

Universidad de Lima  
Facultad de Ingeniería y Arquitectura  
Carrera de Ingeniería Industrial



# **ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA SALOBRE EXTRAÍDA DE POZOS SUBTERRÁNEOS POR MÉTODOS CONVENCIONALES EN LA ZONA DE VILLACURI**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

**Diego Alonso Argumedo Rodriguez**

**Código 20131574**

**Pavel Miranda Miranda**

**Código 20130828**

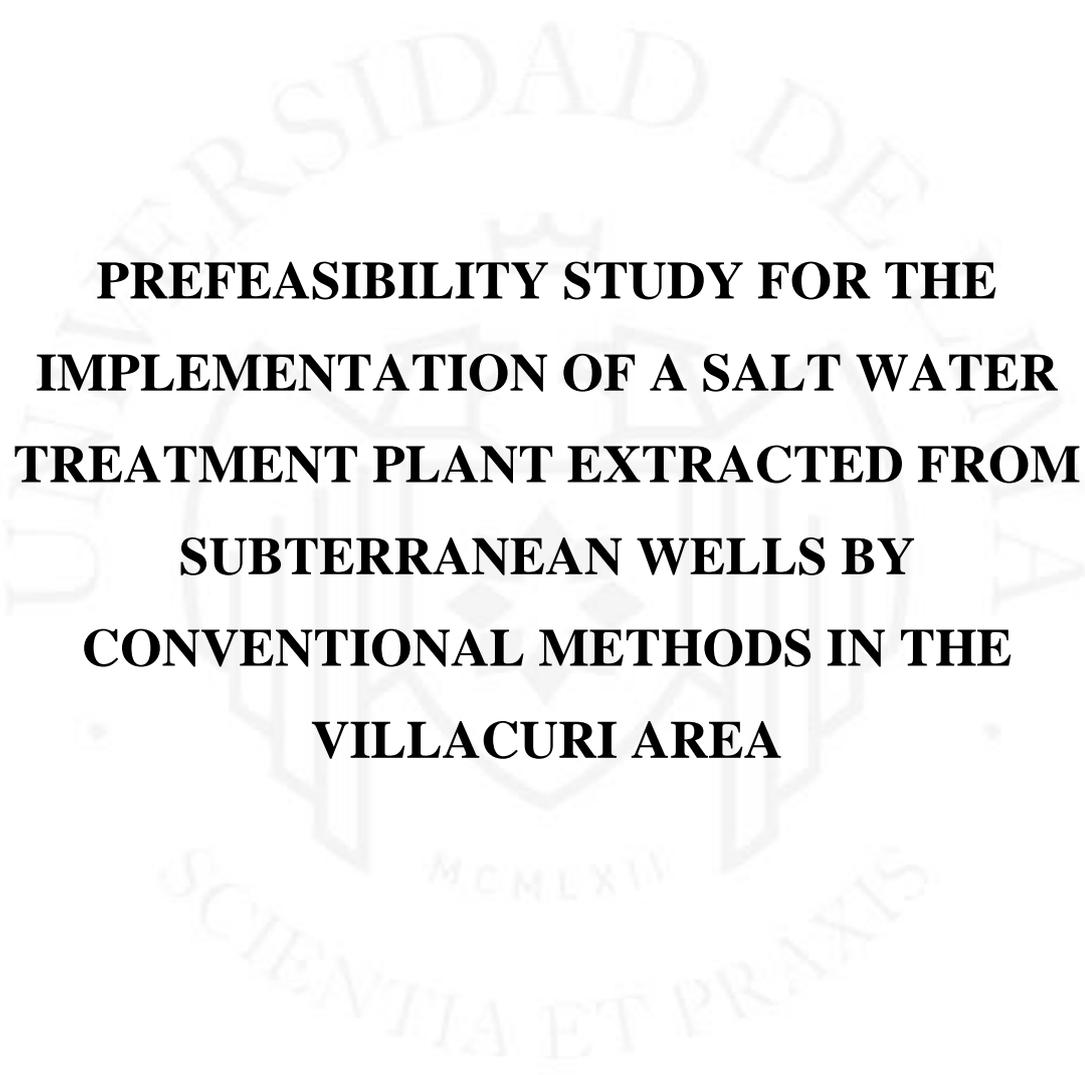
**Asesor**

**Alberto Enrique Flores Pérez**

Lima – Perú

Febrero de 2022





**PREFEASIBILITY STUDY FOR THE  
IMPLEMENTATION OF A SALT WATER  
TREATMENT PLANT EXTRACTED FROM  
SUBTERRANEAN WELLS BY  
CONVENTIONAL METHODS IN THE  
VILLACURI AREA**

# TABLA DE CONTENIDO

<b>RESUMEN EJECUTIVO.....</b>	<b>XII</b>
<b>CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES .....</b>	<b>1</b>
1.1 Problemática.....	1
1.2 Objetivos de la investigación .....	3
1.2.1 Objetivo general.....	3
1.2.2 Objetivo específico .....	4
1.3 Alcance de la investigación.....	4
1.4 Justificación del tema .....	7
1.4.1 Justificación técnica .....	7
1.4.2 Justificación económica .....	8
1.4.3 Justificación social .....	9
1.4.4 Justificación ambiental.....	9
1.5 Hipótesis del trabajo.....	10
1.6 Marco Referencial .....	10
1.7 Marco Conceptual .....	12
<b>CAPÍTULO II: ESTUDIO DE MERCADO.....</b>	<b>15</b>
2.1 Aspectos generales del estudio de mercado .....	15
2.1.1 Definición del giro de negocio del servicio y tipo de servicio (profesionales masivos, taller, etc).....	15
2.1.2 Principales beneficios del servicio (concepto del servicio) .....	15
2.1.3 Macrolocalización del servicio .....	17
2.1.4 Análisis del entorno .....	17
2.1.5 Modelo de negocio (Canvas) .....	22
2.1.6 Determinación de la metodología que se empleará en la investigación de mercado .....	23
2.2 Análisis de la demanda.....	24
2.2.1 Data histórica del consumidor y sus patrones de consumo.....	24
2.2.2 Demanda mediante fuentes primarias .....	25
2.2.3 Demanda potencial.....	26
2.3 Análisis de oferta.....	26

2.3.1 Análisis de competencia. Competencia directa y sus ubicaciones. Participación de mercado (si se aplica) .....	26
2.3.2 Beneficios ofertados por los competidores directos .....	27
2.3.3 Análisis competitivo y comparativo (Matriz EFE) .....	27
2.4 Determinación de la demanda para el proyecto .....	29
2.4.1 Segmentación del mercado .....	29
2.4.2 Selección de mercado meta.....	29
2.4.3 Determinación de la participación de mercado para el proyecto.....	30
2.5 Definición de la estrategia de comercialización.....	32
2.5.1 Políticas de plaza.....	32
2.5.2 Publicidad y promoción .....	33
2.5.3 Análisis de precios .....	33
<b>CAPÍTULO III: LOCALIZACIÓN DE SERVICIO.....</b>	<b>36</b>
3.1 Identificación y análisis detallado de los factores de macro localización .....	36
3.2 Identificación y análisis detallado de los factores de micro localización.....	40
3.3 Evaluación y selección de localización .....	44
<b>CAPÍTULO IV: DIMENSIONAMIENTO DEL SERVICIO .....</b>	<b>46</b>
4.1 Relación tamaño - mercado.....	46
4.2 Relación tamaño – recurso productivo.....	46
4.3 Relación tamaño – tecnología .....	47
<b>CAPÍTULO V: INGENIERÍA DEL PROYECTO .....</b>	<b>49</b>
5.1 Proceso para la realización del servicio .....	49
5.1.1 Descripción del proceso del servicio .....	49
5.1.2 Diagrama de flujo del servicio.....	51
5.1.3 Diagrama de Operaciones .....	52
5.1.4 Balance de Materia: Diagrama de Bloques.....	52
5.2 Descripción del tipo de tecnología a usarse en el servicio.....	55
5.3 Características de las instalaciones y equipos .....	58
5.3.1 Selección de maquinaria y equipos.....	58
5.3.2 Especificaciones de la maquinaria .....	59
5.4 Capacidad Instalada.....	61
5.4.1 Cálculo detallado de la cantidad de máquinas y operarios requeridos ...	61
5.4.2 Cálculo de la capacidad instalada .....	61
5.4.3 Calidad del proceso y del servicio .....	64

5.4.4 Niveles de satisfacción del cliente .....	65
5.4.5 Medidas de resguardo de la calidad .....	66
5.5 Impacto ambiental .....	68
5.6 Seguridad y salud ocupacional .....	73
5.7 Sistema de mantenimiento .....	75
5.8 Programa de operaciones del servicio .....	75
5.8.1 Consideraciones sobre la vida útil del proyecto.....	75
5.8.2 Programa de operaciones del servicio durante la vida útil del proyecto.	76
5.9 Requerimiento de materiales, personal y servicios .....	76
5.9.1 Materiales para el servicio .....	76
5.9.2 Determinación del requerimiento de personal de atención al cliente .....	78
5.9.3 Servicios de terceros .....	78
5.10 Soporte físico del servicio .....	79
5.10.1 Factor edificio .....	79
5.10.2 El ambiente del servicio .....	79
5.11 Disposición de la instalación del servicio .....	80
5.11.1 Disposición general .....	80
5.11.2 Disposición de detalle .....	83
5.12 Cronograma de implementación del proyecto.....	87
<b>CAPÍTULO VI: ORGANIZACIÓN ADMINISTRATIVA .....</b>	<b>88</b>
6.1 Formación de la organización empresarial.....	88
6.2 Requerimiento de personal directivo, administrativo y deservicio y funciones generales de los principales puestos.....	89
6.3 Esquema de la estructura organizacional .....	92
<b>CAPÍTULO VII: PRESUPUESTOS Y EVALUACION DEL PROYECTO</b> <b>.....</b>	<b>93</b>
7.1 Inversiones .....	93
7.1.1 Estimaciones de las inversiones a largo plazo .....	93
7.1.2 Capital de Trabajo.....	95
7.2 Costos de Producción .....	96
7.2.1 Costos de la materia Prima .....	96
7.2.2 Costos de la mano de Obra Directa.....	96
7.2.3 Costos Indirectos de Fabricación .....	97
7.3 Presupuestos Operativos .....	98

7.3.1 Presupuesto por ingreso por ventas.....	98
7.3.2 Presupuestos Operativos de Costos .....	99
7.3.3 Gastos Operativos de Gastos Administrativos.....	99
7.4 Presupuestos Financieros .....	100
7.4.1 Presupuesto de servicio de deuda.....	100
7.4.2 Presupuesto del Estado de Resultados .....	101
7.4.3 Flujo de Fondos Netos .....	102
7.5 Evaluación Económica y Financiera .....	104
7.5.1 Evaluación económica: VAN, TIR, B/C, PR.....	104
7.5.2 Evaluación financiera: VAN, TIR, B/C, PR .....	105
7.5.3 Análisis de sensibilidad del proyecto.....	105
<b>CAPÍTULO VIII. EVALUACIÓN SOCIAL DEL PROYECTO.....</b>	<b>108</b>
8.1 Identificación de las zonas y comunidades de influencia del proyecto.....	108
8.2 Impacto en la zona de influencia.....	108
8.3 Impacto social del proyecto.....	108
8.3.1 Valor Agregado.....	110
8.3.2 Relación producto/capital .....	111
8.3.3 Intensidad de capital.....	111
8.3.4 Densidad de capital .....	111
8.3.5 Productividad de la M.O .....	111
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>112</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>114</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>115</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>117</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Uso de pozos según su tipo.....	5
Tabla 1.2 Uso de los pozos tipo utilizados .....	5
Tabla 1.3 Clasificación del agua según Wilcox.....	7
Tabla 2.1 Demanda histórica de agua en el Departamento de ICA.....	24
Tabla 2.2 Ratio de consumo por tipo de cultivo m <sup>3</sup> de agua .....	26
Tabla 2.3 Ratio de consumo por tipo de cultivo m <sup>3</sup> de agua .....	28
Tabla 2.4 Demanda del Proyecto.....	30
Tabla 2.5 Precio del estado de acuífero .....	34
Tabla 2.6 Precio del recurso hídrico para los acuífero sobre-explotados .....	34
Tabla 2.7 Precio de tratamiento de agua salda en diferentes zonas.....	35
Tabla 3.1 Población total .....	38
Tabla 3.2 Potencial mano de obra.....	39
Tabla 3.3 Población Económicamente Activa.....	40
Tabla 3.4 Población Económicamente Activa en Agricultura.....	40
Tabla 3.5 Reserva Explotable de Agua (en hm <sup>3</sup> /año).....	41
Tabla 3.6 Vida útil de pozos (en años) .....	42
Tabla 3.7 Matriz de enfrentamientos de factores de macro localización.....	44
Tabla 3.8 Ranking de factores de Macro localización.....	44
Tabla 3.9 Matriz de enfrentamientos de factores de micro localización .....	45
Tabla 3.10 Ranking de factores de Macro localización.....	45
Tabla 4.1 Programación inicial de pozos Agrícola Sol de Villacuri .....	47
Tabla 4.2 Programación propuesta .....	47
Tabla 5.1 Descripción de procesos alternativos.....	55
Tabla 5.2 Lista de equipos y maquinaria requeridos en el tratamiento de agua salobre.....	58
Tabla 5.3 Bomba Centrífuga Horizontal.....	59
Tabla 5.4 Piscina geomembrana .....	59
Tabla 5.5 Sedimentador .....	59
Tabla 5.6 Filtro .....	60
Tabla 5.7 Osmosis Inversa.....	60
Tabla 5.8 Caidalimetro .....	60

Tabla 5.9 Manómetro.....	61
Tabla 5.10 Capacidad Instalada .....	63
Tabla 5.11 Especificaciones de calidad del agua.....	64
Tabla 5.12 Propuesta de recirculación .....	69
Tabla 5.13 Matriz de identificación y evaluación de impactos ambientales .....	70
Tabla 5.14 Matriz de Leopold.....	72
Tabla 5.15 Matriz IPERC .....	74
Tabla 5.16 Mantenimiento de maquinaria .....	75
Tabla 5.17 Mantenimiento de maquinaria .....	76
Tabla 5.18 Identificación de actividades .....	80
Tabla 5.19 Código de proximidades .....	81
Tabla 5.20 Razones.....	81
Tabla 5.21 Método de Guerchet .....	84
Tabla 7.1 Inversión en Obras Civiles.....	93
Tabla 7.2 Inversión en maquinaria .....	94
Tabla 7.3 Inversión Tangible Adicional .....	94
Tabla 7.4 Inversión fija intangible.....	95
Tabla 7.5 Capital de Trabajo.....	95
Tabla 7.6 Costos de la materia prima .....	96
Tabla 7.7 Costos por mano de obra directa .....	96
Tabla 7.8 Costos de Servicio Eléctrico.....	97
Tabla 7.9 Costos de Mano de Obra Indirecta .....	97
Tabla 7.10 Ingreso por ventas en dólares .....	98
Tabla 7.11 Ingreso por ventas en soles .....	98
Tabla 7.12 Presupuesto Operativo de costos .....	99
Tabla 7.13 Gastos administrativos.....	99
Tabla 7.14 Servicio de la Deuda bajo modalidad de cuotas constantes.....	100
Tabla 7.15 Estado de Resultados .....	101
Tabla 7.16 Flujo de Fondos Económico .....	102
Tabla 7.17 Flujo de Fondos Financieros.....	103
Tabla 7.18 .....	104
Tabla 7.19 Indicadores financieros .....	105
Tabla 7.20 Tabla de escenario .....	106
Tabla 8.1 Tabla de Valor agregado.....	110

# ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Distribución histórica de los volúmenes de agua de explotación 1968 – 2019 .....	2
Figura 1.2 Promedio y proyección de conducción eléctrica.....	3
Figura 1.3 Estadística de actividad económica por actividades en la región de Ica.....	9
Figura 2.1 Modelo Canvas.....	22
Figura 2.2 Localidad de Villacuri.....	31
Figura 2.3 Localidad del fundo Sol de Villacurí.....	31
Figura 3.1 Disponibilidad de agua.....	36
Figura 3.2 Principales cultivos por superficie (en ha).....	37
Figura 3.3 Distribución de hectáreas de cultivos.....	38
Figura 3.4 Sobre explotación de Agua (en hm <sup>3</sup> /año).....	41
Figura 5.1 Diagrama de flujo de servicio.....	51
Figura 5.2 Diagrama de Operaciones del proceso para el tratamiento de agua desalinizada.....	52
Figura 5.3 Balance de materia en metros cúbicos.....	53
Figura 5.4 Distribución del agua en el fundo Sol de Villacurí.....	54
Figura 5.5 Destilación rápida.....	56
Figura 5.6 Materiales para la destilación solar.....	57
Figura 5.7 Desionización capacitiva.....	58
Figura 5.8 Riego por goteo.....	65
Figura 5.9 Diagrama de Ishikawa.....	66
Figura 5.10 Evaluación de SDT en acuífero de Villacuri.....	67
Figura 5.11 Evaluación de PH en acuífero de Villacuri.....	67
Figura 5.12 Referencia de sedimentador.....	77
Figura 5.13 Referencia de tuberías.....	77
Figura 5.14 Tabla Relacional.....	82
Figura 5.15 Diagrama Relacional.....	82
Figura 5.16 Plano Area de tratamiento de agua.....	85
Figura 5.17 Área de distribución del agua tratada.....	86
Figura 5.18 Cronograma de proyecto.....	87

Figura 6.1 Organigrama.....	92
Figura 7.1 Variable de salida VAN .....	106
Figura 7.2 Variable de salida TIR.....	107



## **RESUMEN**

La agricultura ha sido y seguirá siendo fuente de ingreso y de oportunidad para miles de peruanos su desarrollo dependerá de los recursos adecuados para esta actividad. Con el tiempo, obtener agua en las condiciones adecuadas y en un lugar específico está representando un problema que hoy en día pone en alerta a muchos fundos agrícolas. El Valle de Ica se caracteriza por tener cuencas subterráneas, donde el agua es filtrada de manera natural; sin embargo, la explotación de este recurso ha generado un aumento en la concentración de sal que impide el desarrollo de algunos cultivos con una importante demanda. El presente trabajo pretende explorar este problema y proponer una solución analizando métodos de desalinización y escoger el método que sea el más conveniente para los fundos; además, se evaluará la mejor área geográfica por medio de ranking de factores, por otro lado, el proyecto evaluará la parte técnica para demostrar su viabilidad analizando la información obtenida en visitas a campo e informes de la Autoridad Nacional del Agua (ANA); finalmente se analizará la evaluación económica será por medio de indicadores financieros, detallando los costos del proyecto, el método de financiamiento, análisis de sensibilidad .

Palabras claves: Agua salobre, desalinización, conductividad del agua, acuíferos.

## **ABSTRACT**

Agriculture has been and will continue to be a source of income and opportunity for thousands of Peruvians, its development will depend on adequate resources for this activity. Over time, obtaining water in the right conditions and in a specific place is a problem that today puts many agricultural estates on alert. The Ica Valley is characterized by having underground basins, where the water is filtered in a natural way; However, the exploitation of this resource has generated an increase in the concentration of salt that prevents the development of some crops with a significant demand. The present work aims to explore this problem and propose a solution by analyzing desalination methods and choosing the method that is the most convenient for the farms; In addition, the best geographic area will be evaluated by means of ranking of factors, on the other hand, the project will evaluate the technical part to demonstrate its viability by analyzing the information obtained in field visits and reports from the National Water Authority (ANA); Finally, the economic evaluation will be analyzed by means of financial indicators, detailing the project costs, the financing method, and sensitivity analysis.

**Keywords:** Brackish water, desalination, water conductivity, aquifers.

# CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES

## 1.1 Problemática

La desalinización del agua es un proceso cada vez más conocido y esto es porque representa una solución a la escasez de este recurso; sin embargo, este proceso, a pesar de su gran desarrollo, sus costos de operación son muy altos y desde el punto de vista económico puede ser no viable. Los costos de la desalinización están relacionados de manera directa con la concentración de sales en el agua, por esta razón realizar esta operación, utilizando agua salina requiere de inversiones muy significativas. Por otro lado, el agua del subsuelo recibe una filtración natural por medio de las capas de la tierra y en consecuencia reduce parcialmente las concentraciones de sal.

Los acuíferos están compuestos por agua subterránea y nacen de manera natural por las filtraciones de los ríos a lo largo de la zona costera de nuestro país. Uno de ellos es el acuífero de Villacurí, ubicado en el departamento de Ica, que ha tomado gran importancia en la actividad agrícola. Su amplio territorio y disponibilidad de agua hizo que muchas empresas dedicadas a la agricultura invirtieran en dicha zona. Estas inversiones fueron creciendo desde los años noventa; sin embargo, la explotación desmedida del agua generó la disminución de la disponibilidad del agua y se convirtió en uno de los problemas más importantes a resolver.

La disponibilidad de agua se traduce en la cantidad y calidad requerida; por lo que, el problema central es la falta de agua apropiada para el uso agrícola en el acuífero de Villacurí.

### **Causas de la falta de disponibilidad del agua en el acuífero**

- La demanda es mayor a la oferta: La Autoridad Nacional del Agua estima que existe una extracción de 169.89 hm<sup>3</sup>/año y una recarga de 91.71 hm<sup>3</sup>/año; es decir, la oferta del agua no satisface a la demanda de los fundos agrícolas.
- Crecimiento de las inversiones en la producción de cultivos: Los bajos aranceles por la explotación del agua, impuestos por el Estado es un incentivo para el desarrollo de esta actividad económica.

- Informalidad presente en la zona: Se realizaron perforaciones para la construcción de pozos y obtener agua de manera ilegal.
- Carencia de soluciones: Algunas entidades públicas se han pronunciado para analizar el caso; sin embargo, estos proyectos se han quedado en ideas y no hay proyectos ejecutados.

**Figura 1.1**

*Distribución histórica de los volúmenes de agua de explotación 1968 – 2019*



*Nota: De Evaluación de la veda de los acuíferos Villacuri y Lanchas: Informe final, por Autoridad Nacional Del Agua, 2018, Ministerio de Agricultura y Riego (<http://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/4442>)*

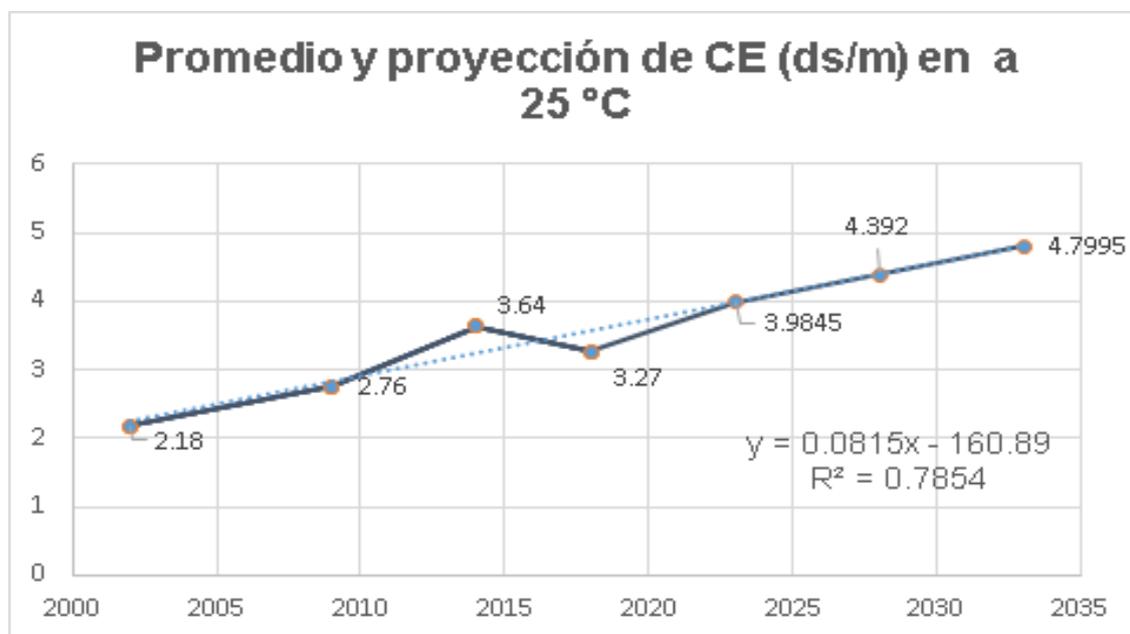
### **Efectos de la falta de disponibilidad del agua en el acuífero**

- Composición del agua: La disminución del nivel freático del agua generó un aumento en la concentración de sales dando como resultado la presencia de aguas salobres
- Agua no apropiada: El agua salobre es perjudicial para el cultivo, por lo que, su uso puede afectar la productividad o la pérdida de la cosecha. La salinidad del agua se mide por medio de la conductividad eléctrica CE (ds/m).
- Retiro de empresas: Las empresas que no cuentan con agua se ven en la obligación de cerrar sus negocios y con ello eliminar puestos de trabajos.
- Temporada de veda: Ante la explotación del recurso en el año 2015 se promulgó el decreto que permite la regulación de pozos formales e informales

generando la rehabilitación de algunos pozos en estado utilizable y aparición de nuevos pozos no autorizados del 2014.

**Figura 1.2**

*Promedio y proyección de conducción eléctrica*



*Nota:* De *Evaluación de la veda de los acuíferos Villacurí y Lanchas: Informe final*, por Autoridad Nacional Del Agua, 2018, Ministerio de Agricultura y Riego (<http://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/4442>)

La clasificación de agua para riego según Wilcox nos permite describir de manera objetiva la calidad del recurso. En el caso del acuífero de Villacurí, el promedio de muestras indica un nivel inadecuado para el uso agrícola. Por esta razón, las empresas dedicadas a esta actividad necesitan realizar procesos químicos que bajen los niveles de salinidad del agua en función a los requerimientos que demanda las hortalizas, caso contrario, se ven en la obligación de no cultivar en la zona.

## **1.2 Objetivos de la investigación**

### **1.2.1 Objetivo general**

El objetivo general del proyecto es determinar y sustentar la viabilidad técnica, económica, social, y ambiental de la instalación de una planta de tratamiento de agua salobre de pozos subterráneos en el acuífero de Villacurí mediante métodos convencionales con la finalidad de abastecer, a los principales fundos, del recurso hídrico

de calidad adecuado para el riego de sus tierras, favoreciendo de esta manera al desarrollo del sector agrícola.

### **1.2.2 Objetivo específico**

- Conocer la cantidad de agua dulce o tratada que necesitan los agricultores mensualmente para poder satisfacer las necesidades de sus tierras, con este objetivo buscamos poder conocer la demanda de nuestro proyecto y tener las medidas que debe satisfacer nuestra planta.
- Diseñar la instalación de una planta de tratamiento de agua salobre mediante métodos convencionales en el distrito de Salas en la zona de Villacuri.
- Evaluar los procesos que se realizan para el tratamiento de agua salobre y buscar reducir costos para dichos procedimientos.
- Sustentar un precio de venta accesible de agua tratada, para las empresas dedicadas a la agricultura, realizando una reducción de costos en el proceso operativo.
- Analizar e identificar las empresas que prestan estos tipos de servicio y diferenciar el nuestro bajo la eficiencia de costos.
- Determinar el método de desalinización más adecuado para el tratamiento de agua, según las condiciones del acuífero.

### **1.3 Alcance de la investigación**

El proyecto pretende complementar la actividad agrícola proporcionando el servicio de agua tratada con la calidad adecuada para riego. La zona de estudio se sitúa en el distrito de Salas en las pampas de Villacurí al sur de la ciudad de Lima entre los km 258 y 291 de la panamericana sur. El servicio se realizará en el acuífero de Villacurí con un área de trabajo de 558 Km<sup>2</sup> a una ubicación geográfica 383 794 m - 421 894 m Este y 8470 954 m -8 449 470 m Norte (Sistema transversa WGS) y está dirigido a todos los fundos del área; además, dichos fundos pertenecen a empresas que se dedican a la comercialización de hortalizas dentro y fuera del país.

El proyecto tiene un plazo aproximado de un año, tiempo en el que se pretende analizar la viabilidad técnica y económica; además, el servicio de tratamiento enfrentará

las dificultades de intención de compra del agua, pretende demostrar la mejor solución en base a la necesidad del recurso hídrico y plantear una distribución adecuada del agua en un radio de acción.

El acuífero tiene un total de 1257 pozos; de los cuales, 527 se encuentran en estado utilizado; es decir, los que se encuentran equipado con equipo en estado operativo y con sus características definidas.

**Tabla 1.1**

*Uso de pozos según su tipo*

Uso de pozos	
Utilizado	527
Utilizable	280
No utilizable	450
<b>Total</b>	<b>1257</b>

*Nota:* De *Evaluación de la veda de los acuíferos Villacurí y Lanchas: Informe final*, por Autoridad Nacional Del Agua, 2018, Ministerio de Agricultura y Riego (<http://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/4442>)

Es importante determinar la utilización de estos pozos; ya que, dichos datos serán necesarios para calcular la demanda del servicio. El siguiente cuadro muestra el uso que se le da a los 527 pozos.

