naturaleza, ya que sus playas majestuosas aún conservan su naturaleza, sus aguas son limpias y casi nada contaminadas, en las épocas de verano solo concurren los pobladores del distrito, pocos visitantes, por lo que el manejo de un proyecto de inversión, le daría mejor visión y aumentaría el turismo.



Figura 12: Vista panorámica del distrito de Lagunas

Fuente: Google Maps

Después de haber obtenido las diferentes características del distrito de Lagunas, distrito donde se ubicará la planta desalinizadora, es necesario tener data de la cantidad de población que abarcaremos, lo significa nuestra demanda, para efectos del proyecto consultaremos a la página del INEI y el último censo realizado en el año 2017, del cual obtendremos las tablas necesarias para el análisis de la demanda, además esta población fue corroborada por la municipalidad de Lagunas, quienes nos proporcionaron un documento que avala la el número de pobladores, los hogares y viviendas del distrito.

## **4.2. Análisis de la viabilidad Técnica**

### **4.2.1. Técnica de desalinización**

El ser humano necesita de agua para vivir, líquido que debe ser apto para su consumo, es por ello que es necesario potabilizar el agua por medio de distintos métodos de ingeniería y tecnología con los que puede reunir las mejores características físico-químicas y bacteriológicas que la hagan apta. Es importante que sepamos que el inicio del proceso para obtener agua potable siempre empieza en el agua de mar, como es el caso de nuestro proyecto de investigación, por tanto, es dispensable usar una tecnología idónea para desalinizar y convertirla en agua de consumo humano, dentro de las existentes se usara la ósmosis inversa, pero

para esto se debe seguir un proceso, el cual es explicado a continuación por un gráfico por medio de un gráfico:

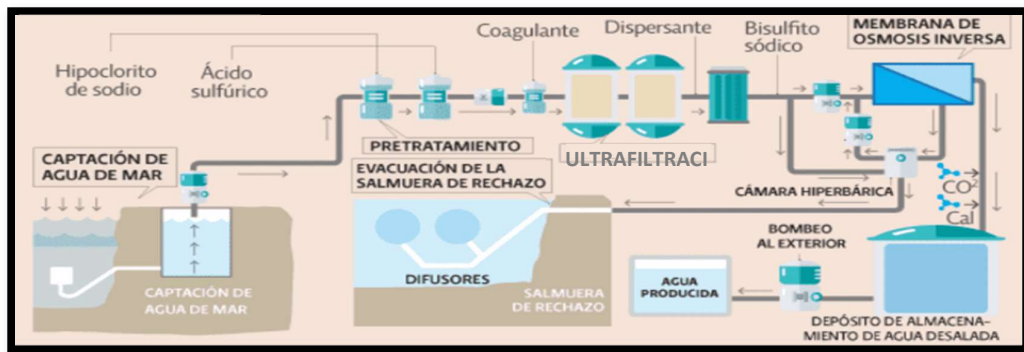


Figura 13: Proceso de desalinización por Osmosis Inversa  
Fuente: Ing. Danny A. Ochoa Biphán

### Osmosis inversa

Se utilizará esta tecnología por ser la más económica, esta tecnología de purificación del agua, para obtener agua dulce a partir de agua salada, realiza un proceso en el que se utiliza una membrana semipermeable para eliminar iones, moléculas y partículas más grandes, a través de la presión sobre el líquido como se muestra a continuación:

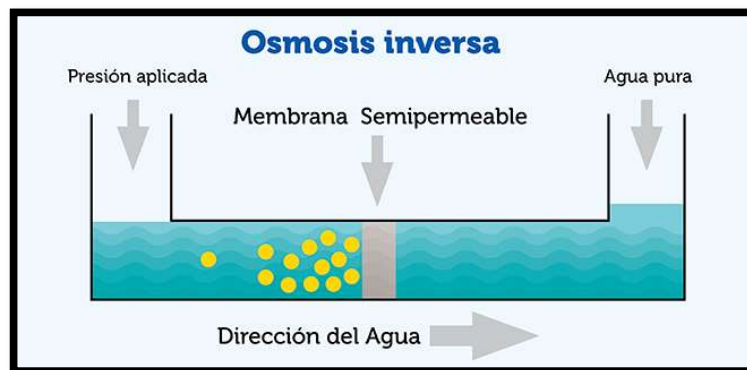


Figura 14: Proceso de Osmosis Inversa  
Fuente: Red Agrícola Perú

#### 4.2.2. Captación de agua de mar

La planta será situada en Lagunas, cerca al mar, que es de donde se extraerá el líquido elemento, lo cual abastecerá a todo el distrito, teniendo en cuenta que el distrito cuenta con una población de 9986 personas, y es a la cual atenderemos, ya que antes hemos mencionado de su insatisfacción por el servicio ofrecido por otras

compañías, es necesario resolver este problema de alguna manera, pero además de resolverlo se creara una planta que beneficiara a la población en general (puestos de trabajo, mejores condiciones sociales, calidad de vida, etc.). Sabiendo la cantidad de personas a atender y sabiendo el consumo diario de agua por persona, la que utiliza para sus necesidades primarias, beber, lavar y asearse; según SEDAPAL, informo que el consumo diario de agua potable por persona es de 175 litros, lo que significa 0.175 m<sup>3</sup>. Con estos datos podemos tener una cantidad prevista a abastecer.

$Q_{previsto}$ : Caudal previsto

$$Q_{prevista} = 9986 * \frac{175}{1000} = 1747,55 \cong 1748 \text{ m}^3/\text{día}$$

A esta cantidad obtenida se debe proveer un porcentaje de reserva, por cualquier percance o reparación o por los trabajos de mantenimiento de los equipos, por lo que se añadirá, un 25% más, por tanto, la cantidad prevista es:

$$Q_{prevista} = 1748 + (1748 * 25\%) = 2185 \text{ m}^3/\text{día}$$

#### **4.2.3. Descripción del proceso para la obtención de agua potable**

Para describir el proceso se debe comenzar por la recogida de agua de mar, para lo que se detallara con cálculos desarrollados, la proporción a recoger, según la población y otros factores, esta se llevara a un depósito de captación y posteriormente antes de iniciar el proceso de osmosis como proceso de desalinización, se realizara el pretratamiento que va a depender mucho del tipo de agua recogida, para lo que se tendrá que agregar algunos químicos al proceso, los cuales serán obtenidos calculando y utilizando algunas tablas establecidas, para posteriormente ya empezar con el proceso de osmosis, todo esto será explicado a continuación:

##### **A. Recogida de agua de mar:**

Para obtener este cálculo se tomará en cuenta la cantidad prevista final, y el porcentaje de conversión típica en una planta de osmosis inversa (45%), esta cantidad se obtendrá en días, lo que paso siguiente deberá convertirse a metros cúbicos por hora.



Leyenda:	Datos:
$Q_f$ : Caudal de agua bruta	$Q_f$ : ¿?
$Q_p$ : Caudal permeado	$Q_p$ : 2185 m <sup>3</sup> /día
$Q_r$ : Caudal de salmuera	$Q_r$ : ¿?
$\eta$ : Recuperación	$\eta$ : 45%

$$Q_f = \frac{Q_p}{\eta} = \frac{2185}{45\%} = \frac{2185}{0.45} = 4855,5 \frac{m^3}{día} = \frac{4855.5}{24} = 202,32 \frac{m^3}{h}$$

$$Q_r = Q_f - Q_p = 202.32 - \left(\frac{2185}{24}\right) = 111.28 \frac{m^3}{h}$$

Con la obtención de la cantidad de agua a recoger se podrá dimensionar el depósito de captación:

Altura:3 m  $V = 3m * 8 * 8.5 = 204 m^3$

Ancho:8 m

Largo:8.5 m

A continuación, se desarrolla el cálculo de bombeo, el cual estará a un tiempo de cada 20 minutos:

$V_{min}$ : Volumen mínimo

$$V_{min} = Q_f * h$$

$$V_{min} = 202 \frac{m^3}{h} * \frac{1}{3} h = 62.3 m^3$$

## B. Químicos para el acondicionamiento de agua

Los químicos que utilizaremos para evaluar la investigación serán cuatro, Hipoclorito de Sodio (NaClO), Cloruro Férrico (Cl<sub>3</sub>Fe), Bisulfito Sódico (NaHSO<sub>3</sub>) y Hexametafosfato de sodio (Na<sub>6</sub>[(PO<sub>3</sub>)<sub>6</sub>]), de los cuales se calculara sus caudales

por producto químico.

Se calculan los químicos para el pretratamiento o acondicionamiento del agua utilizando los rangos definidos para el tratamiento de agua "Pretreatment for Reverse Osmosis Desalination", los cuales se muestran en la tabla a continuación:

Propiedades comunes de los químicos para el acondicionamiento de agua.

Tabla 5  
Propiedades de los químicos para acondicionar

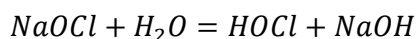
Químico	Aplicación	Concentración	Densidad aparente
Hipoclorito de Sodio	Desinfección	13%	1.23
Cloruro Férrico	Coagulante	40%	1.42
Bisulfito de sodio	Decloración	40%	1.48
Hexametáfosfato sódico	Antincrustante	5.5%	1

Fuente: (BBagua, 2011)

### B.1. Desinfección: Hipoclorito de sodio

Para iniciar el proceso es necesario desinfectar el agua, con el propósito de inactivar los microorganismos, principalmente los patógenos, los que causan las enfermedades.

Para este proceso se usa el Hipoclorito de Sodio, este es el más comercial y el más usado, la reacción que se origina es la siguiente:



El hipoclorito de sodio comercialmente se presenta de forma líquida, el cloro activo está en una cantidad entre 12 a 15%, como ya se muestra en la tabla anteriormente mencionada, para el caso de la investigación se tomará el rango comercial con el que trabajan las distintas marcas proveedoras existentes en el país, como se muestra en la tabla se habla de un 13% de concentración. Del mismo modo se usará la dosis media comercial.

A continuación, se calcula el caudal medio de producto sabiendo que el caudal total del agua a clorar será 202.32 m<sup>3</sup>/h esto último si la planta produjera a capacidad máxima.

<p>Leyenda:</p> <p><math>Q_f</math>: Caudal de agua bruta</p> <p><math>Q_{medio}</math>: Caudal medio</p> <p><math>d_{media}</math>: dosis media</p> <p><math>c</math>: Concentración</p>	<p>Datos:</p> <p><math>Q_f</math>: 202.32 m<sup>3</sup>/h</p> <p><math>Q_{medio}</math>: ¿?</p> <p><math>d_{media}</math>: 2.5 ppm</p>
---	--

$$Q_{medio} = \frac{Q_f * d_{media}}{c} = \frac{202,32 * 2,5}{160} = 3,16 \text{ l/h}$$

Se calculará el volumen del depósito de almacenaje suficiente para que este abastecido durante 15 días.

$$V_{Dep. NaClO} = (3,16) \frac{l}{h} * 24 * \frac{h}{día} * 15días * \frac{1m^3}{1000 L} = 1.14 m^3 \cong 1.5m^3$$

## B.2. Coagulación: Cloruro Férrico

Continuando con el proceso, se procede a la coagulación, este consiste en que las partículas en suspensión se aglomeran para formar partículas más grandes con ayuda de un coagulante, y luego alcanzar la masa necesaria para sedimentar, pero se debe tener en cuenta que sabiendo que la sedimentación es un proceso largo, lo que se hace es atrapar las aglomeraciones en la etapa de filtrado.

Para este proceso se usará el cloruro férrico ( $Cl_3Fe$ ) bajo condiciones comerciales establecidas:

<p>Leyenda:</p> <p><math>Q_f</math>: Caudal de agua bruta</p> <p><math>Q_{medio}</math>: Caudal medio</p> <p><math>d_{media}</math>: dosis media</p> <p><math>c</math>: Concentración</p>	<p>Datos:</p> <p><math>Q_f</math>: 202.32 m<sup>3</sup>/h</p> <p><math>Q_{medio}</math>: ¿?</p> <p><math>d_{media}</math>: 10 ppm</p>
---	---

$$Q_{medio} = \frac{Q_f * d_{media}}{c} = \frac{202,32 * 10}{567} = 3.568 \text{ l/h}$$

Se calculará el volumen del depósito de almacenaje suficiente para que este abastecido durante 15 días.

$$V_{Dep. ClF_e_3} = (3,568) \frac{l}{h} * 24 * \frac{h}{día} * 15 \text{ días} * \frac{1m^3}{1000 L} = 1,28 m^3 \cong 1.5m^3$$

### B.3. Declaración: Bisulfito sódico

La declaración es un proceso que se lleva a cabo para eliminar el cloro que se obtuvo en el proceso de desinfección, este proceso se hace porque es perjudicial para la vida útil de las membranas.

