



ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

EL CONSUMO DE AGUA DE ALTAMAR PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LA CIUDAD DE
LIMA

Línea de investigación:
Gestión empresarial e inclusión social

Tesis para Optar el Grado Académico de Doctor en Administración

Autor:

Sánchez Cáceres, Isaac

Asesor:

Talledo Reyes, Rodolfo Fernando
(ORCID: 0000-0002-3461-3142)

Jurado:

Antón De Los Santos, Pedro Juan

Mayhuasca Guerra, Jorge Víctor

Flores Sotelo, Willian Sebastian

Lima - Perú

2021

Referencia:

Sánchez Cáceres, I. (2021). El consumo de agua de altamar para el desarrollo sostenible en la Ciudad de Lima. [Tesis de doctorado, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio Institucional UNFV.
<http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/5387>



Reconocimiento - No comercial - Sin obra derivada (CC BY-NC-ND)

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede generar obras derivadas ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

El consumo de agua de altamar para el desarrollo
sostenible en la ciudad de Lima

Línea de investigación:

Gestión empresarial e inclusión social

Tesis para optar el grado académico de

Doctor en Administración

Autor

Sánchez Cáceres, Isaac

Asesor

Talledo Reyes, Rodolfo Fernando

Jurado

Antón De Los Santos, Pedro Juan

Mayhuasca Guerra, Jorge Víctor

Flores Sotelo, Willian Sebastian

Lima-Perú

2021

Índice

Resumen.....	v
Abstract.....	vi
I. Introducción.....	1
1.1 Planteamiento del Problema.....	3
1.2 Descripción del Problema	6
1.3 Formulación del problema	9
1.4 Antecedentes	10
1.5 Justificación de la investigación.....	17
1.6 Limitaciones de la investigación	21
1.7. Objetivos de la investigación	22
II. Marco teorico	24
2.1 Marco Conceptual.....	24
III. Método	39
3.1 Tipo de Investigación	39
3.2 Población y Muestra	39
3.3 Operacionalización de categorías	43
3.4 Instrumentos	44
3.5 Procedimientos	44
3.6 Análisis de datos	45
3.7 Consideraciones éticas.....	45
IV. Resultados.....	46
4.1 Análisis e Interpretación de los resultados obtenidos	46
V. Discusión de resultados.....	50
VI. Conclusiones.....	56
VII. Recomendaciones	58
VIII. Referencias.....	59
IX. Anexos	63
Anexo N° 1. Matriz de consistencia	64
Anexo N° 2. Instrumento de Investigacion.....	65

Índice de Tablas

Tabla 1. Operacionalización de categorías _____	43
Tabla 2. Anexo 1. Matriz de consistencia _____	64

Índice de Figuras

Figura 1. Viabilidad de la comercialización del agua de mar _____ 42

Resumen

Progresivamente disminuye el agua potable para consumo humano y uso industrial, obligando a los países a buscar fuentes de abastecimiento; si bien esto es perentorio en países mediterráneos de geografía plana, en los países costeros el interés se ha centrado en desarrollar procesos de desalinización y tratamiento del agua de mar. De allí el interés del presente estudio por *Analizar la viabilidad de comercializar el agua de mar tratada considerando sus costos para desalinizarla, potabilizarla y adecuarla, considerando la predisposición de la población y de los industriales a consumirla en reemplazo del agua dulce* en Lima -Perú., desarrollándose dentro del enfoque cualitativo como una investigación descriptiva en 10 profesionales de ingeniería industrial involucrados en el diseño e implementación de plantas de tratamiento de agua de mar. El estudio encajó dentro de un diseño fenomenológico y los datos se recogieron directamente de los sujetos de estudio mediante observación participante y entrevista en profundidad, emergiendo para el análisis las categorías: Disposición de tecnología y personal especializado en el tratamiento del agua de mar, predisposición de la población al consumo del agua de mar y empleo industrial del agua de mar. Se concluyó que es viable el consumo para uso industrial y menos probable para consumo humano.

Palabras clave: Desalación, ósmosis inversa, estrés hídrico, salmuera

Abstract

Progressively decreases drinking water for human consumption and industrial use, forcing countries to look for sources of supply; Although this is peremptory in Mediterranean countries with flat geography, in the coastal countries the interest has focused on developing seawater desalination and treatment processes. Hence the interest of this study to analyze the feasibility of marketing treated seawater considering its costs to desalinate, make it drinkable and adapt it, considering the predisposition of the population and industrialists to consume it in replacement of fresh water in Lima -Peru. , developing within the qualitative approach as a descriptive research in 10 industrial engineering professionals involved in the design and implementation of seawater treatment plants. The study fit into a phenomenological design and the data were collected directly from the study subjects through participant observation and in-depth interviews, emerging for the analysis the categories: provision of technology and personnel specialized in the treatment of seawater, predisposition of the population to the consumption of sea water and industrial use of seawater. It was concluded that consumption is viable for industrial use and less likely for human consumption.

Keywords: Desalination, reverse osmosis, water stress, brine

I. Introducción

La mirada para solucionar el estrés hídrico se vuelve hacia el mar, pero teniendo en cuenta que no es interés del estado invertir en estas nuevas tecnologías para solucionar el desabastecimiento, se deja en manos de la iniciativa privada la construcción y mantenimiento de las plantas desalinizadoras, las cuales como es natural comienzan calculando las posibilidades de recuperación económica de la inversión en los proyectos de desalinización, potabilización y distribución del agua tratada. Estas posibilidades pasan por la percepción que tiene la población sobre el consumo de agua de mar tratada como bebida, más allá de presentarla como nutritiva y asignarle propiedades benéficas sin duda, pero poco tangibles para el poblador; asimismo, la otra fuente de demanda la representan las industrias que requieren de agua para sus procesos de producción, las que por las experiencias en el país mostrarían mayor disponibilidad en el uso del agua de mar. Estas interrogantes fueron el punto de partida del estudio realizado, por considerar que contar directamente con esta agua sería una solución deseable para las zonas desabastecidas, pero conociendo que la inversión es bastante elevada estos proyectos solo serían viables si hay posibilidades de recuperación académica de lo invertido y contar con suficiente ingreso para el costoso mantenimiento que evitaría que estas plantas dejaran de operar.

Llevo lo sostenido a conocer en primer lugar si existen posibilidades tecnológicas en el país para emprender estos proyectos; en segundo lugar, la percepción de la población sobre el consumo del agua de mar y finalmente la posición que asumirían las industrias; queda sin embargo para nuevas investigaciones al respecto, analizar los costos no económicos: sociales y ambientales de estos proyectos, conocer los impactos en la biodiversidad marina y como se abordarían, teniendo en cuenta que

constituyen uno de los principales recursos del país; por otro lado, se debe tener en cuenta que las posibilidades del consumo pasan por educar a la población para que desestimen los mitos generados en torno al agua de mar, lo que seguramente requerirá de concebir un plan educativo de largo alcance y que deberá explicarse la razón de su implementación en la currícula escolar.

Finalmente, el análisis de los casos desarrollados en diferentes partes del mundo nos lleva a considerar la desalinización y potabilización del agua de mar como una gran solución, poco viable sin la intervención y compromiso del estado en el desarrollo de las plantas de tratamiento. Se advierte que se ha tenido un indiscutible éxito en países con un elevado estrés hídrico, carentes de otras fuentes de abastecimiento con las que se podría solucionar la falta de agua y que disponen de grandes fuentes de energía, solar o derivada de la combustión de hidrocarburos y en los cuales la investigación tecnológica en este campo alcanzó un notorio desarrollo. Por ello se plantea la siguiente problemática: ¿Cómo comprender el consumo de agua de altamar para el desarrollo sostenible en la ciudad de Lima?

En base a lo explicado anteriormente el objetivo general del presente trabajo de investigación es: Analizar el consumo de agua de altamar para el desarrollo sostenible en la ciudad de Lima.

Se deben alcanzar propuestas factibles y con las mayores probabilidades de ser acogidas por la población, por lo que deben partir desde un análisis de la situación en el país, esencialmente si en la población peruana se ha incrementado el conocimiento al respecto y si existe una actitud proactiva respecto al consumo de agua de mar.

Esta investigación tiene un enfoque cualitativo, encajó dentro de un diseño fenomenológico como una investigación descriptiva en 10 profesionales de ingeniería

industrial involucrados en el diseño e implementación de plantas de tratamiento de agua de mar, los datos se recogieron directamente de los sujetos de estudio mediante observación participante y entrevista en profundidad. Esta investigación está desarrollada en nueve puntos. En el primer punto se describe la introducción, en el segundo punto se describe el Marco Teórico constituido por el Marco Conceptual, en el tercer punto se describe el Método de la investigación, en el cuarto punto están los Resultados, en el quinto punto se aprecia la Discusión de Resultados. Finalizando, se culmina con las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y los anexos.

1.1 Planteamiento del Problema

Pese a que el Perú presenta una zona costera típicamente desértica y con muchos sectores no abastecidos con agua potable, el estar surcada por numerosos ríos que descienden desde la cordillera de los andes atravesándola en dirección al mar ha permitido se formen valles fértiles principalmente productores de frutales y hortalizas, lo que da la sensación de no tener problemas de agua, más aun sabiendo que en las zonas de puna se forman grandes lagunas naturales por las lluvias, dando origen a los ríos, gran parte de los cuales descienden por la vertiente oriental hacia la Amazonía.

Esta aparente bonanza hídrica, que ciertamente disfrutaban las ciudades donde los sistemas de agua y desagüe se hallan desarrollados hasta cierto punto y efectivamente habría menos necesidades de agua si el crecimiento vegetativo de la población fuera horizontal, contrariamente a lo que se ha experimentado en las últimas décadas en las cuales las viviendas se han posicionado en las laderas de los cerros, evidenciando la migración andina a la costa, agregándose últimamente la explosión en el sector vivienda de los predios multifamiliares, lo que demanda un mayor volumen de agua

en un área que ya tenía un abastecimiento planificado pero para viviendas unifamiliares.

Según el Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (Sedapal, 2017), la empresa responsable del abastecimiento de agua, ha comunicado en diversos momentos que Lima, segunda ciudad en tamaño asentada en un desierto, tiene asegurado el abastecimiento por cuanto los reservorios se hallan llenos y no pocas veces han debido liberar el agua para evitar los desembalses bruscos. Sin embargo, el problema se hace visible cuando por efecto de las alteraciones climáticas no se producen las lluvias estacionarias y se reduce el volumen de agua disponible para su tratamiento o cuando los deslizamientos de las laderas convierten los ríos en masas de lodo incontrolable afectando los procesos de potabilización del agua que determina una merma en el abastecimiento de agua potable en las redes establecidas y que provoca desabastecimiento en las zonas críticas. Entonces aparece el estrés hídrico como una amenaza pendiente.

Surgido el inconveniente diferentes sectores del estado, vivienda, interior y educación, arremeten contra la población para “tratar de convencerla” que se tiene que ahorrar el agua; quizá por ello el sector educación es el encargado de concientizar desde pequeños a las personas utilizándose distintas estrategias, pero que al final terminan mostrando el ciclo hidrológico, proceso natural que se inicia en el mar y por mecanismos térmico ambientales se condensa y licúa para precipitarse formando aquellas lagunas y ríos naturales que para los niños, sobre todo andino y selváticos, le son tan familiares y dada su cosmovisión difícilmente están en condiciones de aceptar que el ciclo podría cortarse y quedarnos sin agua. No es difícil conversar en las ciudades costeras con personas migrantes, que guardan en su mente la visión de

grandes masas de agua a las que denominan “espejos del cielo”, porquiales torrentoso que emergen entre las rocas de las montañas para reunirse más abajo en ríos que los surten del agua que necesitan y que parecen inagotables, evidentemente para ellos buscar nuevas fuentes de agua no les parece necesario. Quizá en los círculos académicos, prejuiciados muchas veces contra los conocimientos ancestrales de los pobladores, y hasta motejados como “no científicos”, convendría preguntarnos cuánto de razón tienen en este convencimiento.

Pero, un país indudablemente privilegiado como el Perú afronta otras problemáticas de índole social y económica como correlato de una política aprovechada que necesita mantener el estado de las cosas invariable para proclamarse indispensables en las soluciones de los problemas, ¿casos?, sobran, haber tenido paralizada la construcción de un tren por más de veinte años sabiendo hasta el más humilde morador que solucionaría el problema del transporte; paralizar cinco años la construcción iniciada de los túneles que permiten hoy en día el acceso a San Juan de Lurigancho, pese a que lo necesitaba por ser el más poblado de los distritos; no concluir la ampliación del único aeropuerto internacional en Lima, que permitiría el acceso de nuevas aerolíneas abriendo un mercado de ofertas competitivo; el sueño del trasvase de agua de la zona oriental a la costa, cuyo costo es inferior a los exorbitantes presupuestos pagados en la ejecución de proyectos de menor trascendencia, léase transoceánica, línea amarilla, obras hermosas, impactantes sin duda pero que dudosamente están beneficiando a reducidas poblaciones donde se construyeron. Obviamente, no hay prisa por solucionar el desabastecimiento de agua para poblaciones reducidas, total tanques cisternas destartadas les llevan el agua que necesitan, de dudosa procedencia, insalubre y la más cara de Lima, no importa ya tienen lo que necesitan y por si fuera poco surge un nuevo prodigio en el país, la costa

que se extiende de un extremo a otro en el país, bañada por uno de los mares más productivos del planeta.

1.2 Descripción del Problema

Según Burstein, (2018), consideró que, en la política de estado sobre recursos hídricos en el Perú, se asume el compromiso de cuidar el agua como patrimonio de la nación y como derecho fundamental el acceso al agua potable de la persona, pero una ineficiente gestión de este recurso ha llevado a una aguda escasez de agua con altos índices de contaminación. Advierte que la costa sólo cuenta con 2 % de disponibilidad hídrica para abastecer al 70% de la población peruana que se concentra en ella, mientras que la cuenca amazónica, dispone del 97,4 % del recurso hídrico.

Esto ha puesto en riesgo el acceso de la población a alimentos suficientes y de calidad, que les permita desarrollar una vida activa y saludable dentro de una concepción de desarrollo humano integral; agravándose esta situación por el incesante crecimiento demográfico. Por otro lado, existe una relación directa entre la falta de agua potable y saneamiento con la prevalencia de enfermedades diarreicas, en especial entre niñas y niños menores de cinco años.

Según Molina, Gutiérrez, Sánchez y Ayola, (2016), urge entonces contar con alternativas viables que aseguren la provisión de agua a la población y teniendo en cuenta que a lo largo de su costa occidental el país se halla en contacto con el agua de mar, la potabilización de ésta surge como una de ellas. Su viabilidad en cierta medida se garantiza con los antecedentes de su comercialización para el consumo en otros países, como en el caso de Colombia dónde los laboratorios de Biotecnología,

Tecnología de alimentos y bebidas han formulado la producción de una bebida hidratante nutricional de origen marino.

Según Munuera y Rodríguez, (2016), no debe dejar de advertirse que la potabilización del agua de mar tiene implicancias técnicas, económicas, políticas y pese a que interesa a todos los países en general el desarrollo de las técnicas necesarias en el proceso se ve limitado por tres aspectos sustanciales: El costo de producción de agua desalinizada, el pensar que no será posible obtener esta agua para el uso agrícola a precios económicos y la esperanza de contar con agua dulce a un costo inferior. Pero, deberá considerarse el agua de mar como un recurso de riqueza natural y proponer un modelo de consumo de agua de altamar que deberá basarse en una estrategia que no mida solo el precio y la utilidad que el producto brinde, además de crear nuevos espacios de mercado apelando a las emociones del consumidor.