**Tabla 1.2**

*Uso de los pozos tipo utilizados*

Según el uso	Número de pozos	%
Agrícola	519	98.50%
Poblacional	5	0.96%
Doméstico	1	0.18%
Pecuario	1	0.18%
Industrial	1	0.18%
Total	527	100%

*Nota:* De *Evaluación de la veda de los acuíferos Villacurí y Lanchas: Informe final*, por Autoridad Nacional Del Agua, 2018, Ministerio de Agricultura y Riego (<http://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/4442>)

La agricultura es la actividad principal en la zona, dicha afirmación se demuestra en la información ya mostrada; por esta razón, el proyecto está dirigido a los fundos más importantes de la zona donde el recurso hídrico es muy importante para continuar con las operaciones.

Los clientes más importantes serían los siguientes:

**En la zona sureste del acuífero: (explotación acumulada de 90.8 hm<sup>3</sup>/año)**

- Fundo Miranda
- Fundo los medanos
- Fondos Agrivictoria
- Fondos Ormeño
- Fondos Oliperú
- Fundo Tial
- Fundo Sacramento

**En la zona suroeste del acuífero: (explotación acumulada de 34.3 hm<sup>3</sup>/año)**

- Fundo Proagro
- Fundo Agrolatina
- Fundo Chapi
- Fundo Sondrio
- Fundo La Pampa

**En la zona noroeste del acuífero: (explotación acumulada de 7.18 hm<sup>3</sup>/año)**

- Fondos CKF Agrícolas
- Pampas Mutaca
- Fundo Grupo Portillo

**En la zona noreste del acuífero: (explotación acumulada de 70.08 hm<sup>3</sup>/año)**

- Fondos San Judas Tadeo
- Casa Chilca
- Camos del Sur
- Cultivares Olives
- Fdo Salfo
- Fundo Andrea

- Fundo Cultivares
- Fundo la Bandera

## 1.4 Justificación del tema

### 1.4.1 Justificación técnica

El agua extraída del pozo es elevada con una presión inicial; la cual, tiene que tener la suficiente fuerza no solo para llegar a la superficie, sino también de ser trasladada a los regadíos o piscinas de almacenamiento. Esta presión inicial será utilizada en el proceso de desalación. Dévora Isiordia et al. (2016), muestran la factibilidad de un proceso de ósmosis inversa controlada de manera automatizada por PLC y se concluyó que el agua tratada presentó mejoras con respecto a su calidad y se pudo comprobar con un mayor desarrollo de los productos; es decir, se elevó la productividad. Este indicador significa que se puede obtener mayores ingresos por la venta de hortalizas y considera una ventaja competitiva.

En la actualidad no hay un parámetro establecido para la composición del agua; es decir, no se exige un cumplimiento legal, sino las condiciones que permitan el desarrollo del cultivo. El presente cuadro es la clasificación del agua para riego según Wilcox.

**Tabla 1.3**

*Clasificación del agua según Wilcox*

Calidad	Conductividad Eléctrica dS/m
Excelente	< 0.25
Buena	0.25 - 0.84
Permisible	0.85 - 1.99
Dudosa	2.00 - 2.99
Inadecuada	>= 3.0

*Nota: De Evaluación de la veda de los acuíferos Villacurí y Lanchas: Informe final, por Autoridad Nacional Del Agua, 2018, Ministerio de Agricultura y Riego (<http://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/4442>)*

La ANA registró los datos de 45 pozos y determinó un parámetro de <0.46; 10.76> dS/m donde 10% de las muestras se encuentran altamente mineralizadas; es decir, en calidad inadecuada.

El transporte del agua también es un punto a considerar en la distribución del agua tratada. Según Borja Montaña (2011) señala: “llevar 100 m el agua es igual que trasladar 1 km por terreno horizontal”. En el acuífero no se trabaja por gravedad; es decir, el agua trabaja por impulso de bombas hidráulicas verticales con motor de alta presión. La presión utilizada tiene como requerimiento la energía eléctrica y está directamente relacionada con los costos; es decir, mayor presión demanda mayor energía y por ende mayor costo operativo.

Este sistema ha funcionado por muchos años; sin embargo, para el tratamiento de agua se evaluará la posibilidad de realizar una planta móvil con el objetivo de atender a nuestro mercado en los puntos estratégicos y reducir en lo mínimo el costo de distribución. De esta manera se pretende tener un precio competitivo y una propuesta técnica - económica viable.

#### **1.4.2 Justificación económica**

El artículo demuestra la viabilidad financiera por medio de la estimación de costos de un invernadero en España. Estos costos son comprendidos en costos variables como mano de obra, semillero, fitosanitario, electricidad y varios; por otro lado, los costos fijos comprenden tierra, sustrato, mantenimiento, plástico y otros.

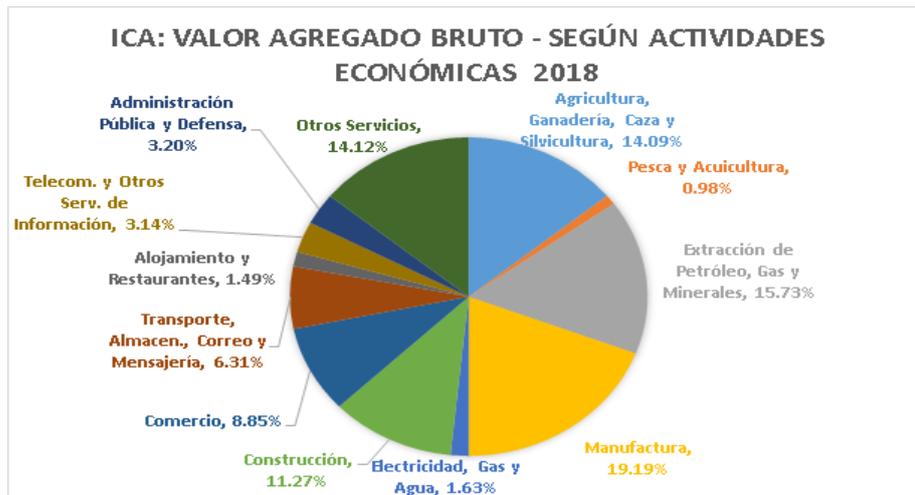
El costo de pozo es de 0.2 euros/m<sup>3</sup> y la utilización de agua desalada es de 0.6 euros/m<sup>3</sup>. Se midió la sensibilidad del precio de venta del cultivo con respecto al precio del agua desalada y se llegó a la conclusión de que no representa una amenaza para el agricultor. El precio del agua desalada representa menos de 7% de los costos variables y se comparó mediante el indicador financiero TIR.

- TIR agua de pozo: 18.3 %
- TIR agua desalada: 16.9 %

La condición de este cálculo es no teniendo disponible el agua subterránea; ya que se pretende regenerar los acuíferos de la zona. De esta forma, a pesar de tener un costo más elevado el agua desalada no representa peligro en el proceso de inversión de la agricultura.

**Figura 1.3**

*Estadística de actividad económica por actividades en la región de Ica*



Nota: De *Principales Indicadores Macroeconómicos*, por Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018 (<https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/economia/>)

### 1.4.3 Justificación social

La actividad económica en Ica, con respecto a la agricultura, representa un 15% aproximadamente. La razón por la que dicha actividad es muy importante es porque a lo largo de los años se fue incentivando la inversión en la agricultura.

ANA muestra evidencia, con respecto a la cantidad de hectáreas empleadas para el uso agrícola, estas requieren de recursos tales como agua, suelo y mano de obra. el recurso hídrico es vital para continuar con el desarrollo de esta actividad; sin embargo, en los últimos años, este recurso se vio limitado e hizo que algunas hectáreas pierdan fertilidad.

Los efectos en la agricultura pueden generar situaciones positivas o negativas; es decir, si hay producción, entonces se demanda mano de obra y si no la hay genera desempleo al ser comprendida como costo variable.

### 1.4.4 Justificación ambiental

Según el informe encontrado en Scopus acerca de la desalinización, podemos notar que era un recurso cuestionado; sin embargo, en los últimos años debido a las grandes sequías que han existido y el cambio del antiguo paradigma basado en el incremento de la oferta de las transferencias de agua, se ha podido aplicar dicho recurso de forma grata y satisfactoria. De esta manera, en la conclusión del trabajo se puede

afirmar que se ha conseguido un territorio menos vulnerable a la sequía y a los efectos de los cambios climáticos.

### **1.5 Hipótesis del trabajo**

Es viable social, tecnológica, económica y ambientalmente la implementación de la planta de tratamiento de agua de pozos en la zona de Villacurí considerando el crecimiento de la demanda del recurso hídrico y el acceso a la materia prima a utilizar.

### **1.6 Marco Referencial**

#### **Referencia 1: Evaluación de la veda de los acuíferos Villacurí y Lanchas: Informe Final (Autoridad Nacional del Agua, 2018)**

El estudio del proyecto tendrá que ser viable en el aspecto técnico y económico siguiendo las condiciones en las que se en cuenta la zona de estudio. Los siguientes artículos servirán de herramientas tales como guías de estudio en diferentes enfoques en el desarrollo del informe.

El informe de ANA tiene como función principal dar datos específicos con respecto al estado físico y químico del acuífero. La cantidad total de pozos distribuidos en Villacurí están clasificadas según su tipo; además se tiene la muestra de 45 pozos distribuidas en las cuatro zonas designadas por la institución.

La investigación del artículo permite realizar un análisis histórico del comportamiento de los pozos subterráneos y al tener la ubicación, por medio de coordenadas, se podrá realizar el cálculo del radio de acción de la planta. La escasez hídrica es una realidad actualmente y no se pretende sustituir el recurso hídrico, sino complementar el sistema brindado agua de mejor calidad.

Finalmente, este artículo nos brinda información de las condiciones externas a los acuíferos; es decir, el comportamiento de la demanda a estudiar. Será importante para sustentar el tratamiento de agua en la zona sur del país.

#### **Referencia 2: Desalación por ósmosis inversa y su aprovechamiento en agricultura en el valle del Yaqui, Sonora, México (Dévora Isiordia et al., 2016)**

El artículo presenta un proyecto en el que se realiza un tratamiento de agua por medio de osmosis inversa con herramientas de PLC. La finalidad es buscar una viabilidad

económica y técnica. Para tener un control más automatizado se utilizó PLC, sistema automatizado que regula por medio de válvulas. Este sistema considera recirculación con el objetivo de mejorar la eficiencia con una mejor utilización del producto. En la investigación también gráfica se puede ver como el agua desalada, al tener mayor calidad, genera efectos positivos en la productividad de la cosecha. La mejora en la cosecha se traduce en un incremento de ingresos para la agricultura y se llega a la conclusión que la utilización de agua desalada es viable en estos dos aspectos. El tratamiento de agua representa un costo adicional que puede ser interpretada por un sobre costo; sin embargo, en la zona de estudio el costo aumentado se ve justificado por medio de la necesidad. Los beneficios de emplear este tratamiento es dar un mejor recurso hídrico con el que se pueda aumentar la productividad del cultivo. Punto que está demostrado en las fuentes referidas

El agua salobre se encuentra en un 6610 mg/l SDT y al procesar se encuentra a 64.8, por lo que se llega a la conclusión que el costo de producción es un factor de éxito en sitios donde se aplique desalación en la agricultura.

**Referencia 3: Evaluación financiera de la viabilidad del uso de agua desalada en la agricultura de invernadero del Campo de Níjar (Almería, España) (Albaladejo García et al., 2018)**

El artículo demuestra la viabilidad financiera por medio de la estimación de costos de un invernadero en España. Se presenta tres problemas principales por los cuales las desalinizadoras tienen problema en la venta del agua.

- Falta de distribución
- El costo de agua desalada es mayor al costo de agua de pozo

El objetivo de la investigación es saber si el aumento del precio del agua tiene algún efecto significativo a nivel económico; por esta razón, se realizó una estimación de costos comparando agua subterránea y agua desalinizada. El costo por metro cúbico del agua de pozo es de 0.2 euros/m<sup>3</sup> y la utilización de agua desalada es de 0.6 euros/m<sup>3</sup>.

Empleando herramientas financieras se midió la sensibilidad del precio de venta del cultivo con respecto al precio del agua y se llegó

#### **Referencia 4: Tratamiento de agua salobre mediante nanofiltración solar a baja presión para irrigación (Flores-Prieto et al., 2015)**

La desalinización tiene como característica emplear energía y dependerá del método para estimar los costos por operación. La gran mayoría de métodos emplean una cantidad de energía significativa y es uno de los factores, por los que procesar agua salada representa un alto costo económico. Por esta razón, el siguiente artículo emplea energía solar con el objetivo de obtener agua a menor costo.

La desalinización mediante la nana filtración es un procedimiento que no representa costo significativo de energía; sin embargo, la cantidad de agua que puede procesar es insuficiente a la demanda; ya que tiene una capacidad de permeado de 0.2 l/s. Este método es recomendable para zonas altoandinas en donde se puede aprovechar la energía solar, procesando cantidades inferiores a las agrícolas.

### **1.7 Marco Conceptual**

A lo largo del tiempo se ha realizado muchas investigaciones sobre el tratamiento del agua, especialmente la etapa de desalinización. El costo de desalar el agua es directamente proporcional a la concentración de sal; es decir, tratar agua salobre representa menor costo operativo que tratar agua de mar.

El agua extraída de los pozos es elevada a presiones altas; por esta razón se pretende aprovechar la presión excedente y amplificarla para una operación de desalinización. La intención es aprovechar el sistema para generar menos presión y en efecto menos energía eléctrica; ya que, uno de los costos principales de la inversión viene a ser el costo de energía. Dependerá del método del proceso, el cual se irá evaluando a lo largo de la investigación; por otro lado, la desalinización es más costosa si contiene más sales; es decir, el costo de operación aumenta. En el caso del osmosis inversa Borja Montaña indica: “la presión requerida para agua marina es de 50 a 80 bar y la salobre de 10 a 25 bar. Estas condiciones son importantes tenerlas en cuenta porque reduce los costos de operación” (2011).

### **Succión de agua a alta presión**

Extraer el agua subterránea depende de las características del pozo, como la cantidad de agua disponible, longitud, diámetro, nivel estático y nivel dinámico. Una vez determinada

estas variables se eleva el agua con un motor eléctrico y una bomba hidráulica que con alta presión y por medio de filtros internos se obtiene el recurso. El sistema de riego convencional utiliza la alta presión para distribuir el agua en toda el área de cultivo y de ser necesario un amplificador de presión; sin embargo, al implementar el tratamiento se pretende aprovechar la presión con la que llega a la superficie.

### **Filtrado**

El riego por goteo se utiliza en el acuífero por su condición árida; ya que, es la manera más eficiente de distribuir el agua. Este sistema parte de una fuente principal y es distribuido por presión a las tuberías flexibles que se encuentran instaladas en los campos. Las tuberías cuentan con pequeños agujeros que se sitúan de manera estratégica a la altura de la raíz del cultivo, estos agujeros tienen que estar libres; ya que, si son obstruidos no permiten el suministro de agua correcto. Por esta razón, después del proceso de succión, el agua pasa por unos filtros eliminando las partículas de mayor tamaño.

### **Desalinización**

El proyecto de investigación definirá qué método es el más adecuado, según las condiciones dadas por el acuífero; es decir, se evaluará. La ósmosis inversa, deionización capacitiva y la nanofiltración son métodos convencionales que se analizarán teniendo en cuenta la presión de salida de los filtros, el costo de energía, la complejidad eco-tecnológica y la cantidad de metros cúbicos de agua a procesar. “La deionización capacitiva es el mejor método para agua salobre” (Chamblás y Pradenas, 2018); sin embargo, se pretende aprovechar las condiciones actuales en la extracción de agua a presión que permita una reducción de costos; es decir, aprovechar la presión utilizada en la etapa de succión. Por esta razón, es importante tener en cuenta el método de ósmosis inversa; por otro lado, la nano filtración requiere de bajos costos de operación, pero una capacidad limitada de tratamiento. Existen otros métodos por evaporación o cristalización; sin embargo, sus requerimientos energéticos son muy costosos Mario Rojas (2007), Borja Montano (2011), por esta razón, no se tomarán en cuenta en el análisis.

### **Almacenamiento**

Finalmente, al agua tratada será almacenada en piscinas cubiertas por geomembranas y se le adicionará algunos aditivos, según las necesidades de los cultivos.

## Glosario de términos:

- **Escasez hídrica:** término referido a la falta del recurso por motivos de explotación o contaminación
- **Sequía:** ocasionado por fenómenos naturales
- **Conductividad del agua (dS/m):** indicador que señala la facilidad que tiene el agua para conducir electricidad
- **Sólidos disueltos totales:** cantidad de partículas en el agua
- **Agua salobre:** agua que contiene sal en menor cantidad en comparación con la de mar
- **Utilizado:** los que se encuentran equipados con bomba - motor y en estado de operación, ya se tiene definido caudal
- **Utilizable:** pozos que se encuentran sin equipo, pero cuentan con columna de agua
- **No utilizable:** secos y derrumbados
- **Desalinización:** Proceso mediante el cual se elimina la sal del agua de mar o salobre.
- **Osmosis Inversa:** Proceso de purificación del agua que utiliza una membrana parcialmente permeable para eliminar iones.
- **Agua de alimentación:** Agua recolectada ya sea de mar o de pozos.
- **Agua salobre:** Es aquella agua que tiene mayor cantidad de sal que el agua dulce pero menos cantidad de sal que el agua salada. (Materia prima que se usará en el proceso para evitar los altos costos de tratar agua de mar).

## **CAPÍTULO II: ESTUDIO DE MERCADO**

### **2.1 Aspectos generales del estudio de mercado**

#### **2.1.1 Definición del giro de negocio del servicio y tipo de servicio (profesionales masivos, taller, etc)**

La idea de negocio gira en torno a una necesidad que afectará a futuro a los agricultores de departamento de Ica, se trata de implementar una planta de tratamiento de agua como servicio para poder abastecer a los cultivos de agricultores que se ven en la necesidad de tratar sus aguas debido a la alta salinidad que esta presenta en estos días, la cual irá incrementando con el pasar del tiempo según las proyecciones estimadas en puntos anteriores en el trabajo.

El servicio de desalación será realizado por métodos convencionales y busca ser una solución viable para las empresas agrícolas sin que se vea afectada la economía de los mismos. Los procesos de desalación tienen la característica de ser costosos y su aplicación en una empresa podría no ser rentable; por esta razón, se brindará el servicio a las empresas de la zona con un precio competitivo que no represente una amenaza en sus costos, sino una ayuda con el tratamiento del recurso hídrico y que se evite la pérdida del capital invertido en los cultivos.

#### **2.1.2 Principales beneficios del servicio (concepto del servicio)**

##### **2.1.2.1 Servicio principal**

El agua es un recurso indispensable para la agricultura y es importante que su composición tenga las características adecuadas para la actividad. Por esta razón, su continua evaluación es necesaria antes de ser utilizada en los cultivos. Se estimó que el ratio de consumo, de los principales cultivos, en el departamento de Ica, es de 7,260 m<sup>3</sup>/ha-año; de esta manera, al tener una demanda ascendente por parte del sector agrícola, la necesidad del agua es cada vez más necesaria. Sin embargo, la disminución de la disponibilidad del agua es un problema para muchas empresas, al tener limitaciones por la falta del agua. El servicio propuesto tiene la función principal de desalinizar el agua subterránea a niveles óptimos con un rango de <0,25- 0,85> dS/m (clasificación de Wilcox); es decir, proporcionar agua de calidad para el uso agrícola.

Por otro lado, en la actualidad, algunos pozos extraen agua con un nivel de salida alto para ser utilizada en cultivos resistentes a un nivel determinado de salinidad; en consecuencia, las empresas se encuentran limitadas a comercializar cultivos específicos. Las tierras que cuentan un nivel superior de salinidad se ven obligadas a erradicar todo tipo de trabajo agrícola. El servicio permitirá al agricultor tener una mayor disponibilidad del agua, comercializar cualquier tipo de cultivo y aumentar su productividad con productos de mayor calidad; además, de agregar valor a tierras donde se dejaron de cultivar a causa de la salinización del agua.

### **2.1.2.2 Servicios complementarios**

Los acuíferos almacenan agua y su composición dependerá del proceso de filtración natural, por el que atraviesa, por medio de las capas freáticas de la tierra. El agua de los ríos, que atraviesa nuestro país, desemboca en el mar y una fracción importante es filtrada en la zona costera formando acuíferos. El agua subterránea es tomada para diversos usos, principalmente en la agricultura; por lo que, dicha zona tendrá un desempeño en función de la disponibilidad del agua.

Por muchos años, la obtención del recurso fue y sigue siendo de manera directa; es decir, la extracción de agua subterránea, por medio de pozos. Sin embargo, este sistema ya no se es suficiente, por las razones ya fundamentadas en el informe. El proyecto se clasifica como un servicio complementario, en el que aportará en el proceso de comercialización de la agricultura.

Por esta razón, el proyecto no puede ser comparado con los métodos convencionales de obtención de agua de la zona, sino evaluar, si la solución propuesta puede aportar en el proceso productivo. Dentro de los costos principales que tiene una empresa para la comercialización de sus cultivos están: costo por terreno, semillas, personal, energía, transporte y almacén. El servicio complementario busca ofrecer una solución, para que las empresas sigan realizando sus operaciones, por lo tanto, el costo por el servicio de tratamiento será evaluado si es significativo en comparación con los costos principales descritos.

### **2.1.3 Macrolocalización del servicio**

Respecto al punto de macro localización en nuestro proyecto, consideramos que Ica es el departamento en el cual enfocaremos nuestra actividad de préstamo de servicios.

Dentro del departamento de Ica se encuentran varias provincias de las cuales haremos el estudio necesario para poder determinar qué provincia será la adecuada para poder implementar nuestra planta de tratamiento de agua. Las provincias a evaluar han sido consideradas debido a su alto contenido de tierras para el sector agrícola que son trabajadas para la producción de uvas, espárragos, tomates, entre otros. De igual manera se consideró el acceso a la información que se tiene y la cantidad de demanda que se proyecta a futuro.

Las provincias para evaluar serán la siguiente: Provincia de Ica, Provincia de Chincha y Provincia de Nazca, Provincia de Nazca.

### **2.1.4 Análisis del entorno**

#### **2.1.4.1 Análisis del macro entorno (PESTEL)**

##### **Análisis Político**

Respecto al ámbito político al cual se verá enfrentado nuestro servicio, cabe resaltar que la sobreexplotación de las aguas es un tema que se está revisando de manera continua por las autoridades nacionales. Se han dictado Resoluciones a nivel de jefatura en las cuales se recomienda dictar medidas urgentes para la recuperación, conservación y protección de las disponibilidades hídricas de los acuíferos en Ica, Villacuri y Lanchas.

Actualmente, la gestión del agua viene atravesando importantes cambios institucionales y normativos en nuestro país. En 2019 se promulgó la nueva Ley de recursos hídricos No. 29338, que incorpora la gestión integrada del recurso hídrico como el nuevo paradigma normativo, sustituyendo la visión sectorial que existía. Se promovieron la formación de los consejos de recursos hídricos en las cuencas a nivel nacional con las Autoridades Administrativas del Agua a nivel de la cuenca y Autoridades locales del agua a nivel regional.

Lo que busca esta ley es regular el uso y gestión de los recursos hídricos y comprende el agua superficial, subterránea, continental y los bienes asociados a esta.

Cabe mencionar que la ley se extiende al agua marítima y atmosférica en lo que resulte aplicable.

### **Análisis Económico**

En el análisis económico nos encontramos con la realidad que los agricultores se encuentran dispuestos a poder pagar un precio extra al tratamiento de sus aguas con la finalidad de mejorar la calidad de sus productos. Actualmente, la economía de Ica se encuentra en crecimiento debido al protagonismo que está asumiendo el crecimiento del sector agrícola.

Ica es una de las regiones con mayor crecimiento en el país. Paso de ser la novena economía a nivel nacional en 2002 a ser la séptima en 2008, con una participación del 3.1% de la producción nacional. En este mismo periodo, el empleo creció 65% y el ingreso promedio de los trabajadores creció el 120%.

El motor del crecimiento de la economía del departamento de Ica, sin duda, es la agricultura. Con el boom agroexportador, se dio inicio al crecimiento del sector en este departamento siendo las políticas del trabajo de agua y tierras las más importantes para poder favorecer al crecimiento de estas.

### **Análisis Social**

El servicio que estamos evaluando consideramos que tendrá un impacto considerable en lo social dentro del departamento de Ica, básicamente porque esto involucra el buen uso de las tierras e implica la mayor demanda de mano de obra en el sector. Por lo cual, se verán afectados de manera positiva la sociedad y ciudadanos de Ica.

En capítulos anteriores del trabajo, se ha investigado acerca el impacto social que traerá consigo la implementación de esta planta de tratamiento de agua, el análisis social va de la mano con el análisis económico. El departamento de Ica vio incrementada su economía debido a la mejora de su agricultura, esto trae consigo un alza en la disposición de las empresas por conseguir mano de obra apta para el tratamiento de sus tierras, al igual que el incremento de la venta de los productos y la mejor calidad de los mismos puede hacer que los ingresos sean más altos y por consecuencia los niveles de ingresos aumenten de manera proporcional. Esto trae consigo un crecimiento social importante en la región que se verá en la capacidad de adquisición de los pobladores de Ica.

## **Análisis Tecnológico**

En el área tecnológica de nuestro proyecto buscamos economizar lo máximo posible los procesos para poder ser rentables y atractivos en el mercado. Sabemos que hay muchas formas de poder tratar el agua, pero en este caso estamos evaluando la aplicación del ósmosis inversa, buscando utilizar las altas presiones para el uso reducido de energía eléctrica.

La escasez del agua unida al crecimiento poblacional, el desarrollo industrial, la polución de los recursos hídricos y el cambio climático exigirán soluciones. Los elevados costes de la desalinización, principalmente derivados de la energía que consumen, han disminuido considerablemente en los últimos años gracias a los avances tecnológicos, lo que se traduce en una mayor capacidad de desalación a un coste cada vez menor.

Tecnologías emergentes ofrecen posibilidad de una mayor eficiencia energética en la desalinización o purificación de aguas que pueden reducir el consumo de energía en un 50%, tales como la ósmosis forzada, difusión de aguas a través de una membrana semipermeable desde una solución de menor concentración, entre otras.

## **Análisis Ecológico**

En el aspecto ecológico buscamos tener un gran impacto debido a que el buen uso de las aguas en la agricultura da una mejora calidad a los productos que muchas veces son consumidos por los mismos ciudadanos. De esta manera, no solo se ve beneficiado el producto final si no que las tierras también son beneficiadas con el uso correcto de los parámetros del agua a utilizar en los regadíos.

La ecología política señala como las relaciones de poder se reflejan en los patrones de acceso de agua, en la forma de administrar y de gobernarla, y en las narrativas dominantes de distintos sectores que caracterizan los problemas del agua en un determinado contexto.

Por otro lado, con los residuos de sales del proceso se propone dosificar su concentración y desecharlas en lugares donde no represente algún peligro para el ecosistema, preservando así los cultivos de la zona y las aguas del mar, teniendo en cuenta que las pampas de Villacuri son una zona árida.

#### **2.1.4.2 Análisis del sector**

El sector agrícola es uno de los que ha mostrado mayor crecimiento a lo largo de los años en el departamento de Ica. Según estudios, el crecimiento del sector ha pasado de 15% en el año 2017 al 17% en el año 2019 de participación en la economía de Ica. Con esta información, podemos indicar que el fortalecimiento del sector se da cada año y aumenta la demanda de productos trabajados por este sector. Es por eso, que hemos decidido enfocar nuestro proyecto a poder explotar dicho crecimiento y apoyar al sector, dándoles un correcto tratamiento a sus aguas para las mejoras de la calidad de sus productos y de sus tierras.

Aplicaremos el modelo de Porter para una evaluación a profundidad del tema.

#### **Amenaza de nuevos entrantes**

Actualmente no se encuentran empresas que brinden el servicio de tratamiento de agua como se está proponiendo en el proyecto; por lo cual no existe una amenaza de competidores de manera directa; sin embargo, no descartamos el ingreso de nuevos participantes en el mercado, debido a que se ve una clara necesidad en el sector.

La alta demanda del recurso y el alto impacto de este en el sector social y económico en la zona de Villacuri hace creer que no tardará mucho en levantarse nueva competencia dentro del mercado.

#### **Poder de negociación de los proveedores**

En el caso particular del proyecto contamos con que la materia prima es proporcionada por cada agricultor de la zona; es decir, cada sembrío cuenta con su propio pozo para poder abastecerse del agua necesaria para sus tierras.

El proyecto busca poder formar alianzas estratégicas con estos agricultores para poder ayudarles a tratar el agua que estos momentos indican un alto índice de salinidad, lo cual ha sido verificado con el estudio de la conductividad eléctrica. Buscando el correcto abastecimiento para las tierras, ofrecemos a nuestros proveedores (agricultores) el correcto tratamiento de sus aguas y mejoras en la calidad de la misma para tener los parámetros adecuados y mejorar calidad de sus productos.

### **Poder de negociación de compradores**

Las empresas dedicadas a la agricultura son nuestros principales compradores, consideramos que estas empresas están en constante crecimiento en el sector por lo cual nuestras demandas se verían incrementada con el pasar de los años. las hectáreas trabajadas para la agricultura aumentan de manera directamente proporcional junto al consumo de aguas en hm<sup>3</sup>.

El sector viene teniendo importante crecimiento pasando a crecer aproximadamente 2% entre un año y otro, lo cual nos da un indicador importante del crecimiento del sector.

El proyecto busca beneficiar a los compradores de tal manera que sus ingresos se pueden ver incrementados debido a la mejora de la calidad de sus productos y eficiencia en procesos de sembrío.