El declarante que se usará es Bisulfito sódico  $NaHSO_3$ , con las siguientes características:

Leyenda:	Datos:
$Q_f$ : Caudal de agua bruta	$Q_f$ : 202.32 $m^3/h$
$Q_{medio}$ : Caudal medio	$Q_{medio}$ : ¿?
$d_{media}$ : dosis media	$d_{media}$ : 8 ppm
$c$ : Concentración	

$$Q_{medio} = \frac{Q_f * d_{media}}{c} = \frac{202,32 * 8}{250} = 6,47 l/h$$

Se calculará el volumen del depósito de almacenaje suficiente para que este abastecido durante 15 días.

$$V_{Dep. NaHSO_3} = (6,47) \frac{l}{h} * 24 * \frac{h}{día} * 15 \text{ días} * \frac{1m^3}{1000 L} = 2,33 m^3 \cong 3m^3$$

### B.4. Antiincrustante: Hexametáfosfato sódico (HMP)

Esta dosificación ocurre después de los filtros, el cálculo se dará con las siguientes características:

<p>Leyenda:</p> <p><math>Q_f</math>: Caudal de agua bruta</p> <p><math>Q_{medio}</math>: Caudal medio</p> <p><math>d_{media}</math>: dosis media</p> <p><math>c</math>: Concentración</p>	<p>Datos:</p> <p><math>Q_f</math>: 202.32 m<sup>3</sup>/h</p> <p><math>Q_{medio}</math>: ¿?</p> <p><math>d_{media}</math>: 1.5 ppm</p>
---	--

$$Q_{medio} = \frac{Q_f * d_{media}}{c} = \frac{202.32 * 1.5}{55} = 5.52 \text{ l/h}$$

Se calculará el volumen del depósito de almacenaje suficiente para que este abastecido durante 15 días.

$$V_{Dep. HMP} = (5.46) \frac{l}{h} * 24 * \frac{h}{día} * 15días * \frac{1m^3}{1000 l} = 1,97 m^3 \cong 2m^3$$

### C. Microfiltración

Para la microfiltración se usa algunos características y parámetros ya establecidos por los fabricantes, para el caso de la investigación se usará como referencia la marca Veolia Water Solutions & Technologies (ver anexo), estos filtros son de gravilla, antracita y arena, los cuales manejan una altura por cada elemento de filtración, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 6  
Parámetros de los fabricantes – Filtros granulados

Filtros granulados (parámetros)		
Altura(cm)	Gravilla	30
	Antracita	30
	Arena	50
Densidad (kg/ m <sup>3</sup> )	Gravilla	430
	Antracita	750
	Arena	1200
Capacidad de producción mínima	32.4 m <sup>3</sup> /h	
Capacidad de producción máxima	114.4 m <sup>3</sup> /h	
Capacidad de producción nominal	73.6 m <sup>3</sup> /h	
Presión máxima operando	6 bares	

Elaboración: Elaboración propia

Para calcular el número de filtros usaremos lo siguiente:

<p>Leyenda:</p> <p><math>Q_f</math>: Caudal de agua bruta</p> <p><math>Q_n</math>: Caudal nominal</p>	<p>Datos:</p> <p><math>Q_f</math>: 202.32 m<sup>3</sup>/h</p> <p><math>Q_n</math>: 73.6 m<sup>3</sup>/h</p>
---	---

$$Nf = \frac{Q_f}{Q_n} = \frac{202.32}{73.6} = 2.749 \cong 3$$

Después de calcular el número de filtros, se debe verificar la capacidad de producción real de los mismos, es decir debemos verificar su capacidad cuando trabajen los 3 juntos y cuando uno de ellos este en fase de lavado, y con ello constatar que no pase la capacidad de producción máxima de estos filtros, según la ficha técnica.

La fórmula anterior se despejará y será usada para hallar la producción con los 3 filtros y la producción con tan solo 2 filtros.

Leyenda:	Datos:
$Q_f$ : Caudal de agua bruta	$Q_f$ : 202.32 m <sup>3</sup> /h
$Q_{n1}$ : Caudal nominal (3 filtros)	$Q_{n1}$ : ¿?
$Q_{n2}$ : Caudal nominal (2filtros)	$Q_{n2}$ : ¿?
$Nf1$ : Número de filtros	$Nf1$ : 3

$$Q_n = \frac{Q_f}{Nf}$$

$$Q_{n1} = \frac{Q_f}{Nf1} = \frac{202.32}{3} = 67.44$$

$$Q_{n2} = \frac{Q_f}{Nf2} = \frac{202.32}{2} = 101.16$$


Con el cálculo hecho, comprobamos que los 3 filtros son suficientes, ya que no se rebosa al momento de usar solo 2 de ellos.

#### D. Filtración: Filtros de cartucho

Como primer paso debemos determinar cuántos cartuchos son necesarios, para lo cual se eligieron los parámetros de la empresa proveedora Harmsco, de la serie 801-5/20.

Tabla 7  
Parámetros Cartucho HARMOSCO

CARTUCHO HARMOSCO 801-5	
Caudal de permeado	360 GPH = 1.36 m <sup>3</sup> /h
Medida	2.5" x 40"
Micras retenidas	5μ
Porcentaje de eliminación	99.9%
Presión	<0.2 PSI



Elaboración: propia

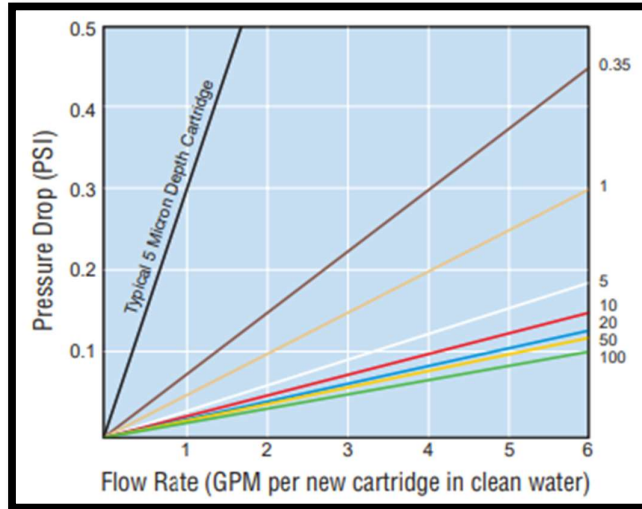


Gráfico 9: Flujo del filtro HARMSCO  
Fuente: Catalogo HARMSCO


Leyenda:	Datos:
$Q_f$ : Caudal de agua bruta	$Q_f$ : 202.32 m <sup>3</sup> /h
$Q_c$ : Caudal del cartucho	$Q_c$ : 1.36

$$N_c = \frac{Q_f}{Q_c} = \frac{202.32}{1.36} = 148.76 \cong 149$$

Habiendo hallado el número de cartuchos, ya se podrá obtener los filtros de cartuchos, para lo que tomaremos los parámetros de la misma empresa proveedora Harmsco de la serie HIF22.

Tabla 8  
Portacartucho HARMSCO

CARTUCHO HARMSCO 801-5	
Capacidad de cartuchos	50
Tamaño de cartucho	2.5" x 40"
Capacidad máxima	616GPM=139.90 m <sup>3</sup> /h
Capacidad mínima	83.4 m <sup>3</sup> /h
Capacidad nominal	97.93 m <sup>3</sup> /h
Rendimiento	60%-70%



Fuente: Catalogo HARMSCO



<p>Leyenda:</p> <p><math>Q_f</math>: Caudal de agua bruta</p> <p><math>Q_n</math>: Caudal nominal</p>	<p>Datos:</p> <p><math>Q_f</math>: 202.32 <math>m^3/h</math></p> <p><math>Q_n</math>: 97.93 <math>m^3/h</math></p>
---	--

$$N_f = \frac{Q_f}{Q_n} = \frac{202.32}{97.93} = 2.06 = 3$$

Del cálculo podemos determinar que tendremos 3 filtros con 50 cartuchos cada uno, lo significa que por filtro se filtrara 68  $m^3/h$ , con el total de filtros se filtrara 204  $m^3/h$ ,

Para manejar la fase de lavado se usarán 3 + 1, es decir 4 filtros en total.

### E. Osmosis Inversa

Para seleccionar el sistema de osmosis inversa tomaremos en cuenta los parámetros técnicos utilizados por la empresa Pure Aqua INC, la cual diseño americano (EE. UU), además se tendrá en cuenta los cálculos obtenidos para la investigación:

Flujo permeado requerido = 2185  $m^3/día$

Tabla 9  
Sistema de Osmosis Inversa

Sistema de Osmosis Inversa – PPURE AQUA, INC				
Modelo	Caudal ( $m^3/día$ )	# membranas de 8"x40"	Peso aprox.(libras)	Dimensiones
SW-317K- 12780	1200	84	20,000	350"x85"x80"

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se hizo un bosquejo con las medidas del bastidor (todo el sistema), en el que se ubicó los tubos presión y la cantidad de membranas.

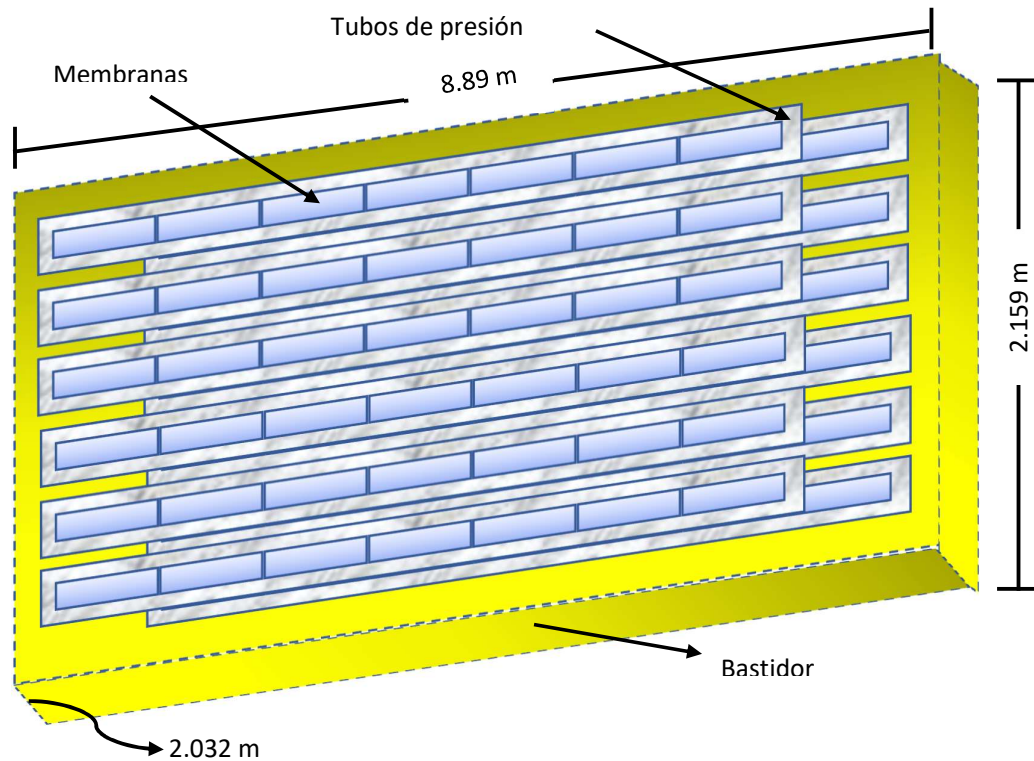


Figura 15: Bastidor  
Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia en la figura anterior el bastidor presenta dos grupos de 6 tubos, haciendo un total de 12 tubos en los que se aloja 7 membranas cada uno lo que hace un total de 84 membranas como bien se menciona en la tabla de parámetros del fabricante.