Deberá convencerse de que el consumo de agua de altamar resulta muy beneficioso por conservar sus propiedades, así como los minerales y oligoelementos de manera sana y natural contribuiría a erradicar la malnutrición de las personas, mejoraría la salud de forma natural en una variedad de enfermedades como las cardiovasculares, diarreas, gastritis, óseas, musculares y articulares; la hipertensión arterial y la insuficiencia renal entre otras.

Actualmente el agua de mar es bebida en países como España, México, Colombia y Nicaragua entre otros, una vez depurada puede beberse y si es ingerida periódicamente alcaliniza el organismo previniendo diversas patologías. A la fecha, alrededor de 60 millones de personas beben agua desalinizada a nivel mundial.

Investigaciones realizadas en el Perú consideraron que el mayor consumo de agua desalinizada se da en el sector minero y no siendo nueva esta alternativa en el país,

citándose el caso de la Empresa española Técnicas de Desalinización de Aguas S.A. Pro inversión a quien se le dio la concesión por 25 años de un proyecto que permitirá dotar de agua potable a los balnearios del sur de Lima: Punta Hermosa, Punta Negra, San Bartolo y Santa María del Mar, beneficiando a 25 mil habitantes de la provincia de Lima. En Chincha se ubica la primera planta desalinizadora del Perú, en el yacimiento Cerro Lindo montada con una inversión de US\$ 120 millones.

El consumo de agua de altamar es una alternativa viable a largo plazo ya que la instalación de toda la tecnología de punta y el estudio ambiental no servirá solo para mitigar problemas presente, sino más bien permitirá adelantarse a problemas futuros. Generalizar su consumo requiere de la aceptación de los consumidores constituyendo un océano azul, es decir crear nuevos espacios para el consumo y asegurar la viabilidad de la estrategia.

Las empresas actualmente disponen del suficiente know-how para asegurar el éxito comercial y un océano azul es una alternativa viable remplazando al mercado tradicional. Actualmente el know-how dispone de avanzadas herramientas de marketing y neuromarketing.

Según Arteaga, (2005), las necesidades existen en el individuo mismo y el medio ambiente que le rodea. Lo que hace el marketing es descubrir esas necesidades y provocar en el individuo el deseo de satisfacerlas a través del consumo de un producto o servicio.

Lo cierto es que el agua de Altamar es fácilmente asequible para las ciudades costeras del Perú y constituye un recurso prácticamente infinito con el cual podemos abordar el problema de la escasez de agua de modo racional, en base al análisis y mediante conocimientos previamente adquiridos. Con la finalidad de avanzar

firmente al desarrollo de esta estrategia, se requiere conocer en forma confiable la disposición de la población a incorporar su consumo como parte de la dieta y como un insumo para la actividad industrial y comercial.

Entonces, se hace necesario conocer:

1. La opinión de los profesionales especializados acerca de la disposición de tecnología y especialistas en desalinizar y potabilizar el agua del mar peruano para su comercialización a gran escala.
2. La predisposición de la población para aceptarla como agua de consumo.
3. La posibilidad de que los industriales la empleen en sus actividades.

1.3 Formulación del problema

1.3.1 Problema General.

- ¿Cómo comprender el consumo de agua de altamar para el desarrollo sostenible en la ciudad de Lima?

1.3.2 Problemas Específicos.

- ¿Cuál es la viabilidad de comercializar el agua de mar tratada considerando sus costos para desalinizarla, potabilización y adecuarla, considerando la predisposición de la población y de los industriales a consumirla en reemplazo del agua dulce?

- ¿Cuál es la tecnología y el personal preparado que se tiene en el país para desarrollar alguna de las estrategias que se emplean en el tratamiento del agua de mar y los factores o aspectos determinantes para ello?
- ¿Cuáles son las propiedades bioquímicas del agua de mar, restituyentes del equilibrio osmótico corporal, que determinarían que la población acepte el agua de mar tratada como bebida de consumo?
- ¿Cuáles serían los aspectos que posibilitarían que el agua de mar tratada se emplee en los procesos desarrollados en las industrias?

1.4 Antecedentes

1.4.1 Antecedentes Internacionales.

Flórez y Bernabé, (2015), consideraron al mar como recurso de donde se obtienen agua, sal, algas, krill, peces y una variedad de sustancias que son empleadas en la fabricación de medicamentos y cosméticos de alto valor comercial, como consecuencia de los descubrimientos que se han ido produciendo en el tiempo, tomando como punto de inicio los estudios de las propiedades y componentes del agua de mar, que fueron realizados por el fisiólogo René Quinton, el cual obtuvo resultados significativos en beneficio de la salud de las personas. Desde ese tiempo, se han desarrollado actividades con muchas aplicaciones, que van desde la utilización del agua de mar

embotellada como suplemento nutritivo hasta considerarse un insumo esencial en la Farmacoterapia y en la industria cosmética entre otras muchas.

Angelino, (2017), propuso integrar un proceso de ósmosis por presión retardada, en una planta de desalación convencional para aprovechar los gradientes salinos del refluo en las corrientes, el objetivo era disminuir el consumo de energía en la planta, sin que ello afectara las medidas de protección medioambientales y la demanda de los recursos económicos requeridos para su funcionamiento. Este proyecto se perfila como un proceso esencial para el futuro considerando el esperado agotamiento de los recursos hídrico debido al cambio climático y el aumento de la población mundial, en especial si se tiene en cuenta que el planeta solo dispone de un 3% de agua dulce, apta para el consumo. Siendo el mayor volumen agua salada, los esfuerzos se desplegaron en estudiar desde tiempo atrás la reducción energética en la desalación y lo que evidentemente se ha logrado hasta ahora por la contribución tecnológica ha sido una reducción de 20 kWh/m³ a valores menores a los 3kWh/m³.

Sánchez, (2017), diseñó el proyecto de una planta desalinizadora de agua de mar por osmosis inversa con la capacidad de producir 10.000 m³/día para proveer agua potable a poblaciones costeras de la región norte del continente africano; mediante el estudio y análisis comparativo de costos y recursos empleados en las tecnologías de desalinización: proceso por múltiple efecto, desalinización mediante evaporación súbita por efecto flash, desalinización por congelación, por compresión de vapor, mediante sistemas de electrodiálisis y por ósmosis inversa. Los criterios comunes para el análisis

comparativo fueron la capacidad de la planta, inflación, precio del agua y años de amortización, determinando que la planta más rentable y con la complejidad tecnológica adecuada era la que empleaba ósmosis inversa por ser la tecnología más rentable y más viable, con la capacidad suficiente para abastecer una pequeña población costera asegurándose la potabilidad del agua y la producción en la se incluyó una etapa de re mineralización mediante lechos de calcita.

Plaza, (2017), considerando el déficit hídrico actual especialmente en la zona norte de Chile y la eventualidad de una crisis hídrica de proporciones, determinó la prioridad de asegurar el agua para consumo humano siendo la desalinización una opción para obtenerla, preguntándose por la necesidad de legislar sobre el uso del agua de mar lo que ha generado la presentación de iniciativas legales. En esencia analizó la naturaleza jurídica de aprovechar las aguas de mar desaladas en procesos productivos y la desalinización como fenómenos de alto impacto socioeconómico para Chile, examinando el concepto de desalinización, su finalidad y funcionalidad, así como el objeto que se pretende regular y su marco jurídico actual. Buscó conocer si la desalinización requiere o no un marco normativo especial y esbozar la forma en que debería estructurarse su eventual regulación sustitutiva.

Tobío, (1991), demostró que el agua potabilizada no es tan cara como se cree, halló que una planta moderna de gran tamaño puede proporcionar agua a 5-6 ptas./m³, lo cual puede parecer elevado a primera vista. Mayormente, los precios del agua al consumidor no son reales, son «precios políticos» por lo que no reflejan el verdadero costo. Por otro lado, el agua potabilizada

puede emplearse en riegos, al ser más pura que la natural su empleo supone un fuerte ahorro. Esperar que se invente algo, en potabilización, radicalmente diferente de lo actual, y por supuesto más barato, no es buena táctica pues retrasa los posibles futuros avances. En suma, la potabilización es una técnica bien establecida y resultaría ilógico, casi suicida, volverle la espalda.

Moreno y Montenegro, (2018), analizó la factibilidad económica de emplear agua de mar potabilizada para surtir poblaciones costeras, para lo cual comparó los costos de plantas a nivel global, comparándola con los costos de agua en las ciudades de México, específicamente en ciudades costeras. Halló que el precio de potabilizar agua de mar compite con los costos de potabilización y/o abastecimiento de agua dulce, lo que convierte el agua salada en una alternativa para el abastecimiento de agua. En los países con tecnología para desalinización mayormente carecen de agua dulce y por necesidad usan el agua de mar, como una alternativa viable para continuar con su desarrollo y crecimiento, por presentar como ventajas que no se da la sobre explotación de los mantos acuíferos y el consumo del agua existente dentro de la misma región.

Essbio, (2011), ante los problemas de abastecimiento de agua en zonas costeras y los problemas de higiene y salud pública para las poblaciones involucradas y la imposibilidad de contar con más hectáreas de tierras de cultivo que plantea la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura para alimentar a la población emergente de los trópicos y sub-trópicos, debido fundamentalmente a la falta de agua. En vista de ello el desarrollo de alguna tecnología que permita aprovechar el agua de

mar para uso humano resulta interesante para resolver esta problemática llevó al análisis de métodos combinados, basados en técnicas físico-químicas con membranas semipermeables de nanofiltración y/u osmosis inversa que permitirán modificar la composición del agua de mar, donde se encuentran cantidades apropiadas de iones que participan en el desarrollo humano y en la nutrición vegetal de los cultivos (potasio magnesio calcio sulfatos entre otros). Se espera contribuir al desarrollo humano y social mediante esta iniciativa enfrentando una problemática actual que sin duda permitirá enfrentar de mejor forma posible crisis de abastecimiento de agua que se espera ocurran en el futuro y también para enfrentar emergencias en situaciones de catástrofe como los terremotos.

1.4.2 Antecedentes nacionales.

French, (2016), consideró que la Ley de Recursos Hídricos (Ley N° 29338) de 2009 transformó el marco normativo e institucional del sector hídrico en el Perú hacia un enfoque en la Gestión Integrada de Recursos Hídricos - GIRH. La legislación anterior priorizaba el uso agrícola del agua y en este artículo se analiza el marco normativo actual argumentándose que la institucionalidad del agua contemporánea refleja la persistencia de una cultura tecnocrática basada en la ingeniería y la misión hidráulica predominante durante el siglo XX. Establece que la burocracia hídrica actual en el Perú ha consolidado una autoridad centralizada sobre el agua mediante la asimilación y desarrollo de una variante de la GIRH que prioriza el establecimiento de derechos formales de agua, el reconocimiento

del valor económico del recurso hídrico, y un creciente enfoque en la eficiencia del uso del agua.

Ancieta, (2014), ante la contaminación provocada por los residuos líquidos industriales y urbanos, realizó un modelamiento matemático para los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de la calidad del agua de mar en la Bahía del Callao, evaluando la calidad del agua de mar tomando los Estándares Nacionales Ambientales (ECA) establecidos para el agua, categoría 4 conservación del ambiente acuático y se ingresaron los datos de la bahía del Callao, río Rímac y río Chillón al software optcad 2012, utilizó análisis de varianza (ANOVA) concluyendo que existía diferencia significativa $p < 0,05$, en el análisis de regresión lineal se trabajó con parámetros químicos (Demanda Química Biológica) y físicos (Zinc, Plomo, Hierro y Cobre), para los cuales se obtuvieron los modelos matemáticos en correlación con las variables. La contaminación de los Recursos Hídricos es producida por presencia de niveles altos de carga orgánica y microorganismos del grupo coliforme: Coliformes totales, coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*, metales pesados (zinc, plomo, cobre, y hierro) alterando el equilibrio de la vida acuática en los ríos y mar, formando un punto crítico en la zona costera de la Bahía del Callao entre la desembocadura del río Rímac y del río Chillón, los indicadores demostraron que el agua de mar de la Bahía del Callao en la zona de estudio no cumple con el estándar de calidad ambiental (ECA).

Kuroiwa, (2010), presentó la disponibilidad de recursos hídricos en el Perú, describiendo la distribución espacial de estos recursos, considerando que la

presencia de la Corriente Peruana, la Cordillera de los Andes y la Selva Amazónica han creado una gran diversidad de climas dentro del país y una distribución muy desigual de los recursos hídricos. Según el Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA, 2005), cuenta con 106 cuencas hidrográficas, dentro de tres macro cuencas: la Cuenca del Pacífico, la Cuenca del Atlántico y la Cuenca del Lago Titicaca, explicando cuantitativamente que el consumo anual de agua llega aproximadamente a 20 072 millones de m³ por año, 80 % para actividades agrícolas, 18 % en servicios de agua potable, alcantarillado y usos industriales y 2 % para la industria minera; así como los desastres relacionados con el agua y los esfuerzos Gubernamentales recientes por fortalecer las autoridades que ejercen control sobre el manejo del agua a nivel nacional, regional y local resumiendo las implicancias de las nuevas leyes relacionadas al agua. Finalmente, presentó los avances de las investigaciones realizadas en algunas universidades como trabajos de campo de los recursos hídricos cuya principal dificultad para poder llevar a cabo estos proyectos es la falta de datos hidrológicos y meteorológicos confiables. Algunas de las conclusiones a las que llegó son: el Perú tiene una distribución desigual de recursos hídricos y de población por la tendencia a poblar la Costa, que es un área árida siendo la disponibilidad hídrica por habitante una de las más bajas en el mundo; la mayoría del uso es agrícola, seguido de uso poblacional, actividades industriales y minería; la contaminación de cuerpos y cursos de agua es un problema que debe ser resuelto, pues actividades humanas pasadas, efluentes de la red de alcantarillado no tratados y las

actividades económicas no reguladas, están dañando seriamente los recursos hídricos del Perú.

1.5 Justificación de la investigación

En el país, aún no se toma conciencia de la inminente crisis por falta de abastecimiento del agua potable a las crecientes poblaciones principalmente costeras y que se agravará con la demanda de la industria y el comercio, cuyas actividades se paralizarán al faltarles el insumo que constituye este líquido elemento; habría que preguntarse en prospectiva ¿a quién priorizará el estado peruano en esas circunstancias, a las familias cuya supervivencia dependerá de que se les dispense de agua o a las industrias paralizadas que evidentemente provocaría una crisis económica cuya consecuencia inmediata sería el desempleo?, desde ya es una situación inmanejable y casi imposible tomar una decisión sin causar estragos a uno de los sectores.

Ya se han realizado suficientes análisis de la situación y éstos han advertido del alto riesgo de no buscar alternativas de solución y de lo conveniente de acoger propuestas e invertir en prototipos para establecer su viabilidad empírica. Algunas de estas propuestas a la luz de los hechos son teóricamente correctas, pero, su ejecución demanda inversiones que escapan a las posibilidades tecnológicas y/o económicas, como el caso de la propuesta del túnel hídrico transandino que proveería de agua a la costa peruana, proveniente de la cuenca amazónica de la selva, donde es abundante y termina “perdiéndose” en el atlántico; así como esta propuesta es una responsabilidad de la academia peruana, el planteamiento de nuevas propuestas para obtener agua de fuentes no convencionales y destinadas tanto

al consumo humano como a la industria y basadas en las tecnologías más desarrolladas para ello.