### **Amenaza de sustitutos**

Uno de los grandes problemas en el sector es precisamente es la falta de sistemas sustitutos que permitan satisfacer la demanda de los fundos agrícolas. Villacuri se declaró en emergencia debido a la disminución de la napa freática, lo que da un alto valor al índice de salinidad. Hasta la fecha no se tiene registro de otro sistema: sin embargo, proyectos internacionales ven la viabilidad de desalinizar agua de mar, una propuesta que demanda mucha inversión y que los costos de operación son más altos que los costos de agua salobre tratada.

Los sustitutos principales del sector son químicos que ayudan a bajar los índices de salinidad de las aguas; sin embargo, no se ha determinado las consecuencias parciales que estas pueden determinar a lo largo del tiempo.

## 2.1.5 Modelo de negocio (Canvas)

**Figura 2.1**

*Modelo Canvas*

<b>Aliados Clave</b> Asociación con fondos por temporada de cultivos específicos	<b>Actividades Clave</b> Mantenimiento de las máquinas, mapeo constante de zonas con agua salobre, evaluación de la composición del producto	<b>Propuesta de Valor</b> Calidad del agua Precio competitivo Proveer gua en el momento adecuado	<b>Relaciones con los Clientes</b> Constante comunicación para atender los requerimientos hidricos según los cultivos	<b>Segmentos de Clientes</b> Todos los fundos dentro del perímetro del acuífero de Villacuri
	<b>Recursos Clave</b> Infraestructura de distribución Recursos humanos Tecnología		<b>Canales de Distribución/Comunicación</b> Distribución directa con el cliente, por medio de ductos.	
<b>Estructura de Costos</b> Costos de energía Costos de tecnología y maquinaria Optimización de procesos			<b>Flujo de Ingresos</b> Depósitos mensuales por consumo Pago contra contrato al finalizar temporada de cosecha	

Se presenta el modelo CANVAS, se realiza el desarrollo de los puntos a destacar:

### **Propuesta de valor**

El servicio propone brindar agua adecuada como recurso para incrementar la productividad de la tierra y que los clientes obtengan cosechas con mejores características organolépticas.

El precio, al ser un servicio complementario, ofrece un costo a evaluar por las empresas agrícolas; es decir, su aceptación estará en función a la necesidad por el recurso sin que amenace sus operaciones económicas. El servicio se ofrece según la necesidad del cliente determinado por la temporada del cultivo atendiendo en el momento adecuado.

### **Relaciones con los clientes**

La comunicación con los clientes es en todo momento y necesario por el sistema de riego, ya que, debido a las condiciones climáticas es importante administrar correctamente el agua. El riego utilizado es por goteo y la dosificación se realiza en tiempos determinados, en áreas específicas del terreno; por esta razón, el seguimiento tiene que ser constante y atender cualquier imprevisto por parte de los clientes.

## **Canales de distribución**

El acuífero de Villacurí presenta un amplio radio de acción, además el agua presenta distinta composición en diferentes puntos. Por otro lado, el traslado a toda el área representaría un costo muy elevado y poco eficiente; por esta razón, el servicio será focalizado atendiendo al cliente que lo necesite. Cabe resaltar, que el contrato por el servicio determinará el tiempo de tratamiento por temporada y se distribuirá por medio de ductos cerca al área del cliente manteniendo el sistema de riego por goteo.

### **2.1.6 Determinación de la metodología que se empleará en la investigación de mercado**

El estudio de mercado se realizará a través de encuestas a agricultores que manejan el tema de la cantidad de aguas que es requerida para poder abastecer cierta cantidad de hectáreas.

Las encuestas serán realizadas a expertos en el tema, agricultores con más de 15 años de experiencia en la materia, visitaremos la zona para poder tener contacto directo y buscar la información primaria para poder entender de manera vivencial lo que verdaderamente se está buscando en el mercado de agricultores sabiendo y teniendo en cuenta que el agua cada vez se está deteriorando y esto afecta directamente a sus tierras y a sus productos.

De igual manera, buscamos reunir a todos los agricultores para poder realizar un Focus Group y poder entender cuáles son las necesidades que priman en estos momentos para ellos; así mismo poder evaluar su intención de compra.

Buscaremos la mayor información primaria que podamos rescatar de estas actividades para poder tener un buen estudio de mercado y conocer las mejores estrategias para ofrecer nuestro servicio y sea recibido de la mejor manera.

## 2.2 Análisis de la demanda

### 2.2.1 Data histórica del consumidor y sus patrones de consumo

#### 2.2.1.1 Patrones de consumo: incremento poblacional, consumo per cápita, estacionalidad

La actividad agrícola tiene una tendencia positiva aumentando cada año y con ella sus requerimientos. Para determinar la demanda histórica del agua se identifica dos puntos importantes:

- Tipo de cultivo: se identifica el cultivo para obtener su ratio de consumo; es decir, la cantidad de agua que necesita la planta para su desarrollo.
- Hectáreas de cultivos: La cantidad de cultivos que demanda el mercado; por lo tanto, esta variable va aumentando o disminuyendo según la oferta y la demanda.

$$\text{Agua (ha3)} = \frac{\text{Cultivo (ha)} * 7,260 \text{ m}^3/\text{ha}}{1000 \ 000}$$

**Tabla 2.1**

*Demanda histórica de agua en el Departamento de ICA*

DEMANDA HISTÓRICA		
AÑO	Cultivo (ha)	Agua (hm <sup>3</sup> )
2009	50,400	366
2010	53,751	390
2011	57,253	416
2012	90,368	656
2013	86,210	626
2014	95,117	691
2015	98,941	718
2016	92,484	671
2017	97,220	706
2018	100,464	729
2019	109,798	797
2020	111,951	813

*Nota:* De *Actividades Estadísticas*, por Ministerio de Agricultura y Riego, 2020

(<http://siea.minagri.gob.pe/siea/?q=actividades-estad%C3%ADsticas-del-sistema/agr%C3%ADcola>)

El ratio promedio de consumo de agua 7,260 m<sup>3</sup>/ha- año de cultivo permite realizar una estimación de la cantidad de agua requerida; de esta manera, se obtiene la demanda histórica.

## **2.2.2 Demanda mediante fuentes primarias**

### **2.2.2.1 Diseño y aplicación de encuestas u otras técnicas**

El servicio de tratamiento de agua se propone ante una necesidad; el cual, es la falta de agua apropiada para el uso agrícola. Para obtener información específica del problema actual se realizarán encuestas y Focus Group dando visitas al acuífero para obtener las distintas opiniones de los problemas que sufren día a día en la obtención de agua. Los puntos para tratar serán los siguientes:

- Tipo de cultivos
- Cantidad de hectáreas de cultivo
- Ratios de consumo (lps/ha)
- Condiciones del agua (salinidad)
- Necesidad de tratamiento

Otra fuente de información a utilizar son los datos aportados por ANA en el inventario de pozos 2018. Esta base de datos fue procesada para obtener información específica de los pozos de la zona; además se puede obtener la cantidad de agua salobre aproximada. La base de datos brinda los siguientes puntos más importantes:

- Código del pozo
- Nombre del propietario
- Ubicación
- Característica de los equipos
- Conductividad eléctrica
- Caudal
- Tiempo aproximado de operación
- Volumen de agua explotado al año

## 2.2.3 Demanda potencial

### 2.2.3.1 Determinación de la demandad potencial

El departamento de Ica tiene un desempeño agrícola muy amplio; es decir, se comercializa todo tipo de cultivo; por esta razón, se identificó los cultivos más importantes, según la cantidad de hectáreas cosechadas y su ratio de consumo, estas son:

**Tabla 2.2**

*Ratio de consumo por tipo de cultivo m<sup>3</sup> de agua*

Cultivo	consumo agua (m <sup>3</sup> /ha-año)
Alfalfa	880
Algodón rama	9,100
Cebolla cabeza	272
Espárrago	250
Maíz a. duro	3,250
Maíz choclo	1,002
Mandarina	11,000
Pallar grano seco	5,000
Palta	5,420
Papa	10,950
Tomate	20,000
Uva	20,000
PROMEDIO	7,260

*Nota:* De *Actividades Estadísticas*, por Ministerio de Agricultura y Riego, 2020

(<http://siea.minagri.gob.pe/siea/?q=actividades-estad%C3%ADsticas-del-sistema/agr%C3%ADcola>)

El ratio de consumo determina la cantidad de agua que requiere un determinado cultivo en una hectárea. De esta forma, para obtener un consumo general se realizó el promedio del ratio de los principales cultivos obteniendo 7,260 m<sup>3</sup>/ha-año; además se tiene el registro que el **departamento de Ica** tiene una utilización de 109,798 ha de superficie cosechada. El factor de estos dos datos da como resultado 797, 170,301 m<sup>3</sup> de agua como demanda potencial en el año 2019.

## 2.3 Análisis de oferta

### 2.3.1 Análisis de competencia. Competencia directa y sus ubicaciones. Participación de mercado (si se aplica)

Las fuerzas del sector identifican la competencia que existe o podría ser una amenaza para el proyecto, estas son:

- Pozos que suministran agua en estado apropiado para uso agrícola.

- Proveedores que ofrecen productos químicos para desalinizar el agua.

Los pozos, identificados como competencia directa se encuentran ubicados dentro del acuífero y se estima, por medio de la base de datos, que representan el 64 % del agua explotada en la zona. Sin embargo, según el estudio de conductividad eléctrica se proyecta, que, con el paso del tiempo, dichos pozos suministrarán agua salobre. Por otro lado, dichos pozos pertenecen a determinados fundos y la venta de agua no es una opción ya que, tienen que atender sus propias hectáreas de terreno.

El segundo punto, orientado a los proveedores de químicos, mantienen la única solución ante la presencia de agua salobre y su aplicación se encuentra conocida; por lo que, otra solución puede no ser muy bien aceptado por los agricultores. Sin embargo, estos químicos presentan un tratamiento limitado; ya que, ante niveles altos de salinidad, este tratamiento no funciona además de contaminar los suelos de la superficie agrícola.

Estas dos opciones son las únicas amenazas o posibles soluciones ante el problema que enfrentan los fundos de la zona; por lo que, se puede ver un mercado naciente por explotar. Por otro lado, estas soluciones presentan limitaciones o desventajas que se pueden aprovechar.

### **2.3.2 Beneficios ofertados por los competidores directos**

Los pozos con agua en buen estado es la principal amenaza; ya que, su obtención es de manera directa y mantiene un costo de operación muy bajo en comparación con el tratamiento propuesto; además, mantienen la confianza de los agricultores por ser el método clásico de obtención del recurso.

La aplicación de químicos es procedimiento conocido por los agricultores; además de saber cuánto necesita por área de cultivo. Los fundos pueden tener contrato o fidelidad con estos proveedores, no solo por reducir la salinidad en el agua, sino también proveer otros tipos de sustratos en mejora de los cultivos.

### **2.3.3 Análisis competitivo y comparativo (Matriz EFE)**

La matriz EFE permite identificar factores que puedan influenciar dentro del contexto externo del proyecto; los cuales, serán clasificados en oportunidades y amenazas.

Las alianzas con las empresas agrícolas se presentan como una oportunidad; ya que, se pretende solucionar un problema y generar una fidelidad con el consumidor. El incremento del agua salobre será el factor más importante; ya que, analizando el comportamiento del acuífero, el agua tiende a aumentar los niveles de salinidad a través del tiempo. El mercado poco explotado es justificado por la falta de disponibilidad del agua en la actualidad; es decir, en el pasado no existía este problema. Por otro lado, al tener mayor agua apropiada, le permite al agricultor cultivar cualquier tipo de vegetal, por los diferentes requerimientos que necesita un determinado cultivo; por ejemplo, el tomate tiene mayor resistencia a aguas salobres, pero la uva necesita de agua con baja salinidad.

Las amenazas comprenden la aparición de crisis económica, que puede generar la recesión de inversiones, por lo que el sector agrícola se vería afectado directamente. Por otro lado, los competidores podrán aumentar a raíz de la creciente demanda del agua. Además, la resistencia al cambio nace por no emplear una solución conocida y aferrarse a los métodos convencionales.

La calificación tendrá una evaluación de:

- Debilidad mayor =1
- Debilidad menor =2
- Fuerza menor = 3
- Fuerza mayor = 4

**Tabla 2.3**

*Ratio de consumo por tipo de cultivo m<sup>3</sup> de agua*

Factores	Peso	Calificación	Calificación ponderada
<b>OPORTUNIDADES</b>			
Alianzas con las empresas agrícolas	0.27	4	1.08
Incremento de agua salobre con el tiempo	0.3	4	1.2
Mercado poco explotado	0.1	3	0.3
Posibilidad de comercializar otros tipos de cultivos	0.1	3	0.3
<b>AMENAZAS</b>			
Crisis económica	0.1	3	0.3
Aumento de competidores a lo largo del tiempo	0.05	1	0.05
Resistencia al cambio	0.08	2	0.16
<b>VALOR PONDERADO</b>			<b>3.39</b>

El valor ponderado es de 3.39, comprende un valor en las oportunidades de 2.88 y un valor en amenazas de 0.51. El valor de las oportunidades es superior, lo que, significa que el entorno externo es favorable para el proyecto.

## **2.4 Determinación de la demanda para el proyecto**

### **2.4.1 Segmentación del mercado**

En la región Ica se tiene identificado algunas zonas agrícolas, las más importantes son: acuífero de Villacurí, acuífero de Lanchas y el Valle de Ica. Según los informes de la autoridad Nacional del Agua, Villacurí representa el 34 % del agua explotada; por otro lado, por medio de la base de datos se puede identificar la calidad global del agua en el acuífero. La intención de adquirir el servicio será respondida por la necesidad del cliente; es decir, al ser un servicio la intención de compra se traduce en si el cliente se encuentra en la necesidad de adquirir un plan de tratamiento.

Dentro de toda la zona del acuífero se idéntica a 71 empresas que tienen agua salobre en distintos grados representando un 36% del agua explotada en el acuífero.

### **2.4.2 Selección de mercado meta**

El proyecto está orientado en ofrecer un servicio que aumente la disponibilidad de agua apropiada para el uso agrícola en la zona sur del país. Esta actividad juega un papel muy importante en la economía del departamento de Ica; además de contar con uno de los acuíferos más importantes a nivel nacional. La selección de mercado meta comprende la segmentación geográfica en la región Ica, acuífero de Villacurí que representa un 34% del agua del departamento y del tipo de utilización que se le da al agua en base a la cantidad explotada; de esta manera, se realizaron encuestas con las siguientes preguntas.

- Propietario del pozo (persona natural o jurídica)
- ¿Qué uso se le da al agua? Agrícola - Industrial - Consumo humano
- De ser agrícola, ¿qué cultivos son empleados y cuál es el ratio de consumo aproximado?
- ¿La salinidad del agua representa un problema para sus cultivos, actualmente?

- De ser afirmativa la respuesta anterior. ¿Tomaría un servicio de tratamiento de agua, para bajar los niveles de salinidad?

Los resultados obtenidos señalan que el 98% del agua explotada es de uso agrícola y es corroborada por la información que reporta la Autoridad Nacional del Agua. Además, se emplea como herramienta de información la base de datos del inventario de pozos.

### 2.4.3 Determinación de la participación de mercado para el proyecto

La segmentación del mercado, realizada de manera geográfica con un 34% para la zona de Villacuri, y la identificación del mercado meta, permite estimar el requerimiento del mercado. En este sentido, se multiplica los porcentajes obtenidos en los criterios expuestos; además de aplicar la intención de adquirir el servicio de tratamiento; el cual, se estimó identificando en la base de datos, las 71 empresas que cuentan con agua salobre. El agua explotada con salinidad representa un 35.82%, se resalta que este porcentaje irá aumentando con el paso del tiempo, por la disminución de la capa freática y en consecuencia el incremento del agua salobre en el acuífero.

El requerimiento de Villacuri es la cantidad de agua, en hectómetros cúbicos de agua, que se necesita al año. La estimación se presenta en la tabla adjunta.

**Tabla 2.4**

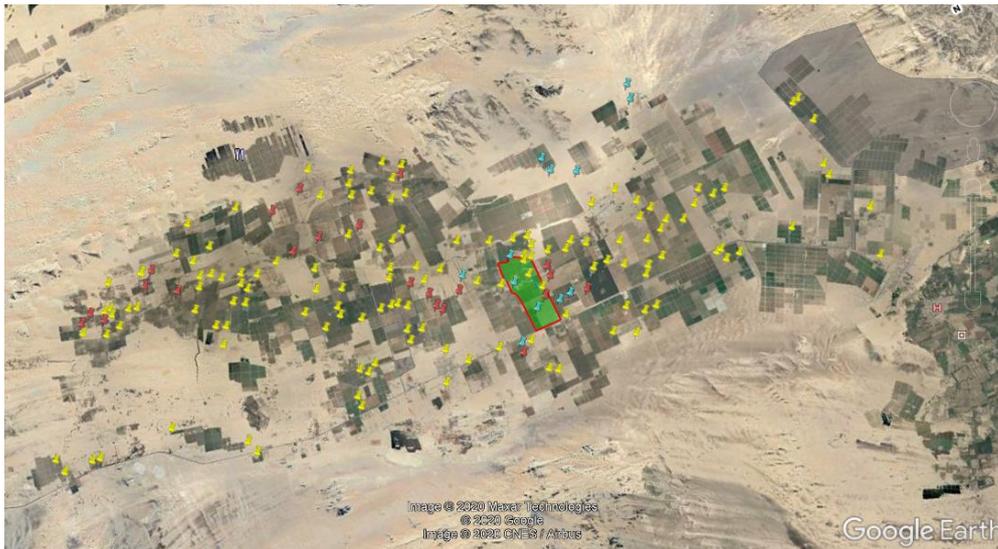
*Demanda del Proyecto*

AÑO	Demanda Proyectada Agua (hm <sup>3</sup> )	Villacuri (hm <sup>3</sup> )	USO Agrícola	Intención	Requerimiento de Villacuri (hm <sup>3</sup> )	Demanda del proyecto (m <sup>3</sup> )
2021	886	300	296	36%	106	613,193
2022	925	314	309	36%	111	1,226,386
2023	964	327	322	36%	115	1,839,579
2024	1,003	340	335	36%	120	2,452,773
2025	1,042	353	348	36%	125	3,065,966
2026	1,082	367	361	36%	129	3,679,159
2027	1,121	380	374	36%	134	4,292,352
2028	1,160	393	387	36%	139	4,292,352

Se presenta una vista del acuífero, donde las marcas en color amarillo representan los pozos con una conductividad eléctrica de < 3 – 7 > dS/m y los rojos de < 7 – mas > dS/m.

## Figura 2.2

### Localidad de Villacuri

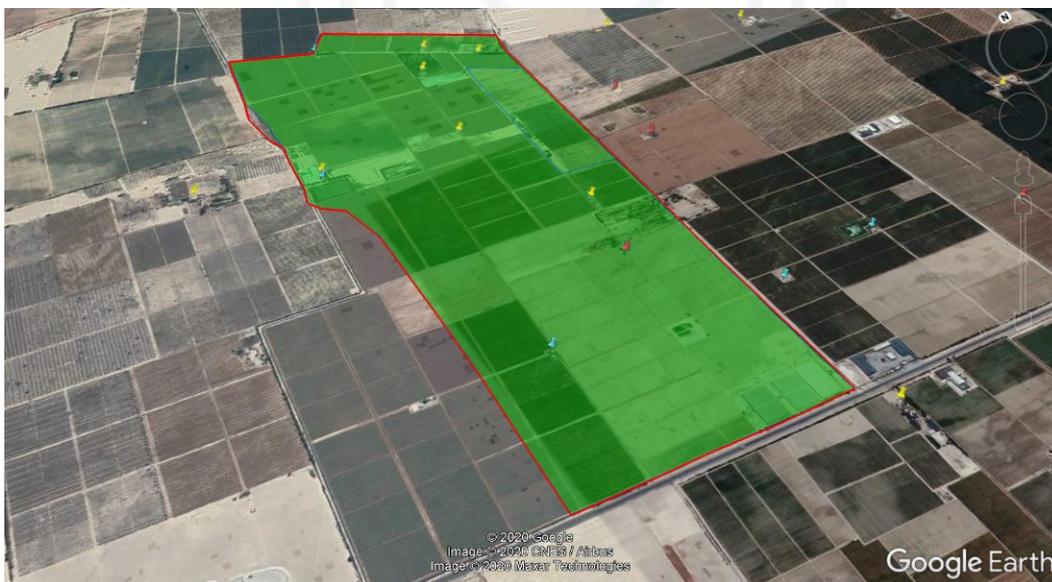


Nota: Extraído de Google Earth, 2021 (<https://www.google.com/intl/es/earth/>)

El requerimiento de mercado representa la necesidad creciente que existe en Villacurí, el problema se encuentra en toda la zona; por esta razón, se realizará un prototipo en un determinado fundo. De esta manera, se presenta la empresa agrícola Sol de Villacurí con un área de 276 Ha, la cual cuenta con 7 pozos utilizados para su uso agrícola, 1 pozo para consumo y uno sin equipo de bombeo.

## Figura 2.3

### Localidad del fundo Sol de Villacurí



Nota: Extraído de Google Earth, 2021 (<https://www.google.com/intl/es/earth/>)

La agrícola trabaja 20 horas al día durante 20 días al mes por los 12 meses del año; además de tener un consumo de 4, 370,100 m<sup>3</sup>/año. Con los datos obtenidos se calcula la relación de hectáreas con el consumo de agua.

$$\frac{4,370,100 \frac{m^3}{año}}{276 Ha} = 15,833.7 \frac{m^3 / año}{Ha}$$

$$15,833.7 \frac{m^3/año}{Ha} * \frac{1000 l}{m^3} * \frac{1 año}{17,280,000seg} = 0,9 l/s$$

0,9 l/s por Ha

Fuentes primarias de trabajo indican que se emplea 1 L/s por cada hectárea, confirmando el resultado obtenido; por otro lado, la Agrícola Sol de Villacuri tiene un consumo de 253 l/s de agua salobre, cantidad que se logrará tratar paulatinamente en el tiempo. La instalación de equipos modulares se realizará cada año; por este motivo, la demanda crece anualmente a razón de 14 % hasta llegar al límite de la demanda para el fundo en el año 2027; es decir, a partir de ese año la demanda del mercado para el fundo Agrícola Sol de Villacuri será constante.

$$\frac{4,370,100 \frac{m^3}{año} * 1000 l}{17,280,000 \frac{seg}{año} * m^3} = 252.89 l/s$$

## 2.5 Definición de la estrategia de comercialización

### 2.5.1 Políticas de plaza

El proyecto se encuentra orientado a poder cumplir las necesidades de agricultores en la zona de la Costa peruana ya que cuenta con un clima más estable que en otros lugares del territorio peruano; lo cual, favorece el correcto tratamiento de las tierras que es un beneficio adicional a nuestro servicio de tratamiento de aguas.

Decidimos elegir Ica como departamento para la localización de nuestro servicio debido a que la alta demanda de agua para sembríos se encuentra afectada por la salinidad de la misma, lo cual nos da una oportunidad para poder ofrecer un servicio confiable y eficiente a nuestros clientes.

El 17% de la economía de Ica se encuentra en dicho sector con tendencia a crecimiento, lo cual nos da un proyecto que se volverá rentable y en algunos casos indispensable para la zona.

## **2.5.2 Publicidad y promoción**

Ofreceremos nuestro servicio mediante el contacto con los agricultores de manera personal, presentando el proyecto según las necesidades que se van presentando en el sector.

Las encuestas tienen la función de conocer a nuestros clientes e informar las ventajas de nuestro servicio. Los agricultores se mostraron interesados en poder obtener el servicio debido al problema actual, ya que, la amenaza por la falta de agua apropiada pone en peligro el futuro de los cultivos por el alto índice de salinidad del agua. Incluso, algunos ingenieros indicaron que los problemas ya se están presentando y esto les impide realizar un correcto mapeo de sus tierras en cuestión de tiempos y de calidad de los productos.

## **2.5.3 Análisis de precios**

### **2.5.3.1 Tendencia histórica de los precios**

Según los artículos encontrados acerca de la evaluación económica para la implementación de una planta de tratamiento de agua, pudimos encontrar que los costos de operación se encuentran relacionados de manera directa con la concentración de sales; es decir, mientras más salobre es el agua, entonces los costos aumentan. El precio del agua subterránea es inferior al del agua tratada por metro cúbico; sin embargo, su disponibilidad es muy escasa.

El precio por metro cúbico del servicio pretende ser competitivo y que no represente una amenaza en la economía del agricultor, al finalizar el proyecto se tendrá un monto específico; el cual, irá aumentando con el tiempo a razón de la necesidad de nuestros clientes y el comportamiento de la salinidad del agua en el acuífero.

A continuación, se indicarán los precios que se vienen manejando en el mercado agricultor, a inicios del 2020 se estableció un decreto supremo a aplicarse durante todo el presente año el cual indica los valores que se tomarían como retribución económica para el uso del recurso hídrico.

Los precios varían según el estado del acuífero y el uso que se le da al mismo. Se tienen 3 estados de acuíferos en todo el Perú: Sub-Explotado, En Equilibrio y Sobre-Explotado; por otro lado, los usos del recurso hídrico son variados, en este caso tenemos uso agrícola, poblacional, industrial, minero, entre otros.

Se van a estudiar los precios solo para el uso agrícola.

**Tabla 2.5**

*Precio del estado de acuífero*

<b>Estado de Acuífero</b>	<b>S/. / m<sup>3</sup></b>
Sub-Explotado	0.0011
En Equilibrio	0.0022
Sobreexplotado	0.0033

*Nota: De Evaluación de la veda de los acuíferos Villacurí y Lanchas: Informe final, por Autoridad Nacional Del Agua, 2018, Ministerio de Agricultura y Riego (<http://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/4442>)*

Cabe precisar que el acuífero de Villacurí se encuentra en estado sobre-explotado por lo cual se considera que el precio del agua por m<sup>3</sup> para nuestro proyecto se encuentra en 0.0033 S/. / m<sup>3</sup>. También es importante indicar que el precio para el uso agrícola es el más accesible del mercado de abastecimiento del recurso hídrico.

Se encontró la información de precios en años pasados los cuales se han mantenido estables y controlados por el estado. Aquí presentamos una tabla con los precios de los últimos años del recurso hídrico para el sector agrícola en los acuíferos sobre-explotados.

**Tabla 2.6**

*Precio del recurso hídrico para los acuífero sobre-explotados*

	<b>Acuífero Sobreexplotados</b>			
	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>
S/. / m <sup>3</sup>	0.0032	0.0032	0.0032	0.0033

*Nota: De Evaluación de la veda de los acuíferos Villacurí y Lanchas: Informe final, por Autoridad Nacional Del Agua, 2018, Ministerio de Agricultura y Riego (<http://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/4442>)*

### **2.5.3.2 Estrategia de precios (precio inicial)**

Como proyecto, buscamos ser atractivos en el mercado buscando una estrategia basada en la eficiencia en costos, lo cual disminuiría el precio para nuestro consumidor final.

Se ha buscado el equilibrio para poder tener un precio accesible y sobretodo que tenga sentido invertir dicha cantidad comparando con los resultados que tendrán sus tierras y sus productos.

Según el estudio de mercado que tuvimos, el cliente final (en este caso, los agricultores) se encuentra dispuesto a poder invertir en el tratamiento de agua para buscar mejoras en la calidad de sus productos y la calidad de sus tierras. La estrategia se realizará analizando el tiempo de servicio que requiera el cliente, que se encuentra en función de las características de sus cultivos, tales como, permanente o transitorio.

Se encontró la siguiente información acerca de los precios que se tienen para el tratamiento de agua salada en las diferentes zonas, se tomará a Lima como base de inicio para el estudio de precios del proyecto.

**Tabla 2.7**

*Precio de tratamiento de agua salda en diferentes zonas*

LUGAR	Deionización capacitiva (US\$/m3)	Osmosis inversa costo (US\$/m3)
PIURA	0,82	0,95
LAMBAYEQUE	0,70	0,83
ANCASH	0,82	0,95
LIMA	0,56	0,70

*Nota:* Adaptado de “Desalación del agua de mar para uso industrial” por M.R. Delgado, E. López Sandoval y S. Zaldívar Peña, 2007, *Ingeniería Industrial*, 25, pp. 197 – 198.

El cuadro presentado indica el precio del agua desalada por metro cúbicos empleando agua de mar en el proceso; sin embargo, el proyecto emplea agua salobre extraída de pozos como materia prima, lo cual nos da una ventaja considerable frente al tratamiento de agua de mar. La diferencia principal es la concentración de sal que se encuentra en el recurso hídrico, lo que nos favorece en tratamiento de este. Según información encontrada en la investigación, el costo de energía para el tratamiento de de agua salobre es 5 veces menos en comparación con el agua de mar y representa el 50% de los costos totales de producción. Al igual que el punto anterior, el uso de la presión para el tratamiento es menor.

Considerando todos estos puntos a favor que se tiene sobre el tratamiento de agua salada, el precio estimado que se estimará para nuestro producto se puede ubicar en un rango considerable de 0.25 y 0.45 US\$/m3.

## CAPÍTULO III: LOCALIZACIÓN DE SERVICIO

### 3.1 Identificación y análisis detallado de los factores de macro localización

#### Disponibilidad de agua

La disponibilidad de agua comprende la cantidad de agua que tienen las provincias en los acuíferos y la capacidad de ofertar la materia prima con la que se va a trabajar. El comportamiento de los acuíferos son los mismos; es decir, hay un aumento de la salinidad en estos.