A continuación, se presenta una foto referencial del fabricante:



Figura 16: Bastidor referencial  
Fuente: Pure Aqua INC

Parámetros de las membranas del sistema:

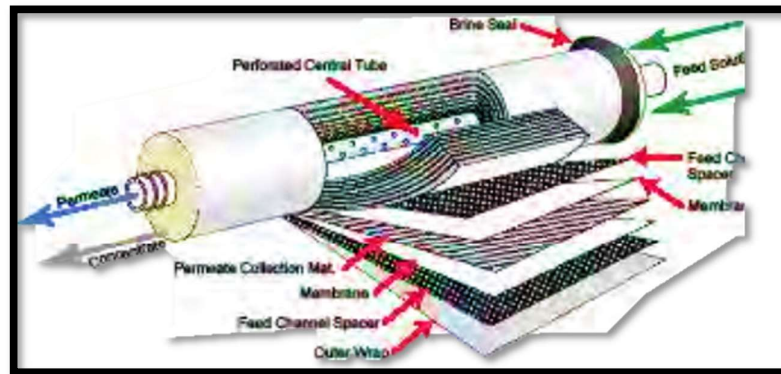


Figura 17: Membrana  
Fuente: Pure Aqua INC

- Máxima concentración de cloro < 0.1 PPM
- Temperatura máxima de funcionamiento 113°F (45°C)
- Rango de pH continuo (limpieza) 2-11 (1-13) \*
- Turbidez máxima de agua de alimentación 1.0 NTU
- Máxima de agua de alimentación SDI (15 min): 5.0 SDI<5
- Flujo máximo de alimentación 14.29 m<sup>3</sup>/h
- Caída de presión máxima para cada elemento 15 psi

Flujo permeado requerido: 2185 m<sup>3</sup>/día

Flujo por bastidor: 1100 m<sup>3</sup>/día

Recuperación: 45%

$$N^{\circ} \text{ de bastidores} = \frac{2185}{1100} = 1.986 \cong 2$$

#### F. Selección de las bombas

Para la selección de las bombas adecuadas para la posible planta, lo hemos dividido en tres etapas, la primera etapa corresponderá al proceso de pretratamiento, la segunda etapa será de llenado intermedio, dosificación, salmuera y la tercera etapa es de inyección de  $CO_2$ ,  $CaCO_3$ , lo que corresponde a la ósmosis inversa.



Figura 18: Bombas  
Fuente: Industria Techni Perú

Posteriormente para realizar la mencionada selección tomaremos conocimiento de la formula la fórmula de la energía neta transmitida al fluido

$$Pot = Hb * \rho * g * Q$$

$$HP = \frac{Pot}{\eta}$$

Pot: Potencia en W

Hb: Carga de trabajo

$\rho$ : densidad del agua de mar a 25°C, lo que equivale a 1030 kg/m<sup>3</sup>

g: gravedad constante 9.81 m/s<sup>2</sup>

Q: caudal de suministro m<sup>3</sup>/s

HP: potencia en caballos fuerza

$\eta$ : eficiencia de la bomba que para nuestros fines será de 75%

Teniendo en claro las fórmulas anteriormente mencionadas, y los caudales de ingresos en las diferentes etapas podremos deducir los cálculos aproximados según el manual HIDROMAX (Chemical Process Centrifugal Pumps), cálculos que deberán ser aproximados a los ya obtenidos anteriormente en los caudales, en las siguientes tablas y gráficos se mostrarán los datos por etapa:

## I. Primera etapa:

Para la primera etapa se demostrará la selección de la bomba teniendo en cuenta los parámetros mostrados en la tabla, en dicha tabla se detallará los datos proporcionados por el fabricante y los cálculos obtenidos en la investigación, además de emplear las fórmulas antes mencionadas:

Tabla 10  
Datos de la bomba

Datos de la bomba								
Bomba	Caudal	Hb	Hf	DN	Potencia			
					Bomba	Motor		
	$m^3/s$	m	M	m	KW	Hp	$\eta$	Hp
Alimentación	0.0562	63.5	6.95	0.203	31190	48.36	69	60

Fuente: Elaboración propia

$$Pot = 63.5 * 1030 * 9.81 * 0.0562$$

$$Pot = 36059,215 W \text{ ó } Pot = 36,059KW$$

1 Hp equivale a 0.746 KW

$$Pot = \frac{36,059}{0.746} = 48.336 Hp$$

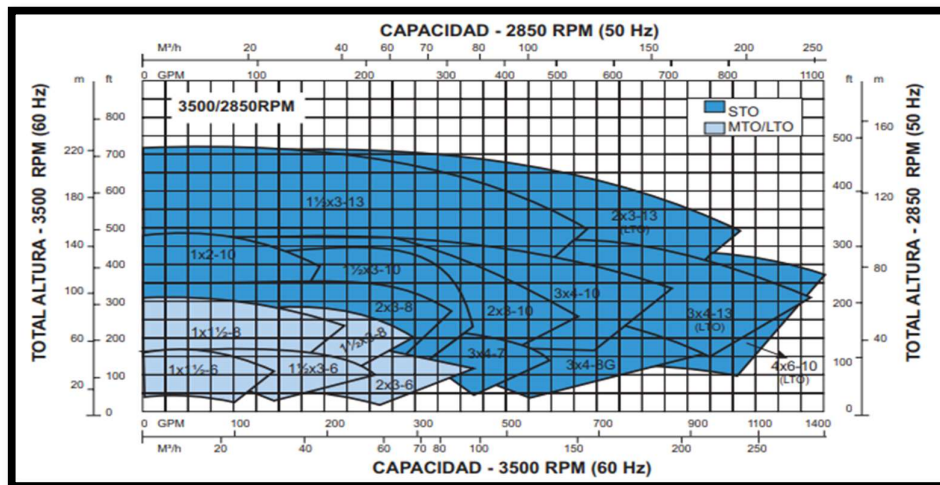


Figura 19: Figura referencial  
Fuente: Pure Aqua INC

## II. Segunda etapa:

En esta etapa se seleccionan los datos según cuatro momentos, traspaso, dosificado, lavado y salmuera, en el primero se considera un tiempo de 1 hora, el segundo es un tiempo total que dure la producción, el tercero con un aproximado de 30 min y finalmente la salmuera será constante durante el tiempo de operación.

Tabla 11

Datos de la bomba segunda etapa

Datos de la bomba								
Bomba	Caudal	Hb	Hf	DN	Potencia			
					Bomba	Motor		
					KW	Hp	$\eta$	Hp
		m	m	m				
<b>Traspaso</b>	0.18 l/h	3.75	2.25	0.0381	0.0019	2.6 $\times 10^{-6}$	30	8.6 $\times 10^{-6}$
<b>Dosificadora</b>	0.62 l/h	58.55	3.94	0.00635	0.0001	2.6 $\times 10^{-4}$	85	1.52 $\times 10^{-6}$
<b>Lavado</b>	0.0687 $m^3/s$	27	4	0.203	18742.5	24.7	65	38
<b>Salmuera</b>	0.0687	29	9	0.203	20130.8	26.6	65	40

Fuente: Elaboración propia

## III. Tercera etapa

En la tercera etapa se tendrá en cuenta tres bombas a seleccionar, la bomba de alimentación, la bomba de alta presión, bomba Booster y la bomba de lavado, las tres primeras con el tiempo de duración del proceso y la última con un tiempo aproximado de 30 minutos. A continuación, se muestran las tablas con los parámetros recomendados por el fabricante:

Bomba de Alta presión:

Tabla 12  
 Datos de la bomba tercera etapa

Datos de la bomba								
Bomba	Caudal	Hb	Hf	DN	Potencia			
					Bomba	Motor		
	$m^3/s$	m	m	m	KW	Hp	$\eta$	Hp
<b>Alimentación</b>	0.0495	63	5.2	0.160	31190	42.3	67	60
<b>Alta presión</b>	0.0495	190	4.8	0.160	102703.44	135	67	201
<b>Booster</b>	0.0491	36.5	9.64	0.160	18108.5	24	70	34

Fuente: Elaboración propia

### Bomba de lavado:

Tabla 13  
 Datos de la bomba para lavado

Bomba	Caudal	Hb	Hf	DN	Potencia			
					Bomba	Motor		
	$m^3/s$	m	m	M	KW	Hp	$\eta$	Hp
<b>Lavado</b>	0.0711	50	14.06	0.160	35920.78	47.4	72	65.8

Fuente: Elaboración propia

Los motores de las bombas elegidas, serán seleccionados según el voltaje de alimentación que se maneja en el Perú (220 w).

Finalmente, para resumir los parámetros seleccionados para cada bomba en cada etapa, este resumen se realiza según los parámetros dados por los fabricantes, pero que a la vez se ajustan a las medidas necesarias del proyecto. A continuación, se muestra la siguiente tabla en la que se indica las bombas y sus características:

Tabla 14

Características de la bomba en la tercera etapa

Datos de la bomba							
Código	Caudal	Hp	Rpm	Motor	Tensión	In	Cantidad
<b>AZ4x5x9A 100-200A</b>	0.048 $m^3/s$	75	3500	225 S/M	220/400	80	2
<b>AZ 1.1/4x1.1/2x7A 32-160A</b>	0.18 l/h	0.16	1750	63	220/440	0.66	1
<b>Lmi c-xr47 10</b>	0.62 l/h	0.5	---	---	115	4	1
<b>AZ 4x5x12A 100-315A</b>	0.0687 $m^3/s$	50	1750	200 L	220	122	1
<b>AZ 5x6x9A 125-200</b>	0.0687 $m^3/s$	50	1750	200 L	220	122	1
<b>5x6x12A 125-310A</b>	0.0495	75	3500	225 S/M	220	80	1
<b>T41x400-2-2</b>	0.0491	40	3500	316 SS	220	97	1
<b>AZ 4x5x9A 100-200A</b>	0.0711	75	3500	225 S/M	220	170	1

Fuente: Elaboración propia

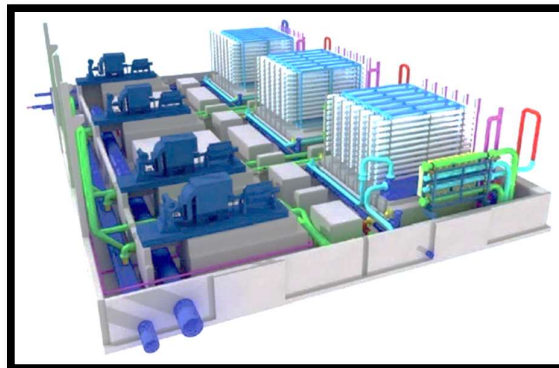


Figura 20: Imagen referencial del acople de bombas al proceso de Osmosis Inversa  
Fuente: Pure Aqua INC



## G. Dimensionamiento y cálculos para el sistema de la energía solar fotovoltaica.

Es necesario para nuestro trabajo de investigación, saber el equipo necesario para montar el sistema de energía solar, a lo que mayor importancia le daremos es al número de paneles necesarios para poner en funcionamiento la posible planta a instalar.

Para lo que tuvimos en cuenta tres pasos importantes para el mencionado cálculo de paneles que se necesita:

### 1) Consumo en KW

En el primer paso, obtendremos el consumo total diario de cada de una de las bombas, para finalmente conseguir el consumo total requerido.

Tabla 15  
Consumo Total

Bombas	Cantidad	HP	KW	Tiempo	Total, kW
B1	2	75	55,93	12 H	1342,26
B2	1	0,16	0,12	3 H	0,36
B3	1	0,5	0,37	12 H	4,47
B4	1	50	37,29	3 H	111,86
B5	1	50	37,29	12 H	447,42
B6	1	75	55,93	12 H	671,13
B7	1	40	29,83	12 H	357,94
B8	1	125	93,21	3 H	279,64
Consumo Total					3215,07

Fuente: Elaboración propia

### 2) Horas solares pico

En este paso, se deberá tener en cuenta la radiación solar pico, es decir el promedio de la radiación durante el día en la zona o lugar a trabajar.

Para lo cual tomaremos como referencia la tabla número 20, sacado del ministerio de energía, en la que muestra la radiación por departamento, y de la cual tomaremos el departamento de Lambayeque.