En base a lo mencionado y basado en reportes de países costeros que han desarrollado plantas de tratamiento del agua de mar por su ubicación natural, la cual sin duda es la mayor fuente de agua disponible en el planeta que desalinizada y potabilizada se constituye en un manantial inagotable para la humanidad. Si bien el Perú está en la misma situación, aunque no cuenta con los recursos tecnológicos y económicos necesarios, no puede retrasar ni menos descartar el desarrollar esta tecnología que le permitiría afrontar la futura crisis de agua potable a la que nos está llevando el crecimiento demográfico y el calentamiento global que derrite los glaciares andinos que nos han surtido siempre de agua dulce.

Para poder lograr lo mencionado se deben alcanzar propuestas factibles y con las mayores probabilidades de ser acogidas por la población, por lo que deben partir desde un análisis de la situación en el país, esencialmente si en la población peruana se ha incrementado el conocimiento al respecto y si existe una actitud proactiva respecto al consumo de agua de mar. Se consideró que es aquí donde el estudio que se presenta gana en relevancia, pues en él se pretende analizar la factibilidad del uso y la predisposición de las personas e industrias al consumo del agua de mar. Por otro lado, prospectivamente, se busca contribuir desde una perspectiva académica con la viabilidad de propuestas en busca de evitar colapsos sociales en las comunidades peruanas ante una eventual crisis del agua.

1.5.1. Justificación teórica.

Como toda investigación, ésta buscó incrementar los conocimientos que tiene la comunidad sobre la temática del aprovechamiento del agua de mar, tanto para el consumo humano como su uso como insumo en las industrias.

Con el desarrollo de los medios de comunicación ha sido posible revisar un volumen grande de información sobre el tema, la que fue seleccionada y organizada dentro del marco teórico que fundamenta esta investigación, lo que resulta en un aporte significativo pues va a permitir disponer a un eventual lector del conocimiento de la evolución de las tecnologías empleadas, así como los beneficios e inconvenientes encontrados en sus aplicaciones.

Mediante el análisis bibliográfico de las aplicaciones de las tecnologías disponibles, en alguna medida comparativo y en lo posible en contextos con una problemática similar a la del Perú y enfatizando en el análisis económico y tecnológico dentro del marco de política sustentable, se exploró y presentó desde una perspectiva interpretativa la viabilidad de la aplicación en el país de cada una de estas tecnologías.

A ello se agregaron los hallazgos de la exploración del conocimiento y de la predisposición que tienen los profesionales especializados o las personas con conocimiento sobre el tema en un primer acercamiento. Con esto se buscó dejar establecidas y a disposición de los interesados las reales posibilidades de que en el futuro la población peruana acepte

el consumo del agua de mar tratada, cuyas razones podrán ser tomadas como indicadores para el éxito de una eventual comercialización.

Resulta relevante advertir el conocimiento que se adquiere al analizar las razones de la comercialización del agua de altamar como océano azul, en cuanto se atribuye a su consumo adecuado la facultad de prevenir distintas afecciones y enfermedades; asimismo, resultaría atractivo su consumo especialmente para deportistas y en general personas que desarrollan actividad física el que proporciona los elementos necesarios para mantener y restituir el equilibrio corporal, físico y químico del organismo.

Conocer la percepción de la población sobre el uso de agua de altamar como Océano Azul es uno de los retos de esta investigación, atendiendo a que De Bono, (2014), sentenciara que:

La mayoría de los errores del pensamiento no son en absoluto errores de lógica sino de percepción, o de ver una situación sólo de una forma particular. Sin embargo, hemos persistido en la creencia de que la lógica es la parte más importante del pensamiento y apenas hemos hecho nada con la percepción. (p.20)

El ver el mundo con lógica resulta mejor que con la percepción.

1.6 Limitaciones de la investigación

En cuanto a las limitaciones, se mencionarían como tal al desconocimiento del tema para los ciudadanos que conforman la población y aún de profesionales por cuya especialidad se esperaría un mejor dominio sobre el tema. La dificultad para obtener la información, pues en no pocos casos no hubo predisposición y en algunos, ésta se brindó en forma escueta y como conceptos básicos, que se encuentran en tratados teóricos.

1.6.1 Limitación temporal.

El estudio se desarrolló desde el mes de Julio del 2017 hasta el mes de octubre del 2018, abarcando un período de 16 meses calendario.

1.6.2 Limitación espacial.

La investigación se desarrolló en la Ciudad de Lima, desarrollándose el trabajo en las Facultades de Oceanografía e Ingeniería ambiental de la Universidad Nacional Federico Villarreal. El trabajo de gabinete incluyó el análisis y procesamiento de los datos, así como la elaboración del informe final de la investigación.

1.6.3 Limitación conceptual.

La temática para investigar fue la viabilidad de comercialización del agua de altamar desalinizada y potabilizada tanto para el consumo humano como para su uso industrial.

Las unidades de análisis, es decir las que proveen la información para el estudio, las constituyeron profesionales en Ingeniería oceanográfica e

Ingeniería ambiental, a quienes se entrevistó para conocer sus puntos de vista sobre la temática en mención.

1.7. Objetivos de la investigación

Bautista, (2011), considera que: “Los objetivos definen que es lo que se quiere lograr como producto, cuáles son las respuestas a las preguntas formuladas, cómo se resolverá el problema planteado o cómo podría ayudarlo a resolverlo” (p. 147). Se han planteado en base a las preguntas formuladas como objetivos de la investigación:

1.7.1 Objetivo General.

- Analizar el consumo de agua de altamar para el desarrollo sostenible en la ciudad de Lima.

1.7.2 Objetivos Específicos.

- Analizar la viabilidad de comercializar el agua de mar tratada considerando sus costos para desalinizarla, potabilización y adecuarla, considerando la predisposición de la población y de los industriales a consumirla en reemplazo del agua dulce.
- Conocer si en el país se tiene la tecnología y el personal preparado para desarrollar alguna de las estrategias que se emplean en el tratamiento del agua de mar y los factores o aspectos determinantes para ello.

- Establecer si el conocer las propiedades bioquímicas del agua de mar, restituyentes del equilibrio osmótico corporal, determinaría que la población acepte el agua de mar tratada cómo bebida de consumo.

- Establecer cuáles serían los aspectos que posibilitarían que el agua de mar tratada se emplee en los procesos desarrollados en las industrias.

II. Marco Teórico

2.1 Marco Conceptual

2.1.1 Teorías generales relacionadas con el tema.

La Revista Agua y Saneamiento (RAS, 2018), consideró que la vida de las poblaciones depende de una serie de condiciones, entre ellas de la disponibilidad de agua potable para satisfacer las necesidades humanas y que por el crecimiento vegetativo de las poblaciones y los cambios climáticos las fuentes de agua cada vez son menos suficientes en muchas ciudades, agravándose esta realidad cada año, es así que la Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2014), proyecta que al 2025 la escasez absoluta de agua afectará a 1,800 millones de personas y las dos terceras partes de la población del planeta vivirá en condiciones de tensión hídrica para el año 2025, lo que ha llevado a voltear la mirada al agua de mar, la de mayor volumen de la hidrósfera del planeta, que aproximadamente conforma las tres cuartas partes del planeta tierra.

Evidentemente estas proyecciones alarmaron a los gobiernos de países en situación de riesgo y despertaron el interés de entidades privadas por investigar cómo obtener agua potable a partir de agua de mar; evidentemente se necesita desalinizarla es decir reducir la presencia de la sal disuelta en el agua de mar, además de extraer otros sólidos. De allí que en los años sesenta de siglo pasado los Emiratos Árabes, cuya necesidad de agua potable era creciente, construyeron plantas desalinizadoras térmicas operadas por el calor

excedente del proceso de explotación del petróleo. En forma similar, Argelia, España, Australia y Chile, transforman el agua de mar en agua potable para paliar, aunque limitadamente, sus necesidades hídricas.

Como estas primeras plantas desalinizaban el agua de mar por evaporación en procesos muy costosos porque se requería disponer de mucha energía, se buscaban nuevas tecnologías como los métodos de desalinización por membranas usados durante los setenta. En las siguientes décadas los avances tecnológicos redujeron los costos de la desalinización haciéndola más rentable y comercializable.

2.1.2 Bases teóricas especializadas sobre el tema.

2.1.2.1 Consumo de agua de altamar.

Algunos extraen el agua de la solución salina y otros la sal del agua, empleando algún tipo de energía: Mecánica, nuclear, eléctrica, térmica o mixta cuando usan dos o más de estas. Uno de ellos es desalinización por Efecto Flash, que evapora el agua condensando el vapor en tubos, es usual en el Oriente Medio siendo el proceso de desalinización por evaporación más usado en el mundo al ser posible acoplarlo en las refinerías de petróleo y generadoras de electricidad por quema de combustible que producen calor excedente. Si bien es un proceso de alta productividad, requiere gran cantidad de energía por lo que alcanza un alto costo de operación.

Entre otros sistemas de destilación con una producción de agua desalinizada menor que las plantas Flash se tienen a los de Múltiple Efecto, que emplea la evaporación con intercambiadores térmicos aprovechando el calor de las distintas etapas; similares son las que toman el vapor residual de las plantas eléctricas para comprimirlo (plantas de Compresión Térmica de Vapor, CTV); uno de los métodos más eficientes es el uso de energía solar para destilar por su costo energético nulo y la baja inversión inicial, sin embargo produce pocos litros de agua por cada metro cuadrado de colección solar, siempre que las condiciones climatológicas sean idóneas. En el proceso por Constelación, se congela el agua procediendo a recoger y fundir los cristales para obtener agua dulce, sin embargo, este proceso no es sencillo de implementarlo industrialmente por el aislamiento térmico y los mecanismos para separar los cristales.

El proceso de osmosis inversa es el más desarrollado en la implementación de plantas desalinizadoras a gran escala, en él se presuriza el agua de mar dentro de cartuchos tubulares forrados de membranas semipermeables las que retienen una considerable cantidad de sales del agua captada a cierta distancia de la costa que se transporta por bombeo al sistema de desalinización, inyectando suplementos químicos para aglomerar las partículas en suspensión. Se filtran partículas superiores a las 4 micras de diámetro, retirando diatomeas y microalgas, antes de que el agua de mar pase a la osmosis inversa propiamente dicha desalinizándose hasta el 45% del agua de mar. En este sistema los más altos costos están en los

mecanismos de captación del agua de mar por la gran cantidad de energía eléctrica que requieren las bombas de alta presión, asimismo, otros factores que incrementan el costo son el tratamiento del agua filtrada con la adición de algunos químicos y el paso por filtros especiales hasta alcanzar los estándares del agua potable y la instalación de las redes de distribución para transportar el agua desalinizada a reservorios o directamente a la red pública, lo que influye en los montos de inversión y los costos operativos repercutiendo en las tarifas finales por m³ de agua desalinizada. La empresa UNITEK, (2014), considera confiable esta tecnología y advierte que:

La viabilidad técnica y económica de la implementación de una planta desalinizadora por ósmosis inversa depende mucho de la capacidad de transportar el agua. Hoy en día las limitaciones ya no están en la propia tecnología de desalinización sino en el transporte del agua por razones de costo operativo. La distancia y altura de bombeo es un elemento clave. Si la ciudad o el centro poblado está cerca de la planta y a una cota relativamente baja es completamente viable, pero si la unidad de destino está muy lejos de la costa y a una cota elevada es costoso instalar el ducto, las estaciones de bombeo y otros componentes. (p.12)

Situación internacional

De acuerdo con la Asociación Internacional de Desalación (IDA, 2009), la capacidad mundial contratada prevista de desalinización creció 43% en el 2007, lo que representa una producción diaria de 6.8 millones de metros cúbicos diarios (m^3 /d), cifra superior a los 4.7 millones de m^3 /d registrados en el 2006. La diferencia de 2.1 millones de $m^3 / día$ es suficiente para proveer de agua potable a 50 millones de personas. Asimismo, IDA reportó, en el 2008, que la tendencia de crecimiento se mantenía al observar un incremento de la capacidad contratada de 39% en los primeros seis meses del 2008. Se estima que para el 2025 la producción contratada global será de 150 millones de m^3 /d . Cabe señalar que, de la producción total, el 59% de las plantas desalinizadoras usan el proceso de ósmosis inversa, el 27% la evaporación multietapa, 9% la evaporación multiefecto y 5% otras tecnologías.

Consecuentemente, con el incremento de la producción se incrementó el número de plantas desalinizadoras contratadas a nivel mundial. El total global, hasta junio del 2008 era de 13,869 plantas. Los países que más emplean las tecnologías de la desalinización para obtener agua potable son Arabia Saudita con el 25% del total global, seguida por Estados Unidos con el 12%. Recientemente en Israel se inauguró una de las mayores plantas desalinizadoras del mundo, capaz de proveer casi el 20% de la demanda de agua potable de ese país mediante el proceso de ósmosis inversa. La planta, ubicada en la ciudad de Hadera, producirá 127 millones de metros cúbicos de agua al año. En los próximos años las autoridades israelíes planean

construir dos plantas desalinizadoras más debido al déficit de agua potable en el país. Además, los últimos años de sequía han obligado a los gobernantes israelíes a invertir casi un 5% de su Producto Bruto Interno (PBI) en investigación y desarrollo de la tecnología de la desalinización.

En América Latina algunos países cuentan con plantas desalinizadoras. Por ejemplo, en México existen aproximadamente 300 plantas, la mayoría de ellas muy pequeñas. Por su parte, Chile cuenta con una desalinizadora en Arica desde 1998 y algunas plantas en Antofagasta operadas por empresas mineras.

2.1.2.2 Desarrollo sostenible en la ciudad de Lima.

Actualmente el país cuenta con algunas plantas desalinizadoras de menor envergadura para el consumo humano, proyectos agrícolas y hasta para la actividad minera. Este es el caso de la Minera Milpo, propietaria de una planta de ósmosis inversa implementada en el 2007 en la playa Hawai, provincia de Chincha, en la región Ica que llega a procesar 90 litros por segundo (l/s), a un costo de US\$ 2.4/m³.

La planta más grande del país es de propiedad de la mina de fosfatos Bayóvar (Piura) que normalmente produce 204.3 m³ /h de agua desalinizada. Paralelamente existen plantas desalinizadoras para fines agrícolas en varias regiones del país, como las del Valle de Virú en Trujillo, en Lambayeque y en la zona de Majes (Arequipa). Esta tecnología ya tiene instalaciones concretas viabilizando proyectos agroexportadores con tecnologías de riego por goteo.

Alternativa para Lima sur.

Distritos del sur como Punta Negra, San Bartolo, Lurín, Punta Hermosa y Pucusana con una población estimada en 350,000 personas pueden hallar la solución a la falta de agua en esta tecnología. Al respecto, la empresa británica especializada en tratamiento de aguas, Biwater, presentó el proyecto para la implementación de una planta desalinizadora que se ubicaría en Santa María llamada Aguas de Lima Sur II, el mismo que ha sido uno de los proyectos priorizados por los decretos de urgencia 001-2011 y 002-2011 para ser concesionados durante este año.

El proyecto que requerirá una inversión estimada en US\$ 154.6 millones abastecería a los distritos de Lima Sur con 100,000 m³/día de agua desalinizada potabilizada con una operación mínima anual de 96.2%. Según especialistas en el tema no habrá problemas técnicos por cuanto *“En la zona de Chilca, Santa María o Pucusana el mar ofrece las condiciones para la captación abierta, lo cual es fundamental para la vida útil de una planta desalinizadora y para sus costos operativos”*. Sin embargo, los inconvenientes serían las tarifas mayores a las que cobra el Servicio de Agua Potable y de Alcantarillado de Lima (Sedapal).