De esta manera, al tener mayor disponibilidad, habrá mayor cantidad de agua a procesar, siendo un factor a considerar en el análisis. La Autoridad Nacional del Agua cuantifica el agua explotada en los principales acuíferos del país, donde Ica presenta 563.35 hm<sup>3</sup>, Chincha 38,68 hm<sup>3</sup> y Nazca con 46,01; por lo cual, se ve una clara superioridad en este factor.

**Figura 3.1**

*Disponibilidad de agua*



*Nota:* De *Evaluación de la veda de los acuíferos Villacurí y Lanchas: Informe final*, por Autoridad Nacional Del Agua, 2018, Ministerio de Agricultura y Riego (<http://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/4442>)

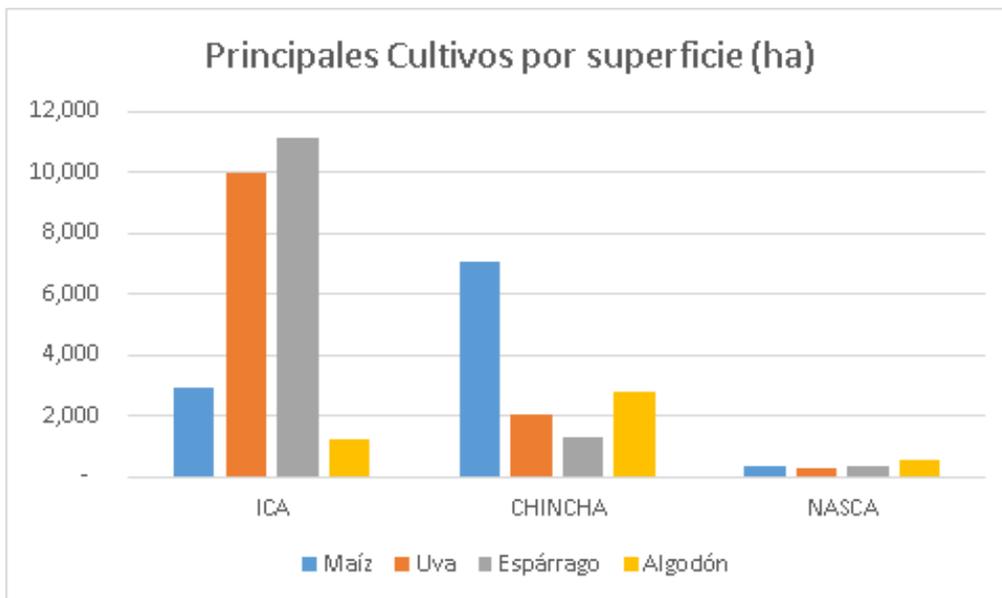
#### Cantidad de hectáreas utilizadas para la agricultura

En este factor lo que se busca evaluar es la cantidad de hectáreas que han sido utilizadas a lo largo de los años para la agricultura, pudimos encontrar que la agricultura tiene un fuerte impacto en la economía del departamento de Ica, por lo cual buscamos la

información para poder determinar en qué Provincia del departamento se explota de mejora manera las hectáreas para el sector agrícola. Para la evaluación de este factor se tomará en cuenta los principales cultivos a comercializar en el departamento, estos son: Uva, espárrago, maíz y algodón.

### Figura 3.2

*Principales cultivos por superficie (en ha)*



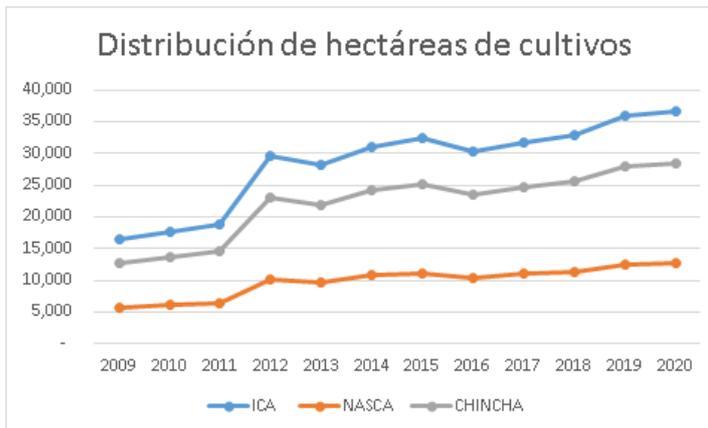
*Nota:* De *Actividades Estadísticas*, por Ministerio de Agricultura y Riego, 2020 (<http://siea.minagri.gob.pe/siea/?q=actividades-estad%C3%ADsticas-del-sistema/agr%C3%ADcola>)

### Desarrollo de agricultura

A lo largo de los años, la agricultura viene en ascenso en el departamento de Ica, creciendo a razón de 3.1% anual aproximadamente desde el 2017; sin embargo, existen provincias dentro del departamento que tienen un mayor contacto con el sector agrícola y buscan un mejor desarrollo de este. Por esta razón, el proyecto busca evaluar la mayor cantidad de desarrollo del sector agrícola en las provincias evaluadas para poder determinar cuál será la provincia más adecuada. Los informes presentados por el Estado por medio del Gobierno Regional de Ica, indican que las regiones de Ica, Chincha y Nazca presentan una distribución de 32,7 %, 25,4 % y 11.3 % en la superficie total cosechada respectivamente. Teniendo en cuenta la cantidad de hectáreas totales desde el año 2009 al 2020 en el departamento, se realiza una distribución en las regiones, que determina su posicionamiento en la economía.

**Figura 3.3**

*Distribución de hectáreas de cultivos*



*Nota:* De *Actividades Estadísticas*, por Ministerio de Agricultura y Riego, 2020 (<http://siea.minagri.gob.pe/siea/?q=actividades-estad%C3%ADsticas-del-sistema/agr%C3%ADcola>)

### Disponibilidad de mano de obra

La mano de Obra es requerida según la demanda del servicio y, por lo tanto, acorde al requerimiento del cliente; ya que, si el cliente necesita del servicio las 24 horas, entonces se necesitará el personal adecuado a tiempo completo. La utilización de la mano de Obra será con el concepto de personal eventual; es decir, se trabajará conforme a como se vaya desarrollando el proyecto.

**Tabla 3.1**

*Población total*

	<b>Población</b>
Ica	362,693
Chincha	217,683
Nazca	58,780

*Nota:* Adaptado de “Perú: Principales Indicadores Departamentales 2009-2015” por Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2015, pp. 245 – 262.

Es importante resaltar que, de la población, el 74% se encuentra en la edad óptima para poder laborar; es decir, son mayores a 18 años y el 15% ya se dedica a la agricultura lo cual nos da los siguientes número para la disponibilidad de mano de obra.

**Tabla 3.2**

*Potencial mano de obra*

<b>Potencial Mano de Obra</b>	
Ica	228,135
Chincha	136,922
Nazca	36,972

*Nota:* Adaptado de “Perú: Principales Indicadores Departamentales 2009-2015” por Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2015, pp. 245 – 262.

### **Abastecimiento de energía**

Respecto al abastecimiento de energía en toda la zona, se ha encontrado que la tarifa a lo largo del territorio de Ica es una tarifa estándar; es decir, para todas las provincias se cobra el mismo precio por el uso de la energía. De esta manera no podemos indicar qué opción estaría destacando sobre otra, es por ello que todas cuentan con la misma calificación en la tabla de Ranking de Factores.

Actualmente se tiene un precio de energía el cual se encuentra en 0.48 S/. por kW-h, que es aplicable en todo el territorio de Ica, debido a esto no se genera una gran diferencia entre las opciones de macrolocalización; sin embargo, se considera la energía como un factor determinante para poder implementar la planta, ya que involucra gran parte de la estructura de costos para nuestro servicio.

### **Población Económicamente Activa**

Respecto a la población Económicamente Activa, se ha investigado el tema y pudimos encontrar que, a lo largo de los años, la provincia de Ica muestra un mayor porcentaje de Población Económicamente Activa, al ser capital del departamento, Ica cuenta con la mayor concentración de población al igual que mayor cantidad de personas que se encuentran laborando y tienen capacidad adquisitiva.

**Tabla 3.3***Población Económicamente Activa*

	<b>PEA</b>
Ica	199,482
Chincha	119,725
Nazca	32,329

*Nota:* Adaptado de “Perú: Principales Indicadores Departamentales 2009-2015” por Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2015, pp. 245 – 262.

En este punto es importante indicar que el porcentaje de población económicamente activa que se dedica a la agricultura es del 19.3%, lo que nos da los siguientes datos.

**Tabla 3.4***Población Económicamente Activa en Agricultura*

	<b>PEA (AGRICULTURA)</b>
Ica	38,500
Chincha	23,106
Nazca	6,240

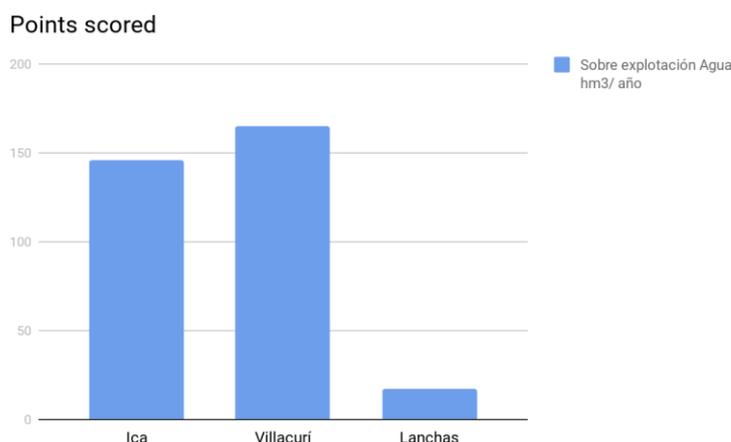
*Nota:* Adaptado de “Perú: Principales Indicadores Departamentales 2009-2015” por Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2015, pp. 245 – 262.

**3.2 Identificación y análisis detallado de los factores de micro localización****Estado de las aguas subterráneas**

El estado en el que se encuentra el agua será un factor para evaluar; ya que, es requerido para estimar la necesidad de un tratamiento. En este sentido, la disminución del nivel de la capa freática se encontrará en función de la explotación del recurso; ya que, al disminuir el nivel en el que se encuentra el agua, el recurso será más salobre y en efecto necesitará un tratamiento.

**Figura 3.4**

*Sobre explotación de Agua (en hm<sup>3</sup>/año)*



*Nota: De Plan de Gestión del acuífero del valle de Ica y pampas de Villacurí y Lanchas, por Autoridad Nacional del Agua, 2018, Ministerio de Agricultura*  
([https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/ica\\_-\\_plan\\_de\\_gestion\\_0\\_0.pdf](https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/ica_-_plan_de_gestion_0_0.pdf))

### **Disponibilidad de agua**

La disponibilidad de agua comprende la cantidad de agua que tiene el acuífero y la capacidad de ofertar materia prima (agua sin tratamiento). El comportamiento de los acuíferos son los mismos; es decir, el aumento de la salinidad, por lo que, al tener una mayor disponibilidad se obtendrá mayor agua a procesar. En este sentido El Valle de Ica, cuenta con mayor agua en buen estado, lo que implica que habrá menor demanda para nuestro proyecto, con respecto a su reserva explotable. Por otro lado; el acuífero de Villacurí se encontrará en segundo puesto con menor disponibilidad de agua, con recurso limitado por lo que cuenta con mayor necesidad de tratamiento de sus aguas. Finalmente, Lanchas cuenta con poca cantidad de agua y su demanda para nuestro proyecto es baja ya que no requiere tratamiento en su mayor parte.

**Tabla 3.5**

*Reserva Explotable de Agua (en hm<sup>3</sup>/año)*

Acuífero	Reserva Explotable Agua hm <sup>3</sup> / año
Ica	189
Villacurí	63
Lanchas	17

*Nota: De Plan de Gestión del acuífero del valle de Ica y pampas de Villacurí y Lanchas, por Autoridad Nacional del Agua, 2018, Ministerio de Agricultura*  
([https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/ica\\_-\\_plan\\_de\\_gestion\\_0\\_0.pdf](https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/ica_-_plan_de_gestion_0_0.pdf))

## Disponibilidad de Mano de Obra

La mano de obra es requerida, según la demanda del servicio y por lo tanto, acorde al requerimiento del cliente; ya que, si el cliente necesita del servicio las 24 horas, entonces se necesitará el personal adecuado a tiempo completo. La utilización de la mano de obra será con el concepto de personal eventual; es decir, se trabajará el tiempo que dure el proyecto o servicio. La evaluación del factor se le dará mayor importancia al acuífero de villacurí y lanchas; ya que, la actividad agrícola se encuentra focalizada en esas dos zonas; por otro lado, el valle de ica, dispone de varias actividades económicas y su desempeño, con respecto a la mano de obra en el sector agrícola, puede ser imprecisa.

## Vida útil de los pozos

La vida útil de los pozos es un factor que no será relevante del todo para poder determinar la viabilidad del proyecto en alguno de estos lugares; sin embargo, influirá de manera directa según la cantidad de años que esté disponible dicho pozo. Según estudios la vida útil de los pozos varía según las condiciones climáticas y cuidados que se le de al momento de la utilización, sabemos que con la sobreexplotación los pozos se vieron muy dañados, afectando así la cantidad de años a los cuales se encuentran útiles.

### Tabla 3.6

*Vida útil de pozos (en años)*

	Vida útil (años)
Villacurí	6
Lanchas	11
Valle de Ica	13

*Nota: De Plan de Gestión del acuífero del valle de Ica y pampas de Villacurí y Lanchas, por Autoridad Nacional del Agua, 2018, Ministerio de Agricultura*

<https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/ica - plan de gestion 0 0.pdf>

## Tipos de Cultivo

Los cultivos se pueden dividir en dos, según su condición:

- Permanentes: Cultivos como paltos, uvas, espárragos, etc. Solo se siembra una vez y se procede con la cosecha en más de una temporada.
- Transitorios: Cultivos como la cebolla, maíz o papa. Son de una sola temporada, por lo que se siembra y se cosecha una sola vez.

Esta condición es importante para determinar el tiempo y necesidad que tendrá el agricultor, según sus cultivos a mediano y largo plazo. Es importante resaltar que, según los tipos de cultivos, se tendrá en cuenta el requerimiento de agua que tendrá la planta; en este sentido el acuífero de Villacurí es muy conocido por la producción de espárragos y uvas, cultivos de tipo permanente, en toda la zona

Por lo tanto, según lo evaluado en puntos anteriores; concluimos que el factor más importante en el estudio de macro localización es el desarrollo de la agricultura, seguida de la disponibilidad de agua encontrada en los fundos. En tercer lugar, tenemos el abastecimiento de energía seguido de la cantidad de hectáreas que se utilizan para la agricultura; por último, tenemos a la población económicamente activa dentro de la región evaluada.

Por otro lado, en el estudio de micro localización tenemos 5 factores que han sido tomados en cuenta para la evaluación. El factor predominante en el estudio ha sido la disponibilidad de agua en los fundos, seguido del factor de estado de aguas subterráneas. En tercer lugar, tenemos al factor de vida útil de los pozos que vamos a utilizar para el abastecimiento de agua. Luego de la importancia de este factor, consideramos que los factores de disponibilidad de mano de obra y tipos de cultivos tienen la misma importancia en la evaluación de micro localización del proyecto.

### 3.3 Evaluación y selección de localización

**Tabla 3.7**

*Matriz de enfrentamientos de factores de macro localización*

	Factores	Disponibilidad de Agua	Cantidad de Hectáreas utilizadas para agricultura	Desarrollo de Agricultura	Disponibilidad de Mano de Obra	Abastecimiento de Energía	Población Económicamente Activa	Total	Ponderación
2	Disponibilidad de Agua		1	0	1	1	1	4	0.25
4	Cantidad de Hectáreas utilizadas para agricultura	0		0	1	0	1	2	0.125
1	Desarrollo de Agricultura	1	1		1	1	1	5	0.3125
5	Disponibilidad de Mano de Obra	0	0	0		0	1	1	0.0625
3	Abastecimiento de Energía	0	1	0	1		1	3	0.1875
5	Población Económicamente Activa	0	0	0	1	0		1	0.0625
<b>Total</b>								<b>16</b>	<b>1</b>

**Tabla 3.8**

*Ranking de factores de Macro localización*

	Factor	Ponderación	Ica		Chincha		Nazca	
			Calif	Puntuación	Calif	Puntuación	Calif	Puntuación
2	Disponibilidad de Agua	0.25	8	2	6	1.5	4	1
4	Cantidad de Hectáreas utilizadas para agricultura	0.125	10	1.25	8	1	2	0.25
1	Desarrollo de Agricultura	0.3125	8	2.5	4	1.25	2	0.625
5	Disponibilidad de Mano de Obra	0.0625	8	0.5	6	0.375	2	0.125
3	Abastecimiento de Energía	0.1875	4	0.75	4	0.75	4	0.75
5	Población Económicamente Activa	0.0625	8	0.5	6	0.375	4	0.25
				<b>7.5</b>		<b>5.25</b>		<b>3</b>

**Tabla 3.9***Matriz de enfrentamientos de factores de micro localización*

	Factores	Estado de aguas subterráneas	Disponibilidad de Agua	Disponibilidad de Mano de Obra	Vida útil de los pozos	Tipo de Cultivos	Total	Ponderación
2	Estado de aguas subterráneas		0	1	1	1	3	0.272727273
1	Disponibilidad de Agua	1		1	1	1	4	0.363636364
4	Disponibilidad de Mano de Obra	0	0		0	1	1	0.090909091
3	Vida útil de los pozos	0	0	1		1	2	0.181818182
4	Tipo de Cultivos	0	0	1	0		1	0.090909091
<b>Total</b>							<b>11</b>	<b>1</b>

**Tabla 3.10***Ranking de factores de Macro localización*

Factor	Ponderación	Villacuri		Lancha		Valle de Ica	
		Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje
Estado de aguas subterráneas	0.272727273	6	1.636363636	4	1.09090909	8	2.181818182
Disponibilidad de Agua	0.363636364	8	2.909090909	4	1.45454545	6	2.181818182
Disponibilidad de Mano de Obra	0.090909091	6	0.545454545	6	0.54545455	4	0.363636364
Vida útil de los pozos	0.181818182	2	0.363636364	4	0.72727273	6	1.090909091
Tipo de Cultivos	0.090909091	8	0.727272727	6	0.54545455	2	0.181818182
		<b>6.181818182</b>		4.36363636		6	

## CAPÍTULO IV: DIMENSIONAMIENTO DEL SERVICIO

### 4.1 Relación tamaño - mercado

Realizar la distribución del agua, por toda el área del acuífero, generará costos significativos con respecto a la distribución. Es por eso, que se planteó la posibilidad de instalar una planta prototipo para un fundo específico llamado Sol de Villacuri.

El tamaño máximo del proyecto se calculará con en base a la demanda máxima de 4, 292,352 m<sup>3</sup> de agua procesada. El proceso tiene una merma de 13.5 %; por esta razón, se espera explotar una mayor cantidad de agua salobre a 4, 979,128 m<sup>3</sup>.del ..., con una disponibilidad de trabajo en la desalinización de 20 horas al día, 25 días al mes durante los 12 meses del año:

- Demanda máxima en el último año: 4, 292,352 m<sup>3</sup>
- Agua salobre a explotar: 4, 979,128 m<sup>3</sup>
- Merma del proceso: 13.5%
- Horas: 20 h
- Días: 25d/mes

$$\frac{4,979,128\text{m}^3/\text{año} * 1,000 \frac{l}{\text{m}^3} * 0.865}{21,600,000 \text{ s/año}} = 199.4 \frac{l}{s}$$

### 4.2 Relación tamaño – recurso productivo

El fundo agrícola Sol de Villacuri cuenta con siete pozos utilizados para el uso agrícola con una utilización limitada; ya que, según los informes de la Autoridad Nacional del agua, el fundo no se encuentra explotando la totalidad de sus pozos. Por otro lado, la finalidad del proyecto es tratar el agua del cliente y es importante comprobar que el recurso podrá ser suficiente para la ejecución del proyecto.

En el primer cuadro, La Autoridad Nacional del Agua reporta el programa de consumo del fundo a 4, 280,265 m<sup>3</sup> de agua salobre al año. La desalinización del agua genera la obtención de salmuera; por esta razón, para llegar a la demanda del cliente es necesario el tratamiento de un volumen mayor de agua. El segundo cuadro muestra el

incremento a 25 días de trabajo obteniendo la capacidad suficiente para cumplir con la demanda.

**Tabla 4.1**

*Programación inicial de pozos Agrícola Sol de Villacuri*

Pozo	Caudal (l/s)	h/d	d/m	m/a	Vol m <sup>3</sup> /año
P1	40.00	20.00	20.00	12.00	691,200
P2	42.00	20.00	20.00	12.00	725,760
P3	50.00	20.00	20.00	12.00	864,000
P4	40.00	20.00	20.00	12.00	691,200
P5	38.36	15.00	13.00	12.00	323,145
P6	20.00	20.00	17.00	12.00	293,760
P7	40.00	20.00	20.00	12.00	691,200
Total m <sup>3</sup> /año					4,280,265

*Nota: De Inventario de pozo, por ANA, 2018.*

**Tabla 4.2**

*Programación propuesta*

Pozo	Q	h/d	d/m	m/a	Vol m <sup>3</sup> /año
P1	40	20	25	12	864,000
P2	42	20	25	12	907,200
P3	50	20	25	12	1,080,000
P4	40	20	25	12	864,000
P5	38.36	15	13	12	323,145
P6	20	20	17	12	293,760
P7	40	20	25	12	864,000
Total m <sup>3</sup> /año					5,196,105

### 4.3 Relación tamaño – tecnología

La relación tamaño-tecnología estará determinada por el tipo de proceso a utilizar como forma de desalación; además se tiene en cuenta que el proceso comprende de una etapa de servicio y otra de producción. Como servicio, el agua desalinizada será distribuida, según la necesidad del cliente; por otro lado, como producto, se tiene en cuenta que la producción se realizará según el proceso de desalación por un tiempo de 25 días al mes.

La ficha técnica de la maquinaria, que se encargará de realizar el proceso de desalación, indica que su capacidad es de 127.8 m<sup>3</sup> por hora a una eficiencia del 90%; lo cual limita la producción; ya que, es la operación con menor capacidad dentro del proceso de desalación del agua salobre.

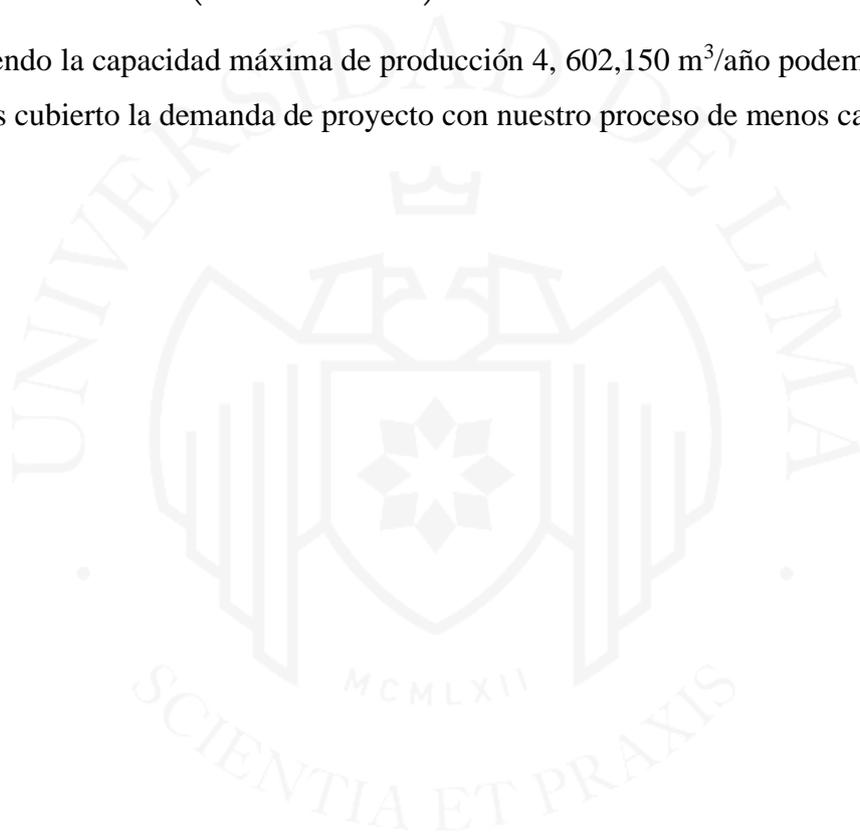
Teniendo dicha capacidad, la máquina de desalación, se puede calcular la cantidad de agua que se puede procesar por año para poder cumplir con el requerimiento del cliente.

$$\left( 127.84 \frac{m^3}{hora} * 20 \frac{horas}{dia} * 25 \frac{dias}{mes} * 12 \frac{mes}{año} \right) = 767,025 \frac{m^3}{año}$$

Con esta relación podemos encontrar que necesitamos 6 máquinas, para poder llegar a la demanda de proyecto y no se cubra menos de lo que demanda el cliente.

$$\left( 767,025 \frac{m^3}{año} * 6 \right) = 4,602,150 \frac{m^3}{año}$$

Siendo la capacidad máxima de producción 4, 602,150 m<sup>3</sup>/año podemos concluir que hemos cubierto la demanda de proyecto con nuestro proceso de menor capacidad.



# CAPÍTULO V: INGENIERÍA DEL PROYECTO

## 5.1 Proceso para la realización del servicio

### 5.1.1 Descripción del proceso del servicio

Para la descripción del servicio se indicarán las etapas por las cuales va a pasar el agua salobre que es extraída de los pozos.

#### **Extracción de agua**

En primer lugar, el agua es extraída de los pozos que se encuentran dentro del fundo, para este caso en específico, el fundo de Sol de Villacurí cuenta con 7 pozos de los cuales se extraerá el agua para poder iniciar el proceso.

#### **Sedimentación**

Luego de ser extraída, el agua pasa por la sedimentación ya que es el proceso por el cual se depositan o precipitan los materiales transportados por distintos agentes, con este proceso, se busca que las partículas puedan sedimentar según la ley de Stokes la cual indica que, a mayor diámetro de las partículas, estas podrán sedimentar de mejor manera.

#### **Floculación**

Se procederá al proceso de floculación luego de sedimentar, buscando que las partículas más pequeñas también sean separadas del agua que vamos a obtener del proceso. Para favorecer al proceso de floculación se añadirá Cloruro Férrico para poder aglutinar las sustancias coloidales presentes en el agua, facilitando su decantación y posterior filtrado.

#### **Coagulación**

El objetivo principal por el cual pasamos el agua por este proceso es la desestabilización de las partículas coloidales que se encuentran en suspensión. La coagulación no solo elimina la turbiedad del agua, sino que también ayuda a remover las sustancias orgánicas que se puedan encontrar en el recurso hídrico. Para favorecer el proceso de coagulación se añadirá un polímero coagulante.

## **Filtración**

Posteriormente a la coagulación, se pasará por un filtro el cual estará relleno de óxido de silicio para la mejor calidad de filtrado, la idea con este proceso es poder preparar el agua y dejar los restos más finos fuera del proceso de osmosis inversa.

## **Osmosis inversa**

El proceso de osmosis inversa es el proceso más importante de todo el servicio ya que es aquí donde el agua pasará a tener los estándares especificados en el objetivo del proyecto. Se busca llegar a parámetros que mejoren la calidad de los productos que son sembrados en la tierra regada por el producto final que vamos a tener. Como proyecto se busca poder captar toda el agua que sea posible dentro del fundo para poder darle el tratamiento adecuado.