Tabla 16  
Radiación solar por departamento

DEPARTAMENTO	RADIACIÓN SOLAR (kWh/m <sup>2</sup> /día)
Arequipa	6.08
Moquegua	6.04
Tacna	5.83
Tumbes	5.67
Piura	5.54
Lambayeque	5.50
Ica	5.50
Cerro de Pasco	5.46
Huancavelica	5.33
Junín	5.33
Ancash	5.29
Cajamarca	5.25
Puno	5.21
Cusco	5.17
Ayacucho	5.17
La Libertad	5.13
Lima	5.13
Apurímac	5.13
Huánuco	4.83
Madre de Dios	4.79
Amazonas	4.67
San Martín	4.67
Ucayali	4.63
Loreto	4.42

Fuente: [www.senamhi.gob.pe](http://www.senamhi.gob.pe)

### 3) Cálculo de paneles

Para este paso juntaremos los pasos anteriores de la siguiente manera:

- Convertiremos el consumo diario de kw a w:

$$CD = 3215.07 * 1.15 = 3697.33 \text{ w}$$

- Ahora de multiplicar los watts obtenidos por la radiación para obtener la energía necesaria:

$$E = W * R * 1000$$

$$E = 3697.33 * 5.50 * 1000$$

$$E = 20335317.75 \text{ w}$$

- Numero de paneles: para las condiciones del proyecto utilizaremos kit completo fotovoltaico, el cual es de 5000 W, sus características están especificadas en el anexo.

$$\#K = \frac{20335317.75}{5000} = 4067.06 = 4068 w$$

### 4.3. Viabilidad Económica

Para la viabilidad económica se realizó el cálculo de la inversión total para montar la planta, segundo se obtuvo los costos fijos y posteriormente se calculó los costos variables, finalmente se realizó el flujo económico, con este último se hizo el cálculo del VANE Y EL TIRE, así como será descrito a continuación:

#### A. Inversión

##### a) Obra civil

Tabla 17  
Inversión Obra civil

Item	Medida	Unidad de medida	Costo Unitario	Costo total
Acondicionamiento del terreno (PLANTA)	\$29.965,00	m <sup>2</sup>	\$4,61	\$29.965,00
Acondicionamiento del terreno (energía solar fotovoltaica)	\$83.902,00	m <sup>2</sup>	\$4,61	\$83.902,00
Depósito de captación	\$7.040,00	m <sup>3</sup>	\$32,00	\$7.040,00
Taller	\$4.500,00	m <sup>3</sup>	\$30,00	\$4.500,00
Almacén	\$4.920,00	m <sup>3</sup>	\$32,80	\$4.920,00
Nave de osmosis	\$34.000,00	m <sup>3</sup>	\$34,00	\$34.000,00
Oficinas	\$18.720,00	m <sup>3</sup>	\$36,00	\$20.800,00
Muros	\$8.200,00	Und.	\$8.200,00	\$8.200,00
<b>TOTAL</b>				<b>\$191.247,00</b>

Fuente: Elaboración propia

**b) Equipos y depósitos móviles**

Tabla 18  
Inversión Equipos y depósitos móviles

Ítem	Cant.	Costo Unitario	Costo Total
Deposito 1	2	\$64,00	\$128,00
Deposito 2	2	\$64,00	\$128,00
Deposito 3	3	\$64,00	\$192,00
Deposito 4	2	\$64,00	\$128,00
Bomba 1	2	\$620,00	\$1.240,00
Bomba 2	1	\$344,00	\$344,00
Bomba 3	1	\$378,00	\$378,00
Bomba 4	1	\$450,00	\$450,00
Bomba 5	1	\$250,00	\$250,00
Bomba 6	1	\$520,00	\$520,00
Bomba 7	1	\$220,00	\$220,00
Bomba 8	1	\$180,00	\$180,00
Kit Agitadores y Sopladores	1	\$2.890,00	\$2.890,00
Puente Grúa (Nave Osmosis)	1	\$4.120,00	\$4.120,00
Sistema de filtración	1	\$7.800,00	\$7.800,00
Sistema de osmosis Inversa	1	\$12.520,00	\$10.120,00
<b>TOTAL</b>			<b>\$31.488,00</b>

Fuente: Elaboración propia

**c) Sistema solar fotovoltaico**

Tabla 19  
Inversión Sistema solar fotovoltaico

Ítem	Cant.	Costo Unitario	Costo Total
Kit Solar fotovoltaico (5000 W)	4068	\$2.160,00	\$8.786.880,00

Fuente: Elaboración propia

**d) Equipo de medición y Control**

Tabla 20  
Inversión Equipos de medición y control

<b>Item</b>	<b>Unidades</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo Total</b>
<b>Medidor de temperatura</b>	4	\$80,00	\$320,00
<b>Medidor de presión</b>	10	\$150,00	\$1.500,00
<b>Medidor de conductividad</b>	6	\$850,00	\$5.100,00
<b>Medidor de presión diferencial</b>	6	\$155,00	\$930,00
<b>Medidor de Ph</b>	6	\$760,00	\$4.560,00
<b>Sensor de nivel</b>	10	\$142,00	\$1.420,00
<b>Transmisor de nivel</b>	6	\$320,00	\$1.920,00
<b>Caudalímetro</b>	6	\$510,00	\$3.060,00
<b>TOTAL</b>			<b>\$24.584,00</b>

Fuente: Elaboración propia

**e) Instalaciones auxiliares**

Tabla 21  
Inversión Instalaciones auxiliares

<b>Item</b>	<b>Unidades</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo Total</b>
<b>Kit de Fontanería PVC</b>	1	\$678,00	\$678,00
<b>Extintores de H<sub>2</sub>O</b>	8	\$34,00	\$272,00
<b>Extintores de CO<sub>2</sub></b>	4	\$54,00	\$216,00
<b>Teléfonos Inalámbricos</b>	4	\$62,00	\$248,00
<b>TOTAL</b>			<b>\$1.414,00</b>

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se hace una tabla resumen de la inversión que se requiere.

Tabla 22  
Inversión total

Ítem	Costo
<b>Obra civil</b>	\$191.247,00
<b>Equipos y depósitos móviles</b>	\$29.088,00
<b>Sistema solar fotovoltaico</b>	\$8.786.880,00
<b>Equipos de medición y control</b>	\$18.810,00
<b>Instalaciones auxiliares</b>	\$1.414,00
<b>TOTAL</b>	<b>\$9.027.439,00</b>

Fuente: Elaboración propia

B. Costos Fijos

a) RRHH

Tabla 23  
Costos fijos RRHH

	# de personas	Sueldo mensual	Sueldo mensual total	Sueldo Anual
<b>Jefe de Planta</b>	1	\$800,00	\$800,00	\$9.600,00
<b>Jefe de laboratorio</b>	1	\$710,00	\$710,00	\$8.520,00
<b>Oficial</b>	2	\$530,00	\$1.060,00	\$12.720,00
<b>Técnico</b>	5	\$340,00	\$1.700,00	\$20.400,00
<b>Auxiliar de laboratorio</b>	1	\$320,00	\$320,00	\$3.840,00
<b>Auxiliar del jefe de planta</b>	1	\$320,00	\$320,00	\$3.840,00
<b>Administrativo</b>	1	\$310,00	\$310,00	\$3.720,00
			<b>TOTAL</b>	<b>\$62.640,00</b>

Fuente: Elaboración propia

b) Costos por mantenimiento

Tabla 24  
Costos por mantenimiento

	Costo inicial	%	Mant. Al año
<b>Equipos mecánicos</b>	\$29.088,00	3%	\$872,64
<b>Sistema fotovoltaico</b>	\$8.786.880,00	0,03%	\$2.636,06
<b>Obra civil</b>	\$191.247,00	0,05%	\$95,62
		<b>TOTAL</b>	<b>\$3.604,33</b>

Fuente: Elaboración propia

c) Otros costos fijos

Tabla 25  
Costos fijos

Costo anual	
Gastos de oficina	\$2.100,00
Capacitaciones	\$2.200,00
Seguros	\$3.600,00
Seguridad y salud	\$1.700,00
<b>Total</b>	<b>\$9.600,00</b>

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se hace una tabla resumen de los costos fijos que se requiere.

Tabla 26  
Resumen costos fijos

Costo	
RRHH	\$62.640,00
Mantenimiento	\$3.604,33
Otros costos Fijos	\$9.600,00
<b>TOTAL</b>	<b>\$75.844,33</b>

Fuente: Elaboración propia

C. Costos Variables

Tabla 27  
Costos variables

Reactivos	Caudal (m <sup>3</sup> /h)	Costo por litro	Costo anual
Químico 1	0,011	\$0,16	\$7.096,32
Químico 2	0,04	\$0,09	\$14.515,20
Químico 3	0,065	\$0,02	\$4.455,36
Químico 4	0,012	\$0,10	\$4.838,40
<b>TOTAL</b>			<b>\$30.905,28</b>

Fuente: Elaboración propia

D. Flujo Económico

Para el caso del flujo económico se ha manejado dos escenarios, un escenario será el esperado y otro será el optimista, los cálculos detallados se encuentran en los anexos, a continuación, se presenta los valores VANE Y TIRE.

Para el cálculo se tomó en cuenta el total de flujo permeado que se debe obtener, este es 2185 m<sup>3</sup>/día, con un costo aproximado por m<sup>3</sup> de 2 dólares. Es así como se obtiene que se manejara un ingreso en el primer año de \$131100, otro dato

importante, es que el manejo se hizo en un periodo de 20 años como periodo de recuperación.

a) Escenario esperado: Este escenario esta dado al 18%

Tabla 28  
Escenario esperado

<b>TASA</b>	<b>20%</b>
<b>VAN</b>	-8.228.468,39
<b>TIR</b>	0%

Fuente: Elaboración propia

b) Escenario optimista: Este escenario esta dado al 43%

Tabla 29  
Escenario optimista

<b>TASA</b>	<b>20%</b>
<b>VAN</b>	731.131,42
<b>TIR</b>	21%

Fuente: Elaboración propia

Como podemos apreciar, la posibilidad de obtener éxito, está basado en el escenario optimista.



## **V. DISCUSIÓN**

Para la propuesta planteada “Análisis de la viabilidad técnica y económica para instalar una planta desalinizadora de agua con energía solar fotovoltaica en el Distrito de Lagunas”, se ha manejado plenamente información, por experiencia de los tesista y a través de la información obtenido en medios digitales y libros, es cierto que esta propuesta ya ha sido planteada por otros investigadores en la región, pero aún no se había dado específicamente en la zona de Lagunas en la que nos hemos ubicado, lo que sin duda ha hecho un poco más complicado el trabajo, por la poca información acerca de este distrito.

No obstante es importante mencionar que este trabajo de investigación está en auge en estos tiempos ya que al hablar de desalinización de agua de mar y a la vez usar en ello la energía solar fotovoltaica, es usar energías renovables, lo que nos enmarca en el cuidado medioambiental por el que el mundo se está enfocando, es por ello que en cuanto a información teórica ha sido ciertamente sencillo, quizá el hecho de tener mucha información lo que hace difícil el trabajo es el escoger las ideas o la información idónea, adecuada para el caso de estudio, habiendo tantos investigadores de lo mismo hace que exista información basta, pero también muchas ideas contradictorias, es por lo que es necesario tener un enfoque, para nosotros como investigadores, nuestro principal punto de partida es el agua de mar peruano, teniendo como armas la radiación solar del distrito de Lagunas y la mejor forma de obtener finalmente agua potable al menor costo en beneficio de la comunidad.

La información recogida tanto en la base teórica, como la obtenida en el momento del desarrollo de la investigación, ha sido vital para relacionar cada uno de los elementos expuesto, ya que con ambos se pudo ir demostrando y describiendo la viabilidad técnica y económica por medio de los cálculos, estos últimos están basados en formulas generales usadas para conseguir datos reales o lo más próximos, lo que justifica y resuelve lo planteado.

La información teórica nos dio una visión de los términos de los cuales estábamos tratando, pero además con ello conseguimos parámetros y cálculos que se manejan de forma general para el uso de la técnica de desalinización y el uso de energía solar fotovoltaica, pero además estos mismos cálculos y parámetros nos llevaron a elegir la mejor técnica en cuanto a desalinización y energía solar respecta, pero al tener claro esta idea técnica, nos llevó a la parte económica, con lo que se tuvo que elegir los equipos de rango industrial necesarios, además investigar las nuevas tecnologías que existen en el mercado (bastidores, filtros, motores, paneles solares, etc.), estas nuevas tecnologías ofrecen mejores parámetros de calidad para obtener la producción requerida, pero además a un costo proporcional a su calidad. Con lo antes mencionado se realizó un cruce de la información y se logró manejar la mejor técnica y al mejor costo con lo que se obtuvo una viabilidad real y los datos podrán ser tomados en futuras investigación o puesta en margen del proyecto.

Lo que aquí se expuso, básicamente fue siguiendo un método de trabajo, descriptivo-cualitativa y cuantitativo, primero se buscó información relevante acerca del tema del estudio, lo que ha sido sencillo encontrar, ya que existe basta información como ya antes se mencionó, pero a la vez esto se complicó al tener que elegir la información idónea y la más adecuada para demostrar nuestra investigación, en esta primera parte descriptiva-cualitativa, nos referimos a la teoría, pero también a los proveedores correctos, al elegir la mejor ficha técnica que cumpla con los requisitos del proyecto, posteriormente se manejó la parte cuantitativa, teniendo que recoger y obtener datos, en base a formulas establecidas teóricamente y que se llevó a la realidad del proyecto, además en esta parte de la investigación el objetivo era detallar los cálculos, pero a la vez demostrar si el proyecto era viable o no, lo que a criterio de los tesista, se logró de manera exitosa, conociendo la realidad del distrito en mención y la posibilidad del proyecto.