Otras posibilidades pendientes son el desarrollo del proyecto de Optimización Lima Norte que contemplaría la instalación de una segunda planta desalinizadora. Por otra parte, la firma surcoreana Doosan Heavy expresaron su interés en la instalación de una planta en Ancón.

Potencial en el Perú.

Ante el estrés hídrico peruano la desalinización podría ser una solución rápida y efectiva, aunque no tan económica en un primer momento para los usuarios finales, existiendo interés en desarrollar proyectos en Lima, Arequipa y Piura. El desarrollo de la tecnología de la desalinización, en el Perú depende más de las poblaciones o las demandas a atender que de las facilidades técnicas para instalar una planta puesto que el litoral peruano presenta las condiciones adecuadas.

Se advierte, sin embargo, que la desalinización no es la solución para todos los casos de escasez de agua o estrés hídrico. Hay que examinar cada caso considerando la ubicación de las poblaciones a atender y los costos operativos del transporte para establecer los casos económicamente viables.

Contaminación y Salmuera

La preocupación de organizaciones ambientalistas es la disposición del agua residual con altas concentraciones de sal llamada salmuera. Al respecto, especialistas aseguran que se cree que contamina, pero no es así. Lo que hace la ósmosis es un cambio de concentraciones. Una planta puede devolver la mitad del agua captada del mar con una mayor concentración de sal. Esta se inyecta al mar mediante un emisor a distancias adecuadas y con el tipo apropiado de difusor para cada caso, entonces se da un proceso ósmosis directa. Si mido la salinidad a 5 ó 10 metros de la descarga encontramos que es ligeramente mayor a lo normal porque la cantidad de agua que se vierte es muy pequeña en comparación con la masa de agua en la que se inyecta.

La tecnología de la desalinización puede ser una solución para abastecer regiones desérticas como Ica, declarada en emergencia hídrica, pero se necesita tomar previsiones para preservar el medio ambiente especialmente en zonas sensibles a la intervención humana.

Desalinización de agua en Chile:

En Chile existen 2 plantas desalinizadoras de agua marina para abastecimiento local y público, una en Arica y otra en Antofagasta; además de las plantas de Minera Escondida y un posible proyecto que analizan distintas empresas mineras de la III región. Minera Escondida comenzó a operar su primera planta en 2006 (Puerto Coloso) y hoy generan 525 litros de agua desalinizada por segundo. Los beneficios han sido tales que planearon construir una nueva planta, que fue postergada debido a la baja en el precio del cobre. Lo mismo pasa con el proyecto El Morro, de la minera Xstrata Copper, en la Región de Atacama, que contempla la instalación de una desalinizadora que genere 650 litros por segundo. Actualmente existe un proyecto para Arica-Parinacota el cual aseguran que estará listo para 2010 y será capaz de producir 200 litros por segundo, poco más del 50% del agua que hoy se consume en Arica, y una segunda etapa, el año 2014, de \$10 mil millones, con los que se llegará a 400 litros por segundo, lo óptimo para satisfacer la demanda de agua potable en la región.

En algunos lugares de Chile la única fuente que va a permitir el abastecimiento de agua potable será este proceso y gran parte del desarrollo minero está asociado al uso de agua desalada, sin embargo, la desalinización a gran escala en el resto de las regiones depende de la

demanda y del costo de producción que puede que se vuelva competitivo. Desalinizar agua de mar en sectores como el norte de Chile es una muy efectiva solución a los problemas de agua que se vienen, en parte por el calentamiento global, el aumento de la actividad minero industrial y el pésimo trato tecnológico y cultural que damos a nuestras aguas dulces.

Teniendo en cuenta que la desalinización de agua marina es una tendencia creciente a nivel mundial y la cantidad de agua producida mediante la técnica de desalación está creciendo a tasas de un 40% a 50% al año, lo que indica que la sustentabilidad se basa en el largo plazo, porque en un inicio será costoso, por influencia de la demanda y después de un tiempo, el proceso se unirá a la tecnología y bajarán sus costos y será sustentable. Con esta transformación de agua salada a agua dulce se podría abastecer a todo el país sureño realizando una desalinización de agua de mar en cada región, si bien no abastecerá a todo el país pero si a la mayoría de sus poblaciones.

El caso Israel

En el 2008, Israel con una sequía de diez años había resecaado la mayor fuente de agua dulce el Mar de Galilea, reducido hasta llegar a pocos centímetros de la “línea negra” en la que la infiltración irreversible de sal podría inundar el lago y arruinarlo para siempre. Se impusieron restricciones para el uso del agua y muchos agricultores perdieron los cultivos del año.

En Siria la sequía se intensificaba y el nivel de la capa freática se hundía, mientras los agricultores sirios la perseguían, perforando pozos de 100, 200 y luego 500 metros abajo. Finalmente, los pozos se secaron y el suelo agrícola de Siria colapsó originando el éxodo de más de un millón de agricultores en un esfuerzo de encontrar trabajo. Historias similares están desarrollándose en todo Medio Oriente, donde la sequía y el colapso agrícola han producido una generación perdida sin expectativa y resentimientos latentes. Irán, Irak y Jordania enfrentan catástrofes de agua. El agua está llevando a toda la región a actos desesperados.

Excepto a Israel que en el 2007 instalara por todo el país baños y duchas de bajo flujo y la autoridad nacional de aguas construyó sistemas de tratamiento de aguas innovadores que recapturan el 86 por ciento del agua que se va por el desagüe y lo usan para irrigación, lo que es mucho más de lo que hace España, que recicla el 19 por ciento. Pero incluso así Israel necesitaba cerca de 1.9 mil millones de metros cúbicos de agua dulce por año y estaba consiguiendo solo 1.4 mil millones de fuentes naturales.

Para cubrir esos 500 millones de metros cúbicos de déficit aparece la desalinización: La planta de Ascalón produjo 127 millones de metros cúbicos de agua en el 2005, Hadera sacó otros 140 millones de metros cúbicos en el 2009 y Sorek, 150 millones de metros cúbicos. En total, las plantas de desalinización pueden proveer unos 600 millones de metros cúbicos de agua al año y más vienen en camino. Con ello el Mar de Galilea está lleno y las granjas de Israel están florecientes. Hoy el problema es que hacer con su agua extra.

Impacto ambiental

Como todo proceso industrial, se presentan diversos problemas, en el caso de la desalinización es donde depositar la salmuera. Además, de otros como el consumo de energía, los ruidos, el impacto visual y la emisión de CO₂. En el proceso de la ósmosis inversa el consumo de energía, eléctrica y de vapor para producir tan solo 1000 litros requiere de 2.6 a 5 kwh/m³, emanando CO₂ lo que contribuye al calentamiento global. A ello se agrega los vertidos en el mar de salmuera que posee diferentes niveles de pH y temperatura, además de diferentes metales pesados, antiespumantes, antiincrustantes y biocidas, produciéndose importantes cambios en el hábitat y en la vida marina. Las sales de la salmuera se depositan sobre el lecho marino afectando a especies estenohalinas, como las praderas de Posidonia, trayendo cambios en la población vegetal y animal.

Por otra parte, para impulsar el agua desde su origen y vencer la presión osmótica de la membrana se requieren poderosas bombas que generan ruidos que sobrepasan los 90 dB, originando la contaminación acústica. Es necesario construir en zonas costeras, alejadas de playas y zonas turísticas, adaptándose al lugar en donde se ubican. Es necesario disminuir los golpes ambientales empleando energías renovables como la eólica y la solar como en Túnez y Marruecos, en donde se han instalado 5 plantas que utilizan la solar como fuente de energía.

2.1.3 Definición de términos.

En el desarrollo teórico de la Investigación se considera los siguientes términos que están en función de los conceptos relacionados a las variables y el problema.

Agua de altamar: Parte del mar que está a bastante distancia de la costa.

Agua dulce: Es agua que se encuentra naturalmente en la superficie de la Tierra en capas de hielo, campos de hielo, glaciares, icebergs, pantanos, lagunas, lagos, ríos y arroyos, y bajo la superficie como agua subterránea en acuíferos y corrientes de agua subterránea.

Agua de mar: Masa de agua salada que cubre la mayor parte de la superficie de la Tierra.

Agua salobre: Es aquella que tiene más sales disueltas que el agua dulce, pero menos que el agua de mar. Técnicamente, se considera agua salobre la que posee entre 0.5 y 30 gramos de sal por litro, expresados más frecuentemente como de 0.5 a 30 partes por millón.

Desarrollo Sostenible: Satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las generaciones del futuro para atender sus propias necesidades.

Dispensario marino: Es cualquier lugar cubierto o al aire libre donde se consigue, almacena y expende agua de mar con fines terapéuticos y nutricionales.

Ley de la Constancia Marina: La vida animal, aparecida en estado de célula en los mares, tiende a mantener las células constitutivas de los

organismos para su funcionamiento celular elevado, a través de las series zoológicas, en el medio marino de los orígenes.

Ley de la Constancia Osmótica: La vida animal, aparecida en estado de célula en mares de una concentración salina determinada, ha tendido a mantener, para su funcionamiento celular elevado, a través de la serie zoológica, esta concentración de los orígenes.

Ley de la Constancia Térmica frente al enfriamiento del globo, la vida animal, aparecida en estado de célula a una temperatura determinada, para su elevado funcionamiento celular, en los organismos indefinidamente suscitados a este efecto, tiende a mantener esta temperatura de los orígenes.

Neurociencia: Conjunto de disciplinas científicas que estudian la estructura y la función, el desarrollo de la bioquímica, la farmacología, y la patología del sistema nervioso y de cómo sus diferentes elementos interactúan, dando lugar a las bases biológicas de la conducta.

Neurolingüística: Estudia los mecanismos del cerebro humano que facilita el conocimiento y la comprensión del lenguaje, ya sea hablado, escrito o con signos establecido a partir de su experiencia o de su propia programación.

Neuromarketing: Consiste en la aplicación de técnicas pertenecientes a las neurociencia al ámbito del marketing, analizando cuáles son los niveles de emoción, atención y memoria que poseen los diferentes estímulos percibidos de forma consciente o subconsciente con la intención a mejorar la gestión de recursos en la empresas sin incrementar los gastos innecesariamente y aumentar los productos que existen en el mercado, así

se mejora el bienestar social y se entiende la toma de decisión del consumidor.

Océano azul: Creada por W. Cham Kim, busca dejar a un lado la competencia entre las empresas, ampliando el mercado a través de la innovación. Lo que las compañías necesitan para lograr ser exitosas en el futuro es dejar de competir entre sí.

Océano rojo: Son los que representan las industrias existentes. En los océanos rojos los límites de las industrias están perfectamente definidos y son aceptados tal cual son. Además, las reglas del juego competitivo son conocidas por todos.

Pensamiento Lateral: Es un método de pensamiento que puede ser empleado como una técnica para la resolución de problemas de manera imaginativa. El pensamiento lateral es una forma específica de organizar los procesos de pensamiento, que busca una solución mediante estrategias o algoritmos no ortodoxos, que normalmente serían ignorados por el pensamiento lógico.

Stakeholders: Son los grupos de interés, actores sociales que sus decisiones y/o objetivos pueden ser afectados de forma positiva o negativa.

III. Método

3.1 Tipo de Investigación

Cómo en el estudio se pretendía conocer los aspectos que determinan la viabilidad de la comercialización del agua de mar tratada se requería describirlos y presentar sus detalles en la forma más detallada posible, de allí la conveniencia de que se desarrollase una investigación descriptiva.

Según Bautista, (2011), la interpretación de la información se basó en el análisis descriptivo de los procesos de las tecnologías para el tratamiento del agua de mar, basado en las experiencias compartidas de los sujetos seleccionados. Al respecto Sánchez y Reyes, (2006), las presentan como investigaciones que tratan de recoger información sobre el estado actual del fenómeno en una determinada circunstancia espacio – temporal; por lo cual estos estudios descriptivos se interesan en la descripción de los datos, sin buscar conceptualizarlos o interpretarlos, solo detallan en forma narrativa lo que ocurre, lo que las personas dicen, cómo lo dicen y de qué manera actúan. Se hallan dentro de la categoría de estudios descriptivos los diseños: etnográficos, fenomenológicos, biográficos o narrativos, investigación acción y documentales.

3.2 Población y Muestra

3.2.1 Población.

Los participantes, más ligados al objeto de análisis, fueron seleccionados considerando la conveniencia por su conocimiento y/o experiencia,

oportunidad de poder contar con su concurso y su disposición a proporcionar la información pertinente.

En el caso del estudio desarrollado fueron seleccionados un conjunto de 15 profesionales de ingeniería ambiental y otras especialidades, por cuanto en el país son los que formulan proyectos por su dominio de tópicos administrativos y de diseño de plantas industriales, siendo los que directa o indirectamente se encuentran involucrados en la implementación de las plantas de tratamiento de agua de mar y en el medio académico dictan los cursos relacionados con el tópico en estudio. Se tiene:

- 1 Ingeniera ambiental y de recursos naturales, PRODUCE, Asistente ambiental
- 2 Ingeniera ambiental, Tecno Fast, Supervisora ambiental
- 3 Ingeniera ambiental y de recursos naturales, SGS del PERÚ SAC, Inspector líder
- 4 Ingeniero de petróleo, TEPSI sucursal Perú, Supervisor EHS
- 5 Ingeniero de petróleo, TEPSI sucursal Perú, Supervisor
- 6 Ingeniero Químico, SENERCO SRL, Consultor en seguridad y medio ambiente
- 7 Ingeniero ambiental, NORTON EDIFICIOS INDUSTRIALES PERÚ SAC, jefe de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente
- 8 Ingeniero pesquero, TECNIA SRL, Consultor S6
- 9 Ingeniero Geógrafo, GEOTECH INGENIERÍA Y DESARROLLO SRL, jefe de proyectos
- 10 Ingeniero industrial, ESTREMADOYRO y FASCIOLI CG SA, jefe de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente
- 11 Ingeniero mecatrónico, INMAC, Supervisor Ssoma

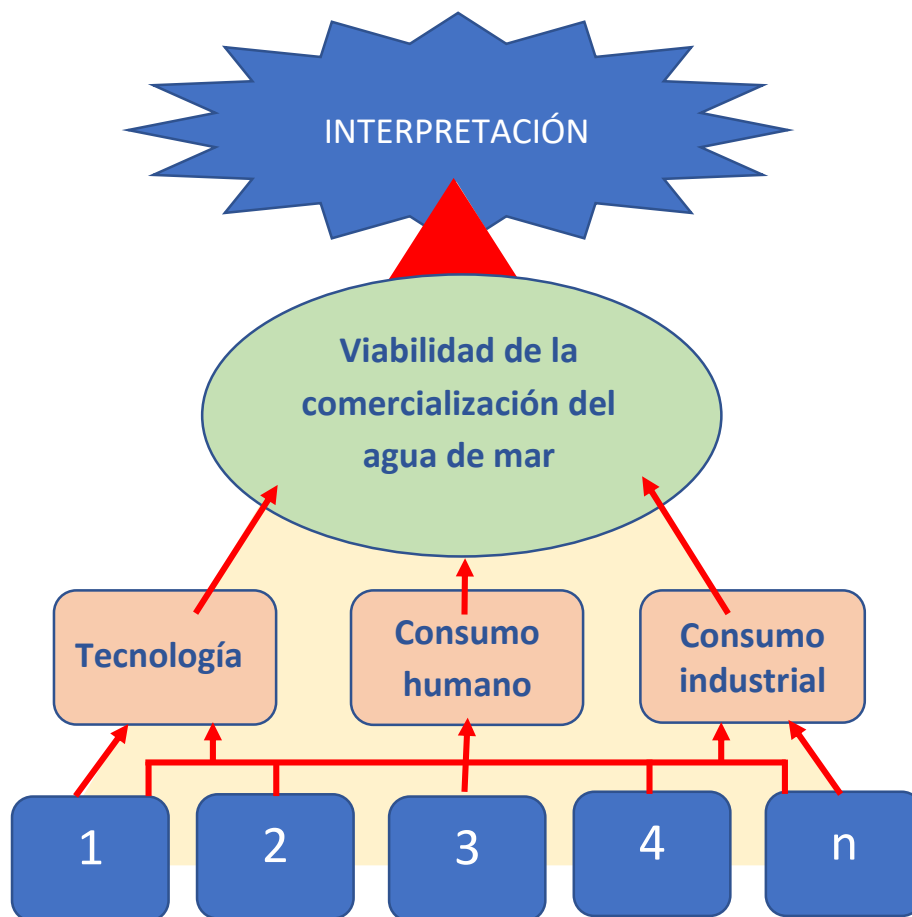
- 12 Ingeniero de higiene y seguridad industrial, INMAC Perú
SAC, Coordinador Ssoma
- 13 Ingeniera ambiental, Consorcio fundación Callao,
Ingeniera de planta
- 14 Ingeniero de Minas, Consultora Minera Metalúrgica SAC,
Seguridad y prevención
- 15 Ingeniero ambiental

3.2.2 Muestra.

Galeano, (2004), definió: “El mapeo o “mapping” es situarse mentalmente en el terreno o escenario en el cual se va a desarrollar el estudio”. (p.33). A su vez Bautista, (2011b), consideró que el mapeo acerca al investigador a la realidad social o cultural del objeto de estudio, identificando a los actores o participantes.