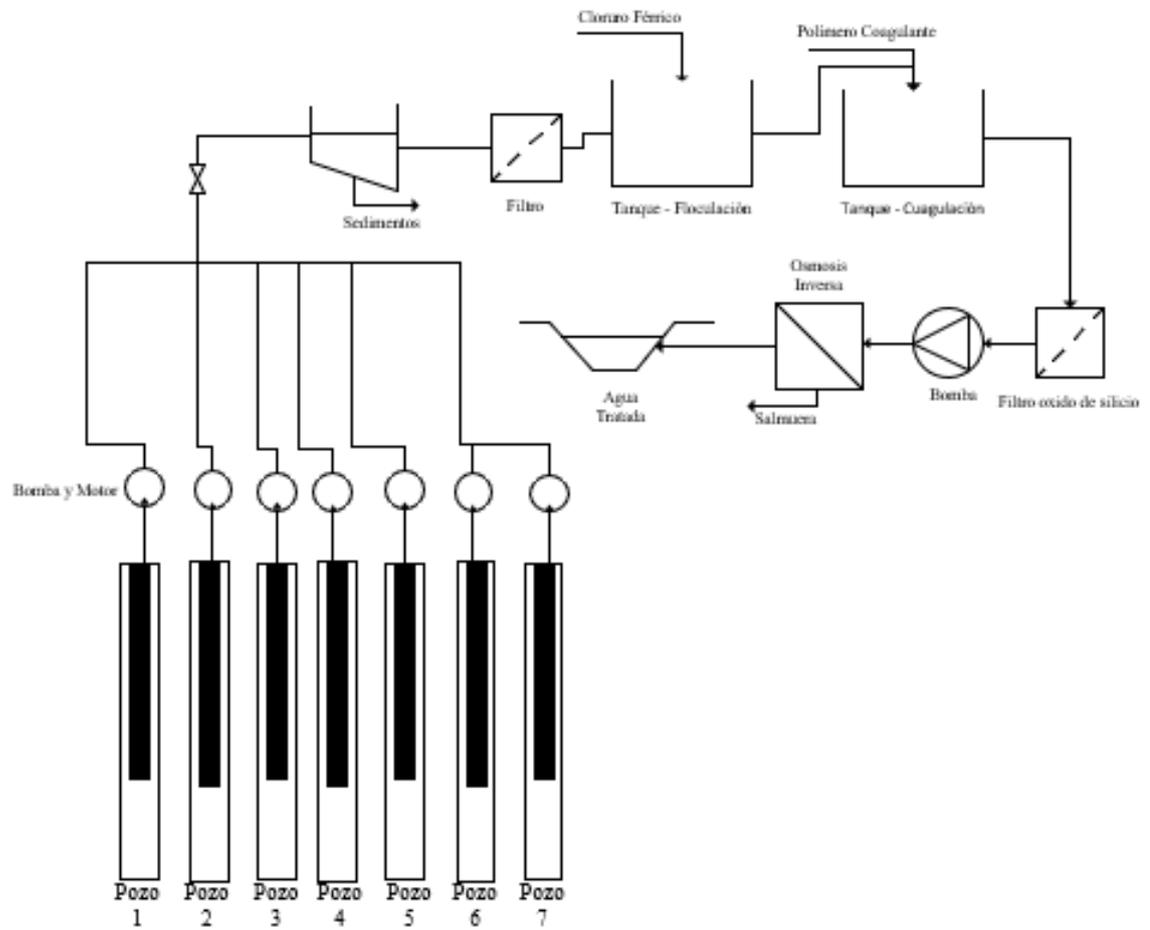
## **Bombeo de agua**

Una vez que el agua ha sido pasada por el proceso de osmosis inversa y tiene los niveles óptimos que buscamos, será distribuida por todo el fundo para poder empezar a regar las tierras. Toda el agua que es tratada y pasa por el proceso de osmosis inversa es distribuida al fundo. El bombeo de agua se dará desde una piscina con geomembrana en donde será almacenada el agua tratada.

### 5.1.2 Diagrama de flujo del servicio

Figura 5.1

Diagrama de flujo de servicio

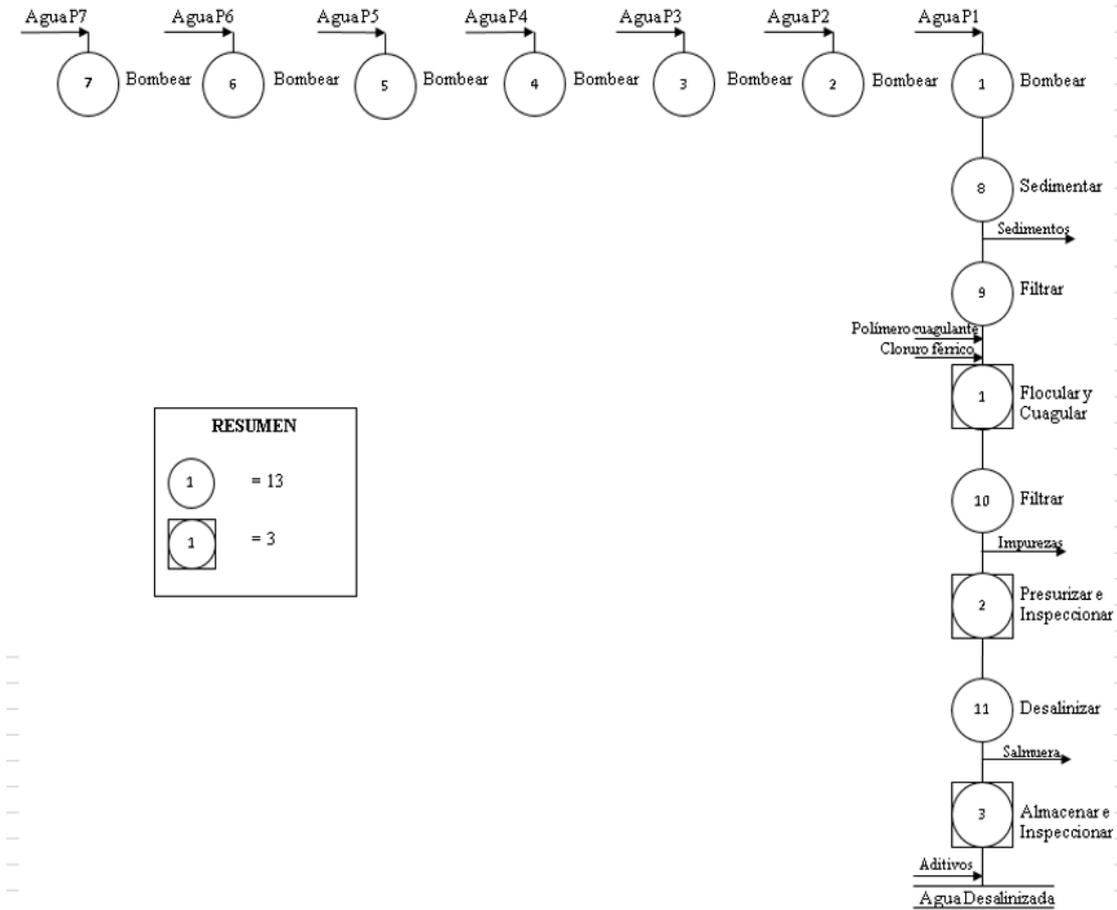


CIENTIA ET PRAXI

### 5.1.3 Diagrama de Operaciones

Figura 5.2

Diagrama de Operaciones del proceso para el tratamiento de agua desalinizada



### 5.1.4 Balance de Materia: Diagrama de Bloques

El proceso genera pérdida de materia que tiene que ser contemplada para el cálculo de la extracción de agua; es decir, se requiere extraer una mayor cantidad de agua demanda para obtener el producto con las características adecuadas. Teniendo en cuenta la demanda máxima del proyecto en último año y la merma en las diferentes etapas del proceso se obtiene la cantidad de agua en metros cúbicos para el último año.

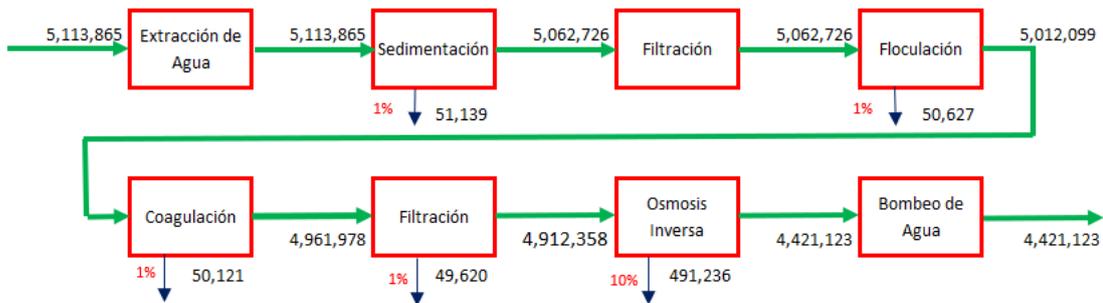
- Rendimiento actual de extracción de agua: 270 l/s
- Horas al día: 20 H
- Días al mes: 21

Agua extraída anual en el último año

$$\begin{aligned}
 \text{Agua (m}^3\text{)} &= \frac{270 \left(\frac{l}{s}\right) * 3600s * 12 \left(\frac{mes}{año}\right) * 22 \left(\frac{días}{mes}\right) * 20 \left(\frac{H}{día}\right)}{1000 \frac{l}{m^3}} \\
 &= 5,113,865 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

**Figura 5.3**

*Balance de materia en metros cúbicos*



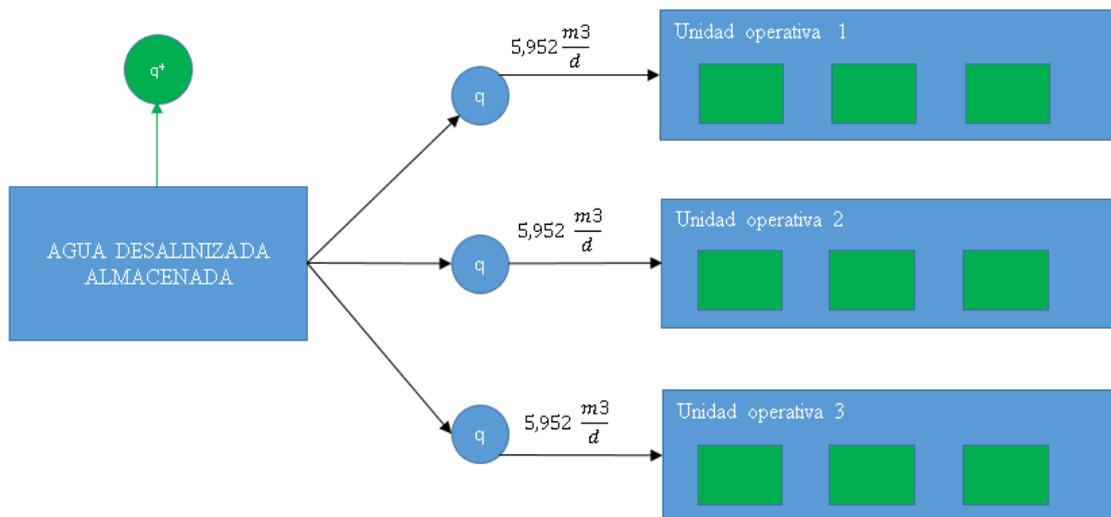
El agua almacenada permite la regulación de algunos aditivos, para luego ser distribuido a lo largo del fundo; además la distribución del agua se realiza por tres zonas llamadas unidades operativas, que a su vez atienden a las secciones integradas. El servicio cuenta con tres líneas de distribución; el cual estará implementado por caudalímetros (q), con el objetivo de cuantificar la cantidad de metros cúbicos de agua procesados. El agua será trasladada por una bomba en cada línea, según la programación que dicta el cliente.

El proyecto realiza el estudio de implementación de un prototipo de planta para el fundo Agrícola sol de Villacuri; sin embargo, la adición de una línea es viable atendiendo a los fundos que estén aledaños. Es una de las ventajas que tiene el sistema; por esa razón, se añade una línea verde (q+).

$$248 \frac{l}{s} * \frac{(20h * 3600s) * m^3}{1000 l} = 5,952 \frac{m^3}{d}$$

**Figura 5.4**

*Distribución del agua en el fundo Sol de Villacurí*



El servicio proporciona agua apropiada para el riego de cultivos con mayor impacto comercial como la uva y el arándano. Cultivos que son muy apreciados, en el mercado agrícola; sin embargo, requieren de muy baja salinidad para su desarrollo. La revista Redagrícola- geografía agrícola 2019, comenta “aun los productores no se han lanzado a la piscina con el tema de los arándanos en Ica. Además de utilizar el cultivo en macetas, la mayoría debe instalar una planta de osmosis inversa” (Ortiz, 2019)

Por otro lado, la distribución se realizará con el funcionamiento de bombas centrífugas que deben tener la suficiente potencia, para suministrar agua a cada unidad operativa, de esta forma se realiza el cálculo con los datos obtenidos del fundo. Debido a estudios previos, se conoce que una bomba de 5HP es capaz de rendir aproximadamente 700 lt/min para riego agrícola. Partiendo de ese dato tenemos:

Una bomba de 5HP suministra 700Lt/min

El cliente requiere 248.4 l/s, con esta información podemos crear una relación para poder hallar la cantidad de HP que se necesita para poder abastecer la cantidad demandada.

$$\left(248.4 \frac{l}{s}\right) * \left(60 \frac{s}{min}\right) = 14,904 \frac{l}{min}$$

Por lo tanto, la cantidad de HP que se requiere es la siguiente:

$$\frac{14,904 \frac{l}{min}}{700 \frac{l}{min}} = 22 \text{ bombas de } 5 \text{ HP}$$

$$22 * 5 \text{ HP} = 110 \text{ HP}$$

Para el desarrollo del proyecto se usarán 3 bombas para la distribución del agua tratada hacia el fundo, por lo que tenemos:

$$\frac{(110 \text{ HP})}{3} = 36.6 \text{ HP} = 37 \text{ HP}$$

Con esta información deducimos que el proyecto necesitará 3 bombas con una capacidad de 37 HP cada una para poder distribuir toda la cantidad de agua requerida por el cliente hacia todo el fundo.

## 5.2 Descripción del tipo de tecnología a usarse en el servicio

El proyecto tiene como finalidad reducir los niveles de salinidad en el agua subterránea del acuífero de Villacuri, para lograr este método existen algunos métodos que serán detallados a continuación, según energía de aplicación.

### Métodos de desalación

**Tabla 5.1**

*Descripción de procesos alternativos*

Material	Energía	Proceso	Método
Agua de sales	Térmica	Evaporación	Destilación Multiefecto (MEE)
		Cristalización	Destilación solar (SS)
		Filtración	Congelación (FD)
Sales de agua	Mecánica	Deionización	Ósmosis Inversa
	Eléctrica	Deionización	Deionización Capacitiva (CDT)
Sales de agua	Química	Intercambio	Intercambio Iónico (IE)

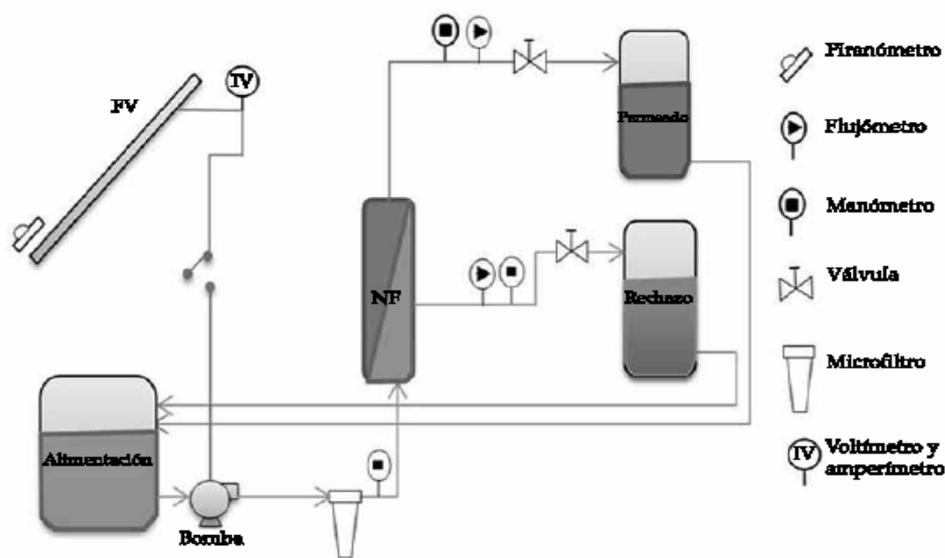
*Nota: De Desalinización del agua, por Acciona, 2000 (<https://www.acciona.com/es/tratamiento-de-agua/desalacion/>)*

Los procesos de desalación difieren acorde a la energía a aplicar y estará relacionada directamente con el nivel de salinidad del agua; es decir, entre más salada el agua costará más su obtención. Por ejemplo, el agua de mar necesitará mayor energía para desalinizar, en comparación al agua salobre.



**Figura 5.6**

*Materiales para la destilación solar*



Nota: De Flores Prieto, 2015

Al congelar el agua salobre se puede separar el agua dulce por medio de cristales; mediante fusión posterior se obtiene el producto. Por otro lado, otro método es el de cristalización, en el cual se le añade hidrocarburos al agua salobre para formar hidratos complejos. El rendimiento es superior a los métodos de destilación; sin embargo, no es aplicable para métodos industriales.

### Osmosis inversa

Uno de los métodos más aplicables a nivel industrial y es que a lo largo de los años se ha ido mejorando dicha tecnología; además de reducir sus costos de aplicación. El método emplea energía mecánica por medio de filtración de membranas especiales; las cuales, impiden el paso de las sales a través de alta presión.

Una de las ventajas del osmosis inversa es su ampliación de capacidad; ya que, si es necesario incrementar la producción de agua dulce, entonces se adiciona más membranas al sistema.

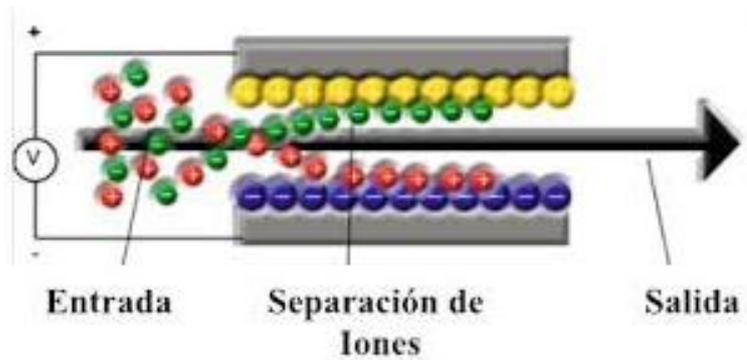
### Desionización capacitiva

Conjunto de mallas finas de carbono que aplican como electrodos. Las mallas electrificadas, por corriente continua, la polaridad de las capas se alterna y generan la atracción de las sales del agua salobre y de esta manera se obtiene agua dulce. Una de las

principales ventajas de este método, es que no necesita de acontecimiento previo, como en el caso de la Ósmosis Inversa; sin embargo, su aplicación a nivel industrial, por el momento es limitada.

**Figura 5.7**

*Desionización capacitiva*



*Nota: De Retos de los tratamientos de aguas del siglo XII: La desionización capacitiva, por Remtavares, 2013.*

### 5.3 Características de las instalaciones y equipos

#### 5.3.1 Selección de maquinaria y equipos

De acuerdo con lo mencionado en puntos anteriores, se listan los equipos y maquinarias seleccionados para el proyecto.

**Tabla 5.2**

*Lista de equipos y maquinaria requeridos en el tratamiento de agua salobre.*

Equipos	Cantidad
Bomba	3
Ósmosis Inversa	6
Tanque	2
Sedimentador	1
Filtro	2

### 5.3.2 Especificaciones de la maquinaria

A continuación, se mostrarán las especificaciones técnicas de la maquinaria seleccionada.

**Tabla 5.3**

*Bomba Centrífuga Horizontal*

Equipo	Especificaciones		Imagen
Bomba Centrífuga Horizontal	Marca	Delcrosa	
	Modelo	Premium Nema IP55	
	Potencia	37HP	

**Tabla 5.4**

*Piscina geomembrana*

Equipo	Especificaciones		Imagen
Piscina geomembrana	Elaboración	Construida	
	Capacidad	38,400m <sup>3</sup>	
	Altura	6 m	
	Largo	80m	
	Ancho	80m	

**Tabla 5.5**

*Sedimentador*

Equipo	Especificaciones		Imagen
Sedimentador	Elaboración	Construcción	
	Largo	3m	
	Ancho	2 m	
	Altura	2 m	
	Pendiente	2%	

**Tabla 5.6***Filtro*

Equipo	Especificaciones		Imagen
Filtro	Marca	Regaber	
	Potencia	4202	
	Caudal	3-18m3/h	
	Presión Max	8 atm	

**Tabla 5.7***Osmosis Inversa*

Equipo	Especificaciones		Imagen
Osmosis Inversa	Marca	Pure Aqua	
	Modelo	TW-900K-18780	
	Potencia	2x60HP	
	Tipo de motor	2x37kW	
	Cantidad de membranas	126	
	Capacidad de procesamiento	3,409 m3/d	
	Peso	8,500 lbs	

**Tabla 5.8***Caidalimetro*

Equipo	Especificaciones		Imagen
Caudalímetro	Marca	IQ SAC	
	Modelo	GMDX	
	Procedencia	Italia	
	Presión Máxima	16 bar	

**Tabla 5.9**

*Manómetro*

Equipo	Especificaciones	Imagen
Manómetro	Marca	Logindustrias SRL
	Modelo	PG28
	Presión máxima	70 bar



## 5.4 Capacidad Instalada

### 5.4.1 Cálculo detallado de la cantidad de máquinas y operarios requeridos

Para el presente proyecto se realizaron cálculos para la determinación de cuantos equipos de osmosis inversa se van a utilizar para poder satisfacer el requerimiento de agua que está propuesto en puntos anteriores.

La necesidad del cliente es de 4, 292,352 m<sup>3</sup>/año, siendo:

127.8 m<sup>3</sup>/h la capacidad de procesamiento de la osmosis inversa

$$127.8 \frac{m^3}{h} * (20h * 25dia * 12mes) = 767,025m^3 \text{ año}$$

$$\frac{4,292,352}{767,025} m^3 \text{ año} = 5.6 = 6 \text{ maquinas}$$

Por lo expuesto en las fórmulas anteriores, indicamos que a lo largo del proyecto se necesitarán 6 unidades de tratamiento de osmosis inversa, cada una con una capacidad de 3,409 m<sup>3</sup>/d, para poder llegar al requerimiento del cliente. Las unidades serán implementadas a lo largo de la vida del proyecto, la inversión se dará de forma paulatina y la demanda a cubrir ira creciendo hasta llegar a su tope máximo de explotación del recurso hídrico de los pozos que mantiene el fundo Sol de Villacurí.

### 5.4.2 Cálculo de la capacidad instalada

Para poder hallar la capacidad instalada, se procederá a identificar la operación con menor capacidad, también conocido como cuello de botella.

Los procesos por los cuales pasa el agua salobre son:

- Extracción del agua
- Sedimentación
- Filtración
- Floculación
- Coagulación
- Filtración
- Osmosis Inversa



**Tabla 5.10***Capacidad Instalada*

Operación	QE		P	M	D/S	H/T	T	S	Meses	U	CO
	Cantidad entrante según balance	Unidad de entrada	Prod / Hora de maquina	Numero de maquinas	Días / Semana	Hora / Turno	Turno por dia	Semanas / mes	Meses / año	Factor de Utilización	Capacidad de Produccion en m3
Extracción del agua	5,113,865	m3	130	7	6	7	3	4	12	0.95	5,187,000
Sedimentación	5,113,865	m3	950	1	6	7	3	4	12	0.95	5,415,000
Filtración	5,062,726	m3	900	1	6	7	3	4	12	0.95	5,130,000
Floculación	5,062,726	m3	900	1	6	7	3	4	12	0.95	5,130,000
Coagulación	5,012,099	m3	900	1	6	7	3	4	12	0.95	5,130,000
Filtración	4,961,978	m3	900	1	6	7	3	4	12	0.95	5,130,000
Osmosis Inversa	4,912,358	m3	142	6	6	7	3	4	12	0.90	4,602,096
Bombeo de agua	4,421,123	m3	145	6	6	7	3	4	12	1	5,220,000

La tabla mostrada se indica, el cuello de botella del proyecto, siendo el proceso de osmosis inversa, con una capacidad de la planta de tratamiento de agua salobre de 4, 602,096 m3. Por otro lado, se calcula una cantidad entrante de 4,421,123 m3 resultado de multiplicar la demanda 4,292,352 por un 3% adicional. El objetivo de dicho adicional es tener un margen de seguridad en el tratamiento y no tener una cantidad exacta a la requerida (demanda del cliente).

### 5.4.3 Calidad del proceso y del servicio

El agua es el recurso más importante del sector agrícola y mantener su calidad es vital para el servicio; por eso, el control de calidad tendrá que ser continuo por medio de muestras y se aplicará en base a indicadores. Los principales parámetros para mantener en control son la conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales, pH y la temperatura.

**Tabla 5.11**

*Especificaciones de calidad del agua*

Agua	Temperatura °C	CE (ds/m)	SDT (mg/l)	pH
Promedio	25.00	4.83	4,416.00	7.50
Limite	27.00	0.50	44.16	6.50

*Nota:* De *Systematic Layour Planning*, por A. Fernández, 2017

(<http://www.fernandezantonio.com.ar/Documentos/SLP%20para%20Distribucion%20en%20Planta%20%202017.pdf>)

La temperatura es controlada; ya que, tiene una relación directa con la conductividad eléctrica; por otro lado, su control influye en la admisión de agua al equipo de Osmosis Inversa; además se espera que incremente entre 1 a 3 °C, a la salida del proceso.

Uno de los indicadores más importantes es la conductividad eléctrica; ya que, mantener los niveles de salinidad a menos de 1 dS/m, permite el desarrollo de cualquier tipo de hortaliza. Por ejemplo, el fundo Agrícola Sol de Villacuri solo puede comercializar cultivos que toleren el actual nivel de salinidad; caso contrario, al emplear agua de calidad, puede emplear la comercialización de cultivos más apreciados por el mercado como en el caso de la uva o los arándanos

Sólidos disueltos totales (SDT) es el total de residuos orgánicos e inorgánicos disueltos en el agua y los niveles altos de este indicador se traducen en la composición inadecuada perjudicial para los cultivos, que produce el estado compacto del suelo e impide la penetración del agua y del aire.

Con respecto al pH del agua, se ve reducido ya que se elimina los carbonatos y bicarbonatos del agua y es una ventaja; ya que, a niveles de pH mayor a 7, el suelo es susceptible a incrementar los niveles de facilidad de drenaje interno (RAS), impidiendo el desarrollo de cultivos a lo largo del tiempo.

Las membranas de la osmosis inversa, para asegurar su correcta función, son lavadas con ácido sulfúrico cada tres meses; además de aplicar antiincrustante. El insumo para el funcionamiento correcto del equipo es suministrado por proveedores como Relix. Los indicadores ya mencionados tendrán que estar dentro de los parámetros establecidos, para certificar la función del insumo.

#### 5.4.4 Niveles de satisfacción del cliente

La satisfacción del cliente dependerá de la disponibilidad de agua de calidad en todo momento; ya que el sistema de riego utilizado es el de goteo. El sistema adoptado tiene como principal objetivo distribuir de manera correcta el agua dado el clima árido de la zona de estudio; además, el riego se programa por sectores del fundo.

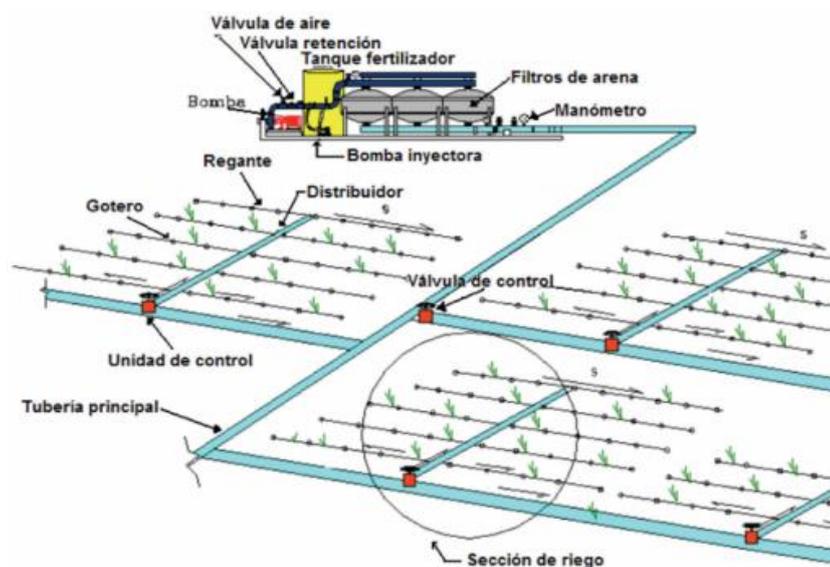
##### Componentes de un sistema de riego localizado

En la imagen mostrada se muestra el esquema del riego por goteo, donde se emplea mangueras (cintas de riego), cada gotero tiene una separación de riego de  $<0.5;2>$ m con el que suministra a cada cultivo. Además, se aplica el riego por medio de secciones o cuadrantes dentro del fundo, durante un tiempo determinado.

Fuente: manual para captación de operadores con base en el estándar de competencia en EC0348 – Riego presurizado en parcelas Juan Carlos Herrera Ponce.

#### Figura 5.8

##### Riego por goteo



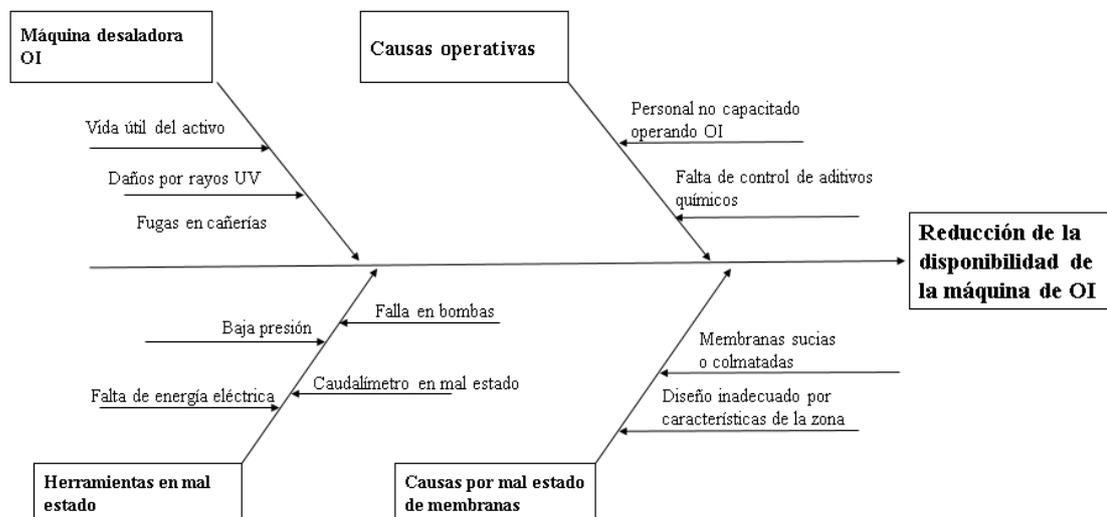
Nota: De Componentes instalación Riego por Goteo, por Gestiriego, 2018 (<https://www.gestiriego.com/pe/componentes-instalacion-riego-por-goteo/>)

El gasto de cada gotero dependerá de tres variables: evaporación referida, precipitación efectiva y el coeficiente de cultivo. Los cálculos de la demanda exacta de los cultivos no es el objetivo de esta investigación; sin embargo, se tiene en consideración cuanto es el consumo de agua aproximado; además, justifica la importancia que tiene el agua y el tiempo en que tiene que ser administrada.