Cada una de los datos que se obtuvieron fueron contrastados por diferentes investigaciones y por la experiencia de nosotros como investigadores, el trabajo que se realizó en este caso fue fundamental porque era necesario tener en cuenta

la realidad del lugar donde se realizaba el proyecto, además de manejar los cálculos correctos para evitar interpretaciones erróneas de los mismo y su análisis sea el óptimo.

Es importante señalar que se ha conseguido obtener una respuesta a la hipótesis planteada, “Si se analiza la viabilidad técnica y económica para instalar una planta desalinizadora de agua de la mar abastecida con energía solar fotovoltaica se garantizará o no si es técnicamente factible y económicamente justificable.”, respondiendo a esto, se obtuvo los siguientes datos: se analizó la viabilidad técnica, basándonos en información de equipos mecánicos, y obteniendo datos y rangos (caudal, volumen, watt, pH, números de filtros, numero de membranas, numero de paneles), obteniendo así que los equipos mecánicos e instrumentos son técnicamente viables y cumplen con los parámetros de los fabricantes, posteriormente se analizó la viabilidad económica obteniendo datos en dos escenarios, el escenario esperado al 18%, con el que se obtuvo un VAR de -8.228.468,39 y un TIR de 0%, manejado en 20 años lo que se analiza como una recuperación de la inversión, sin utilidades; bajo este criterio, es posible que el proyecto no sea viable, para el caso del escenario optimista se trabajó a un 43% de incremento, que podría ser un porcentaje alto de crecimiento, pero tratándose de un proyecto innovador y de beneficio a la población este podría darse obteniendo más usuarios, si esto se logra el proyecto sería viable obteniéndose un VAN de 731.131,42 y un TIR de 21%, concluyendo que la propuesta es técnicamente viable pero económicamente su viabilidad esta puesta en duda, ya que su éxito depende de la tasa de crecimiento optimista.

Nosotros como tesistas tuvimos en cuenta que si bien es necesario e importante tener un estudio de viabilidad, también mucho depende de la capacidad económica de las autoridades del distrito de Lagunas, pues son ellos los llamados a abalizar el estudio y validar la importancia del mismo, pero además tener las herramientas necesarias para ponerlo en marcha, y esto somos conscientes que se puede lograr en conjunto, la municipalidad del distrito y las autoridades de gobierno, porque como bien se menciona el proyecto es de amplia capacidad económica, pero como segunda opción podría ser una pacto entre el municipio y alguna empresa privada

dispuesta a asumir el costo del proyecto, ambas opciones logran un beneficio a la comunidad de Lagunas y en general al departamento de la Lambayeque, el mencionado beneficio no solo resalta el hecho de dar el servicio de agua potable, sino también de generar trabajo y por ende una mejor calidad de vida para la comunidad.

Finalmente podemos decir que el trabajo de investigación ha sido desarrollado bajo criterios teóricos establecidos en relación con la realidad del estudio, teniendo algunas limitaciones como los montos exactos de algunos equipos, que, por ser equipos industriales, los fabricantes solicitan datos de la empresa solicitante, aun así, se obtuvo estos datos de otras investigaciones propuestas, pero en resumen se logró obtener el objetivo propuesto y brindar un análisis óptimo.

## VI. CONCLUSIONES

- Se analizó la viabilidad técnica y económica para instalar una planta desalinizadora abastecida con energía solar fotovoltaica en el Distrito de Lagunas, concluyendo que esta es viable técnicamente, pero económicamente no lo es, sin embargo, existe la posibilidad que esta se de en un escenario optimista, donde la tasa de crecimiento no sobrepasa el 50% pero si es alta.
- Se recopiló y comparó la información de los métodos de desalinización existentes y la energía solar fotovoltaica en la actualidad y la forma más conveniente de aplicarlas en este caso de estudio, la desalinización que se manejó en la investigación fue el proceso por medio de la osmosis inversa, la cual por toda la información recopilada se concluye que es la de más bajo y costo, con mayor posibilidad de adquirir, además se obtuvo información de la energía solar fotovoltaica, la cual también es de fácil acceso, concluyendo que se utilizara kit fotovoltaico de 5000 W, este kit consta de 8 paneles solares, incluido cableado y controladores, este tipo de kit son de rango industrial.
- Se concluye por medio de la recopilación de datos de población existente y el consumo de agua por persona (0.175 m<sup>3</sup>), que el caudal de agua permeada deberá ser de 2185 m<sup>3</sup>/día para una población de 9986 pobladores del distrito de Lagunas.
- La planta estará ubicada cerca a la playa Lagunas, montando una planta con un sistema de osmosis inversa, la cual contará con 12 tubos de presión, en un módulo de 8 m de largo por 2.5 de alto aproximadamente, con un ancho de 2 m, además de una caseta de filtración, pozas para almacenaje de agua de captación y agua permeada, además de un área que albergará los 4068 kit fotovoltaico.
- Se concluye que al analizar la viabilidad económica esta no es viable, porque al obtener datos en dos escenarios, el escenario esperado al 18%, con el que se obtuvo un VAR de -8.228.468,39 y un TIR de 0%, manejado en 20 años se analiza que la recuperación de la inversión, sin utilidades; será posible, pero no es lo esperado, ya que por la cantidad de años se esperaba recuperar y obtener utilidades, por otro lado, para el caso del escenario optimista se

trabajó a un 43% de incremento, que podría ser un porcentaje alto de crecimiento, pero tratándose de un proyecto innovador y de beneficio a la población se cree este podría darse obteniendo más usuarios, si esto se logra el proyecto sería viable obteniéndose un VAN de 731.131,42 y un TIR de 21%, concluyendo que la propuesta es económicamente no viabilidad ya que esta puesta en duda, por lo que su éxito depende de la tasa de crecimiento optimista.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda que de ponerse en marcha este proyecto, se deberá utilizar los cálculos y parámetros técnicos obtenidos en el presente trabajo, además de tomar en cuenta las fichas técnicas de los proveedores con los que se trabajó y las cuales fueron anexadas.
- Se recomienda que los cálculos de costos deben ser actualizados en el momento del inicio del proyecto en el caso se desee poner en marcha, además de consultar los costos a las empresas de manera formal.
- Se recomienda trabajar en el escenario optimista, ya que el aumento de usuarios es posible.

## REFERENCIAS

- AEDyR. (2015). Principales técnicas de desalación. Asociación Española de la Desalación y Reutilización. España. Recuperado el 10 de Octubre de 2021, de <https://aedyr.com/>
- Agencia Peruana de Noticias. (4 de Agosto de 2021). Andina. Recuperado el 15 de Septiembre de 2021, de <https://andina.pe/>
- Agudelo Acevedo, F. A. (2020). Viabilidad técnica y económica en el diseño de una planta desaladora que utilizará energía eólica para la obtención de agua potable en la Guajira Colombia. Universidad de Barcelona. Guajira, Colombia.
- Ampuero Atamari, Eder Alonso;. (2019). Diseño de un controlador difuso sintonizado con computación evolutiva para una planta de desalinización de agua de mar por ósmosis inversa. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Arequipa, Perú.
- AQUAE. (2019). Características del agua potable y cómo se obtiene. Fundación Aquae. Madrid, España. Obtenido de <https://www.fundacionaquae.org/>
- Arancibia Bulnes , C., & Best, R. (Junio de 2010). Energía del sol. México. Obtenido de <https://www.revistaciencia.amc.edu.mx>
- Arregui, F. (5 de Enero de 2022). Ósmosis inversa ventajas y desventajas. CONTYQUIM.
- BBagua. (2011). Manual de instrucciones Ósmosis Inversa 5 etapas. España. Obtenido de <https://assets.leroymerlin.es/>
- Carrión, M. (20 de Marzo de 2020). ¿Cuánta agua hay en el planeta? Madrid, España: Agorapedia. Recuperado el 2 de Octubre de 2021, de <https://www.elagoradiario.com/>
- Castañeda Tello, J. A. (Noviembre de 2017). Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta desalinizadora que produzca agua embotellada y sal utilizando agua de mar y energía solar. Universidad de Lima. Lima, Lima, Perú. Recuperado el 20 de Septiembre de 2021, de <https://repositorio.ulima.edu.pe/>
- Dévora Isiordia , G. E., González Enríquez , R., & Ruiz Cruz, S. (Agosto de 2013). Evaluación de procesos de desalinización y su desarrollo. Blog Tecnología y ciencia del agua - Scielo, 4(3). Distrito Federal, México. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/>
- Dirección General de Industria, Energía y Minas. (2006). Guía de la Energía Solar. Madrid, España. Obtenido de <http://www.agenergia.org/>
- Empresa Anbelo Solar. (2002). Ventajas e inconvenientes de la energía solar fotovoltaica. Albacete, España. Obtenido de <https://anbelosolar.com>



- ENEL Perú. (2019). ENEL. Obtenido de <https://www.enel.pe/>
- Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento de Lambayeque S.A. (EPSEL S.A.). (2018). SUNASS. Estudio tarifario 2018 - 2023. Lima, Lima, Perú. Recuperado el 23 de Septiembre de 2021, de <https://www.sunass.gob.pe/>
- Esqueche Gonzales , M. A., Villanueva Guevara, T. E., & Ramirez Castro , M. J. (2020). Diseño de una planta piloto desalinizadora de agua controlada por un sistema HMI/SCADA, para la capacitación de los alumnos de la escuela profesinal de Igeniería Eléctronica de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Universidad Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque, Lambayeque, Perú.
- FACTORENERGÍA. (11 de Junio de 2021). Energía solar: todo lo que tienes que saber. España. Recuperado el 10 de Octubre de 2021, de <https://www.factorenergia.com/>
- Fenwick, C., & Miralles, F. (19 de Septiembre de 2013). Como evitar una crisis de agua en América Latina y el Caribe. IDB- Inter - American Development Bank - Blog. Estados Unidos. Obtenido de <https://www.iadb.org/>
- Fundación AQUAE. (2019). Las plantas desalinizadoras más grandes del mundo. Fundación AQUAE. Madrid, España. Obtenido de [www.fundacionaquae.org](http://www.fundacionaquae.org)
- Gonzáles Jiménez , A. (Febrero de 2019). Estudio de Viabilidad Técnica y Económico-Financiera para la Construcción, Explotación y Mantenimiento de una Desaladora de Agua de Mar. Universidad Politecnica de Madrid. Madrid, España.
- Gonzales Machacca, L. A., & Vallejo Requejo, M. Y. (31 de Julio de 2020). Efectos sociales del desabastecimiento en Agua Potable y Saneamiento básico. Universidad Tecnológica del Perú. Lima, Lima, Perú.
- Ibarra, A., & Jalonen, T. (2021). ¿Qué es la energía solar y cómo se aprovecha? Foro Nuclear. España. Obtenido de [www.foronuclear.org](http://www.foronuclear.org)
- INGENIERIAROMIN. (30 de Agosto de 2016). Especialistas en Agua. (FastForward Concepts) Recuperado el 10 de Octubre de 2021, de <https://romin.com/>
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua - IMTA. (4 de Septiembre de 2018). La importancia del agua en el planeta y como cuidarla. IAGUA, 1, 2. Recuperado el 1 de Octubre de 2021, de <https://www.iagua.es/>
- Jimenez Barahona, H. (Febrero de 2019). Evaluación de la viabilidad para la implementación de plantas desalinizadoras usando energías renovables en la región de La Guajira Colombia. Fundación Universidad de América, 15. Bogotá, Colombia. Recuperado el 20 de SEptiembre de 2021, de <https://repository.uamerica.edu.co/>

- MADRID BLOGS. (28 de Mayo de 2010). ¿Soluciones al problema de la escasez de agua? . El agua. Madrid, España.
- Martins, A. (22 de Marzo de 2017). BBC Mundo. Recuperado el 15 de Septiembre de 2021, de <https://www.bbc.com/>
- Meléndez Aguirre, G. A., & Ojeda Brignole, G. C. (2020). Posibles soluciones a la problemática de falta de acceso a servicio de agua y saneamiento en zonas vulnerables de Lima Metropolitana. Universidad San Martín de Porras. Lima, Lima, Perú.
- Mellado García, F. (2007). Energía Solar Fotovoltaica. Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicaciones. Madrid, España.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (24 de Octubre de 2020). Provisur: Primera planta desalinizadora de agua de mar para consumo humano ya cuenta con autorización sanitaria. Nota de Prensa Perú. Lima, Perú. Obtenido de [www.gob.pe](http://www.gob.pe)
- Oñate Valenzuela , Diego Andrés Felipe;. (Agosto de 2019). Diseño y evaluación de planta modular de desalinización de agua de mar con paneles solares y cultivos hidropónicos. Universidad de Chile. Santiago de Chile, Chile.
- Organización de las Naciones Unidas - ONU. (Marzo de 2021). Noticias ONU - Mirada Global Historias Humanas. Recuperado el 4 de Octubre de 2021, de El agua es la base de la vida, pero está fuera del alcance de 2000 millones de personas: <https://news.un.org/es>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (22 de Marzo de 2020). Cambio Climático y Medioambiente. Noticias ONU. España. Obtenido de <https://news.un.org/>
- Ortiz, R. (Mayo de 2021). Desalinización ¿el futuro del agua? España. Obtenido de [blogs.iadb.org](http://blogs.iadb.org)
- Palacios Saavedra, J. (23 de Febrero de 2021). Desalación de agua subterránea mediante sistema osmosis inversa como propuesta para la provisión de agua potable en la margen izquierda del río Piura-Distrito de Tambogrande -Piura. Universidad Nacional de Piura. Piura, Tambogrande, Perú.
- Pérez Lozano, V. M. (2018). Desalinización de aguas salobres mediante sistema de electrodiálisis alimentados con energía solar fotovoltaica. Universidad de Alicante, 24-25. Alicante, España. Recuperado el 10 de Octubre de 2021, de <http://sgitt-otri.ua.es/es/empresa/ofertas-tecnologicas.html>
- Periche Chunga, Rolando. (Julio de 2018). Fabricación de prototipo que potabilice el agua de un manantial empleando energía solar en Sechura, Piura. Universidad de Piura. Piura, Perú.

