

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA



**“PROYECTO ARQUITECTÓNICO DE UNA PLANTA DESALINIZADORA DE
AGUA DE MAR PARA MEJORAR EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE
LA REGIÓN TACNA 2020”**

**TESIS
TOMO I**

Presentado por:

BACH. ARQ. JULIO DAYGORO RODRÍGUEZ SÁNCHEZ

Asesor:

MTRO. ARQ. LYS SOLAGNE SALINAS MORALES

Para Obtener el Título Profesional de:

ARQUITECTO

TACNA - PERU

2020

DEDICATORIA

La presente investigación se la dedico a Dios, quien como guía estuvo presente en el caminar de mi vida, bendiciéndome y dándome fuerzas para continuar con mis metas trazadas sin desfallecer.

A mis padres Julio Rodríguez Monjaras y Silvia Sánchez de Rodríguez que, con su apoyo incondicional, consejos, amor y confianza permitieron que logre culminar mi carrera profesional.

AGRADECIMIENTO

A Dios ya que es mi guía, acompañándome en el transcurso de mi existencia, ofreciéndome serenidad y sabiduría para concluir con victoria mis objetivos planteados.

A mis progenitores por existir siendo mi apoyo elemental y haberme apoyado incondicionalmente, a pesar de las adversidades e inconvenientes que surgieron en el camino.

Doy las gracias a mi asesora la MTRO. ARQ. LYS SOLAGNE SALINAS MORALES la cual, con su conocimiento, experiencia y su incentivación me instruyeron en la investigación.

Agradezco a la UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA y a todos los docentes que, con su sabiduría, entendimiento y soporte, promovieron a desenvolverme como persona y profesional en la Escuela de Arquitectura.

RESUMEN

La presente investigación el cual se denominó “**Proyecto Arquitectónico de una Planta Desalinizadora de agua de mar para mejorar el abastecimiento de agua potable de la Región Tacna 2020**”, el cual contribuirá con el mejoramiento del abastecimiento de agua potable con una adecuada infraestructura para desempeñar el proceso de desalinización mediante el proceso de Ósmosis Inversa, el cual se desarrollará en el Proyecto de una Planta Desalinizadora de agua de mar. Para la cual se construirá en dos etapas, priorizando el abastecimiento en 10 Distritos de los 11 que conforman la Provincia de Tacna, los cuales son Tacna, Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa, Alto de la Alianza, Calana, Pocollay, Ciudad Nueva, Inclán, Pachía, Sama y La Yarada- Los Palos. Los cuales cuentan con una población de 343 960 habitantes en el 2020, realizando el cálculo de muestreo dio como resultado encuestar a 183 personas, las cuales se dividieron de acuerdo al porcentaje de habitantes por Distritos. La encuesta elaborada incluye preguntas sobre el usuario, la empresa EPS y conocimientos sobre una Planta Desalinizadora de agua de mar. Los resultados evidencian que existe una parte de la población de la Provincia de Tacna que no cuenta con servicio de agua potable, y gran mayoría de la población que cuenta con este servicio esta ofuscada por la baja presión y los bajos estándares de calidad de agua ofrecida por la empresa EPS S.A.C. Por lo tanto, se concluye que una infraestructura de una Planta Desalinizadora de agua de mar solucionara el déficit de abastecimiento de agua potable para la Provincia de Tacna.

Palabras clave: Planta Desalinizadora; abastecimiento de agua potable; Ósmosis Inversa; cálculo de muestreo.

ABSTRACT

This research was called "**Architectural Project of a Seawater Desalination Plant to improve the supply of drinking water for the Tacna Region 2020**", which will contribute to the improvement of the supply of drinking water with an adequate infrastructure to perform the desalination process through the Reverse Osmosis process, which will be developed in the Project of a Seawater Desalination Plant. For which it will be built in two stages, prioritizing the supply in 10 Districts of the 11 that conform the Province of Tacna will be taken into account, which are Tacna, Colonel Gregorio Albarracín Lanchipa, Alto de la Alianza, Calana, Pocollay, Ciudad Nueva, Inclán, Pachía, Sama and La Yarada- Los Palos. Which have a population of 343 960 inhabitants in 2020, performing the sample calculation resulted in a survey of 183 people, which were divided according to the percentage of inhabitants by Districts. The survey includes questions about the user, the EPS company and knowledge about a seawater desalination plant. The results show that there is a part of the population of the Province of Tacna that does not have drinking water service, and a large majority of the population that has this service is obfuscated by the low pressure and low water quality standards offered by EPS S.A.C company. Therefore, it is concluded that an infrastructure of a seawater desalination plant will solve the deficit of drinking water supply for the Province of Tacna.