En el estudio se entrevistaron a cinco profesionales de ingeniería, conocedores del tratamiento del agua de mar, quienes manifestaron sus puntos de vista sobre los aspectos o categorías establecidas para el análisis; mediante la técnica de la triangulación se interpretaron las percepciones y se establece la viabilidad de la comercialización del agua de mar.

Figura 1
Viabilidad de la comercialización del agua de mar



Fuente: Molina, Gutiérrez, Sánchez y Ayola, (2016).

3.3 Operacionalización de categorías

Tabla 1

Operacionalización de categorías

Categorías	Definición conceptual	Subcategorías	Instrumentos
Consumo de agua de altamar.	Aún la población peruana no está preparada para aceptar el uso del agua de mar tratada para su consumo. Según Munuera y Rodríguez, (2016), el consumo de agua de altamar resulta muy beneficioso por contribuir a erradicar la malnutrición de las personas y mejorar la salud de forma natural.	-Viabilidad en la aplicación de las tecnologías para el tratamiento de agua de mar. -Predisposición hacia el consumo de agua de mar en la población. -Posibilidad de que se emplee industrialmente el agua de mar	Guía de entrevista
Desarrollo sostenible	Consiste en satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las generaciones del futuro para atender sus propias necesidades.	Desarrollo de actividades de las industrias.	Guía de entrevista

Fuente: Realización Propia, (2021).

3.4 Instrumentos

Hernández, Fernández y Baptista, (2010), consideraron que una guía de preguntas es empleada para realizar la entrevista a los sujetos participantes. Esta guía correspondió a un cuestionario de tres ítems puesto que, “El investigador necesita instrumentos que le permitan recopilar datos de la realidad para probar su hipótesis”. (Mejía, Ñaupas, Novoa y Villagómez, 2014, p.10).

En el presente caso el investigador elaboró un cuestionario - guía para la entrevista, a partir de las categorías establecidas para el análisis; la información acopiada permitió conocer las posibilidades tecnológicas para el tratamiento del agua de mar y la predisposición a su consumo por las personas y su uso por las industrias.

3.5 Procedimientos

Metodológicamente, la fenomenología es un proceso que parte de la propia gente, de lo que cuenta y del significado que les atribuye a sus palabras. Requiere interactuar con la gente, observarla en su medio y escucharla. Esto determinó que los métodos para recoger datos de los sujetos de estudio considerados fueran la observación participante, la entrevista en profundidad y el trabajo de campo.

La estrategia metodológica empleada en el estudio siguió los siguientes pasos:

- **Acceso al campo:** Se conversó con los profesionales seleccionados en base al conocimiento y la experiencia en plantas desalinizadoras, exponiendo la necesidad de su aporte para desarrollar la investigación.

- **Selección de informantes y escenario de estudio:** De los diez ingenieros industriales seleccionados, 6 se desempeñaban como docentes universitarios con conocimiento del tema y los demás mostraban algún nivel de experiencia en plantas desalinizadoras.
- **Estrategia de recojo y de registro de datos:** Para recabar la información se empleó la técnica de entrevista en profundidad, para lo cual se elaboró un cuestionario de tres ítems abiertos, a través de uno de ellos se buscó conocer la disponibilidad de tecnología en el país, mientras que con los otros se averiguó la predisposición de la población a emplear el agua de mar tratada para el consumo o como un insumo industrial. El tipo de pregunta, así como la posibilidad de repreguntar espontáneamente, establece que las entrevistas fueran semiestructuradas.

3.6 Análisis de datos

Según Rodríguez, Gil y García, (1999), este aspecto está referido a las manipulaciones, transformaciones, operaciones y reflexiones sobre los datos para extraer un significado relevante; previamente se transcribieron las entrevistas realizadas, cuidando de tener lo más completa posible la información; ésta fue luego clasificada en base a las categorías: Consumo de agua de altamar y Desarrollo sostenible; y subcategorías establecidas: Viabilidad en la aplicación de las tecnologías para el tratamiento de agua de mar, Predisposición hacia el consumo de agua de mar en la población y la Posibilidad de que se emplee industrialmente el agua de mar. La técnica empleada fue la triangulación

3.7 Consideraciones éticas

La presente investigación se ha desarrollado con la máxima originalidad.

IV. Resultados

4.1 Análisis e Interpretación de los resultados obtenidos

Del ítem 1: sobre la Tecnología, recursos humanos, rentabilidad económica, social y la problemática del tratamiento del agua de mar en el Perú:

Respecto a la disposición de tecnología de desalinización primó mayormente el criterio de que en el Perú se emplea la ósmosis inversa, considerada como la más adecuada y si bien hubo consenso en que contamos con ingenieros sanitarios, se advirtió la falta de técnicos especializados en las operaciones del proceso. En cuanto a la rentabilidad económica del proceso de desalinización, mayormente se consideró que el agua obtenida es de 2 a 3 veces más cara que la que se obtiene en el proceso de potabilización convencional, llegando para la empresa Sedapal el costo del agua a ser seis veces más cara, esta percepción o proyección realizada del costo del agua no sería objetiva, pues no se está considerando que estos procesos son complementarios a los convencionales y más que rentabilidad económica tiene rentabilidad social, debido a que busca paliar la escasez de agua en sectores muy necesitados, que se ha revelado como un desequilibrio social y como consecuencia del daño ambiental.

Plantean que ante la falta de conocimiento en la población, debe abordarse esta preocupación educando a la población en el uso de avances tecnológicos para el tratamiento del agua y como en estos procesos se busca la eficiencia en la eliminación de componentes no aptos como por ejemplo la salmuera, con un mínimo daño al ecosistema marino; consideraron como otros factores que determinan que los

Proyectos estén estancados a la falta de responsabilidad de los Gobiernos no organizados y la ausencia de principios de moralidad, sin tener en cuenta que la eficacia de éstos es social, pues sí se amplía la distribución de agua potable habrá menos zonas dónde tienen limitación de agua, lo que traería beneficios en la salud, especialmente por la reducción de enfermedades diarreicas agudas (EDAS).

Del ítem 2: la predisposición de la población y las razones para no consumir el agua de mar:

De acuerdo con lo manifestado por los profesionales entrevistados se considera que la predisposición de la población peruana al consumo de agua de mar tratada estaría condicionada al precio que tendría que pagarse por el agua; a la difusión que haga el estado de los beneficios de su consumo; a la necesidad que tienen poblaciones especialmente las marginales que ya pagan el agua más cara de Lima a los transportistas que les llevan el agua en cisternas, debiendo tenerse en cuenta que un elevado precio afectaría a familias de bajos recursos económicos; a sus características organolépticas, en especial el sabor; si no cumple con los requisitos establecidos en la legislación nacional para agua de consumo humano; los problemas ambientales que se susciten, considerando que uno de los cuestionamientos a los procesos de desalinización planteado por organizaciones ambientalista es la disposición de la llamada salmuera, agua residual con altas concentraciones de sal y al nivel de sensibilización que alcance la población a través de las campañas organizadas.

Por otro lado, los entrevistados mencionaron que las razones por las que la población no aceptaría su consumo serían el costo del agua potabilizada, por lo que sería recomendable incrementar lo más posible la población beneficiada para

disminuir el elevado aporte mensual por su consumo; así también la difusión de que el agua hervida y/o envasada evita las infecciones gastrointestinales ha calado en la población, la que aceptaría el consumo si es que se dieran a conocer ampliamente sus condiciones de almacenamiento, así como los beneficios que trae su consumo y se le advirtieran las desventajas. Esta difusión contrarrestará las suspicacias sobre el tratamiento si explica los beneficios del agua de mar potabilizada.

Datos del INEI, permiten conocer que llegarían a diez millones de personas las que no tienen acceso al agua potable y que son las que representarían el mejor potencial de consumo, en la medida que esto cubriera el déficit hídrico de la población, pero ello dependerá del manejo político de los procesos de desalinización y del cambio en la forma de pensar respecto a que el agua de mar se ensucia al verterse los desagües de las ciudades al mar o que la dosis alta de minerales y sales la hacen un líquido no permisible para el consumo humano; éstas y otras informaciones sobre efectos adversos para la salud en el hombre afectarían la decisión de consumirla.

Del ítem 3: La posibilidad del uso industrial del agua de mar tratada

De hecho se ha manifestado por los entrevistados que ya existen empresas de diversos rubros que están usando el agua de mar tratada en sus procesos industriales y que serían las que continuarían utilizándola; algunas están dedicadas a la producción de alimentos como Stevia, empresa productora de azúcar alternativo, quien no tendría inconvenientes en usarla por su alta demanda de agua para sus procesos; otras, como la empresa Fénix interconectada a la red pública provee agua potable a las comunidades de su área de trabajo; en la industria pesquera se usa en la producción de vapor en las calderas para la cocción del pescado que requiere un alto volumen de agua y otras, como las mineras, podrían emplear el agua de mar para no competir por

el agua dulce con las comunidades, en busca de evitar conflictos sociales; siendo muchas para las que sería una garantía de que la capacidad de agua para sus procesos no se vería afectada por fenómenos meteorológicos. Sin embargo, es necesario advertir que quienes usan y usarían el agua de mar son las grandes empresas, puesto que tienen la suficiente solvencia para instalar costosas plantas de tratamiento.

Otras opiniones consideraron que las empresas no emplearían este recurso acuífero, considerando que el problema radica en el gasto en investigación, construcción y especialmente en la etapa de mantenimiento de una planta desalinizadora en la cual se incrementa el gasto al detenerse la producción para la limpieza de las membranas, las que por efecto de los productos químicos se adelgazan disminuyendo el ciclo de vida útil de éstas. Otra razón para el no uso es que los insumos requeridos se buscan en forma más dinámica y sencilla no considerando su procedencia, excepto en el caso de las industrias de alimentos o bebidas, las cuales podrían afectarse en función del punto de vista de los consumidores.

Entre otras razones están el que el agua tratada no cumpla con los parámetros, en perjuicio del proceso de producción, así como la elevada salinidad por lo que no se podría emplear industrialmente por el riesgo de que corroe a los metales dañando la maquinaria o alterando el nivel de alcalinidad del suelo, lo que causaría daño al medio ambiente. En consecuencia, una industria tendría que renovar su tecnología para poder usar el agua de mar tratada, a lo que muchas se resistirían pues el Perú dispone de petróleo y gas, especialmente las pequeñas y medianas empresas, en las que se alterarían sus procesos y probablemente sus productos.

V. Discusión de Resultados

Disponibilidad de Tecnología y recursos humanos en el Perú

Existió consenso en los entrevistados de que el país dispone de la tecnología adecuada y que se emplea para la desalinización la ósmosis inversa, la que es usada por los países con un mayor nivel de desarrollo, debido a que una planta por ósmosis inversa representa la tecnología más rentable y más viable según Sánchez, (2017), quien realizó un análisis energético y económico de las diferentes tecnologías y un estudio comparativo de viabilidad de éstas en base a criterios comunes como capacidad de la planta, inflación, precio del agua y años de amortización. Lechuga, (2007), citado por Dévora, González y Ponce, (2012, p. 10), aportó las ventajas significativas de la ósmosis inversa en consumo energético y costo de producción del agua tratada, agregando una menor emisión de CO₂, cuya acumulación causa el efecto invernadero y problemas medioambientales, agravados por agotamiento de los recursos y la sobrepoblación.

Por otro lado, de acuerdo con Sobrevilla, Homs, Capell y Juli, (2008a), en una planta de desalinización se requiere de un grupo de operarios cuyo tamaño depende de la capacidad de la planta; asimismo, Biólogos, Químicos e Ingenieros industriales como profesionales calificados para operarla. Tomando en cuenta que en distintas Universidades peruanas se forma un buen número de estos profesionales, quedaría garantizada la presencia de personal calificado y especializado. Probablemente, esto llevó a los entrevistados a considerar que el Perú si cuenta con el recurso humano calificado, advirtiéndose sin embargo la falta de técnicos especializados en las operaciones del proceso de desalinización.

Rentabilidad económica y trascendencia social

De las entrevistas realizadas se ha recogido el criterio de que no es rentable económicamente la desalinización, llegando a establecer que el proceso llegará a ser seis veces más caro que la potabilización de agua dulce a diferencia de Moreno y Montenegro, (2018), quienes en su estudio concluyeron que el tratamiento del agua de mar si es competitivo con los costos de la potabilización y abastecimiento del agua dulce. Cabe advertir que consideraron el tratamiento del agua de mar como una alternativa para poblaciones costeras o cercanas a las costas como las ciudades de Tijuana y Ensenada.

Si consideramos que la existencia de plantas de tratamiento para obtener el agua requerida en sus procesos de producción supone que pueden financiarse las construcciones de estas plantas por la gran industria; por otro lado, todas las construidas se hallan en la costa del país como lo sostienen los autores citados, más aún por la deuda social que se tiene con las poblaciones desabastecidas por mucho tiempo ante la imposibilidad de costear proyectos de abastecimiento convencional por la inversión requerida, el costo supuesto de esta agua no sería objetivo al estarse comparando con los precios en ciudades con redes de abastecimiento.

Según Rojas, López y Zaldívar, (2007a), la factibilidad de financiamiento de estos proyectos pasa por el requerimiento de que ciertas medidas económicas sean más blandas de lo que actualmente son, entre otras que los activos se deprecien después de los 10 años, las tasas de interés del capital prestado deben ser menores al 10% con periodos de amortización mayores a 5 años, debiendo evaluarse los proyectos entre los 15 a 30 años, sobre todo porque la recuperación de la inversión se realiza en más de 10 años, invertir en la construcción de estas plantas no alienta al inversionista privado, requiriéndose de la intervención del Estado y la búsqueda de fuentes de financiamiento internacional. En

consecuencia, en base al análisis realizado se considera que, sin la intervención del estado no es económicamente rentable, instalar plantas de tratamiento o desalación.