- Plan de Acondicionamiento Territorial. (Diciembre de 2010). PAT 2011 - 2021. Pimentel, Peru. Recuperado el 15 de Septiembre de 2021, de <https://www.miciudad.pe/>
- Porras Salazar, Rosa Angélica. (2019). Instalación de una planta de transformación de agua residual doméstica en agua potable. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque, Lambayeque, Perú.
- Quispe, J. (Julio de 2017). Tecnologías de desalinización de aguas salobres y agua de mar. Universidad Católica del NORte, 1, 36-39. Antofagasta, Chile. Recuperado el 10 de Octubre de 2021, de <https://docplayer.es/>
- Ros Merino, A. (13 de Junio de 2011). Compresión de Vapor. España. Recuperado el 10 de Octubre de 2021, de <http://www.mailxmail.com/curso-agua-desalacion-1-4/compresion-vapor-cv>
- Santisteban Saldaña, C. (Diciembre de 2019). Diseño de una mini planta desalinizadora de agua del mar para el abastecimiento de agua potable mediante el uso de energía solar en el caserío El Nazareno, distrito de San José. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 12 y 130. Lambayeque, Lambayeque, Perú. Recuperado el 1 de Octubre de 2021, de <https://repositorio.unprg.edu.pe/>
- Secretaria de Energía de Argentina. (2008). Energías Renovables. Cordinación de Energías Renovables. Argentina: Dirección General de Cooperación y Asistencia Financiera. Obtenido de <http://www.energia.gov.ar>
- Soto Álvarez , G., & Soto Benavides , M. (2013). Desalación de agua de mar mediante sistema de Osmosis Inversa y Energía Fptovoltaica para provisión de agua potable en Islas Damas, Región de Coquimbo. Programa Hidrológico Internaional. Uruguay. Obtenido de <https://www.cazalac.org/>
- Valdivieso, A. (2018). ¿Qué es la desalinización del agua? IAGUA, 4. España. Recuperado el 5 de Octubre de 2021, de <https://www.iagua.es/>
- Vázquez Mellado, M. S. (2017). Sistema de tratamiento de aguas mediante osmosis inversa. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
- Waterstation. (2021). Osmosis inversa: Ventajas y desventajas. Recuperado el 5 de Octubre de 2021, de Waterstation: <https://waterstation.mx/>
- Web twenergy. (14 de Enero de 2019). Desalinización del agua: ventajas y desventajas. Obtenido de <https://twenergy.com>
- Zambrano de la Cruz, R. E. (Diciembre de 2019). Evaluación de escenarios técnicos y económicos para la implementación de plantas desaladoras de agua de mar abastecida con recursos renovables en la costa peruana. Universidad de Ingeniería y Tecnología UTEC. Lima, Lima, Perú. Recuperado el 20 de Septiembre de 2021, de <https://repositorio.utec.edu.pe/>

- Zuñiga Oyanadel, F. J. (Mayo de 2017). Análisis de factibilidad de una planta desalinadora en la localidad de los Molles, Provincia de Petorca. Universidad Técnica Federico Santa María, 19,60. Los Molles, Petorca, Chile. Recuperado el 20 de Septiembre de 2021, de <https://repositorio.usm.cl/>

## ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

	CONCEPTUAL	OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	NIVEL DE MEDICION
<p><b>Independiente</b></p> <p>Viabilidad técnica y económica para instalar una planta desalinizadora.</p>	<p>Viabilidad está referida al análisis realizado con el único fin de saber la probabilidad existente de poder llevar a cabo un proyecto de manera victoriosa, ya sea técnicamente y económicamente. (Enrique, 2020)</p>	<p>Será medido a través de un análisis de información de tesis en proyectos existentes y de encuestas a la población.</p>	<p>VIABILIDAD TECNICA</p>	Tamaño de Población (Und)	Razón
				Localización	Nominal
				Consumo de Energía de desaladora (W)	Razón
				Producción agua potable de desaladora (m3)	Razón
				Datos del servicio brindado por epsel.	Razón
			<p>VIABILIDAD ECONOMICA</p>	VAN económico	Razón
				TIR económico	Razón
				Costo/beneficio	Razón

	CONCEPTUAL	OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	NIVEL DE MEDICION
<b>Dependiente</b> Energía solar fotovoltaica	Hablar de la energía solar fotovoltaica es considerar una fuente de energía renovable la cual será obtenida directamente de la <b>radiación solar</b> por medio de <b>paneles solares fotovoltaicos y que será convertida energía eléctrica</b> (ENEL Perú, 2019).	Por medio de análisis documentario de los equipos necesarios se va a calcular la demanda de energía eléctrica para la planta desalinizadora.	RADIACIÓN SOLAR	Irradiancia del sol (W/m <sup>2</sup> )	Razón
			PANELES SOLARES FOTOVOLTAICOS	Selección de Controladores (V) Baterías (Ah) Inversores (P)	Razón
			ENERGÍA ELÉCTRICA	Generación de Corriente continua (W)	Razón
				Conversión a Corriente alterna (W)	Razón

## Anexo 2. Encuesta



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

### **Encuesta de Satisfacción del servicio de agua en el distrito de Lagunas**

Estimados (a) Amigos (a), a continuación, se les presenta un conjunto de preguntas que nos ayudara a medir la satisfacción de los clientes de la empresa que atiende el servicio de agua potable en su distrito.

Sus respuestas serán tratadas en forma CONFIDENCIAL y ANÓNIMA y serán analizadas de forma agregada.

En esta encuesta le haremos una serie de preguntas sobre distintos aspectos:

#### I. Respecto al servicio

1. ¿Cómo calificará en general su satisfacción con respecto a los servicios de agua potable que brinda la empresa EPSEL SAC o JASS?

1 = Deficiente

2 = Mala

3 = Regular

4 = Buena

5 = Muy Buena

2. ¿El agua que recibe cubre sus necesidades adecuadamente? Si o No

3. ¿El agua que recibe tiene olor, color o sabor anormales? Si, No o No lo

percibo.

4. ¿La continuidad (horas de servicio) en su zona es adecuada? Si o No
5. ¿Considera que el servicio recibido esta acorde con el costo del mismo? Si o No

## II. Respecto a las empresas

1. ¿Como calificaría usted en general la labor o desempeño de EPSEL SAC o JASS? Buena, Mala o Muy mala
2. ¿Cómo calificaría su satisfacción respecto a la atención al cliente que brinda la EPSEL SAC o JASS? Satisfecho o Insatisfecho

CUADRO N° 3: POBLACIÓN CENSADA EN VIVIENDAS PARTICULARES, POR GRUPOS DE EDAD, SEGÚN PROVINCIA, DISTRITO, ÁREA URBANA Y RURAL; Y TIPO DE VIVIENDA

Provincia, distrito, área urbana y rural; y tipo de vivienda	Total	Grupos de edad					
		Menores de 1 año	1 a 14 años	15 a 29 años	30 a 44 años	45 a 64 años	65 y más años
<b>DISTRITO LAGUNAS</b>	<b>9 956</b>	<b>185</b>	<b>2 735</b>	<b>2 112</b>	<b>1 983</b>	<b>1 948</b>	<b>993</b>
Casa independiente	9 914	185	2 726	2 102	1 974	1 937	990
Departamento en edificio	9	-	3	3	2	1	-
Vivienda en quinta	13	-	2	5	2	2	2
Vivienda en casa de vecindad	10	-	2	1	2	5	-
Chozo o cabaña	7	-	2	-	2	3	-
Vivienda improvisada	3	-	-	1	1	-	1
<b>URBANA</b>	<b>8 253</b>	<b>154</b>	<b>2 247</b>	<b>1 741</b>	<b>1 635</b>	<b>1 634</b>	<b>842</b>
Casa independiente	8 218	154	2 240	1 731	1 628	1 626	839
Departamento en edificio	9	-	3	3	2	1	-
Vivienda en quinta	13	-	2	5	2	2	2
Vivienda en casa de vecindad	10	-	2	1	2	5	-
Vivienda improvisada	3	-	-	1	1	-	1
<b>RURAL</b>	<b>1 703</b>	<b>31</b>	<b>488</b>	<b>371</b>	<b>348</b>	<b>314</b>	<b>151</b>
Casa independiente	1 696	31	486	371	346	311	151
Chozo o cabaña	7	-	2	-	2	3	-



Anexo 3. Datos poblacionales - Municipalidad del Distrito de Lagunas

eldni.com

UBIGEO	IDCCPPV4	NOMBCGPPV4	AREA_INEI	TIPO	CODCATCCP	NOMBCATCCP	IDCCPPV3	VIVIENDAS	HOGARES	POBLACION	DOMINIO
140107	1401070001	MOCUPE	1	URBANO	04	PUEBLO	1401070001	1734	1780	4818	1
140107	1401070003	LA LIBERTAD (MANCO CAPAC I)	2	RURAL	15	OTROS	1401070003	19	19	40	1
140107	1401070005	EL MAMEY	2	RURAL	08	UNIDAD AGRICOLA	1401070005	8	8	17	1
140107	1401070006	SANTA ROSA	2	RURAL	05	CASERIO	1401070006	20	20	30	1
140107	1401070007	NUEVO MOCUPE	1	URBANO	04	PUEBLO	1401070007	867	871	2168	1
140107	1401070008	MANCO CAPAC II (EL PROGRESO II)	2	RURAL	05	CASERIO	1401070008	56	56	139	1
140107	1401070009	EL HUABO	2	RURAL	08	UNIDAD AGRICOLA	1401070009	3	3	4	1
140107	1401070010	PUEBLO LIBRE	2	RURAL	05	CASERIO	1401070010	165	167	433	1
140107	1401070013	EL AGROPECUARIO	2	RURAL	05	CASERIO	1401070013	168	168	272	1
140107	1401070016	TUPAC AMARU - RAFAN	1	URBANO	05	CASERIO	1401070016	255	263	787	1
140107	1401070017	SAN LUIS	2	RURAL	15	OTROS	1401070017	19	19	57	1
140107	1401070018	SAN PEDRO	2	RURAL	05	CASERIO	1401070018	34	34	110	1
140107	1401070019	MONTE CRUZ	2	RURAL	05	CASERIO	1401070019	21	21	52	1
140107	1401070020	LAGUNAS (CANASLOCHE)	1	URBANO	05	CASERIO	1401070020	177	178	510	1
140107	1401070021	NUEVA ESPERANZA	2	RURAL	05	CASERIO	1401070021	15	15	39	1
140107	1401070027	PEROLES I	2	RURAL	15	OTROS	1401070027	14	14	35	1
140107	1401070028	PEROLES II	2	RURAL	15	OTROS	1401070028	4	4	10	1
140107	1401070029	PEROLES IV	2	RURAL	15	OTROS	1401070029	33	33	100	1
140107	1401070030	PEROLES III	2	RURAL	15	OTROS	1401070030	2	2	0	1
140107	1401070031	LA MANGA	2	RURAL	15	OTROS	1401070031	7	7	9	1
140107	1401070032	HUACA LA TEODORA	2	RURAL	15	OTROS	1401070032	3	3	2	1
140107	1401070034	LAS VEGAS	2	RURAL	15	OTROS	1401070034	28	28	84	1
140107	1401070035	EL PROGRESO	2	RURAL	15	OTROS	1401070035	77	77	205	1
140107	1401070037	LA ESPERANZA	2	RURAL	15	OTROS	1401070037	5	5	12	1
140107	1401070038	CERRO LA GUITARRA	2	RURAL	15	OTROS	1401070038	15	15	33	1
140107	1401070039	EL ALGODONAL	2	RURAL	15	OTROS	1401070039	8	8	12	1
140107	1401070040	EL LAUREL	2	RURAL	15	OTROS	1401070040	3	3	8	1