Por esta razón se aplica el diagrama de Ishikawa con la finalidad de anticipar un posible problema con el quipo y tener consideraciones en la implementación del proyecto, donde el efecto ante algunos imprevistos sería la reducción de la disponibilidad de la máquina de Osmosis Inversa.

**Figura 5.9**

*Diagrama de Ishikawa*



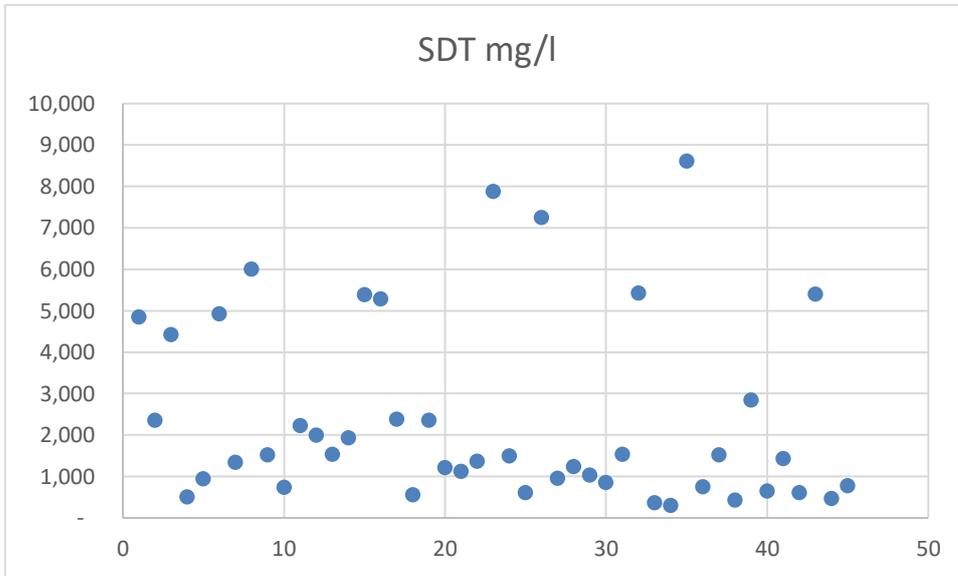
#### 5.4.5 Medidas de resguardo de la calidad

El agua de entrada de a la maquina desoladora, no puede entrar sin un previo tratamiento; ya que según las especificaciones técnicas de una maquina proporcionada por la empresa Pure Aqua,Inc. Dos indicadores importantes es la entrada de solidos disueltos SDT mostrando un límite  $<0; 1,000>$  mg/l y un Ph de  $<3; 11>$ . Para controlar la calidad del proceso se tiene que evaluar la composición del agua, especialmente estos indicadores; por esta razón se obtiene una muestra de 45 pozos del acuífero de villacuri; el cual, se puede observar una media de 1000 mg/l y requiere un pretratamiento. Por otro lado, se obtiene una muestra de los indicadores de pH; en el que, según la composición la muestra

de los pozos está dentro del límite permitido por las especificaciones técnicas de la máquina.

**Figura 5.10**

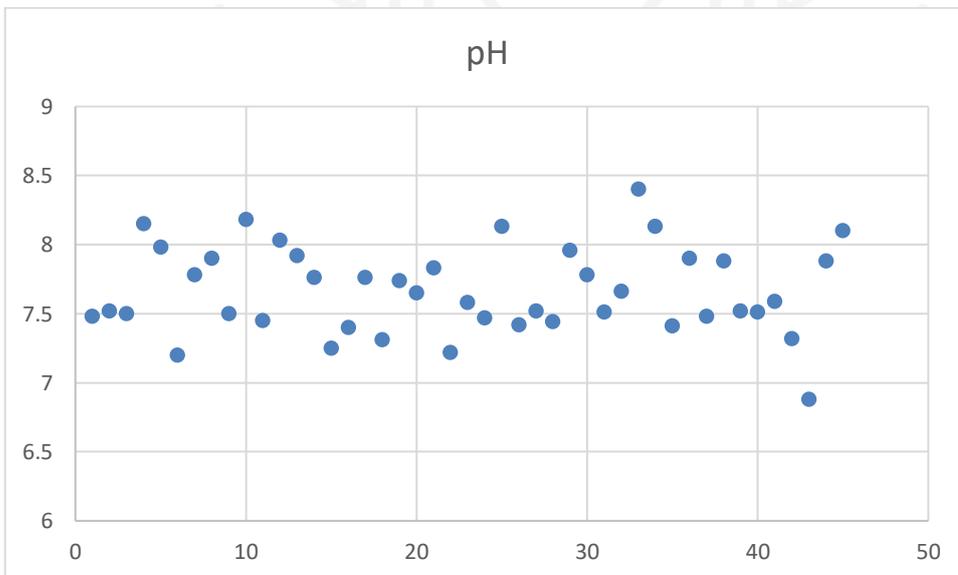
*Evaluación de SDT en acuífero de Villacuri*



Nota: De Plan de Gestión del Acuífero del Valle de Ica y Pampas de Villacuri y Lanchas, por Autoridad Nacional del Agua 2011 ([https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/ica\\_-\\_plan\\_de\\_gestion\\_0\\_0.pdf](https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/ica_-_plan_de_gestion_0_0.pdf))

**Figura 5.11**

*Evaluación de PH en acuífero de Villacuri*



Nota: De Plan de Gestión del Acuífero del Valle de Ica y Pampas de Villacuri y Lanchas, por Autoridad Nacional del Agua 2011 ([https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/ica\\_-\\_plan\\_de\\_gestion\\_0\\_0.pdf](https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/ica_-_plan_de_gestion_0_0.pdf))

## 5.5 Impacto ambiental

El tratamiento de agua por medio de osmosis inversa es una solución viable y aunque su aplicación representa un aumento en los costos, las inversiones realizadas justifican su aplicación. Sin embargo, como todo proceso industrial genera desprecios que pueden tener un impacto en el medio ambiente.

El proceso de osmosis permite la separación de aniones y cationes, por medio de membranas poliméricas que cuentan con tamaño de poro muy fino. Este filtro no permite el paso de partículas con un peso no menor a 150 Dalton; por esta razón, la salida del equipo tiene dos conductos. El agua purificada, almacenada para el uso agrícola y el agua con una alta concentración de solidos disueltos y sales, llamada salmuera.

La salmuera representa el 10 % del agua en alimentación a una conductividad eléctrica no mayor a 7 y este porcentaje de rechazo seguirá aumentando a medida que el agua de alimentación contenga mayor salinidad.

Se tiene:

- Alimentación: 248 l/s
- Salmuera: 10% = 24.8 l/s

$$24.8 \frac{l}{s} * \frac{3600 s * 20h * m^3}{1000l - dia} = 1,785.6 m^3$$

Por tanto, se tiene 3,643.2 m<sup>3</sup>de salmuera al día, algunos fundos emplean el vertido en los suelos, por donde se transita y de esta forma evitar el levantamiento del polvo. Sin embargo, se plantea una solución con el propósito de reducir la cantidad de agua desperdiciada, por medio de una recirculación.

Bajo un modelo matemático de diversos autores se evalúa la recirculación de la salmuera con mezcla de agua de alimentación; con el propósito de recuperar un porcentaje del agua y reducir la contaminación en el ecosistema por el vertido. Se tiene 5 corrientes de recirculación; donde se puede observar una mayor concentración de SDT en cada corriente y su límite estará en función a la capacidad de remoción de la membrana.

**Tabla 5.12***Propuesta de recirculación*

Corriente	SDT mg/l				
	1	2	3	4	5
Alimentación	4,416	7,207	11,185	16,912	24,218
Producto	131	154	214	271	339
Rechazo	21,859	23,782	31,638	37,206	43,592
Mezcla	7,207	11,185	16,912	24,218	-

Nota: De *Systematic Layour Planning*, por A. Fernández, 2017

(<http://www.fernandezantonio.com.ar/Documentos/SLP%20para%20Distribucion%20en%20Planta%20%202017.pdf>)

La implementación de una recirculación podría significar la recuperación de 669.6 m<sup>3</sup> al día de agua, reprocesando el 50% del agua de rechazo y obteniendo el 75% de agua tratada.

$$1,785.6 \frac{m^3}{d} * 50 \% = 892.8 \frac{m^3}{d}$$

$$892.8 \frac{m^3}{d} * 75 \% = 669.6 \frac{m^3}{d}$$

Se elaboró una matriz de Estudio de Impacto Ambiental (EIA) que permitió el análisis de los factores ambientales en cada etapa del proceso. El proyecto será responsable con el medio ambiente y tendrá como compromiso lo siguiente:

- Reducir emisiones de gases.
- Aislar la planta para evitar la contaminación sonora de la gente que se encuentre cerca.
- Controlar los vertidos de salmuera.

Tabla 5.13

Matriz de identificación y evaluación de impactos ambientales

FACTORES AMBIENTALES	N°	ELEMENTOS AMBIENTALES / IMPACTOS	ETAPAS DEL PROCESO													
			a) Extracción del agua	Sedimentación (b)	Floculación (c)	Coagulación (d)	Filtración (e)	Desalinización (f)	de agua g) Bombeo							
COMPONENTE AMBIENTAL	A	AIRE									m	e	d	s	Total	
	A.1	Contaminación sonora generada por las maquinas	0.20					0.60	0.20	A.1/a	1	1	3	0.8	0.64	
	A.2									A.1/f	3	1	3	0.9	0.72	
	A.3									A.1/g	1	1	3	0.8	0.64	
	AG	AGUA													0	
	AG1									AG1/a					0	
	AG2									AG2/a					0	
	S	SUELO														0
	S1	Contaminación por vertidos de salmuera						0.60		S1/f	3	3	3	0.85	0.77	
	S2														0	
	S3														0	

(Continúa)

(Continuación)

FACTORES AMBIENTALES	Nº	ELEMENTOS AMBIENTALES / IMPACTOS	ETAPAS DEL PROCESO														
			a) Extracción del agua	Sedimentación (b)	Floculación (c)	Coagulación (d)	Filtración (e)	Desalinización (f)	de agua g) Bombeo								
COMPONENTE AMBIENTAL	MEDIO BIOLÓGICO	FL	FLORA														0
		FL1													0		
		FA	FAUNA														0
		FA1													0		
		P	SEGURIDAD Y SALUD														0
		P1	Riesgos de exposición al personal por ruidos de maquinas	0.20						0.60	0.20	P1/a				0	
		E	ECONOMIA														0
		E1	Generación de empleo	0.60						0.60	0.60	E1/a				0	
		E2	Crecimiento de la economía local	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	E2/a				0	
		SI	SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA														0
		SI1	Fortalecimiento de pistas por riego de salmuera							0.60		SI1/a				0	
		ARQ	ARQUEOLOGÍA														0
		ARQ1										ARQ1				0	

**Tabla 5.14**  
*Matriz de Leopold*

CARACTERÍSTICAS O CONDICIONES DEL MEDIO  
SUSCEPTIBLES DE ALTERARSE

			Construcción				Procesos							Residuos	Accidentes	
			Obras civiles en la Villa	Pavimentación	Obras civiles de acondicionamiento para maquinaria	Líneas de Transmisión eléctrica	Extracción del agua	Sedimentación	Filtración	Floculación	Coagulación	Filtración	Osmosis Inversa	Bombeo de agua	Vertido de Salmuera	Explosiones
Físico - Químicos	Tierra	Suelos	- 3 1	- 2 1	- 2 1	- 2 1								1 1		- 9 5
		Agua	Subterránea					- 5 2								
	Calidad											10 10				10 10
	Atmósfera	Ruido y Vibraciones									3 1			5 - 4	8 - 3	
Biológico	Flora	Cosechas	- 3 1	- 3 1								10 10			4 12	
	Nivel Cultural	Trabajo	5 5	4 5	5 5		4 4	5 5	5 5	5 5	5 5	5 5			48 49	
		Continuación de Inversiones										10 10			10 10	
	Servicios e Infraestructu	Estructuras	- 2 1													- 2 1
		Servicios				5 10									5 - 2	10 8
Evaluaciones			- 3 8	- 1 7	- 3 6	3 11	- 1 6	5 5	5 5	5 5	5 5	28 26	10 10	1 1	10 - 6	

Evaluaciones	- 9 5	- 5 2	10 10	8 - 3	4 12	48 49	10 10	- 2 1	10 8
--------------	----------	----------	----------	----------	---------	----------	----------	----------	---------

La elaboración Propia La Matriz de Leopold permite identificar los medios más susceptibles siendo los más perjudicados las aguas subterráneas y el más beneficiado es el trabajo; por otro lado, la actividad que representa las actividades riesgosas son las obras civiles.

La evaluación de impacto ambiental permite identificar las actividades críticas y plantear una estrategia para el control de las mismas siguiendo como guía de gestión ambiental la ISO 14001.

## **5.6 Seguridad y salud ocupacional**

Se propone un sistema de seguridad y salud en el trabajo (SST), el cual tendrá como objetivo prevenir accidentes e incidentes dentro de las instalaciones. Para esto anualmente se contará con un plan SST que se cumplirá de manera obligatoria.

Adicionalmente, todo accidente o incidente ocurrido dentro de la planta será investigado y reportado para su posterior evaluación y detección de la causa raíz y aplicar acciones correctivas.

Se muestra la matriz IPER con la información obtenida en el estudio preliminar.

**Tabla 5.15***Matriz IPERC*

Tarea	Peligro	Riesgo	Probabilidad (P)					Índice de severidad (S)	Riesgo (P).(S)	Nivel del Riesgo	Riesgo Significativo	Medida de control
			Índice de personas expuestas (a)	Índice de procedimientos existentes (b)	Índice de capacitación (c)	Índice de exposición al riesgo (d)	Índice de la probabilidad (a+b+c+d)					
Almacenamiento de productos químicos	Exposición de sustancias nocivas o tóxicas	Intoxicación	1	1	2	1	5	2	10	TOLERABLE	NO	Mascarilla
Retirar sedimentos	sobre esfuerzo	Daño lumbar	1	2	3	1	7	3	21	MODERADO	NO	Elementos de protección, Fajas, botas de seguridad
Floculación	Contacto con sustancias químicas	Intoxicación	1	2	2	1	6	2	12	TOLERABLE	NO	Sistema de detección
Cuagulación	Contacto con sustancias químicas	Intoxicación	1	2	2	1	6	2	12	TOLERABLE	NO	Elementos de protección
Inspección de calidad	Exposición de químicos	Intoxicación	1	1	1	1	4	1	4	TRIVIAL	NO	Mascarillas
Osmosis Inversa	contacto eléctrico	Electrocutarse	1	1	1	3	6	4	24	MODERADO	SI	Zapatos de seguridad - planta de goma, revisión de estado de equipos
	Exposición a ruido	Perdida de audición	1	1	1	3	6	3	18	MODERADO	NO	Elementos de protección auditivo
Almacenamiento de agua	Contacto con sustancias químicas	Intoxicación	1	2	2	1	6	1	6	TOLERABLE	NO	Mascarilla

## 5.7 Sistema de mantenimiento

Las maquinas principales son las bombas a la salida del almacén de agua tratada y el equipo de OI. Dichas maquinas son vitales en el servicio, por lo que, la paralización representaría un problema critico en el servicio dado la relevancia que tiene en el impacto del cliente; por esta razón el programa de mantenimiento requerido es el de mantenimiento preventivo.

El mantenimiento preventivo es un mantenimiento planificado y su objetivo es minimizar las paralizaciones imprevistas; además aumenta la disponibilidad de los activos aplicando inspecciones periódicas, medidas de conservación, sustitución preventiva y mantenimiento correctivo (restauración de defectos).

**Tabla 5.16**

*Mantenimiento de maquinaria*

Máquina	Tarea	Frecuencia
Bomba Centrífuga	Revisión de hélices, presión de succión,	Semestral
	revisión de sistema eléctrico	Semestral
	verificación de contactos	Semestral
	Inspección Técnica	Anual
Membranas	Limpieza	Dos meses
	Desinfección	Dos meses
Filtros	Lavado	Mensual
	control de permeado	Mensual
Máquina OI	Inspección de maquinaria	Semestral

## 5.8 Programa de operaciones del servicio

### 5.8.1 Consideraciones sobre la vida útil del proyecto

La creciente salinidad del agua en el acuífero de Villacuri en los últimos años, es un acontecimiento que amenaza a los intereses de los agricultores; ya que, las altas concentraciones de sales generan la no permeabilidad del suelo y al no ser poroso impide la penetración del agua y del aire.

Considerando estas circunstancias, se plantea una vida útil de proyecto de 7 años. En un inicio se planteará el prototipo para el fundo Sol de Villacuri; sin embargo, la intención del proyecto es posicionarse en el mercado y captar la mayor cantidad de clientes a lo largo del acuífero de Villacuri; ya que, se brinda una solución para el problema actual.

## 5.8.2 Programa de operaciones del servicio durante la vida útil del proyecto

Analizando la viabilidad del proyecto se plantea una vida útil de 7 años, desde el 2021 hasta el 2028. A continuación, se presenta el porcentaje de utilización de la planta instalada

**Tabla 5.17**

*Mantenimiento de maquinaria*

<b>Año</b>	<b>Demanda</b>	<b>Capacidad instalada</b>	<b>Capacidad utilizada</b>
2021	613,193	767,025	80%
2022	1,226,386	1,534,050	80%
2023	1,839,579	2,301,075	80%
2024	2,452,773	3,068,100	80%
2025	3,065,966	3,835,125	80%
2026	3,679,159	4,602,150	80%
2027	4,292,352	4,602,150	93%

## 5.9 Requerimiento de materiales, personal y servicios

### 5.9.1 Materiales para el servicio

Los materiales que se usarán para poder brindar el servicio son materiales convencionales que se usan en una planta de tratamiento de agua.

La función principal es proveer estructuras firmes y confiables de las que podrán resistir la cantidad de agua a procesar. Se construirá un sedimentador con las especificaciones anteriormente descritas para el proceso que tomará nuestro servicio.

De igual manera se construirán tanques de floculación y coagulación con la capacidad necesaria para realizar estas operaciones.

Finalmente se implementará un tanque al final del proceso en el cual se almacenará el agua tratada y se bombeará hacia diferentes zonas del fundo.

### Figura 5.12

#### Referencia de sedimentador



Nota: De *Conocimientos básicos sobre Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (Módulo II)*, por B.F. de Marquez, 2016 (<https://www.iagua.es/blogs/bettys-farias-marquez/conocimientos-basicos-plantas-tratamiento-aguas-residuales-modulo-ii>)

Respecto a las interconexiones que se tendrán, todas serán de un material de PVC, fibra de vidrio y acero inoxidable las cuales formarán parte de las bombas hidráulicas, bombas dosificadoras, tuberías de alta presión, entre otros.

### Figura 5.13

#### Referencia de tuberías



Nota: De *Bomba de la instalación del tubo de agua azul al tanque*, por B.F. de Marquez, 2020 (<https://es.dreamstime.com/foto-de-archivo-bomba-de-la-instalaci%C3%B3n-del-tubo-de-agua-azul-al-tanque-image80486470>)

Para el tema de estándares de calidad se busca poder ofrecer un agua con mejores indicadores por lo cual el servicio buscará aliarse con un laboratorio y tener pruebas de manera trimestral y asegurar que la calidad del agua que se está almacenando cumple con los parámetros que ofrece nuestro servicio.

### 5.9.2 Determinación del requerimiento de personal de atención al cliente

Al ser un proyecto que se está iniciando, todas las comunicaciones con los dueños de los fundos a quienes se les ofrecerá el servicio serán de manera directa con los directores de la planta instalada y servicio brindado, de esta manera se podrá ofrecer un servicio de calidad y poder estar dispuesto a cualquier modificación, cambio o mejora que el cliente esté solicitando.

Más adelante a medida que el proyecto sea aplicado a más fundos, se piensa implementar oficinas en las cuales puedan dar seguimiento a los fundos que han contratado el servicio y tener un lugar físico para poder dar atención personalizada a cada cliente que lo requiera.

### 5.9.3 Servicios de terceros

El consumo de energía eléctrica es una variable fundamental en los métodos de desalinización del agua. La osmosis inversa, tiene un costo significativo en sus operaciones, por su alto consumo energético; sin embargo, la tecnología ha ido mejorando la eficiencia de la maquina reduciendo esta desventaja.

El tipo de energía utilizar es la eléctrica, que será suministrada por la empresa tercera COELVISAC; la cual, tiene la concesión en la zona de estudio, para el funcionamiento de las bombas que distribuyen el agua. El servicio de eléctrico será una importante variable; por esta razón, se calcula un aproximado del consumo a una demanda máxima.

Se tiene:

- Para distribución – 3 bombas de 37 Hp cada una al año

$$37Hp * 0.746 \frac{kw}{hp} * \frac{20h * 20d}{d * mes} * 12mes = 132,489 Kwh$$

$$132,489 Kwh * 3 Bombas = 397,468.8 Kwh$$

- Para desalinización – 6 máquinas de OI de 120 Hp cada una

$$120Hp * 0.746 \frac{kw}{hp} * \frac{20h * 25d}{d * mes} * 12mes = 537,120 Kw$$

$$537,120 kw * 6 Máquinas = 3,222,720 Kwh$$

En total a una demanda máxima, en el último año se tiene un consumo de energía eléctrica de

$$397\text{Mwh} + 3,222\text{Mwh} = 3,619 \text{ Mwh}$$

## **5.10 Soporte físico del servicio**

### **5.10.1 Factor edificio**

El servicio de tratamiento de agua será brindado a los fundos, implementando la planta y determinando la capacidad según la cantidad de pozos y cantidad de agua que se pueda extraer.

Al ser un servicio que se brinda en el mismo lugar, por el momento no se contará con un establecimiento presencial fuera del fundo; sin embargo, las instalaciones construidas en el lugar donde se brindará el servicio serán hechas con las especificaciones exactas según la cantidad de agua que se va a procesar y con los estándares de calidad que se ofrece en el proyecto tanto en el producto final como en el proceso de tratamiento del agua.

### **5.10.2 El ambiente del servicio**

En el servicio se busca construir piscinas con las dimensiones adecuadas para poder procesar la cantidad de agua que está siendo demandada.

Para poder satisfacer a la demanda y poder completar el proceso de tratamiento de agua, se implementará un tanque de agua en el cual se realizará el proceso de sedimentación, de igual manera se construirá un tanque adicional con las mismas medidas del primer tanque en el cual se podrá realizar los procesos de floculación y coagulación; cabe indicar que en el proceso de floculación se agregará Cloruro Férrico y en el proceso de coagulación se agregará un polímero coagulante.

Luego de esos procesos, se pasará por un filtro en el cual se retendrán algunos sólidos para finalmente pasar al proceso de osmosis inversa el cual será implementado en el mismo fundo.

Finalmente se implementará una piscina de geomembrana para el agua que sale tratada después de pasar por osmosis inversa. Dicha piscina tendrá la misma capacidad que los tanques implementados en los procesos anteriores.

Es importante indicar que todo el proceso será implementado en el mismo fondo con el espacio disponible del mismo.

## 5.11 Disposición de la instalación del servicio

### 5.11.1 Disposición general

Después de la definición de áreas a considerar en el proyecto y los equipos que son requeridos, se realizó un análisis relacional de espacios. Esto permite observar gráficamente las actividades que ocurrirán dentro del servicio.

Dicha herramienta usa los siguientes símbolos para representar las actividades:

**Tabla 5.18**

*Identificación de actividades*

Símbolo	Color	Actividad
	Rojo	Operación (montaje o submontaje)
	Verde	Operación, proceso, fabricación
	Amarillo	Transporte
	Naranja	Almacenaje
	Azul	Control
	Azul	Servicios
	Pardo	Administración

También es necesario tomar en cuenta los siguientes códigos de proximidad para la elaboración de la tabla relacional:

**Tabla 5.19***Código de proximidades*

<b>Código</b>	<b>Proximidad</b>	<b>Color</b>	<b>Número de líneas</b>
A	Absolutamente necesario	Rojo	4 rectas
E	Especialmente necesario	Amarillo	3 rectas
I	Importante	Verde	2 rectas
O	Normal	Azul	1 recta
U	Sin Importancia		
X	No deseable	Plomo	1 zig-zag
XX	Altamente no deseable	Negro	2 zig-zag

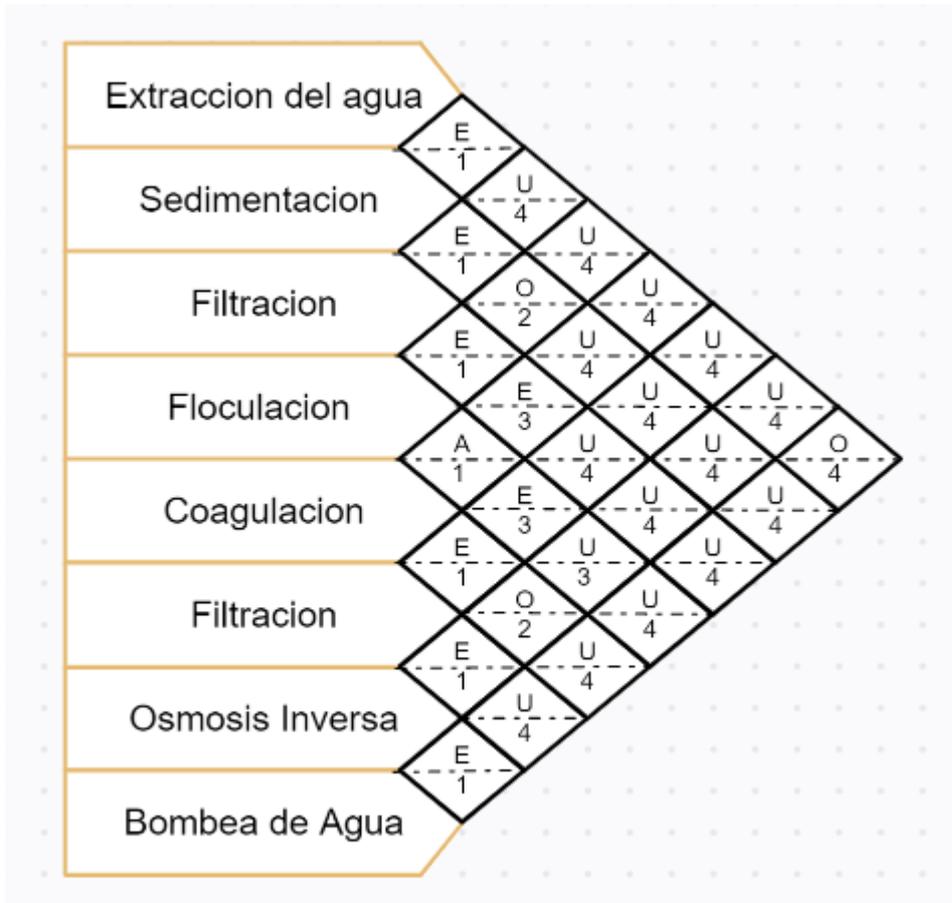
**Tabla 5.20***Razones*

<b>N°</b>	<b>Razones</b>
1	Secuencia del proceso
2	Para no contaminar el producto
3	Flujo de materiales
4	Por no ser necesario

Considerando las tablas anteriores, se obtiene la siguiente tabla y el diagrama relacionales.

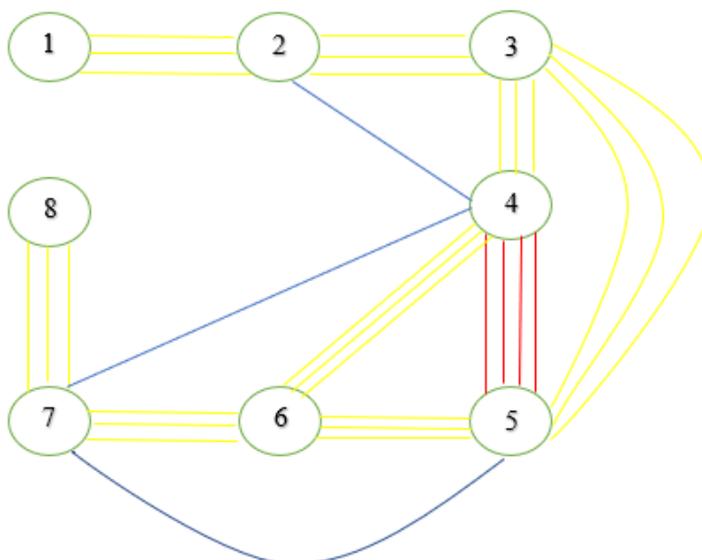
**Figura 5.14**

*Tabla Relacional*



**Figura 5.15**

*Diagrama Relacional*



### **5.11.2 Disposición de detalle**

En la disposición a detalle se presenta el cálculo de Guerchet para poder determinar las medidas de las áreas del proyecto.