Problemática del tratamiento del agua de mar en el Perú

Según Rojas, López y Zaldívar, (2007b), el hecho que entre los factores limitantes de los Proyectos de tratamiento de agua de mar estén la falta de responsabilidad de los Gobiernos no organizados y la ausencia de principios de moralidad, sin tener en cuenta que la eficacia de éstos es social, advierte que este tema no está en la agenda inmediata del estado, probablemente porque en el Perú el estrés hídrico es una amenaza del futuro para la gran mayoría de la población debido a que son diversas las fuentes de agua dulce especialmente en la zona alto andina y en la selva peruana donde discurren ríos de gran torrente. Ello, no significa que no haya zonas con falta de este recurso hídrico, mayormente ubicadas en los desiertos costeros, en las laderas de los cerros que rodean Lima y en la zona andina, lo que dificulta y hace que la distribución convencional de agua potable sea costosa; un caso lo constituyen las cuencas hidrológicas de la costa norte peruana y del sur de Lima donde el déficit de agua para la agricultura y los procesos industriales supera los 50 millones de m³, siendo la excepción las cuencas de los ríos Tumbes, Chira y Piura.

Otro factor en contra es la falta de conocimiento en la población del tema, por lo que se requiere abordar el tratamiento eficiente del agua de mar explicándose los esfuerzos por eliminar componentes no aptos para el consumo; debe tenerse en cuenta que en la población peruana existe el convencimiento de que el agua de mar es sucia por el desembalse de los desagües, lo que no predispone a las personas al consumo de esta agua

ni como bebida ni como insumo para la preparación de sus alimentos, aunque si es aceptado su uso para los servicios higiénicos.

Pese a que se insiste en el costo del agua tratada, un análisis de la realidad de estas poblaciones desabastecidas permite conocer que las familias que la constituyen compran el agua que se les lleva mediante cisternas a precios especulativos para poder satisfacer la necesidad que tienen de ella, aquí es necesario preguntarse si realmente les parecería más caro, si el recurso es llevado en mejores condiciones directamente a los domicilios y que dispondrían libremente de él. Además, el costo es más social que económico, siendo responsabilidad del estado financiar en parte el costo de esta agua.

Predisposición de la población y sus razones para no consumir el agua de mar

Si solo se tomase en consideración los diez millones de peruanos que no disponen de agua potable y la postergación en la que continúan viviendo tantas familias, esperanzadas en promesas política incumplidas, afectadas por severas afecciones a la piel e infecciones gastrointestinales ante la falta de agua para el aseo personal, para lavar los utensilios que emplean en su alimentación y para la adecuada disposición de las excretas, habría que considerar que en el país existiría un elevado potencial de consumo de agua de mar tratada.

Pero, la falta de conocimientos sobre estos tratamientos novedosos para la realidad peruana pero muy conocidos en distintos países, como Israel, España, México, Chile, entre otros, genera temor en los pobladores, desarrollándose resistencia colectiva a su consumo, a lo que se agrega el elevado costo que tendría el agua al no existir la intención del estado de invertir en la construcción de estas plantas, como lo demuestra el hecho de que las existentes son de uso privado y mayormente dirigida al abastecimiento de los procesos industriales.

Que, sino la difusión de las bondades del agua de mar tratada, convencería de consumirla a los pobladores que ven y usan el mar como la gran cloaca, adonde definitivamente llegan los restos orgánicos y la basura arrastrada por los desagües y los ríos que desembocan en el mar; debe considerarse que el Perú aún está a tiempo de educar a las nuevas generaciones en el uso de estas nuevas tecnologías; antes de que el estrés hídrico alcance a toda la población del país es necesario ir familiarizándola progresivamente con un uso distinto hasta llegar a desarrollar el hábito del consumo como bebida.

En relación a lo expresado se debe tomar en cuenta las conclusiones del trabajo de Sobrevilla, Homs, Capell y Juli, (2008b), acerca de la importancia de plantas desalinizadoras en el suministro de agua potable; si bien consideran que solucionan en un mediano plazo problemas como la sequía, son igualmente conscientes de que tienen un elevado consumo de energía, lo que ha impulsado a investigar el uso de nuevas formas de energía alternativas en estos procesos. Por otro lado, afirmaron que alcanzan niveles de rendimiento bastante elevados que hace posible paliar problemas de sequía y el cambio climático, por lo cual se requiere sensibilizar a la población sobre la construcción de este tipo de plantas sin perder de vista que es una actividad enmarcada dentro de los servicios públicos y por tanto requiere financiamiento gubernamental para viabilizar su construcción y mantener el proceso de producción.

La posibilidad del uso industrial del agua de mar tratada

Según Rojas, López y Zaldívar, (2007), pese a que la inversión no parece atractiva, son varias las industrias que en el Perú han diseñado e instalado plantas de desalinización, como la planta de desionización capacitiva de Sechura que llega a una producción de 30.000 m³ /día de agua tratada, en San José, Pimentel y Santa Rosa a 10.000 m³ /día, y en

San Bartolo y Asia a 2.000 m³ /día. Con otras tecnologías, en el distrito de Chimbote se obtiene una producción de 30.000 m³ /día en la planta dual de evaporación con múltiples efectos y ciclo combinado con turbinas de gas y de vapor (CCGST-MEE) como en la planta dual de ósmosis inversa y ciclo combinado con turbinas de gas y de vapor (CCGST-RO) siendo consideradas las más apropiadas para este sector.

Sin embargo, es necesario advertir que el uso de estas nuevas tecnologías está reservado para la gran industria, pues además de la inversión inicial en investigación y construcción, el mantenimiento de las plantas también representa un gasto considerable que las pequeñas y medianas empresas no están en condiciones de asumir.

VI. Conclusiones

Conclusión general

En consideración a lo analizado existe la posibilidad de comercializar el agua de mar tratada dentro de un marco de desarrollo sostenible en Lima-Perú, a la población desabastecida que por generalmente pertenecer a estratos empobrecidos de la población peruana, requeriría que parte del costo del agua desalinizada y potabilizada lo asuma el estado, como parte de la deuda social que se les tiene; asimismo, para ampliar el mercado se necesita desarrollar políticas de difusión de los beneficios de su consumo, garantizando la idoneidad de sus procesos de producción y distribución; a diferencia, en el segmento industrial, existen mayores posibilidades de que se incrementen las industrias que la utilizarían en sus procesos productivos. Por tanto, la viabilidad de comercialización a las industrias es mayor que la viabilidad para el consumo humano.

Primera conclusión específica

El que en el país existan plantas de tratamiento evidencia que en el Perú se ha alcanzado un nivel de desarrollo tecnológico, lo que le permite al estado y a las industrias desarrollar alguna de las estrategias que se emplean en el tratamiento del agua de mar, como se evidencia en el norte del país donde se emplean plantas de desionización capacitiva, plantas duales de evaporación con múltiples efectos y ciclo combinado con turbinas de gas y de vapor y de ósmosis inversa y ciclo combinado con turbinas de gas y de vapor. Insistiéndose que su uso está determinado especialmente por el costo operativo de la planta.

Segunda conclusión específica

Aún la población peruana no está preparada para aceptar el uso del agua de mar tratada para su consumo, principalmente por el desconocimiento de las propiedades bioquímicas que permitirían disminuir una diversidad de dolencias y carencias, entre otras la anemia; así como el convencimiento de que el agua de mar es un “agua sucia” y su consumo afectaría gravemente su salud. Revertir esta percepción en las personas es tarea de una educación encaminada a insertar a los estudiantes en las nuevas realidades tecnológicas, dentro de un marco de desarrollo económico y ambiental sostenible.

Tercera conclusión específica

Se considera que en Perú si se usara en las industrias, el agua de mar tratada como insumo, pero ello dependería del tamaño de la empresa, pues el elevado costo de implementar una planta de tratamiento no daría opción a empresas de menor envergadura, así como también de la calidad del agua por evitar daño a su infraestructura.

VII. Recomendaciones

Uno de los aspectos relacionado con la potabilización del agua de mar es el impacto ambiental de los procesos que intervienen, como la disipación de calor y emisión de CO₂ en las bombas que recogen agua de mar ante la demanda de una gran cantidad de energía, lo que amerita ser estudiado en futuras investigaciones.

En segundo término, corresponde a los Oceanógrafos y otros especialistas estar atentos a las variaciones anómalas que se presenten en las especies que conforman la biomasa marina en las zonas de influencia de las plantas desalinizadoras.

Es necesario que los especialistas en el tratamiento del agua de mar alcancen a las autoridades del sector educación un plan para difundir las ventajas y desventajas que se presentan en el consumo del agua de mar tratada, en las instituciones educativas, pero con la proyección a instruir a toda la población, en especial en los sectores donde se proyectan instalar plantas de desalinización o donde se distribuiría este tipo de agua.

VIII. Referencias

- Ancieta, C. (2014). *Modelo matemático para determinar la calidad del agua de mar en la bahía del Callao, Perú* (Tesis de maestría). Universidad Nacional del Callao, Callao, Perú.
- Angelino, A. (2017). *Aprovechamiento de gradientes salinos en plantas de desalación convencionales* (Tesis de maestría). Universidad de Sevilla, Sevilla, España.
- Arteaga, R. (2005). El Neuromarketing. Una visión diferente para entender al cliente. *Perspectivas*, 8 (2), 2-3.
- Asociación Internacional de Desalación. (2009). *El mercado mundial de la desalación*. Recuperado de <https://news.soliclima.com/noticias/recursos-hidricos/el-mercado-mundial-de-la-desalacion>
- Bautista, N. (2011). *Proceso de la investigación cualitativa. Epistemología, metodología y aplicaciones*. Bogotá, Colombia: Editorial El Manual Moderno.
- Burstein, T. (2018). Reflexiones sobre la gestión de los recursos hídricos y la salud pública en el Perú. *Scielo*, 35 (2), 1-2.
- De Bono, E. (2014). *Lógica fluida. Una alternativa a la lógica tradicional*. Barcelona, España: Ediciones Paidós.
- Dévora, G., González, R. y Ponce, N. (2012). Técnicas para desalinizar agua de mar y su desarrollo en México. *Ra Ximhai*, 8 (2), 57-68.
- Empresa de Servicios Sanitarios del Bio-Bío S.A. (2011). *Obtención de agua para consumo humano y agua de riego rica en nutrientes a partir de agua de mar*. Recuperado de <http://www.udec.cl/panoramaweb2016/content/investigadores-de-la-udec-dise%C3%B1an-innovadora-planta-desalinizadora-de-agua>

- Flórez, D. A., y Bernabé Calle, B. V. (2015). El agua de mar en la alimentación y en la terapéutica. *Boletín Sociedad Española Hidrológica Médica*, 30(1), 37-55.
doi:10.23853/bsehm.2017.0378
- French, A. (2016). ¿Una nueva cultura de agua?: inercia institucional y gestión tecnocrática de los recursos hídricos en el Perú. *Anthropologica*, 34(37), 61-86.
doi:10.18800/anthropologica.201602.003
- Galeano, M. (2004). *Diseño de proyectos en la investigación cualitativa*. Medellín, Colombia: Fondo Editorial Universidad EAFIT
- Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación*. Mexico D.F., Mexico: McGraw-Hill Interamericana.
- Instituto Nacional de Recursos Naturales. (2005). *Información estadística: Explotación de aguas subterráneas por tipo de uso en la Vertiente del Pacífico 2003*. Recuperado de <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/explotacion-aguas-subterranas-tipo-uso-vertiente-pacifico-2003>
- Kuroiwa, J. (2010). Revista En Cifras. *Recursos hidráulicos en el Perú: una visión estratégica*, 10 (3), 10-11. Recuperado de <https://docplayer.es/15208051-Recursos-hidraulicos-en-el-peru-una-vision-estrategica.html>
- Lechuga, J. (2007). Análisis de los procesos para desalinización de agua de mar aplicando la inteligencia competitiva y tecnológica. *Ingeniería*, 11(3), 5-14.
- Mejía, E., Ñaupas, H., Novoa, E. y Villagómez, A. (2014). *Metodología de la investigación cuantitativa - cualitativa y redacción de la tesis*. Bogotá, Colombia: Ediciones de la U.
- Molina, S., Gutiérrez, M., Sánchez, J. y Ayola, J. (01 de enero de 2016). Nueva bebida Nutraceútica: “Marine”. *Revista Cultural Unilibre*, p. 94-101.

- Moreno, F. y Montenegro, M. (Setiembre, 2018). *La factibilidad del uso de agua de mar para suministro de agua potable en ciudades costeras*. Trabajo presentado en XXVIII Congreso Latinoamericano de Hidráulica de la Universidad Panamericana, Buenos Aires, Argentina.
- Munuera, J. y Rodríguez, A. (2016). *Estrategias de marketing. Un enfoque basado en el proceso de dirección*. Madrid, España: ESIC Editorial.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura. (2014). *Abordar la escasez y la calidad del agua*. Recuperado de <https://es.unesco.org/themes/garantizar-suministro-agua/hidrologia/escasez-calidad>
- Plaza, R. (2017), ¿Es necesario legislar sobre el uso del agua de mar y su desalinización? El marco jurídico actual de las aguas desaladas y el análisis de los proyectos de ley en curso. *Revista de Derecho Ambiental*, 7, 60-93.
- Revista Agua y Saneamiento. (2018). *Plantas desalinizadoras: el mar como fuente de agua potable*. Recuperado de [https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/11588C4A087702BB05257C04007AE9F0/\\$FILE/Planta_desalinizadora_en_el_Per%C3%BA.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/11588C4A087702BB05257C04007AE9F0/$FILE/Planta_desalinizadora_en_el_Per%C3%BA.pdf)
- Rodríguez, G., Gil, J., y García, E. (1999). *Metodología de la investigación cualitativa*. Granada, España: Ediciones Aljibe
- Rojas, M., López, E., y Zaldívar, S. (2007). Desalinización del agua de mar para uso industrial. *Ingeniería Industrial*, (25), 179-203.
- Sánchez, A. (2017). *Estudio comparativo de los principales procesos de desalinización y diseño de una planta desalinizadora de agua mediante ósmosis inversa con una capacidad de 10.000 m³/día* (Tesis de maestría). Universidad Pontificia Comillas, Madrid, España.

Sánchez, H. y Reyes, C. (2006). *Metodología y diseños en la investigación científica*.

Lima, Perú: Visión Universitaria

Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima. (2017). *Cambiando de vidas*.

Recuperado de <https://www.sedapal.com.pe/>

Sobrevilla, M.; Homs, C.; Capell, J. y Juli, J. (2008). *Las desalinizadoras y plan de*

empresa (Tesis de maestría). Universitat Pompeu Fabra, Barcelona, España.

Tobío, J. (1991). Potabilización del agua de mar. *Informes de la Construcción*,

24(231), 55-70. doi: <http://dx.doi.org/10.3989/ic.1971.v24.i231.3363>.