## Anexo 4. Datos de la Membrana – Fabricante NITTO

**Nitto**

**HYDRANAUTICS**  
Nitro Group Company

### Membrane Element

### SWC5 MAX

<b>Performance:</b>	Permeate Flow:	9,900 gpd (37.5 m <sup>3</sup> /d)
	Salt Rejection:	99.8 % (99.7 % minimum)
	Boron Rejection (Typical):	92.0% <sup>†</sup>

<b>Type</b>	Configuration:	Spiral Wound
	Membrane Polymer:	Composite Polyamide
	Membrane Active Area:	440 ft <sup>2</sup> (40.8m <sup>2</sup> )

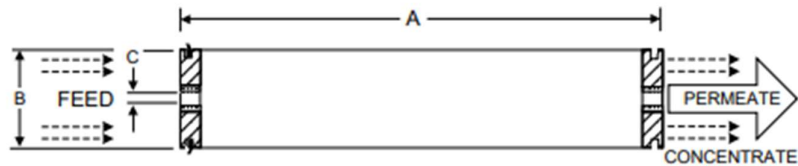
<b>Application Data*</b>	Maximum Applied Pressure:	1200 psig (8.27 MPa)
	Maximum Chlorine Concentration:	< 0.1 PPM
	Maximum Operating Temperature:	113 °F (45 °C)
	pH Range, Continuous (Cleaning):	2-11 (1-13) <sup>*</sup>
	Maximum Feedwater Turbidity:	1.0 NTU
	Maximum Feedwater SDI (15 mins):	5.0
	Maximum Feed Flow:	75 GPM (17.0 m <sup>3</sup> /h)
	Minimum Ratio of Concentrate to Permeate Flow for any Element:	5:1
	Maximum Pressure Drop for Each Element:	15 psi

\* The limitations shown here are for general use. For specific projects, operating at more conservative values may ensure the best performance and longest life of the membrane. See Hydranautics Technical Bulletins for more detail on operation limits, cleaning pH, and cleaning temperatures.

#### Test Conditions

The stated performance is initial (data taken after 30 minutes of operation), based on the following conditions:

32,000 ppm NaCl  
800 psi (5.5 MPa) Applied Pressure  
77 °F (25 °C) Operating Temperature  
10% Permeate Recovery  
6.5 - 7.0 pH Range



A, inches (mm)	B, inches (mm)	C, inches (mm)	Weight, lbs. (kg)
40.0 (1016)	7.89 (200)	1.125 (28.6)	36 (16.4)

Notice: Permeate flow for individual elements may vary + or - 15 percent. Membrane active area may vary +14%. Element weight may vary. All membrane elements are supplied with a brine seal, interconnector, and o-rings. Elements are enclosed in a sealed polyethylene bag containing less than 10% sodium meta-bisulfite solution, and then packaged in a cardboard box.

<sup>†</sup> When tested at standard test conditions with 5.0ppm Boron in feed solution.

Hydranautics believes the information and data contained herein to be accurate and useful. The information and data are offered in good faith, but without guarantee, as conditions and methods of use of our products are beyond our control. Hydranautics assumes no liability for results obtained or damages incurred through the application of the presented information and data. It is the user's responsibility to determine the appropriateness of Hydranautics' products for the user's specific end uses. 3/06/15

**LENNTECH**

info@lenntech.com Tel. +31-152-610-900  
www.lenntech.com Fax. +31-152-616-289

Anexo 5. Especificaciones técnicas de la membrana – Fabricante VEOLIA



**SERIE FIC**  
**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

Parámetros de funcionamiento	Uds.	Modelo						
		FIC-125	FIC-150	FIC-180	FIC-210	FIC-225	FIC-250	FIC-300
Caudal de producción nominal	m <sup>3</sup> /h	18,4	26,5	38,2	52	59,6	73,6	106
Perdida de carga máxima	bar	0,3						
Superficie filtrante	m <sup>2</sup>	1,23	1,77	2,54	3,46	3,98	4,91	7,07
Caudal de contralavado	m <sup>3</sup> /h	22,7	32,7	45,4	59	79,5	90,8	127,2
Caudal de aclarado	m <sup>3</sup> /h	18,4	26,5	38,2	52	59,6	73,6	106
Tiempo recom. contralavado	min	8						
Tiempo recom. aclarado	min	5						
Volumen agua lavado (aprox.)	m <sup>3</sup>	4,6	6,6	9,3	12,2	15,6	18,3	25,8
Presión de operación (min-max)	bar							
Peso de expedición	Kg	1.750	2.700	4.125	6.175	7.100	8.725	13.575
Peso en operación	Kg	2.853	4.291	6.509	9.568	11.069	13.867	21.288
Temp. operación (min-max)	°C							
Alimentación eléctrica	-	220 V 50 Hz, monofásico						
Conexión entrada	"	3		4		6		
Conexión salida	"	3		4		6		
<b>Dimensiones</b>								
Diámetro del tanque	mm	1.250	1.500	1.800	2.100	2.250	2.500	3.000
Ancho	mm	1.431	1.500	1.800	2.100	2.250	2.500	3.000
Altura total	mm	3.300	3.410	3.670	3.720	3.890	4.060	4.320
Profundidad	mm	1.850	1.992	2.389	2.700	3.034	3.295	3.817

## Product Codes and Cartridge Selection

Top-of-the-Line Harmsco® "801-Series" cartridges with approximately six sq. ft. of media per 9-3/4" length

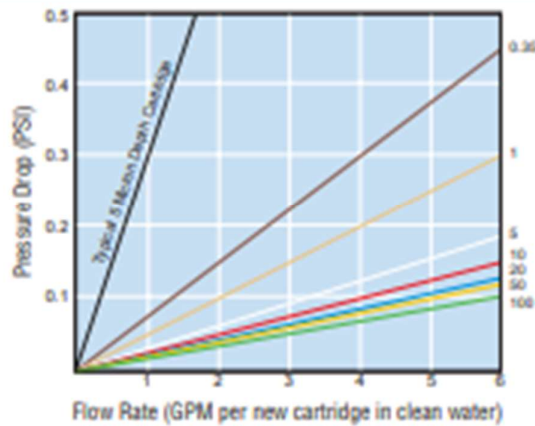


801 Series Cartridges



Nominal Micron	Product Code								End Cap	Cartridges per Case
	Single/Regular	Single/High Temp.	Double	Triple	10"	20"	30"	40"		
0.35	801-0.35		921-0.35	931-0.35	801-0.35/10	801-0.35/20	801-0.35/30	801-0.35/40	Brown	24
1	801-1	801-1-HT	921-1	931-1	801-1/10	801-1/20	801-1/30	801-1/40	Tan	24
5	801-5	801-5-HT	921-5	931-5	801-5/10	801-5/20	801-5/30	801-5/40	White	24
10	801-10		921-10	931-10					Red	24
20	801-20	801-20-HT	921-20	931-20	801-20/10	801-20/20	801-20/30	801-20/40	Blue	24
50	801-50	801-50-HT	921-50	931-50	801-50/10	801-50/20	801-50/30	801-50/40	Yellow	24
100	801-100								Green	24

Note: Single length 801-Series cartridges available shrink wrapped designated by "W" following product code.  
 \* For competitive filter housings requiring true 10", 20", 30" and 40" length cartridges.  
 High temp cartridges rated up to 200°F.



### Low Pressure Drop with Harmsco® Cartridges

Pressure drops are exceptionally low with Harmsco 801 Series cartridges due to high surface area and Polyester-Plus™ engineered media. The data shown to left is per 9-3/4" cartridge in clean water.



Note: Lines in graph at left correspond with color codes used to identify each filter cartridge's nominal micron rating.

Five commonly used filter cartridge types were evaluated in our test facility to determine filter life and dirt holding capacity. All cartridges tested are rated five micron nominal by their manufacturer. A mixture of water and coarse test dust was used to determine relative performance. Each cartridge was weighed prior to the tests, thoroughly dried and weighed after the tests to determine solids removal. Gallons filtered were recorded until each cartridge reached its capacity at 30 psid. The results are shown below.

#### Pleated cartridges

#### Depth cartridges

To dramatically demonstrate relative performance between the five 5 micron cartridge types tested, a highly concentrated mixture of water and coarse test dust, representing 3% solids by weight, was used. Filtration capacity was terminated when each cartridge reached 30 psi (2 bar) differential.



	Harmsco 801	WaterBetter	Resin Bonded	Spun Polypropylene	String Wound
Solids removed:	12.0 oz. (340 grams)	7.0 oz. (199 grams)	3.3 oz. (94 grams)	2.5 oz. (71 grams)	2.1 oz. (60 grams)
Quantity filtered:	50.4 gals. (189 liters)	33.2 gals. (124 liters)	8.4 gals. (32 liters)	5.9 gals. (22 liters)	4.0 gals. (15 liters)




**LENTECH**

info@lentech.com  
 www.lentech.com  
 Tel. +31-15-261.09.00  
 Fax. +31-15-261.62.89

## Anexo 7. Características del bastidor

**MODELOS**




### Capacity Range

8,000  
up to  
660,000

### Gallons Per Day

Available Power Options

380v ~ 480v @ 50/60Hz




**Especificaciones de Operación**

<p>Temperatura máxima del agua de alimentación: 42 °C</p> <p>Actualización de equipos para TDS de hasta 50,000 ppm</p> <p>H2S, la turbidez y la materia orgánica deben eliminarse</p>	<p>Agua de alimentación TDS: 10,000-40,000 ppm</p> <p>Presión de trabajo: 700 a 1,000 psi</p> <p>Rango de tolerancia de pH: 5-11</p>	<p>Presión de alimentación de agua: 40 a 80 psi</p> <p>Se requiere una dosificación anti Escalante</p> <p>Contenido máximo de hierro: 0.05 ppm</p>
---	--	--

Número de modelo	Caudal		Cantidad de Membranas de 5" (único paso)	Motor HP a 1000 ppm		Peso Aproximado (Libras)	Dimensiones
	GPD	m <sup>3</sup> /Día		60 Hz	50 Hz		
SW-80K-1380	8,000	30	2	15	15	2,800	100"x62"x72"
SW-12K-1380	12,000	45	3	20	25	2,800	160"x62"x72"
SW-16K-1480	16,000	61	4	25	30	2,700	180"x60"x72"
SW-24K-2380	24,000	91	6	40	45	3,200	180"x60"x72"
SW-32K-2480	32,000	121	8	60	65	4,200	180"x72"x72"
SW-48K-2580	48,000	182	12	75	80	5,600	260"x72"x72"
SW-64K-4480	64,000	242	16	80	85	6,500	180"x72"x72"
SW-72K-5580	72,000	275	18	80	85	10,000	260"x72"x80"
SW-96K-4580	96,000	365	24	85	100	13,000	260"x72"x80"
SW-120K-4780	120,000	424	26	100	110	14,000	350"x72"x80"
SW-136K-5680	136,000	515	34	110	120	15,000	260"x72"x80"
SW-168K-6780	168,000	636	42	120	130	16,000	350"x72"x80"
SW-196K-7780	196,000	742	48	130	150	16,500	350"x72"x80"
SW-224K-8780	224,000	848	56	160	175	11,000	350"x72"x79"
SW-252K-8780	252,000	954	65	175	190	18,000	350"x72"x79"
SW-280K-12780	280,000	1060	70	190	190	19,000	350"x72"x79"
SW-370K-12780	370,000	1300	84	190	230	20,000	350"x85"x80"
SW-420K-15780	420,000	1580	105	230	220	21,000	350"x85"x80"
SW-500K-16780	500,000	1885	126	320	320	22,000	350"x85"x80"
SW-600K-18880	600,000	2300	144	350	350	27,000	380"x85"x80"

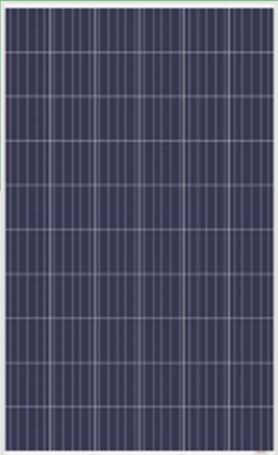
## Anexo 8. Especificaciones técnicas de los paneles solares



# AS-6P30

## 270W~300W


### POLYCRYSTALLINE MODULE



#### ADVANCED PERFORMANCE & PROVEN ADVANTAGES

- High module conversion efficiency up to 18.44% through innovative five busbar cell technology.
- Low degradation and excellent performance under high temperature and low light conditions.
- Robust aluminum frame ensures the modules to withstand wind loads up to 3600Pa and snow loads up to 5400Pa.
- High reliability against extreme environmental conditions (passing salt mist, ammonia and hail tests).
- Potential induced degradation (PID) resistance.
- Positive power tolerance of 0 ~ +3 %.