Se realizaron dos cálculos, tanto para el área de tratamiento de agua salobre como para el área a la cual se va a distribuir el agua tratada.



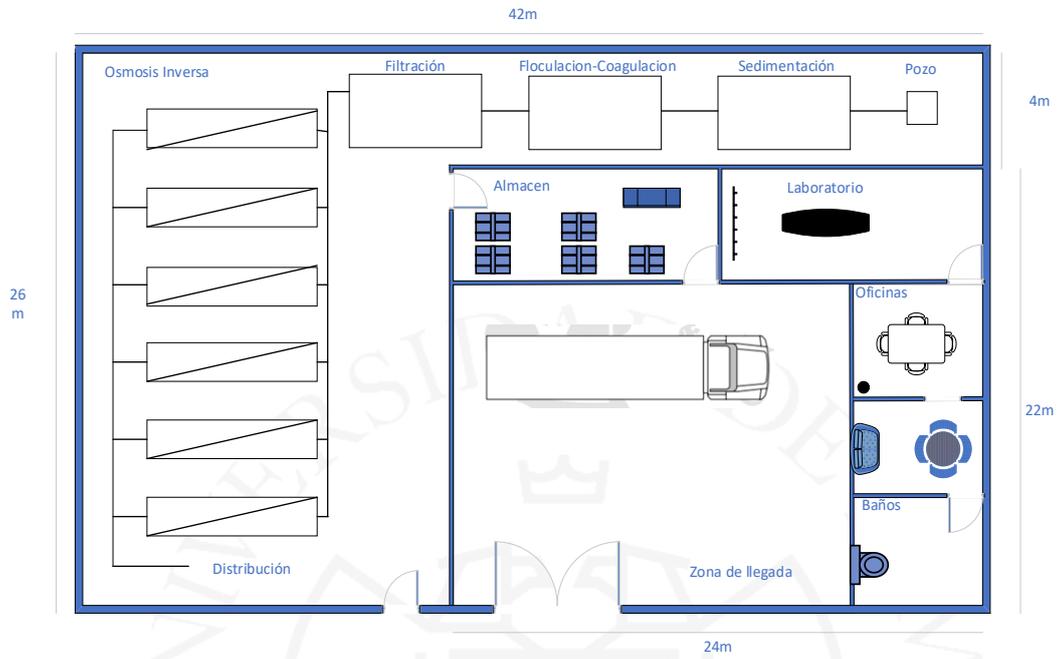
**Tabla 5.21***Método de Guerchet*

Nombre	n	N	L	A	h	Ss	Sg	Se	ST	ST	K	Ss*n	Ss*n*h
Sedimentacion	1	2	3	2	2	6	12	6.63	24.63	564.85	0.37	6	12
Floculacion	1	2	3	2	2	6	12	6.63	24.63			6	12
Coagulacion	1	2	3	2	2	6	12	6.63	24.63			6	12
Filtracion	1	2	3	2	2	6	12	6.63	24.63			6	12
Osmosis Inversa	6	2	8.89	2.13	2.49	18.94	37.87	20.92	466.34			113.61	282.9
Balanza	1	3	0.6	0.5	0.2	0.3	0.9	4.95	6.15	57.4	4.13	0.3	0.06
Parihuela	5	1	1	1	0.2	1	1	8.25	51.25			5	1
Mesa de trabajo	1	4	1.5	1.5	1	2.25	9	7	18.6	27.93	0.65	2.25	2.25
Escritorio	1	3	1.3	0.7	1.1	0.91	2.73	2	6.02			0.91	1
Anaquele	1	1	2	0.5	2	1	1	1	3.31			1	2
Sillas	3	2	0.6	0.5	0.5	0.3	0.6	0.83	5.18	51.62	0.92	0.9	0.45
Escritorio	2	4	1.3	0.7	1.1	0.91	3.64	4.19	17.47			1.82	2
mesa de reunión	1	4	2.5	1.2	0.9	3	12	13.8	28.8			3	2.7
tachos	1	1	0.2	0.2	0.3	0.04	0.04	0.07	0.15			0.04	0.01
camión	1	4	10	3.5	3.5	35	140	41.25	216.25	216.25	0.24	35	122.5
Inodoro	1	1	0.75	0.9	1	0.68	0.68	1.12	2.47	3.53	0.83	0.68	0.68
Lavamanos	1	1	0.5	0.5	0.7	0.25	0.25	0.42	0.92			0.25	0.18
tachos	1	1	0.2	0.2	0.3	0.04	0.04	0.07	0.15			0.04	0.01
								AT=	701.64	921.57		153	342

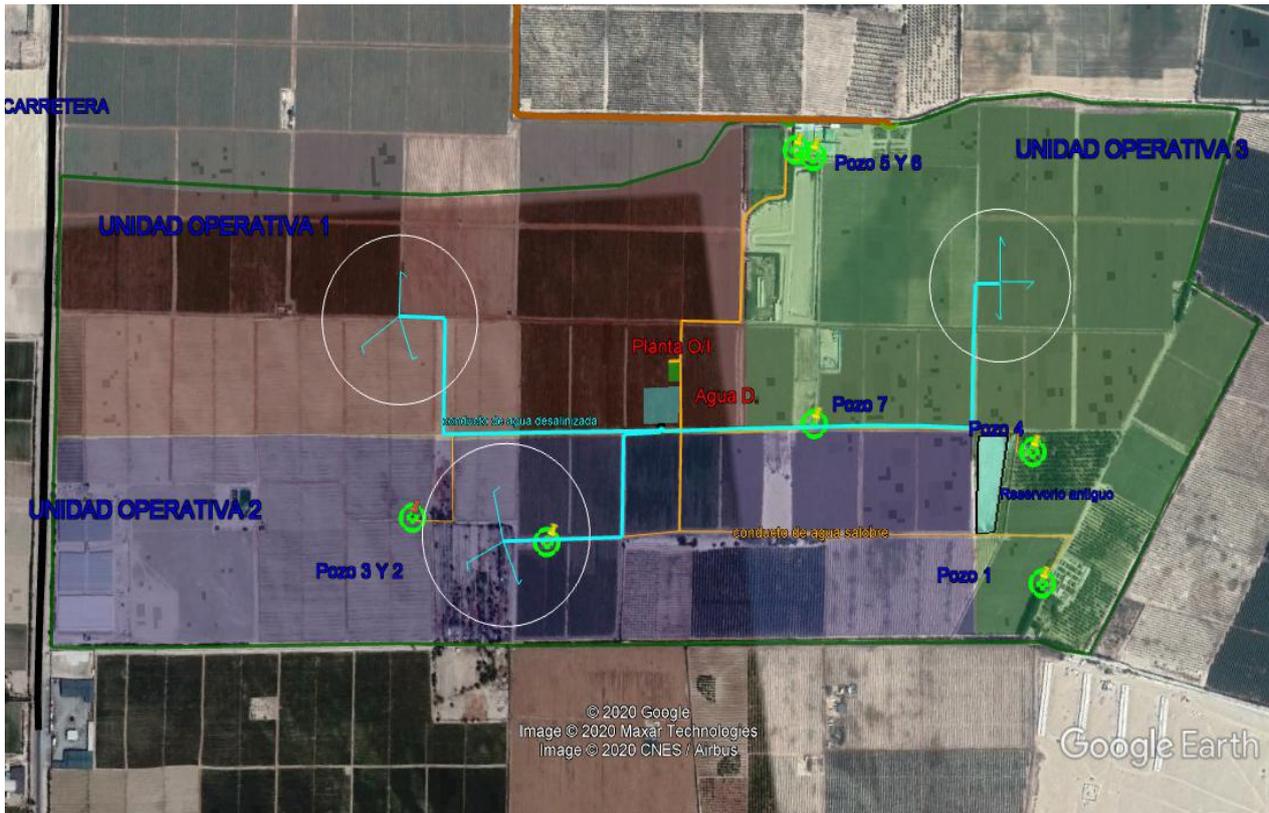
Se presentan los planos propuestos.

**Figura 5.16**

*Plano Area de tratamiento de agua*



**Figura 5.17**  
Área de distribución del agua tratada



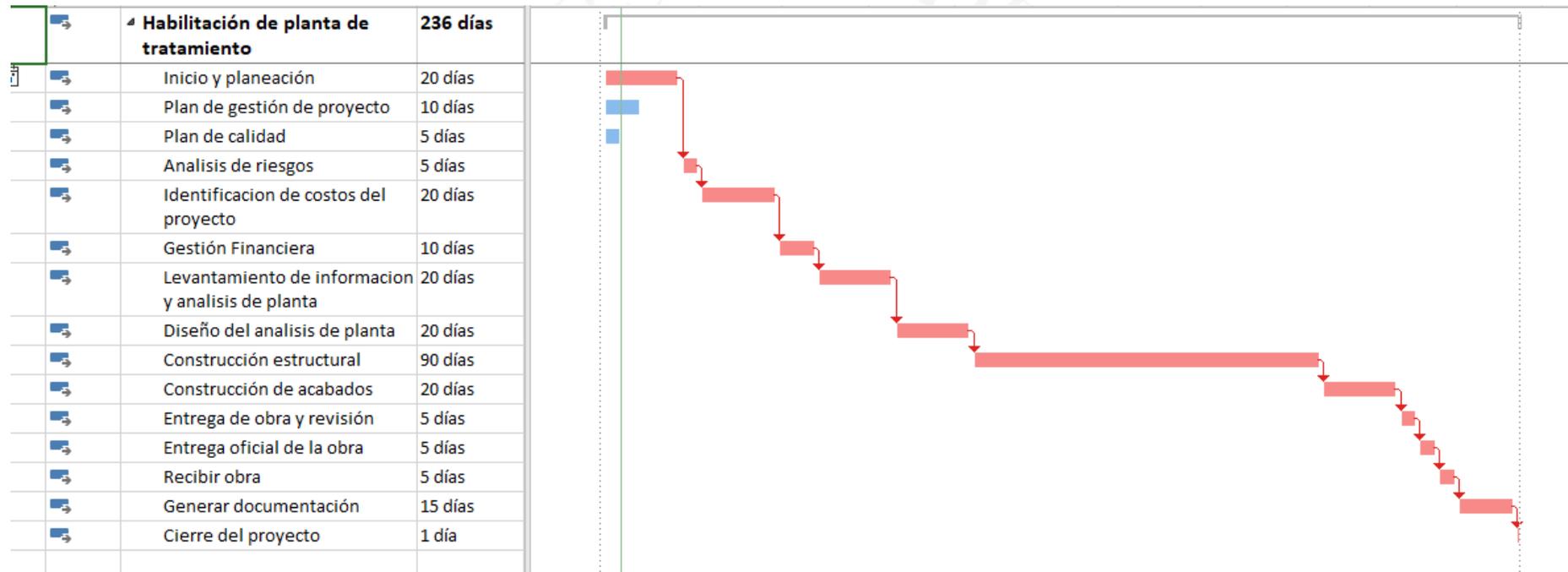
*Nota:* Se utilizó Google Earth para poder crear el área de distribución del agua tratada, 2020

## 5.12 Cronograma de implementación del proyecto

Según las actividades propuestas, se desarrolla el cronograma del proyecto.

**Figura 5.18**

*Cronograma de proyecto*



# **CAPÍTULO VI: ORGANIZACIÓN ADMINISTRATIVA**

## **6.1 Formación de la organización empresarial**

### **Creación de sociedad**

Villacuri es una zona donde se realizan inversiones muy importantes en el departamento de Ica; sin embargo, ejecutan negocios específicos y para el presente proyecto una solución a una situación particular en el sur del país. Además, el prototipo de una planta tiene la intención de brindar soluciones a las agrícolas de la zona; por esta razón, el tipo de sociedad nacerá en función del mercado y la cantidad necesaria personas que apuesten por el proyecto. La empresa será constituida por una empresa de tipo SAC (Sociedad anónima cerrada); el cual, se encontrará fundada por dos socios y capital aportado por máximo veinte (20) accionistas.

El tipo de organización seleccionada es por la integración limitada de accionistas, los cuales, tienen participación en proporción al capital aportado; sin embargo, sus decisiones se encuentran limitadas a las operaciones directas de la empresa, ya que al no tener directorio la responsabilidad recae en el gerente general.

### **Visión**

Ser una empresa pionera en el servicio de tratamiento de agua para el uso agrícola, reduciendo los niveles de sal, para la producción de cultivos más comerciales en el mercado.

### **Valores**

- Responsabilidad
- Calidad
- Sinceridad
- Mejora continua

### **Misión**

Ser una empresa reconocida en el sector agrícola, brindando un servicio de tratamiento de agua, generando confianza y seguridad, teniendo en cuenta la responsabilidad con el medio ambiente. Se pretende satisfacer la necesidad creciente de la disponibilidad de agua, en el sur del país de manera objetiva en el acuífero de Villacuri.

### **Objetivos de la empresa**

- Ofrecer un servicio complementario dentro de la cadena de producción agrícola, brindando mayor empleo y oportunidades
- Aumentar, de manera anual, la producción de agua tratada en metros cúbicos y cumplir la creciente demanda de los clientes
- Mantener operativo los procesos de producción, en función del requerimiento del cliente
- Mantener una red de servicio en todo el acuífero de Villacuri

## **6.2 Requerimiento de personal directivo, administrativo y deservicio y funciones generales de los principales puestos**

### **Gerente general**

Cargo de confianza y representante de la organización estará encargado de tomar las decisiones a mediano y largo plazo, al igual que organizar los recursos de la empresa y definir cuáles serán los lineamientos que seguirá la entidad. Además, cerrar contratos con las agrícolas, por el servicio de tratamiento de agua, por otro lado, se encuentra encargado de responder por las inversiones realizadas de manera anual.

Este puesto será encargado de definir las metas y objetivos que marcaran el rumbo de la empresa.

### **Jefe de operaciones**

Encargado de verificar que se esté suministrando la cantidad demanda por el cliente, responderá por el personal operativo. Por esta razón, realizará requerimiento de personal eventual, en caso de ser necesario. Finalmente se encuentra encargado de la toma de decisiones a nivel operativo.

Este puesto será quien planifique, dirija y asegure el buen manejo de los recursos de la empresa con la finalidad de lograr los objetivos trazados.

### **Analista de logística**

Profesional encargado de realizar la compra de insumos necesarios para el tratamiento, además de las operaciones en almacén; por otro lado, se encuentra en comunicación con el analista de planeamiento en beneficio del control de operaciones de la empresa. También se encargará de llevar adelante las comunicaciones con la empresa necesaria para realizar compras de materiales o equipos de repuesto para las maquinas con las que trabajará la empresa.

### **Analista de planeamiento**

Profesional encargado de realizar la programación del servicio y generar reporte semanal de las operaciones; además de estar encargado de recaudar información del comportamiento del sistema. Finalmente realiza prepuestos mensuales y anuales. Se encargará de realizar las proyecciones de otros fondos, previsiones de stock y verificar con los centros de distribución.

### **Técnicos**

Encargados de mantener en situaciones normales y optimas los equipos, vigilia de la presión de las bombas y se encuentran disponibles en todo momento, por si existe alguna falla. Para el puesto se requiere estudios terminados para garantizar el correcto uso de las máquinas.

### **Jefe calidad**

Persona encargada de salvaguardar las características ofrecidas al cliente, por esta razón se presenta el reporte del estado del agua.

Este puesto se encargará de aprobar o rechazar, luego de la evaluación de los resultados, el agua que la empresa está suministrando. También se encargará de realizar las validaciones apropiadas que se han impuesto para la correcta distribución del agua.

### **Analista de calidad**

Profesional encargado de recolectar muestras en cada etapa del proceso y registrar su estado, mantener los puntos de control antes durante y después del tratamiento. El analista recopila la información para la toma de decisiones del jefe de calidad.

### **Jefe de mantenimiento**

Persona encargada de mantener disponible la maquinaria de la empresa; ya que, las operaciones agrícolas se encuentran en funcionamiento todo el tiempo y la presencia de una falla podría atentar contra la relación del cliente.

### **Técnico de mantenimiento**

Persona que se encarga de las inspecciones preventivas; las cuales, tienen que tener un informe almacenado como historial de vida de la maquina. En función del comportamiento de la maquina se programa los mantenimientos respectivos, principalmente de los equipos de osmosis inversa.

### **Jefe de Seguridad y Salud en el trabajo**

Profesional encargado de velar por la seguridad y salud ocupacional de los empleados. Se encargará de crear y ejecutar los programas de capacitación anual en promoción y prevención de riesgos que puedan suceder de manera interna en la empresa.

### **Jefe de Recursos Humanos**

Profesional responsable de velar con cumplir todas las condiciones laborales con los trabajadores de la empresa, encargado de llevar la planilla de la empresa y reclutar nuevo personal en caso de ser necesario.

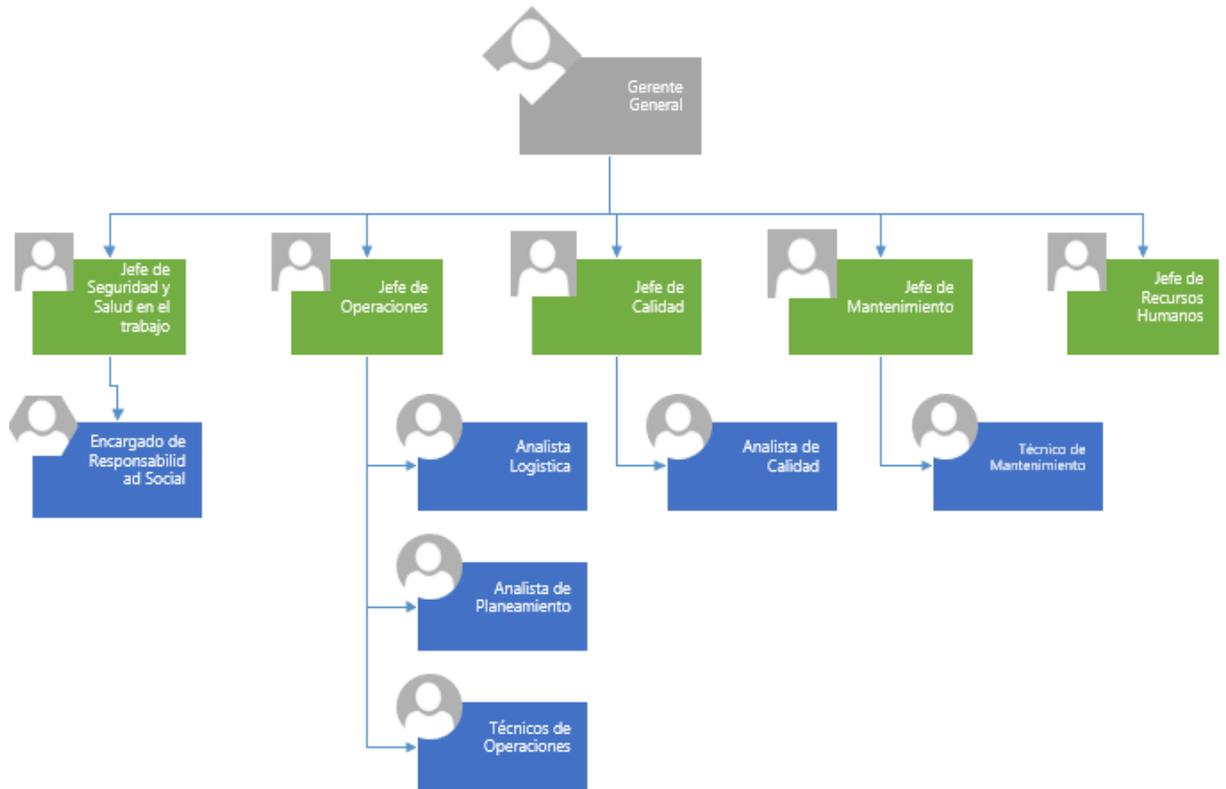
### **Encargado de Responsabilidad Social**

Persona encargada de definir estrategias de responsabilidad social corporativa a través de programas y acciones con los diferentes grupos de interés. Además, se encargará de planificar, programar, ejecutar y supervisar las actividades realizadas en la empresa para que no se incumpla ninguna norma respecto a la responsabilidad social.

### 6.3 Esquema de la estructura organizacional

Figura 6.1

Organigrama



# CAPÍTULO VII: PRESUPUESTOS Y EVALUACION DEL PROYECTO

## 7.1 Inversiones

A continuación, se procederá a estimar la inversión requerida para el proyecto.

### 7.1.1 Estimaciones de las inversiones a largo plazo

#### 7.1.1.1 Inversión fija tangible

Para el cálculo de la inversión fija tangible, se tomó en cuenta las obras civiles que se realizarán en el proyecto, al igual que la maquinaria que se usará a lo largo del proceso y algunos adicionales que serán usados dentro del proceso y para las oficinas de la plata. Se tomó la información necesaria de varios sitios web buscando precios de inmuebles y de terrenos, de esa manera se puede tener una visión realista de los costos que se estarán afrontando.

**Tabla 7.1**

*Inversión en Obras Civiles (soles)*

Zona	Área	Costo/m <sup>2</sup>	Costo de Zona
Área de Sedimentación	6.00	1,500	9,000
Área de Floculación-Coagulación	6.00	1,500	9,000
Área de Filtración	6.00	1,500	9,000
Área de Osmosis Inversa	19.00	600	11,400
Laboratorio	48.00	1,000	48,000
Almacén	48.00	1,500	72,000
Oficinas	51.62	1,500	77,430
Baños	3.53	1,000	3,530
Sub total			239,360

**Tabla 7.2***Inversión en maquinaria (soles)*

<b>Equipo</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Total</b>
Bombas presurización	138,000	6	828,000
Equipo de Osmosis Inversa	1,242,000	6	7,452,000
Tanque	25,000	1	25,000
Sedimentador	10,000	1	10,000
Filtro	1,900	1	1,900
Caudalímetro	2,242.50	3	6,727.50
Manómetro	100	3	300
Analizador de agua	1,000	5	5,000
Pipeta	100	4	400
Mesa de Trabajo	400	2	800
Sub total			8,330,127.50

**Tabla 7.3***Inversión Tangible Adicional (soles)*

<b>Ítem</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Total</b>
Estantes	400	2	800
inodoro	300	2	600
Escritorios	500	4	2,000
Sillas	100	4	400
Computadoras	3,000	3	9,000
Repisas	500	4	2,000
Parihuelas	50	5	250
Porton	3,000	1	3,000
Sub total			18,050

De esta manera se estima una inversión fija tangible de S/. 8,587,537.50.

### 7.1.1.2 Inversión intangible

La inversión intangible se estima bajo los conceptos en la tabla 7.4 presentada a continuación.

**Tabla 7.4**

*Inversión fija intangible (soles)*

Concepto	Monto
Estudio de Factibilidad	15,000
Licencia de Construcción	500
Capacitación de personal	3,000
Registro Sanitario	600
Total de Inversión Intangible	19,100

### 7.1.2 Capital de Trabajo

Para el capital de trabajo, se ha estimado que la empresa empezará a tener ingresos a partir del segundo año de proyecto. En todo el primer año se tendrá que afrontar los gastos por adquirir materiales e insumos, así como también el pago de sueldos de los colaboradores.

**Tabla 7.5**

*Capital de Trabajo (soles)*

Capital de Trabajo	Costo Total
Materia Prima	
Cloruro Férrico	108,874
Polímero Coagulante	95,265
Parihuelas	1,000
Costo de mano de obra directa	
Jefe de Operaciones	42,443
Técnico de Operaciones	27,027
Costos indirectos de fabricación	
Cargo Variable	290,045
Costo de mano de Obra Indirecta	
Gerente General	67,909
Jefe de Seguridad y Salud en el trabajo	59,420
Analista de Logística	33,954
Jefe de Calidad	59,420
Total, Capital de Trabajo	785,356

$$\begin{aligned} \text{Capital de Trabajo} &= (205,138 + 69,470 + 290,045 + 220,703) * \frac{365}{365} \\ &= S/ 785,356 \end{aligned}$$

## 7.2 Costos de Producción

### 7.2.1 Costos de la materia Prima

En la tabla 7.7 se muestran todos los costos por materia prima que tendrá el proyecto durante todo el tiempo evaluado.

**Tabla 7.6**

*Costos de la materia prima (soles)*

Insumo	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Cloruro Férrico	15,600	46,660.22	62,213.65	77,767.05	93,320.46	108,873.86	108,873.86
Polímero Coagulante	13,615	40,827.69	54,436.94	68,046.17	81,655.40	95,264.63	95,264.63
Parihuelas	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Sub Total	30,215	88,487.90	117,650.59	146,813.22	175,975.86	205,138.49	205,138.49

### 7.2.2 Costos de la mano de Obra Directa

En la tabla 7.8 se indicarán los costos por mano de obra directa en el tiempo evaluado del proyecto.

**Tabla 7.7**

*Costos por mano de obra directa (soles)*

Puesto	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Jefe de Operaciones	37,725.00	38,473.21	39,236.26	40,014.45	40,808.07	41,617.43	42,442.84
Técnico de Operaciones	22,635.00	23,314.05	24,013.47	24,733.88	25,475.89	26,240.17	27,027.37
Total	60,360.00	61,787.26	63,249.74	64,748.33	66,283.96	67,857.60	69,470.22

### 7.2.3 Costos Indirectos de Fabricación

Los costos indirectos están básicamente relacionados al servicio eléctrico que necesitará la planta y la mano de obra indirecta que se usará para la implementación del proyecto.

**Tabla 7.8**

*Costos de Servicio Eléctrico (soles)*

Costo de Servicio Eléctrico	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Consumo Eléctrico (kwh)	537,120	1,074,240	1,611,360	2,148,480	2,685,600	3,222,720	3,222,720
Cargo Variable	48,340.80	96,681.60	145,022.40	193,363.20	241,704.00	290,044.80	290,044.80
Sub Total	48,340.80	96,681.60	145,022.40	193,363.20	241,704.00	290,044.80	290,044.80

**Tabla 7.9**

*Costos de Mano de Obra Indirecta (soles)*

Puesto	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Gerente General	60,360	61,557	62,778	64,023	65,293	66,588	67,909
Jefe de Seguridad y Salud en el trabajo	52,815	53,862	54,931	56,020	57,131	58,264	59,420
Analista de Logística	30,180	30,779	31,389	32,012	32,646	33,294	33,954
Jefe de Calidad	52,815	53,862	54,931	56,020	57,131	58,264	59,420
<b>Costo Total</b>	196,170	200,061	204,029	208,075	212,202	216,411	220,703

### 7.3 Presupuestos Operativos

#### 7.3.1 Presupuesto por ingreso por ventas

**Tabla 7.10**

*Ingreso por ventas en dólares*

<b>Año</b>	<b>Demanda (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Costo por m<sup>3</sup></b>	<b>Ingreso por ventas</b>
2021	613,193	0.40	245,277.20
2022	1,226,386	0.40	490,554.40
2023	1,839,579	0.40	735,831.60
2024	2,452,773	0.40	981,109.20
2025	3,065,966	0.40	1,226,386.40
2026	3,679,159	0.40	1,471,663.60
2027	4,292,352	0.40	1,716,940.80

**Tabla 7.11**

*Ingreso por ventas en soles*

<b>Año</b>	<b>Ingreso en soles</b>
2021	897,714
2022	1,795,429
2023	2,693,143
2024	3,590,859
2025	4,488,574
2026	5,386,288
2027	6,284,003

### 7.3.2 Presupuestos Operativos de Costos

En la tabla 7.13 se muestra el cálculo operativo de los costos del proyecto

**Tabla 7.12**

*Presupuesto Operativo de costos (soles)*

<b>Costos de Fabricación</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>
Insumos y materia prima	30,215	59,325	88,488	117,651	146,813	175,976	205,138
Mano de Obra Directa	60,360	61,787	63,250	64,748	66,284	67,858	69,470
<b>Total</b>	<b>90,575</b>	<b>121,113</b>	<b>151,738</b>	<b>182,399</b>	<b>213,097</b>	<b>243,833</b>	<b>274,609</b>
<b>Gastos de Fabricación</b>							
Mano de Obra Indirecta	196,170	200,061	204,029	208,075	212,202	216,411	220,703
Energía Eléctrica	48,341	96,682	145,022	193,363	241,704	283,139	290,045
Depreciación	138,190	276,190	414,190	552,190	690,190	828,190	828,190
<b>Total</b>	<b>382,701</b>	<b>572,932</b>	<b>763,241</b>	<b>953,628</b>	<b>1,144,096</b>	<b>1,327,740</b>	<b>1,338,938</b>

### 7.3.3 Gastos Operativos de Gastos Administrativos

En la tabla 7.14 se detallan los gastos administrativos

**Tabla 7.13**

*Gastos administrativos (soles)*

<b>Gastos Administrativos</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>
Telecomunicaciones	6,000	6,120	6,242.40	6,367.25	6,494.59	6,624.48	6,756.97
Amortización de Intangibles	2,728.57	2,728.57	2,728.57	2,728.57	2,728.57	2,728.57	2,728.57
	8,728.57	8,848.57	8,970.97	9,095.82	9,223.16	9,353.06	9,485.55

## 7.4 Presupuestos Financieros

### 7.4.1 Presupuesto de servicio de deuda

Se ha decidido financiar el 70% del proyecto con capital propio mientras que el otro 30% se financiará a través de una entidad financiera bajo la modalidad leasing para la adquisición de parte de la maquinaria que se tiene que adquirir. Se optó por un prestamos de cuotas constantes y una tasa de interés efectiva anual del 10%.