Unitek Perú S.A. (2014). *Soluciones en tratamiento y reuso de efluentes*. Recuperado

de <https://docplayer.es/60186096-Unitek-peru-s-a-soluciones-en-tratamiento-y-reuso-de-efluentes.html>

IX. Anexos

Anexo A: Matriz de Consistencia

Tabla 2

Matriz de consistencia

Problemas	Objetivos	Categorías	Subcategorías	Metodología
<p>Problema General: ¿Cómo comprender el consumo de agua de altamar para el desarrollo sostenible en la ciudad de Lima?</p> <p>Problemas específicos: -¿Cuál es la viabilidad de comercializar el agua de mar tratada considerando sus costos para desalinizarla, potabilización y adecuarla, considerando la predisposición de la población y de los industriales a consumirla en reemplazo del agua dulce? -¿Cuál es la tecnología y el personal preparado que se tiene en el país para desarrollar alguna de las estrategias que se emplean en el tratamiento del agua de mar y los factores o aspectos determinantes para ello? -¿Cuáles son las propiedades bioquímicas del agua de mar, restituyentes del equilibrio osmótico corporal, que determinarían que la población acepte el agua de mar tratada cómo bebida de consumo? -¿Cuáles serían los aspectos que posibilitarían que el agua de mar tratada se emplee en los procesos desarrollados en las industrias?</p>	<p>Objetivo General: Analizar el consumo de agua de altamar para el desarrollo sostenible en la ciudad de Lima.</p> <p>Objetivos específicos: -Analizar la viabilidad de comercializar el agua de mar tratada considerando sus costos para desalinizarla, potabilización y adecuarla, considerando la predisposición de la población y de los industriales a consumirla en reemplazo del agua dulce. -Conocer si en el país se tiene la tecnología y el personal preparado para desarrollar alguna de las estrategias que se emplean en el tratamiento del agua de mar y los factores o aspectos determinantes para ello. -Establecer si el conocer las propiedades bioquímicas del agua de mar, restituyentes del equilibrio osmótico corporal, determinarían que la población acepte el agua de mar tratada cómo bebida de consumo. -Establecer cuáles serían los aspectos que posibilitarían que el agua de mar tratada se emplee en los procesos desarrollados en las industrias.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Consumo de agua de altamar - Desarrollo sostenible en la ciudad de lima 	<ul style="list-style-type: none"> - Viabilidad en la aplicación de las tecnologías para el tratamiento de agua de mar. - Predisposición hacia el consumo de agua de mar en la población. - Posibilidad de que se emplee industrialmente el agua de mar - Desarrollo de actividades de las industrias 	<p>1. Tipo de Investigación: Descriptiva</p> <p>2. Población: 15 profesionales de ingeniería ambiental y otras especialidades,</p> <p>3. Muestra: 5 profesionales de ingeniería, conocedores del tratamiento del agua de mar.</p> <p>4. Instrumento: Guía de entrevista</p> <p>5. Procedimientos: Observación participante, la entrevista en profundidad y el trabajo de campo.</p> <p>6. Análisis de datos: Triangulación</p>

Fuente: Diseño propio. *Nota.* Tema: El consumo de agua de altamar para el desarrollo sostenible en la ciudad de Lima.

Anexo B: Instrumento de Investigación

Transcripción de entrevistas

Ítem 1: De acuerdo con el conocimiento y/o su experiencia en el procesamiento de agua de mar para consumo o uso industrial ¿Considera que el país cuenta con la tecnología apropiada y el personal especializado para que este proceso sea eficaz, de forma tal que se asegure la producción esperada y que sea económica y socialmente eficiente? ¿Qué factores dificultarían la efectividad del proceso?

Primer entrevistado:

Ante la realidad que vivimos, en unos años la población podría vivir en condiciones de tensión hídrica y, el Perú no es ajeno a esta condición. Actualmente existe un proyecto denominado “Provisión de Servicios de Saneamiento para los distritos del Sur de Lima” dicho proyecto consiste en el diseño, financiamiento y construcción de infraestructura para ampliar y mejorar los servicios de abastecimiento de agua potable, alcantarillado sanitario, tratamiento y disposición de aguas residuales y se ha proyectado la construcción de 19 plantas desalinizadoras, además de plantas de tratamiento de aguas residuales.

Considero que la tecnología no es apropiada, ya que en nuestro territorio nacional se utiliza el método de ósmosis inversa que requiere grandes cantidades de energía al aplicar la presión para separar el agua de las sales. En todo caso deberían investigarse otros tipos de membranas que no necesiten aplicar grandes cantidades de presión y por lo tanto menos energía.

Desde el punto de vista económico y social, no es rentable; ya que el costo de producción está por encima del promedio del método tradicional. El procesamiento del agua de mar es una solución rápida y efectiva, aunque no tan económica en un primer momento para el usuario. En todo caso, subir las tarifas a los sectores de mayor poder adquisitivo, ya que no es sostenible pagar 30 o 40 soles por un recurso que en unos años será escaso.

Otra consideración es como captarán el agua de mar sin dañar a los organismos marinos, se debe de tener la precaución de usar tamices, los cuales eviten el arrastre de la fauna marina.

Segundo entrevistado:

El Congreso mundial de la asociación internacional de Desalinización tiene lugar este año en Sao Paulo en octubre. Señala que la energía necesaria “Se ha reducido por tres en los últimos 30 años Y la tecnología es mucho más asequible”. “La producción de agua salada está por debajo de 1 \$ el metro cúbico, 0,1 céntimo de dólar el litro. La desalinización cuesta entre dos y tres veces más que un agua de buena calidad natural. Es un poco más cara pero no es excesivamente cara.

En el Perú aún se cuenta con zonas que no cuentan con agua potable teniendo recursos hídricos aledaños.

La tecnología existe, pero los proyectos que son de inversión pública aún no son administrados eficazmente, por ello esto hace que los departamentos para su instalación pasaran más tiempo, en cambio SEDAPAL está realizando el proyecto de la instalación de su planta de desalinización que llegara al Lima, Para los demás departamentos aun quedaran en proceso.

La tecnología en el Perú se cuenta y el personal especializado también, Esto va a depender de las inversiones que se cuenta para iniciar y Asimismo evaluación de los gastos de mantenimiento de las plantas que van a depender para el costo social.

En el Perú se ha realizado proyectos eficientes las inversiones de instalación mas no se evalúa el costo de mantenimiento para su servicio que hace que los proyectos de inversión pública queden hasta la instalación y prueba, pero no se han mantenido en los años, siendo pasivo de los gobiernos municipales y provinciales.

Para las inversiones privadas es más factible por contar objetivos de producción y una evaluación más eficaz, Las formas son aledañas al mar para su ejecución de industriales cómo la zona costera ya cuenta con pocos recursos hídricos.

Tercer entrevistado:

El país cuenta con la tecnología adecuada para el tratamiento del agua de mar, el costo de tratamiento del agua de mar con dicha tecnología y por las fases de tratamiento las cuales el destilado del agua donde se retira las sales del agua, posteriormente el vapor se condensa en una cámara obteniendo agua sin sales, luego se envía a una planta donde se realiza un primer tratamiento con un coagulante, el agua pasa a un desarenador, luego pasa a ósmosis inversa. Por cada dos litros de agua salada se produce un litro de agua dulce y un litro de agua el doble de salada está se devuelve al mar.

Los procesos antes descritos, incrementan considerablemente el costo de tratamiento estas tecnologías son usadas por el sector privado para utilizarlo en su proceso productivo, en el país a nivel del sector público existen proyectos poco estructurados con poco o nulo avance.

Teniendo en cuenta que Lima es la tercera ciudad más habitada sobre un desierto detrás de El Cairo. Es pues el agua de mar un recurso natural con gran potencial para su aprovechamiento, el costo beneficio en su implementación resultaría elevado en temas sociales.

Cuarto entrevistado:

Tenemos la tecnología apropiada y el personal especializado para el procesamiento de agua de mar para consumo o uso industrial. El problema principal es el costo de este proceso ya que es más caro procesar agua de mar que agua dulce para el consumo humano. Según SEDAPAL es seis veces más caro procesar agua de mar que agua dulce. En el año 2014 te firmo un contrato para la construcción de 19 plantas desalinizadoras a lo largo del país, hasta la fecha sólo se pondrá en marcha una planta el año 2021. Lo que dificulta principalmente el atraso en la implementación de estas plantas son temas burocráticos los cuales acompañados con temas de corrupción frena los avances en la implementación de estas plantas.

Quinto entrevistado: Sus respuestas coinciden con las del cuarto entrevistado.

Sexto entrevistado:

Actualmente se cuenta con la tecnología disponible y el personal preparado para el Uso de Del agua de mar En proceso industrial Cómo en el caso de la localidad

de Chilca al sur de Lima Donde el agua de mar tratado mediante proceso de ósmosis inversa lo cual reduce su dureza (Contenido de sales de calcio y magnesio principalmente), Para ser utilizada en el proceso de enfriamiento de las turbinas durante el proceso de generación eléctrica. Al mismo tiempo por cuestiones de responsabilidad social considerando la población cercana carece de agua con buenas condiciones para Consumo (es extraído de pozos sin mayor tratamiento y con elevada dureza), la empresa eléctrica de deriva parte del agua blanda producida, que debe ser endurecida previamente mediante un paso adicional, hasta los valores aceptados por la OMS, hacia tanques construidos por ellos para el abastecimiento de la población, lo cual es bien visto por la misma, a partir de lo cual se mantienen buenas relaciones por haber solucionado uno de los grandes problemas de la comunidad durante mucho tiempo.

Asimismo, En la ciudad de Marcona (Ica) el agua de mar es utilizada en los SSHH de las viviendas adyacentes al litoral reduciendo los costos por tratamiento de la misma. Cabe mencionar que en los centros de enseñanza superior parte de la currícula en algunas especialidades incluye el tratamiento de agua, sea cómo industriales o residuales. Los factores que dificultan la efectividad del proceso serían el costo de la instalación inicial de las plantas desalinizadoras; el que los proyectos se encuentren limitados a ciudades de la costa, su financiamiento del mantenimiento a mediano y largo plazo y la gran cantidad que se requiere disponer para el funcionamiento de los sistemas de bombeo del agua de mar a las plantas de tratamiento.

Sétimo entrevistado:

Existe tecnología para desalinizar el agua de mar en Perú, pero de menor escala. Para una producción a mayor escala como proveedores de agua de mesa la tecnología no es adecuada ya que el costo de producción sería caro y el costo en el mercado sería mayor. El principal problema producción a mayor escala sería el mantenimiento de las tuberías y los filtros, debido a que se saturarían rápido por la sal, actualmente se desaliniza el agua empleando filtros y hasta ósmosis inversa. Se debería encontrar un tratamiento en la cual se emplee menos energía y materiales que tengan alta resistividad a la concentración salina del mar y evaluar los mantenimientos periódicos.

Octavo entrevistado:

Existe un proyecto en camino para diciembre del 2019 culminar la primera planta desalinizadora de agua ubicada en Santa María del Mar (sur de Lima) SEDAPAL. En mayo del 2014 el ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento suscribiría con la empresa concesionaria Desaladora del Sur S.A. el contrato de concesión por 25 años, considerando que en el proyecto se dará cumplimiento de las normas ambientales y se emplearán estrategias de mitigación de los impactos durante el proceso de construcción y operaciones y de tratamientos de aguas residuales. Son factores en contra la oposición de la población de la zona sur de Lima que no desearía ser los primeros en probarla, argumentando el temor por los efectos secundarios.

Noveno entrevistado:

En la actualidad se sabe que el agua dulce es un recurso con mayor prioridad y a la vez con menor cantidad en el mundo, su escasez en los últimos años ha logrado perturbar el equilibrio social y ambiental en el mundo. Factores como el cambio climático, el incremento de la población, etc. hacen que el uso de la desalinización del agua de mar constituya una propuesta prometedora a la escasez de esta. El país no cuenta con la tecnología apropiada ni el personal especializado. En el proceso de la desalinización del agua de mar, las preocupaciones de la población varían e incluyen dudas con respecto a la fuente de alimentación y el producto final, es decir al riesgo de consumir agua desalinizada dado que las personas y empresas pueden percibir que el agua producida por la desalinización en base a la ósmosis inversa no es lo suficientemente segura para el uso y consumo humano. En este caso los abastecedores de agua, que serían las plantas desalinizadoras, deben abordar esta preocupación mediante la educación a la población del uso de avances tecnológicos de los procesos de tratamiento del agua y de la eficiencia de eliminación de componentes no aptos. Otros factores que afectan negativamente son los efectos ambientales de la operación del proceso, cuestiones de privatización, y el futuro del recurso hídrico de la zona, es así que en ocasiones los ciudadanos locales organizaciones no gubernamentales, pueden influir en un organismo regular o en el mismo gobierno local, lo cual pondrían obstáculo y en el proceso de permisos regulatorios.

Décimo entrevistado:

El Perú actualmente cuenta con proyecto de desalinización del agua del mar en Lima dónde apunta a beneficiar a más de 100 000 pobladores de los distritos de

un Punta Hermosa, Punta Negra, San Bartolo y Santa María del Mar. Es muy importante que la tecnología este a la vanguardia del proceso tratamiento a donde todavía nos está faltando crecer, debido a que es tarea del Gobierno central y Gobiernos Regionales su puesta en marcha. Con relación al personal especializado, el Perú cuenta profesionales altamente cualificados que se encargan del tratamiento de aguas debido a que ya están propagando los procesos de tratamientos de agua en el territorio peruano.

Onceavo entrevistado:

Hoy en día en el sistema que nos encontramos el país carece de muchos factores por lo cual se le dificulta implantar un proceso que pueda comercializar el agua de mar, esta carencia se suma a la falta de interés por algunas empresas sin importar ni tener una visión futura de la gravedad de agotar que el hombre necesita ingerir. El tema está en una situación estancada, por un Gobierno no organizado y ausencia de principios de moralidad Así mismo no cuenta cuando inversión proyectar hace en implantar sistemas tecnológicos Problema De carencia Y Formación de agua de mar para del hombre.

Doceavo entrevistado:

Considero que en el Perú si se cuenta con la tecnología para este tipo de proceso, actualmente se está construyendo la primera planta de desalinización en el país al sur de Lima la cuál debe estar funcionando a fines del 2019. Respecto al personal especializado se cuenta en el país con profesionales en ingeniería sanitaria con especialización en tratamiento de agua para consumo y su uso industrial, pero probablemente haya un déficit en personal técnico para la operación de las

plantas; también habría que analizar el suministro de los químicos para el tratamiento puede que no se fabriquen en el país.

Treceavo entrevistado:

Si, el país cuenta con tecnología apropiada y personal especializado y capacitado, para que el procesamiento de agua de mar para consumo o para uso industrial sea eficaz, así mismo el tema económico aún no se está viendo de una manera objetiva pues la desalinización de agua de mar no es para competir con los métodos tradicionales (cómo el agua dulce o agua subterránea), para captar recursos hídricos sino para cumplimentarlos. Es eficaz socialmente pues sí amplía la distribución de agua potable en zonas dónde tienen limitación de agua, asimismo se tiene beneficios en la salud reduciendo enfermedades diarreicas y las EDAS. Los factores que dificultarían la efectividad del proceso serían la inadecuada educación a la población del uso de la tecnología para el proceso de desalinización de agua y de su eficiencia de eliminación de componentes no aptos. Otro factor son los efectos ambientales de la operación del proceso, por cuestiones de privatización, costo elevado del agua y futuro del recurso hídrico del lugar, permisos regulatorios.

Catorceavo entrevistado:

Contamos con la tecnología de otros países como España, Dubái-Arabia, etc. Actualmente se tiene una planta en Chilca - Lima - Perú, el cual abastece a 7 000 personas con una producción 2 500 metros cúbicos de agua potable en el caso de Cía. MILPO se trata agua de mar para consumo industrial; en suma contamos con tecnología; sobre personal con conocimiento en procesos industriales del agua de mar; también contamos con profesionales con estos conocimientos, un ejemplo es

la tesis presentada por la bachiller de Danitzu Peña de la Universidad Católica San Pablo, para obtener el título de Ingeniera Industrial de fecha 11 de noviembre del 2010 “Propuesta de agua desalinizada de mar en Moquegua”, el cuál origina profesionales eficaces en el proceso, para que sea económica y se tiene experiencia. Los factores que pueden dificultar el proceso es por ejemplo modificar la Ley Orgánica de municipalidades para que puedan participar en proyectos, el cual ya fue presentado en el Congreso y aprobado de este modo se impulsan los proyectos que existen para desalinizar el agua.