#### CERTIFICATIONS

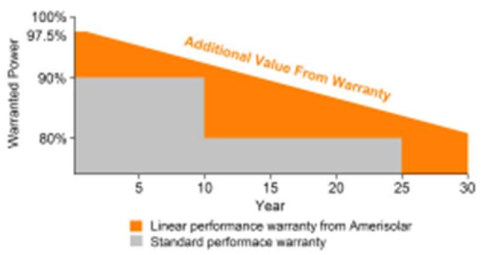


- IEC 61215, IEC 61730, UL 1703, IEC 62716, IEC 61701, IEC TS 62804, CE, CQC, ETL(USA), JET(Japan), J-PEC(Japan), KS(South Korea), BIS(India), MCS(UK), CEC(Australia), CSI Eligible(CA-USA), Israel Electric(Israel), InMetro(Brazil), TSE(Turkey)
- ISO 9001:2015: Quality management system
- ISO 14001:2015: Environmental management system
- ISO 45001:2018: Occupational health and safety management system

#### SPECIAL WARRANTY

- 20 years product warranty
- 30 years linear power output warranty

Passionately  
 committed to  
 delivering innovative  
 energy solution



The graph illustrates the performance warranty over a 30-year period. The y-axis represents 'Warranted Power' from 80% to 100%, and the x-axis represents 'Year' from 0 to 30. A grey line shows a 'Standard performance warranty' starting at 97.5% at year 0 and decreasing to 80% at year 30. An orange line shows a 'Linear performance warranty from Amerisolar' starting at 97.5% at year 0 and decreasing to 85% at year 30. The area between the two lines is shaded orange and labeled 'Additional Value From Warranty'.

Year	Standard performance warranty (%)	Linear performance warranty from Amerisolar (%)
0	97.5	97.5
5	92.5	92.5
10	87.5	87.5
15	82.5	85.0
20	80.0	82.5
25	80.0	80.0
30	80.0	85.0

Worldwide Energy and Manufacturing USA Co., Ltd.  
www.weamerisolar.com, sales@weamerisolar.com

EN-V2.0-2020

# Anexo 9. Escenario Esperado

Precio del agua	\$0.18	consumo al día	0.175	3821	9986/3821
ESCENARIO ESPERADO		consumo hogar	0.525	\$131,073.67	

	18%	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
INGRESOS			\$131,100.00	\$154,698.00	\$182,543.64	\$215,401.50	\$254,173.76	\$299,925.04	\$353,911.55	\$417,615.63	\$492,786.44	\$581,488.00	\$686,155.84	\$809,663.89	\$955,403.39	\$1,127,376.00	\$1,330,303.68	\$1,569,758.35	\$1,852,314.85	\$2,185,731.52	\$2,579,163.20	\$3,043,412.57
INVERSIÓN		\$9,027,439.00																				
capital de trabajo																						
EGRESOS																						
COSTOS FIJOS			\$75,844.33	\$75,844.33	\$75,844.33	\$75,844.33	\$75,844.33	\$75,844.33	\$75,844.33	\$75,844.33	\$75,844.33	\$75,844.33	\$75,844.33	\$75,844.33	\$75,844.33	\$75,844.33	\$75,844.33	\$75,844.33	\$75,844.33	\$75,844.33	\$75,844.33	\$75,844.33
COSTOS VARIABLES			\$30,905.28	\$36,468.23	\$43,032.51	\$50,778.36	\$59,918.47	\$70,703.79	\$83,430.48	\$98,447.96	\$116,168.60	\$137,078.94	\$161,753.15	\$190,868.72	\$225,225.09	\$265,765.61	\$313,603.42	\$370,052.03	\$436,661.40	\$515,260.45	\$608,007.33	\$717,448.65
TOTAL DE EGRESOS			\$106,749.61	\$112,312.56	\$118,876.84	\$126,622.69	\$135,762.80	\$146,548.12	\$159,274.80	\$174,292.29	\$192,012.92	\$212,923.27	\$237,597.48	\$266,713.05	\$301,069.42	\$341,609.93	\$389,447.74	\$445,896.36	\$512,505.72	\$591,104.78	\$683,851.66	\$793,292.98
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS			\$24,350.39	\$42,385.44	\$63,666.80	\$88,778.80	\$118,410.97	\$153,376.92	\$194,636.74	\$243,323.34	\$300,773.52	\$368,564.73	\$448,558.36	\$542,950.84	\$654,333.98	\$785,766.07	\$940,855.94	\$1,123,861.99	\$1,339,809.13	\$1,594,626.75	\$1,895,311.54	\$2,250,119.60
IMPUESTO (29.5%)			\$7,183.37	\$12,503.71	\$18,781.71	\$26,189.75	\$34,931.24	\$45,246.19	\$57,417.84	\$71,780.38	\$88,728.19	\$108,726.60	\$132,324.72	\$160,170.50	\$193,028.52	\$231,800.99	\$277,552.50	\$331,539.29	\$395,243.69	\$470,414.89	\$559,116.90	\$663,785.28
UTILIDAD DESPUES DE IMPUESTOS			\$31,533.76	\$54,889.15	\$82,448.51	\$62,589.06	\$83,479.73	\$108,130.73	\$137,218.91	\$171,542.95	\$212,045.33	\$259,838.13	\$316,233.64	\$382,780.35	\$461,305.45	\$553,965.08	\$663,303.44	\$792,322.70	\$944,565.43	\$1,124,211.86	\$1,336,194.64	\$1,586,334.32
DEPRECIACIÓN																						
FLUJOS		\$9,027,439.00	\$31,533.76	\$54,889.15	\$82,448.51	\$62,589.06	\$83,479.73	\$108,130.73	\$137,218.91	\$171,542.95	\$212,045.33	\$259,838.13	\$316,233.64	\$382,780.35	\$461,305.45	\$553,965.08	\$663,303.44	\$792,322.70	\$944,565.43	\$1,124,211.86	\$1,336,194.64	\$1,586,334.32
capital de trabajo																						
FLUJO DE CIA ECONOMICO		\$9,027,439.00	\$31,533.76	\$54,889.15	\$82,448.51	\$62,589.06	\$83,479.73	\$108,130.73	\$137,218.91	\$171,542.95	\$212,045.33	\$259,838.13	\$316,233.64	\$382,780.35	\$461,305.45	\$553,965.08	\$663,303.44	\$792,322.70	\$944,565.43	\$1,124,211.86	\$1,336,194.64	\$1,586,334.32

TASA		20%
VAN	-8,228,468.39	
TIR		0%

# Anexo 10. Escenario Optimista

Precio del agua \$0.18 consumo al día 0.175 3821 9986/3821  
 ESCENARIO OPTIMISTA consumo hogar 0.525 \$131,073.67

	43%	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
INGRESOS		\$131,100.00	\$187,473.00	\$268,086.39	\$383,363.54	\$548,209.86	\$783,940.10	\$1,121,034.34	\$1,603,079.11	\$2,292,403.12	\$3,278,136.47	\$4,687,735.15	\$6,703,461.26	\$9,585,949.60	\$13,707,907.93	\$19,602,308.34	\$28,031,300.92	\$40,084,760.32	\$57,321,207.25	\$81,969,326.37	\$117,216,136.72	
INVERSIÓN		\$9,027,439.00																				
capital de trabajo																						
EGRESOS																						
COSTOS FIJOS		\$75,844.33	\$75,844.33	\$75,844.33	\$75,844.33	\$75,844.33	\$75,844.33	\$75,844.33	\$75,844.33	\$75,844.33	\$75,844.33	\$75,844.33	\$75,844.33	\$75,844.33	\$75,844.33	\$75,844.33	\$75,844.33	\$75,844.33	\$75,844.33	\$75,844.33	\$75,844.33	\$75,844.33
COSTOS VARIABLES		\$30,905.28	\$44,194.55	\$63,198.21	\$90,373.44	\$129,234.01	\$184,804.64	\$264,270.63	\$377,907.01	\$540,407.02	\$772,782.04	\$1,105,078.32	\$1,580,261.99	\$2,259,774.65	\$3,231,477.75	\$4,621,013.18	\$6,608,048.85	\$9,449,509.85	\$13,512,799.09	\$19,323,302.69	\$27,632,322.85	
TOTAL DE EGRESOS		\$106,749.61	\$120,038.88	\$139,042.53	\$166,217.76	\$205,078.34	\$260,648.97	\$340,114.96	\$453,751.33	\$616,251.35	\$848,626.37	\$1,180,922.64	\$1,656,106.32	\$2,335,618.98	\$3,307,322.08	\$4,696,857.51	\$6,683,893.17	\$9,525,354.18	\$13,588,643.41	\$19,399,147.02	\$27,708,167.18	
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS		\$24,350.39	\$67,434.12	\$129,043.86	\$217,145.77	\$343,131.52	\$523,291.13	\$780,919.38	\$1,149,327.77	\$1,676,151.77	\$2,429,510.10	\$3,506,812.50	\$5,047,354.94	\$7,250,330.62	\$10,400,585.85	\$14,905,450.83	\$21,347,407.75	\$30,559,406.14	\$43,732,563.84	\$62,570,179.35	\$89,507,969.54	
IMPUESTO (29.5%)		\$7,183.37	\$19,893.07	\$38,067.94	\$64,058.00	\$101,223.80	\$154,370.88	\$230,371.22	\$339,051.69	\$494,464.77	\$716,705.48	\$1,034,509.69	\$1,488,969.71	\$2,138,847.53	\$3,068,172.83	\$4,397,107.99	\$6,297,485.29	\$9,015,024.81	\$12,901,106.33	\$18,458,202.91	\$26,404,851.01	
UTILIDAD DESPUES DE IMPUESTOS		\$31,533.76	\$87,327.19	\$167,111.79	\$153,087.77	\$241,907.72	\$368,920.25	\$550,548.16	\$810,276.08	\$1,181,687.00	\$1,712,804.62	\$2,472,302.81	\$3,558,385.23	\$5,111,483.09	\$7,332,413.03	\$10,508,342.84	\$15,049,922.46	\$21,544,381.33	\$30,831,457.51	\$44,111,976.44	\$63,103,118.52	
DEPRECIACIÓN																						
FLUJOS		-\$9,027,439.00	\$31,533.76	\$87,327.19	\$167,111.79	\$153,087.77	\$241,907.72	\$368,920.25	\$550,548.16	\$810,276.08	\$1,181,687.00	\$1,712,804.62	\$2,472,302.81	\$3,558,385.23	\$5,111,483.09	\$7,332,413.03	\$10,508,342.84	\$15,049,922.46	\$21,544,381.33	\$30,831,457.51	\$44,111,976.44	\$63,103,118.52
capital de trabajo																						
FLUJO DE CIA ECONOMICO		-\$9,027,439.00	\$31,533.76	\$87,327.19	\$167,111.79	\$153,087.77	\$241,907.72	\$368,920.25	\$550,548.16	\$810,276.08	\$1,181,687.00	\$1,712,804.62	\$2,472,302.81	\$3,558,385.23	\$5,111,483.09	\$7,332,413.03	\$10,508,342.84	\$15,049,922.46	\$21,544,381.33	\$30,831,457.51	\$44,111,976.44	\$63,103,118.52

TASA		20%
VAN		731,131.42
TIR		21%





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, SALAZAR MENDOZA ANIBAL JESUS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, asesor de Tesis titulada: "Análisis de la viabilidad técnica y económica para instalar una planta desalinizadora de agua con energía solar fotovoltaica Distrito de Lagunas", cuyos autores son GONZALES REYES JESUS MIGUEL, SANCHEZ LLONTOP CARLOS EDUARDO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

CHICLAYO, 22 de Julio del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
SALAZAR MENDOZA ANIBAL JESUS <b>DNI:</b> 16720249 <b>ORCID:</b> 0000-0003-4412-8789	Firmado electrónicamente por: AJSALAZARM el 22- 07-2022 20:17:40

Código documento Trilce: TRI - 0361799