Inversión	S/ 9,372,894	Propio	70%	S/ 6,561,997
		Financiamiento	30%	S/ 2,811,868

A continuación, se presenta la tabla con las cuotas del préstamo.

**Tabla 7.14**

*Servicio de la Deuda bajo modalidad de cuotas constantes (soles)*

	<b>Principal</b>	<b>Amortización</b>	<b>Interés</b>	<b>Cuota</b>
2020	2,811,868			
2021	2,515,481	296,386	281,186	577,573
2022	2,189,456	326,025	251,548	577,573
2023	1,830,829.	358,627	218,945	577,573
2024	1,436,339	394,490	183,082	577,573
2025	1,002,399	433,939	143,633	577,573
2026	525,066	477,333	100,239	577,573
2027	0.00	525,066	52,506	577,573

## 7.4.2 Presupuesto del Estado de Resultados

Con la información previamente señalada, se presenta el presupuesto de estado de resultados del proyecto para todo el tiempo evaluado.

**Tabla 7.15**

*Estado de Resultados (soles)*

	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Ingreso por ventas	897,715	1,795,430	2,693,144	3,590,859	4,488,574	5,386,289	6,284,003
Costos de Fabricación							
Insumos y materia prima	30,215	59,325	88,488	117,651	146,813	175,976	205,138
Mano de Obra Directa	60,360	61,787	63,250	64,748	66,284	67,858	69,470
<b>Total Costos de Fabricación</b>	<b>807,140</b>	<b>1,674,317</b>	<b>2,541,407</b>	<b>3,408,460</b>	<b>4,275,477</b>	<b>5,142,455</b>	<b>6,009,395</b>
Gastos de Fabricación							
Mano de Obra Indirecta	196,170	200,061	204,029	208,075	212,202	216,411	220,703
Energía Eléctrica	48,341	96,682	145,022	193,363	241,704	283,139	290,045
Depreciación	138,190	276,190	414,190	552,190	690,190	828,190	828,190
<b>Total de Gastos</b>	<b>382,701</b>	<b>572,932</b>	<b>763,241</b>	<b>953,628</b>	<b>1,144,096</b>	<b>1,327,740</b>	<b>1,338,938</b>
Utilidad Bruta	424,439	1,101,385	1,778,166	2,454,832	3,131,381	3,814,716	4,670,457
Gastos Administrativos							
Telecomunicaciones	6,000	6,120	6,242	6,367	6,495	6,624	6,757
Amortización de Intangibles	2,729	2,729	2,729	2,729	2,729	2,729	2,729
	8,729	8,849	8,971	9,096	9,223	9,353	9,486
Utilidad Operativa	415,710	1,092,536	1,769,195	2,445,736	3,122,158	3,805,362	4,660,971
Gastos Financieros							
Intereses	281,187	251,548	218,946	183,083	143,634	100,240	52,507
<b>Utilidad Antes de Impuestos</b>	<b>134,524</b>	<b>840,988</b>	<b>1,550,249</b>	<b>2,262,653</b>	<b>2,978,524</b>	<b>3,705,122</b>	<b>4,608,465</b>
Impuestos (29.5%)	39,684	248,091	457,323	667,483	878,664	1,093,011	1,359,497
<b>Utilidad antes de reserva legal</b>	<b>94,839</b>	<b>592,896</b>	<b>1,092,926</b>	<b>1,595,170</b>	<b>2,099,859</b>	<b>2,612,111</b>	<b>3,248,968</b>
Reserva Legal	9,484	59,290	109,293	159,517	209,986	261,211	324,897
<b>Utilidad Neta</b>	<b>85,355</b>	<b>533,607</b>	<b>983,633</b>	<b>1,435,653</b>	<b>1,889,873</b>	<b>2,350,900</b>	<b>2,924,071</b>

### 7.4.3 Flujo de Fondos Netos

#### 7.4.3.1 Flujo de Fondos Económico

En la tabla 7.17 se presenta el análisis de flujo de fondos económicos considerando que toda la inversión inicial fue realizada con capital propio.

**Tabla 7.16**

*Flujo de Fondos Económico (soles)*

<b>Año</b>	<b>2,020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>
Utilidad Antes de Reserva Legal		94,839	592,896	1,092,925	1,595,170	2,099,859	2,612,111	3,248,967
Depreciación		138,190	276,190	414,190	552,190	690,190	828,190	828,190
Amortización		2,728.57	2,728.57	2,728.57	2,728.57	2,728.57	2,728.57	2,728
Gastos Financieros		253,068.13	226,393.36	197,051.11	164,774.63	129,270.51	90,215.98	47,255
Capital de Trabajo								785,356
Valor Residual								4,098,600
Inversión Total	<b>- 9,372,893.79</b>							
<b>Flujo de Fondo Económico</b>	<b>- 9,372,893.79</b>	<b>488,825</b>	<b>1,098,20</b>	<b>1,706,895</b>	<b>2,314,863</b>	<b>2,922,048</b>	<b>3,533,245</b>	<b>9,011,098</b>

### 7.4.3.2 Flujo de Fondos Financieros

En la tabla 7.18 se presenta el análisis de flujos financieros bajo el escenario de que parte de la inversión es financiada mediante un préstamo.

**Tabla 7.17**

*Flujo de Fondos Financieros (soles)*

Año	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Utilidad antes de la reserva legal		94,839	592,896	1,092,925	1,595,170	2,099,859	2,612,111	3,248,967
(+)Dep		138,190	276,190	414,190	552,190	690,190	828,190	828,190
(+)Amort. de Intangibles		2,728.57	2,728.57	2,728	2,728	2,728	2,728	2,728
(-)Amort. de préstamo		- 296,386	- 326,025	- 358,627	- 394,490.25	- 433,939.28	- 477,333.21	- 525,066
(+)Capital de Trabajo								785,356
(+)Valor Residual								4,098,600
<b>Flujo de Fondo Financiero</b>	<b>- 6,561,025.65</b>	<b>- 60,628</b>	<b>545,790</b>	<b>1,151,216</b>	<b>1,755,598</b>	<b>2,358,838</b>	<b>2,965,696</b>	<b>8,438,776</b>

## 7.5 Evaluación Económica y Financiera

Con el objetivo de realizar la evaluación económica y financiera se requiere del cálculo del Costo de Oportunidad de Capital (COK). Se obtendrá dicho cálculo por medio del modelo CAPM (Capital Asset Pricing Model) con la siguiente ecuación:

$$\text{COK} = R_f + \beta \times (R_m - R_f)$$

Donde:

- $R_f$ : Tasa de Libre riesgo
- $R_m$ : Tasa promedio de mercado
- $B$ : Factor de riesgo

El proyecto considerará una tasa libre riesgo de 1.65%, una tasa promedio de mercado de 12.70% y un factor de riesgo de 1.25 (Camasi Montes, 2019). Una vez reemplazando estos valores se obtiene un COK de 15.46%.

### 7.5.1 Evaluación económica: VAN, TIR, B/C, PR

A continuación, se presentan los indicadores económicos del proyecto.

**Tabla 7.18**

*Indicadores económicos*

<b>COK</b>	15.46%
<b>VAN</b>	494,400
<b>TIR</b>	16.65%
<b>B/C</b>	1.05

Con esta información podemos concluir que el proyecto desde el punto de vista económico es rentable ya que cuenta con un VAN positivo, una TIR mayor a la tasa de retorno esperada y un beneficio costo mayor a 1. Respecto al periodo de recupero de la inversión se dará en 6.27 años, considerando que es un proyecto a largo plazo no existen mayores dificultades respecto a este tiempo y es aceptado para el proyecto.

### 7.5.2 Evaluación financiera: VAN, TIR, B/C, PR

A continuación, se presentan los indicadores de la evaluación financiera.

**Tabla 7.19**

*Indicadores financieros*

<b>COK</b>	15.46%
<b>VAN</b>	729,914
<b>TIR</b>	17.72%
<b>B/C</b>	1.11

Con la información obtenida podemos concluir que el proyecto es viable desde el punto de vista financiero ya que el VAN es positivo, se obtiene una TIR mayor a la exigida y el beneficio-costo es mayor que 1. Respecto al periodo de recupero serán 6.15 años, al ser un proyecto a largo plazo, no se tienen inconvenientes con el periodo de tiempo.

### 7.5.3 Análisis de sensibilidad del proyecto

La evaluación financiera indica que el proyecto es rentable; sin embargo, se toma en cuenta algunas variables que pueden tener un impacto en el proyecto. Por esta razón, se aplica una simulación utilizando la herramienta Risk Simulator empleando el método de Montecarlo.

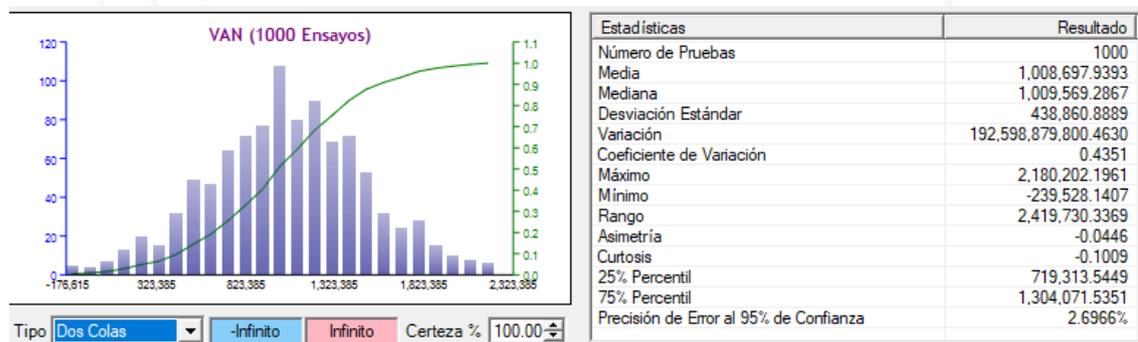
En este sentido, se tiene en cuenta dos variables que son muy importantes, estas son: precio por metro cubico de agua procesada y el costo de las máquinas de osmosis inversa. El precio de venta entrará en negociación con el cliente estimando una varianza de 10% para el escenario mínimo y máximo; por otro lado, el costo de la máquina de osmosis inversa es el más importante del proyecto, el cual se simulará el impacto en el costo unitario de cada máquina en dólares.

El impacto de las variables de entrada, tendrán un resultado positivo en las variables de salida, VAN y TIR; es decir, mantiene un escenario factible.

**Tabla 7.20***Tabla de escenario*

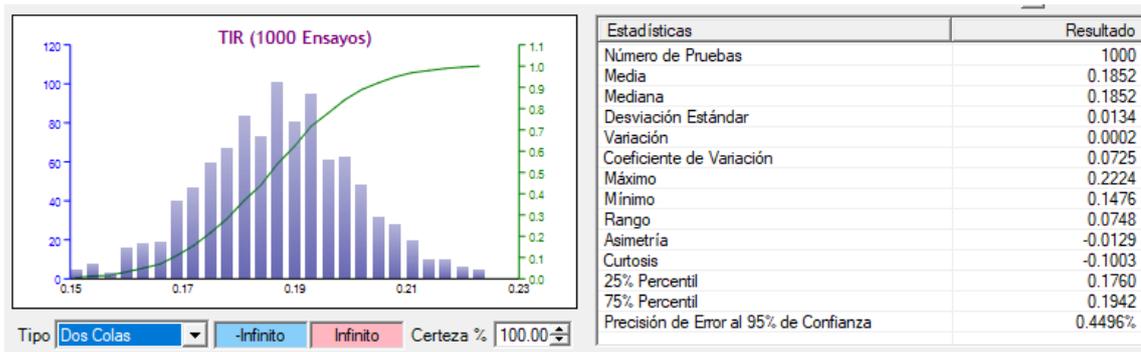
	<b>MINIMO</b>	<b>MEDIO</b>	<b>MÁXIMO</b>
Precio por m <sup>3</sup>	0.36	0.40	0.44
Costo Maquina OI (\$)	360,000	400,000	440,000
VAN S/	2,043,851	3,318,189	4,506,669
TIR	17.87%	21.48%	25.32%

Si bien se confirma una rentabilidad en el proyecto, se tiene que considerar las variables de entrada; ya que, son sensibles y determinan el futuro del proyecto. Finalmente se espera un VAN de S/ 3 318 189.00 a una TIR de 21.48%.

**Figura 7.1***Variable de salida VAN*

**Figura 7.2**

*Variable de salida TIR*



## **CAPÍTULO VIII. EVALUACIÓN SOCIAL DEL PROYECTO**

### **8.1 Identificación de las zonas y comunidades de influencia del proyecto**

La investigación sostiene la importancia del agua para mantener las inversiones realizadas en la agricultura; ya que, en toda la cadena productiva genera puestos de trabajo y contribución económica al país. El tratamiento de agua permitirá con el desarrollo de la agricultura en la zona de Villacuri, justificando por las características del recurso hídrico.

Villacuri presenta problemas en la composición del agua de sus acuíferos y la proyección en años futuros demuestra la necesidad de un tratamiento que baje la salinidad en el agua.

### **8.2 Impacto en la zona de influencia**

En la última década, Ica presentó un gran desarrollo y la agricultura en Villacuri creció de la misma manera. La agricultura brindó muchos puestos de trabajo desde la planificación, siembra, cosecha, producción y exportación; además de la creciente demanda de uvas y arándanos. El agua juega un papel fundamental en dicho crecimiento; ya que, sin la disponibilidad adecuada de agua, la producción entrará en una recesión perjudicial para la economía de la zona.

El crecimiento genera proyectos viales importantes como la carretera, que se encuentra en ejecución, hacia el sur del país; el cual, pretende reducir el tiempo de transporte de Lima a Ica. De esta manera, se comprueba los beneficios que tiene la agricultura en el impacto económico.

### **8.3 Impacto social del proyecto**

El impacto social del proyecto se analizará por medio de indicadores macroeconómicos y tener un alcance más objetivo, en ella se expone la relación de la inversión con el valor agregado, además de la densidad del capital y la productividad.

Con la finalidad de realizar la evaluación social es necesario obtener el promedio ponderado de capital (CPPC). Los indicadores para evaluar son los siguientes.

- Relación producto capital
- Intensidad de Capital
- Densidad de Capital
- Productividad de la mano de Obra

$$\text{CPPC} = \frac{E}{D+E} (r_e) + \frac{D}{D+E} (r_d) \times (1 - t)$$

Donde:

- E: Capital Propio
- D: Deuda
- $r_e$ : Costo esperado del accionista
- $r_d$ : Costo de la deuda financiera
- t: Tasa impositiva

La composición del capital propio comprende de S/ 6,561,026 y una deuda de 2,811,868; por otro lado, el costo esperado del accionista es de 15.46% y el costo de la deuda financiera de 10% Impuesto a la renta de 29.5%.

Remplazando los valores descritos se obtiene un CPPC de 12.94%

### 8.3.1 Valor Agregado

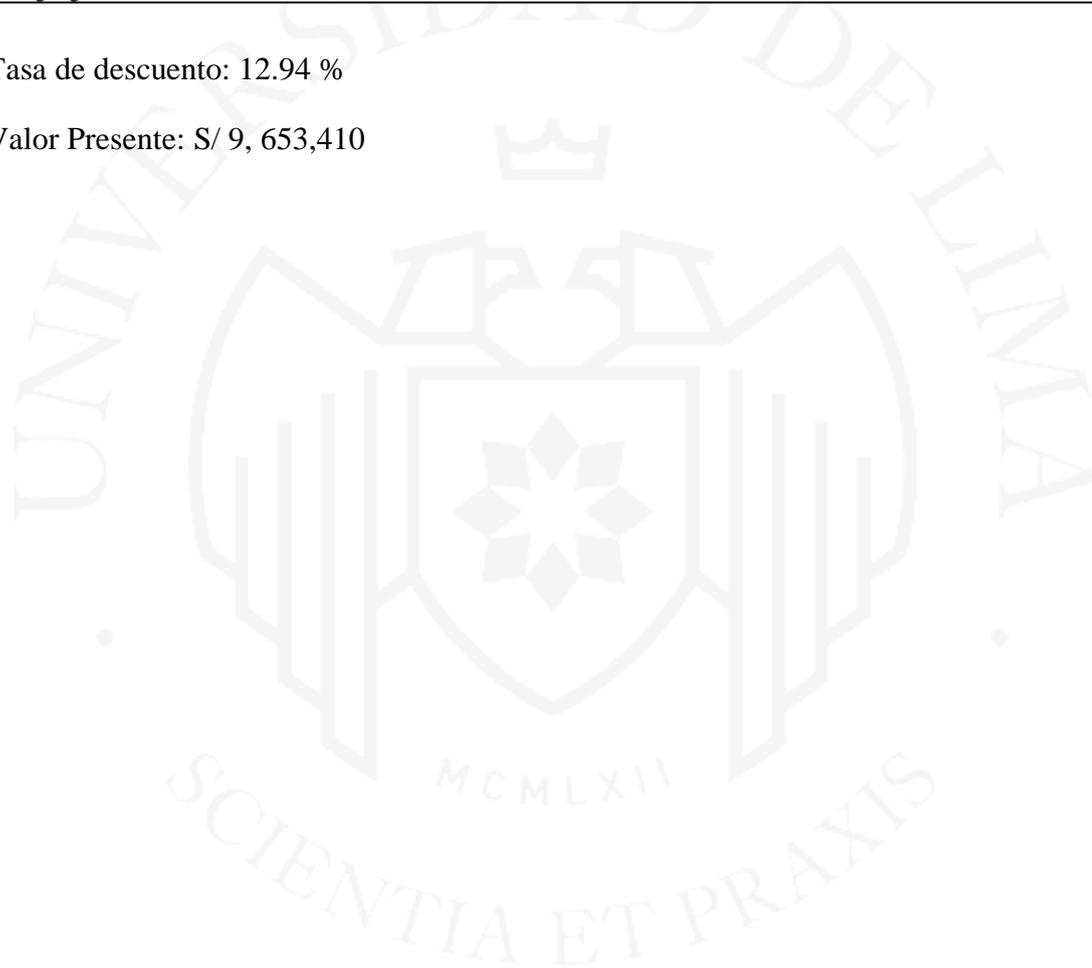
**Tabla 8.1**

*Tabla de Valor agregado (soles)*

	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Costos Operativos	90,575	121,113	151,737.66	182,399	213,097	243,833	274,608
Gastos Adm.	8,729	8,849	8,970.97	9,096	9,223	9,353	9,485
Intereses	281,187	251,548	218,945.68	183,083	143,633	100,240	52,506
Impuestos	39,685	248,091	457,323.45	667,483	878,664	1,093,011	1,359,497
Utilidad	85,355	533,607	983,632.99	1,435,653	1,889,873	2,350,900	2,924,070
Valor Agregado	505,530	1,163,208	1,820,610.75	2,477,714	3,134,491	3,797,337	4,620,168

Tasa de descuento: 12.94 %

Valor Presente: S/ 9, 653,410



### 8.3.2 Relación producto/capital

El coeficiente de capital está determinado por el producto sobre el capital; es decir el valor agregado generado entre la inversión total del proyecto.

$$\frac{\text{Valor agregado}}{\text{Inversión}} = \frac{S/9,653,410}{S/9,372,893} = 1.03$$

El valor agrado que genera el proyecto es mayor a la inversión; lo cual, se puede indicar que si se genera un valor agregado respecto a la inversión.

### 8.3.3 Intensidad de capital

Muestra la relación que tiene la inversión del proyecto con el valor agregado, que calcula el grado de aporte del proyecto para genera el valor agregado sobre los recursos.

$$\frac{\text{Inversión}}{\text{Valor agregado}} = \frac{S/9,372,893}{S/9,653,410} = 0.97$$

El resultado indica que por cada S/ 0.84 en la inversión total del proyecto, se generó S/ 1.00 de valor agregado en el proyecto

### 8.3.4 Densidad de capital

Compuesta por la inversión total del proyecto sobre el número de trabajadores disponibles

$$\text{Dens. Capi.} \frac{\text{Inversión}}{\text{Num trabajadores dispo}} = \frac{S/9,372,893}{3} = S/3,124,297$$

### 8.3.5 Productividad de la M.O

El índice interpreta la capacidad de mano de obra empleado para generar la producción del proyecto.

$$\text{Productividad MO} = \frac{\text{Valor de producción total}}{\text{Num trabajadores dispo}} = \frac{4,922,352}{3} = 1,430,784$$

## CONCLUSIONES

- La agricultura como actividad económica en el departamento de Ica sigue en aumento; además, de ser una fuente importante de ingresos y oportunidad de trabajo para muchos peruanos. La alta demanda de cultivos requiere de recursos vitales como el agua. Este recurso tiene como principal problema su disponibilidad; es decir, encontrarla en el momento y características adecuadas. El informe está respaldado por los datos brindados por La Autoridad Nacional del Agua, una entidad que regula y reporta su administración.
- Ica tiene la mayor fuente de agua subterránea a nivel nacional, esto explica el desarrollo en la actividad agrícola; por otro lado, la explotación del agua ha significado serios problemas para las empresas dedicadas a esta actividad. La sobreexplotación de los acuíferos generó la disminución de la capa freática, aumentando los niveles de salinidad del agua. El cambio de la composición en esta característica se mide por la conductividad eléctrica, donde se interpreta que cada año aumenta este indicador. Las Pampas de Villacurí es un área trabajada, en su mayoría, por empresas agrícolas, donde se acentúa más este problema; por lo tanto, es preciso implementar un servicio que lleve el agua a niveles adecuados sin atentar con los costos productivos de los clientes. Además, el aumento de salinidad nos lleva a poder tener un estudio de mercado óptimo con crecimiento de 31.13% a lo largo de los 8 años de tiempo de vida del proyecto. Pasamos de tener un mercado de 106 hm<sup>3</sup> de agua a 136 hm<sup>3</sup>.
- La ubicación del proyecto se determinó en base a la experiencia y conocimientos del lugar; sin embargo, es preciso brindar un análisis, siendo objetivos en la localización en base a criterios que determine el buen desarrollo de la investigación. Se eligieron los factores más determinantes para la implementación de la planta, siendo los que tienen mayor impacto tanto social como económicamente. Se llegó a la conclusión que Villacurí cuenta con un mejor prospecto de lugar para poder llevar a cabo el servicio que se ha planteado. Siendo la mejor opción en los siguientes factores para la

evaluación de micro localización: Disponibilidad de agua y tipos de cultivos, variables muy importantes para la evaluación de la localidad.



## RECOMENDACIONES

- Se recomienda evaluar el entorno social y económico antes de entrar al mercado de la agricultura debido a la no disponibilidad de recurso hídrico que presenta la zona. Es importante tener en cuenta, que la salinidad del agua de los pozos se encuentra en aumento, por lo cual, optar por un tratamiento de agua es cada vez una opción más viable para los agricultores de la zona.
- La necesidad del agua son las bases de la demanda de nuestro proyecto, por lo tanto, aportaría a la investigación el registro de empresas que se han retirado del mercado, por no contar con el recurso hídrico en niveles adecuados para su uso agrario. Para la correcta evaluación de mercado, se tiene que hacer una investigación exhaustiva para poder determinar las variables correctas de la proyección de la demanda; de lo contrario, se tendrá un mercado objetivo mal diseñado y el proyecto podría tornarse no viable por una mala proyección.
- El proyecto presenta una localización sustentada; sin embargo, como toda área agrícola, la accesibilidad a sus suelos puede representar un problema. Por ejemplo, Villacurí es una zona árida en donde el transporte a emplear son camionetas; de lo contrario, se puede experimentar un problema de atascamiento, por las zonas arenosas que presenta la localidad. Es por ello, que se recomienda un transporte adecuado para la movilización entre las zonas donde se brindará el servicio propuesto

## REFERENCIAS

- Albaladejo García, J. A., Martínez Paz, J. M., & Colino, J. (diciembre de 2018). Evaluación financiera de la viabilidad del uso de agua desalada en la agricultura de invernadero del Campo de Níjar (Almería, España). *Información técnica económica agraria*, 114(4), 398-414. doi:10.12706/itea.2018.024
- Autoridad Nacional del Agua. (2018). *Evaluación de la veda de los acuíferos Villacurí y Lanchas: Informe final*. Ministerio de Agricultura y Riego.
- Decreto Supremo N° 011-2019. (24 de diciembre de 2019). [https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-supremo-que-aprueba-valores-de-retribuciones-economi-decreto-supremo-n-011-2019-minagri-1840243-2/#:~:text=en%20actividades%20productivas-,El%20valor%20de%20la%20retribuci%C3%B3n%20econ%C3%B3mica%20por%](https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-supremo-que-aprueba-valores-de-retribuciones-economi-decreto-supremo-n-011-2019-minagri-1840243-2/#:~:text=en%20actividades%20productivas-,El%20valor%20de%20la%20retribuci%C3%B3n%20econ%C3%B3mica%20por%20)
- Decreto Supremo N° 014-2018. (29 de noviembre de 2018). [https://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/normas-legales/decretosupremos/2018/ds14-2018-minagri\\_final.pdf](https://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/normas-legales/decretosupremos/2018/ds14-2018-minagri_final.pdf)
- Flores-Prieto, J. J., Ramírez Luna, J., Calderón Mólgora, C., Delgado Quezada, E., & Morales García, A. d. (noviembre-diciembre de 2015). Tratamiento de agua salobre mediante nanofiltración solar a baja presión para irrigación. *Tecnología y ciencias del agua*, 6(6). [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-24222015000600005](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222015000600005)
- Gobierno Regional de Ica. (s.f.). *Gobierno Regional de Ica*. Obtenido de <http://www.regionica.gob.pe/web/>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2015). *Perú: Principales Indicadores Departamentales 2009-2015*. [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1340/cuadros/cap11.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1340/cuadros/cap11.pdf)
- Ministerios de Agricultura y Riesgo. (2020). *Actividades Estadísticas*. <http://siea.minagri.gob.pe/siea/?q=actividades-estad%C3%ADsticas-del-sistema/agr%C3%ADcola>
- Morote Seguido, Á. F. (2018). La desalinización. De recurso cuestionado a recurso necesario y estratégico durante situaciones de sequía para los abastecimientos en la Demarcación Hidrográfica del Segura. *Investigaciones Geográficas*(70), 47-69. doi:10.14198/INGEO2018.70.03
- Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería. (2015). *El informativo*. [https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro\\_documental/gart/publicaciones/](https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/gart/publicaciones/)

gart-card/GartCard2016-01/Master%20Disco%202%20-%20Publicaciones/archivos/contenido/pdf/Informativo/INFO-A20N04.pdf

Tapia Valencia, F. (2019). Regulación de la sequía en Chile: análisis normativo de la declaración de escasez. *Revista de Derecho Administrativo Económico*(29). <https://doi.org/10.7764/redae.29.5>



## BIBLIOGRAFÍA

- Borja Montaña, S. (2011). *Análisis económico de la desalinización*. [Tesis de licenciatura no publicada], Universidad de Alicante.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=125325>
- Chamblás, O., & Pradenas, L. (2018). Optimización multicriterio para desalar agua de mar. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 9(3), 198-218.  
<http://www.revistatyca.org.mx/ojs/index.php/tyca/article/view/1804>
- Dévora Isiordia, G. E., López Mercado, M. E., Fimbres Weihs, G. A., Álvarez Sánchez, J., & Astorga Trejo, S. (mayo - junio de 2016). Desalación por ósmosis inversa y su aprovechamiento en agricultura en el valle del Yaqui, Sonora, México. *Tecnología y ciencias del agua*, 7(3).  
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-24222016000300155](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222016000300155)
- Mapas. (2021). Google Maps: <https://www.google.com.pe/maps/@-12.114305,-76.9297242,15z>
- Maquinaria. (2016). Alibaba: <https://spanish.alibaba.com/>
- Maquinaria de Agua. (2016). AliExpress: <https://es.aliexpress.com/>
- Minam: estudio sobre situación del agua en Perú de la OCDE estará listo a fines de mayo. (1 de enero de 2020). *Gestión*. <https://gestion.pe/economia/minam-estudio-sobre-la-situacion-del-agua-en-peru-de-la-ocde-estara-listo-a-fines-de-mayo-noticia/>
- Ministerio del Ambiente. (2013). *Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental y Su Reglamento*. <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/10/Ley-y-reglamento-del-SEIA1.pdf#:~:text=La%20Ley%20N%C2%B0%2027446%2C%20Ley%20del%20Sistema%20Nacional,Ley%20est%C3%A1%20referida%20a%20la%20Ley%20N%C2%B0%2027446.>
- Ministerios de Agricultura y Riesgo. (2020). *Actividades Estadísticas*.  
<http://siea.minagri.gob.pe/siea/?q=actividades-estad%C3%ADsticas-del-sistema/agr%C3%ADcola>
- Ortiz, M. (2019). *Ica, más allá de las uvas*. <https://www.redagricola.com.pe/ica-mas-alla-de-las-uvas/>
- Saettone Olschewski, E. A. (2013). *Desalación de agua marina: nuevas alternativas utilizando concentradores solares*. [Tesis de licenciatura, Universidad de Lima]. Repositorio institucional de Universidad de Lima.  
<https://hdl.handle.net/20.500.12724/806>