Quinceavo entrevistado:

Actualmente en el Perú, de acuerdo con algunas fuentes, existen empresas privadas que utilizan dentro de su proceso agua desalinizada previamente tratada, a través de un proceso de ósmosis inversa; asimismo, está en construcción una planta de tratamiento que beneficiaría a una población pequeña (100 000 hab.) y cercana a dicha planta, lo que significa que hoy en día se tienen las herramientas y el personal necesario para poder aplicar la tecnología respecto a la desalinización del agua de mar.

Sin embargo, el factor que dificultaría una eficiencia del proceso no sólo sería el alto costo de un tratamiento por ósmosis inversa, para aquellas ciudades que se encuentran alejadas de la costa, sino el transporte y/o traslado de dicha agua hacia todas las viviendas.

Ítem 2: ¿estará predispuesta la población a aceptar como bebida de consumo frecuente, el agua de mar tratada? ¿Cuáles sería las razones de no aceptarla como tal?

Primer entrevistado:

En nuestro territorio, uno de los mayores problemas es la escasez de agua para consumo, además se suma el acceso de agua de calidad. Considero que la población no tendría mayor inconveniente en el consumo de agua de mar tratada si el costo por este recurso no fuese tan elevado. Además, se debe considerar que el costo podría ser menor si existiese mayor porcentaje de población beneficiada, tan simple como el modelo de oferta y demanda.

Segundo entrevistado:

La población siempre va a depender de la información que se brinde, sobre el cuidado de almacenamiento, los beneficios y desventajas. La población siempre va a depender del costo, ya que es un aporte y mensual y un recurso básico para todas las personas.

Tercer entrevistado

En un país donde más de 10 millones de personas no tiene acceso al agua potable, según el INEI, pienso que el agua proveniente del tratamiento de agua de mar es una opción que tiene un gran potencial para la cobertura del déficit expuesto. Si bien en un primer momento puedan existir suspicacias acerca del tratamiento, los gestores de estos proyectos deben explicar a la población los beneficios del uso de esta agua potabilizada, siendo una tecnología aceptada internacional.

Cuarto entrevistado

La población está predispuesta a aceptar el consumo de agua de mar tratada, ya que en nuestro país existen zonas donde no se tiene acceso a este servicio tan indispensable y tienen que comprar a las cisternas los cuales comercializan este recurso natural a precios exorbitantes, por lo que la construcción de un sistema de distribución de agua proveniente de la potabilización del agua de mar beneficiaría a estas poblaciones de bajos recursos. Las razones para no aceptarlo serían: Un elevado precio afectaría a familia de bajos recursos económicos, ya que el proceso de potabilización del agua de mar es más elevado que el de otras fuentes de agua. Las propiedades fisicoquímicas, que no cumplan los requisitos establecidos en la legislación nacional para agua de consumo humano, problemas ambientales, ya que uno de los cuestionamientos a los procesos de desalinización planteados por organizaciones ambientalista es la disposición del agua residual con altas concentraciones de sal llamada salmuera.

Quinto entrevistado

Sus respuestas son coincidentes con las brindadas por el anterior entrevistado.

Sexto entrevistado

Es muy posible, pero para lograrlo sí requiere de la difusión del precio Mediante campañas y medios de comunicación masiva a fin de ir induciendo a la población que su consumo no ocasiona daños en la salud, inicialmente se puede (se requiere de una fuerte inversión) independizar los circuitos de agua de consumo (bebida, preparación de alimentos), de otro para uso en servicio (en SSHH, sistema contra incendio) a fin de popularizar la misma. Al mismo tiempo se puede incentivar su consumo inicialmente en los centros de enseñanza (inicial hasta universidades)

para posteriormente incluir a la población en general. Siendo la razón para no aceptar el consumo de agua de mar tratada, la distancia del litoral a la ciudad como es el caso de Ica, Tacna, Lo cual eleva los costos debido al bombeo adicional para el suministro de la misma, el manejo político que se puede dar a las obras por realizarse y la creencia popular acerca de que el agua de mar es sucia debido a que los desagües de las ciudades van a dar al mismo, por lo que puede enfermar a la población

Sétimo entrevistado

La población aceptaría agua de mesa proveniente de mar, siempre y cuando no tenga o encuentre un sabor ligeramente salino y la marca sea reconocida o efectúe bien la relación confianza-consumidor. Y otra razón sería por necesidad, debido al desgaste del recurso hídrico y la contaminación de ríos, lagos y lagunas

Octavo entrevistado

Frecuentemente no, con los años tendrían mayor aceptación, es muy importante la difusión por parte del Ministerio de Salud sobre el uso de agua procesada del mar. Las razones para el rechazo serían: noticias de la contaminación marina, uso de productos químicos en el tratamiento y la costumbre de consumir marcas tradicionales.

Noveno entrevistado

Yo creo que la población podría estar predispuestas en aceptar como bebida de consumo frecuente el agua de mar tratada, pero siempre y cuando estos sean educados y concientizados por científicos y profesionales, estos tendrían mayor aceptación, algunos de los beneficios del agua del mar es que contiene 118

minerales de la tabla periódica, el agua de mar tiene PM de 8,4 alcaliniza Nuestro medio interno, sistema básico es la mejor medicina preventiva y desintoxicante, etc. Con respecto a cuáles serían las razones para no usarla o aceptarla como tal es que el ciudadano no tenga conocimiento de cómo se realiza la preparación o tratamiento de esta agua de mar, además del elevado precio del producto.

Décimo entrevistado

Al comienzo la población rechazará el consumo, pero fundamentalmente pasará en cómo se llegue a la población, su aceptación que después habrá consumo del agua mar. La razón para no aceptarla sería: Si no son tratadas es perjudicial para el cuerpo humano ya que provocaría gran cantidad de sal en el organismo, el metabolismo entraría en crisis provocando desmayos, colapsos, lesiones cerebrales. La sal llegaría hasta los riñones los cuáles dejarían de funcionar provocando la muerte.

Onceavo entrevistado

Se sabe por estudios que el agua de mar contiene dosis de minerales y sales que hacen un líquido no permisible para el consumo libre para el hombre, la población nacional tiene diferentes puntos de vista respecto a un nuevo producto o una bebida (agua de mar), esto conllevaría un análisis más profundo y una toma de muestras basadas en estadísticas para su aprobación, para poder promocionar y comercializarla. Enviar mensaje de no tan casos de nuevos productos Los cuales no cumplen Cuando la expectativa Empresa o compañía ofrece público en general. El sistema de Comercio de agua de mar tratada se puede comercializar con un correcto estudio de mercado y un óptimo sistema de marketing para la aceptación de la población peruana.

Doceavo entrevistado

Probablemente las poblaciones acostumbradas a consumir agua dulce proveniente de ríos o quebradas manifiestan un reclamo al consumo de agua tratada de mar. La razón para no aceptarla en primera instancia sería la información sobre posibles efectos adversos a la salud, la desinformación sobre este producto o creencias. Considero que para las poblaciones que actualmente no cuentan con el servicio de agua potable la aceptación será mejor.

Treceavo entrevistado

Si, si se le da una educación a la población de este procesamiento, así como campañas de sensibilización con ejemplos prácticos y se les da información adecuada. Razones para no aceptarla: que tenga un impacto negativo en el ambiente; así como producir enfermedades en la población, pues cómo es un tema nuevo siempre existe ese temor.

Catorceavo entrevistado

Probablemente la población en general no tenga aceptación al agua del mar para consumo lo que hace falta dar información hacer Divulgar para que sea aceptable. Las Razones para no aceptarla serían si altera el sabor de la comida y el paradigma de qué el agua tratada del mar hace daño por falta de conocimiento y costumbre.

Quinceavo entrevistado

Desde un punto de vista, previo a una distribución de agua desalinizada, el Estado debería buscar los mecanismos para difundir y/o comunicar a la población los métodos de tratamiento que se está implementando para potabilizar agua y si esta

presenta alguna restricción para su uso, no realizar este tipo de difusión ocasionaría que se creen mitos y/o comentarios de personas y/o instituciones que no están de acuerdo con dicho tratamiento o que estas vayan en contra de sus negocios y objetivos.

Ítem 3: ¿Considera que las industrias emplearían el agua de mar tratada para desarrollar sus actividades? De no ser así ¿A qué se debería?

Primer entrevistado:

En la actualidad existen empresas que dentro de su proceso industrial realizan la desalinización de agua de mar mediante el sistema de ósmosis inversa (ejemplos: GCM PERÚ LTDA, y STEVIA ONE PERÚ INDUSTRIA S.A.C. que desarrolla el procesamiento industrial de cristales y polvo de Stevia utilizando agua de mar tratada para sus procesos. Considero que no tendrían inconveniente alguno en utilizar dicho tipo de tratamiento, siendo además la demanda de agua necesaria para sus procesos.

Segundo entrevistado:

Todo debe ser previa evaluación por los clientes de competencia para establecer lineamientos, controlar el uso de agua, para mantener la cantidad, que no alteren el equilibrio del agua y sus componentes biológicos que dependen en la naturaleza. Las industrias por contar con recursos para su inversión y ganancia deberían de contar con esta opción. Sus limitaciones serían la ubicación de su área de producción cerca de las zonas sin uso de agua tratada.

Tercer entrevistado:

Si, en la actualidad en el Perú la empresa Fénix Power, operadora de la termoeléctrica de Chilca, potabiliza agua de mar para incluirla en su proceso productivo, con fines de ser aceptada socialmente, esta empresa trata 2500 metros cúbicos de agua de mar, utiliza 500 para su proceso y 2000 dona a las ciudades de Chilca y Salinas, para interconectarlos a su red de agua potable, es una muestra de responsabilidad de la empresa, en donde si bien existen costos elevados en el tratamiento, el costo beneficio para los ciudadanos es mayor.

Cuarto entrevistado:

Considero que las diferentes industrias que utilizan como insumo principal el agua tratada potabilizada, emplearía agua de mar tratada. Un ejemplo de esto se dio hace muchos años en la década del 90, en el sector de la industria del petróleo. Se construyó una planta de tratamiento de agua de mar en la localidad de Órganos en el departamento de Piura. Esta agua tratada se utilizaba en la recuperación secundaria de petróleo, actualmente esta planta está abandonada. De no ser utilizada por la industria se debería a los costos que implica su tratamiento, los cuales inciden en el incremento de los precios del producto final puesto en el mercado.

Quinto entrevistado:

Idem al 4

Sexto entrevistado:

Básicamente dependería de los costos el uso del agua de mar tratada, considerando que su utilización no se encuentra muy difundida y que quienes manejan las plantas se verían obligados a invertir en instalaciones adicionales para el control de calidad del agua que ingresa, la cual debe ajustarse a sus necesidades en cuanto a volumen y concentración de parámetros incluidos en la misma. Por ejemplo, en la fabricación de fibra sintética, se requiere que el agua tenga la menor dureza posible es decir totalmente desionizada, por lo que utilizan plantas de ósmosis con las cuales se ablanda el agua potable de la red pública. En el caso del agua de mar es posible que los parámetros de ingreso sean superiores, lo que eventualmente originaría sobrecostos por mantenimiento de equipos y uso de suministros, que iría en contra de los intereses económicos de los empresarios. Cabe señalar que la industria pesquera utiliza directamente el agua de mar para la limpieza de su materia prima (pescado), recurriendo al agua tratada durante el proceso de cocción de esta, durante la producción de vapor a través de las calderas, las cuales requieren de grandes volúmenes de agua.

Sétimo entrevistado:

Las empresas utilizarían agua de mar procesada si no se ven afectados en los costos para su proceso, por el desgaste de material de producción al usar el agua tratada del mar y si el balance costo-beneficio es positivo.

Octavo entrevistado:

Considero que la consumirán siempre y cuando estén al mismo precio o menor a la del agua potable, en las industrias alimentarias, se haría un estudio previo a emplearlas antes de su uso para sus productos.

Noveno entrevistado:

Yo creo que no, por el tema de gasto en investigación y desarrollo, así como la construcción y mantenimiento de una planta desalinizadora. Por ejemplo, en la etapa de mantenimiento hay gastos por qué se detiene la producción para la limpieza de las membranas; los productos químicos significan otro costo, a su vez van adelgazando las paredes de la membrana, lo cual disminuye el ciclo de vida útil de las mismas.

Décimo entrevistado:

Considero que las industrias no emplearían el agua del mar porque si no las empresas transnacionales quebrarían sus sistemas de producción. Hubiera menor demanda de consumo del producto al sabor del jarabe. Las empresas hoy en día piensan en realizar este tratamiento Por qué se perjudicarían notablemente.

Onceavo entrevistado:

Las empresas hoy en día buscan conseguir la materia prima de la forma más dinámica y sencilla sea posible, algunas veces sin importar la tendencia de donde pueda venir, en el caso de los alimentos o bebidas se tiene un poco más de cuidado. De no ser así sería una gran problemática de diferentes puntos de vista. Siendo la principal sus condiciones de asepsia, consideración por la cual las compañías

tomarían un gran reto en considerar el uso como materia prima principal (agua de mar). Esto podría tener varios puntos de vista desde el público consumidor para su futura aceptación, pasando por un proceso de pruebas y estudios por parte de las compañías competentes y visiones al futuro.

Doceavo entrevistado:

Considero que la industria sí emplearía el agua de mar tratada para sus procesos ya que podría evitar conflictos sociales con las comunidades por el uso de agua dulce; sería una muy buena alternativa para el sector industrial, pero el agua tratada debería cumplir con parámetros que no perjudiquen las instalaciones en el proceso de producción. Si el agua tratada fuese perjudicial para las instalaciones lógicamente no la emplearían.

Treceavo entrevistado:

Sí, pues la desalinización el agua de mar es independiente al ciclo hidrológico; es decir que la capacidad de agua no se vería afectada por las sequías, lo que no afectaría la operación de las plantas industriales. Asimismo, se puede reducir las escalas de uso de calentadores, equipos, aparatos y tuberías industriales que procesan el agua; reducir la concentración de cloruro de sodio en la reutilización de aguas industriales, mejorar la productividad y optimizar los procesos en la producción. Por consiguiente, se reducen las extracciones de agua de los principales acuíferos.

Catorceavo entrevistado:

El agua de mar sin tratar, no se puede dar un uso industrial debido a la alta cantidad de salinidad que tiene y corroe a los metales, daña la maquinaria. En la agricultura,

serviría para apagar incendios forestales, aunque altera el “pH” del suelo, lo que causaría daño al medio ambiente. El uso del agua de mar en forma directa no es útil en la minería, sin embargo, cuando se trata el agua de mar si se puede usar en la industria minera para la recuperación de minerales.

Existen cuatro modelos a nivel mundial de autos eléctricos que usan agua de mar sin tratar este es realmente alta tecnología en Ginebra 2014. Para que las industrias empleen agua mar tratada, tendrían que renovar su tecnología, pero cómo se tiene petróleo y gas no creo que lo hagan.

Quinceavo entrevistado:

De acuerdo a lo revisado, existen empresas que hoy en día utilizan el agua de mar desalinizada, dichas empresas son aquellas GRANDES empresas que tienen la solvencia económica suficiente para implementar dentro de sus instalaciones una planta de tratamiento, siendo el tema económico lo que restringe principalmente a las medianas y pequeñas empresas, otra de las principales restricciones podría deberse a la finalidad del uso de esta agua, ya que por su condición salina podría alterar el proceso y/o producto que se genere.