Keywords: Desalination Plant; drinking water supply; Reverse Osmosis; sampling calculation.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Provincia de Tacna.	9
Figura 2: Cálculo de tamaño de muestra	12
Figura 3: Capacidad contratada acumulada (hm ³ /día)	17
Figura 4: Países del mundo con mayor capacidad de desalinización	18
Figura 5: Planta Desalinizadora municipal de México	19
Figura 6: Plantas de OI tanto operando como en carpeta, presentes actualmente en el norte de Chile	20
Figura 7: Plantas desalinizadoras en costa peruana.....	22
Figura 8: Relación entre disponibilidad de agua y la población.....	23
Figura 9: Acceso al agua potable por quintil de riqueza en el Perú	27
Figura 10: Sistema Solar y Eólico mediante Osmosis Inversa	32
Figura 11: Población por Distrito - Tacna.....	36
Figura 12: Proyección de crecimiento de la población de la Provincia de Tacna.....	38
Figura 13: Fuentes de Captación Superficial	38
Figura 14: Almacenamiento Reservorios EPS Tacna	39
Figura 15: Déficit de captación de agua en Ips de la Ciudad de Tacna según EPS Tacna.....	42
Figura 16: Balance de Oferta Demanda Tratamiento de Almacenamiento – Tacna	43
Figura 17: Balance de Oferta Demanda Tratamiento de Almacenamiento – Tacna	43
Figura 18: Planta Desalinizadora De Agua De Mar Sorek en Israel.....	45
Figura 19: Planta Desalinizadora De Agua De Mar Tianjin SDIC.....	46
Figura 20: Ubicación de proyecto de Planta Desalinizadora De Agua De Mar para la localidad de Coliumo.	48
Figura 21: Ubicación de proyecto de Planta Desalinizadora De Agua De Mar para la comunidad de Montañita.	49
Figura 22: Esquema General de Redes de Agua Potable en Tacna.....	50
Figura 23: Esquema de sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Tacna. (Fuente: Gerencia de Regulación Tarifaria (GRT) – SUNASS).....	51
Figura 24: Ubicación de la Planta Desalinizadora Adelaide	53
Figura 25: Planta Desalinizadora Adelaide.	54
Figura 26: Planta Desalinizadora Adelaide.	54
Figura 27: Emplazamiento - Planta Desalinizadora Adelaide.....	55
Figura 28: Circulación peatonal y vehicular - Planta Desalinizadora Adelaide.....	55
Figura 29: Zonificación - Planta Desalinizadora Adelaide.	56
Figura 30: Organización espacial - Planta Desalinizadora Adelaide	56
Figura 31: Análisis Formal - Planta Desalinizadora Adelaide.....	57
Figura 32: Análisis Tecnológico - Planta Desalinizadora Adelaide.....	57

Figura 33: Análisis Tecnológico - Planta Desalinizadora Adelaide.....	58
Figura 34: Planta Desalinizadora Victoria.	59
Figura 35: Planta Desalinizadora Victoria.	59
Figura 36: Planta Desalinizadora Victoria.	60
Figura 37: Emplazamiento - Planta Desalinizadora Victoria.....	60
Figura 38: Circulación - Planta Desalinizadora Victoria.	61
Figura 39: Zonificación - Planta Desalinizadora Victoria.	61
Figura 40: Análisis Espacial - Planta Desalinizadora Victoria.	62
Figura 41: Análisis Formal - Planta Desalinizadora Victoria.....	62
Figura 42: Análisis Estructural - Planta Desalinizadora Victoria.....	63
Figura 43: Análisis Estructural - Planta Desalinizadora Victoria.....	63
Figura 44: Distritos encuestados. Fuente: Elaboración propia.....	70
Figura 45: Porcentaje de viviendas unifamiliares y multifamiliares	70
Figura 46: Cantidad de personas en el hogar	70
Figura 47: Personas que cuentan con servicio de agua potable.....	71
Figura 48: Calificación de servicio de agua.....	71
Figura 49: Almacenamiento de agua	72
Figura 50: Calificación de presión de agua	72
Figura 51: Horas de abastecimiento	72
Figura 52: Variación de abastecimiento	73
Figura 53: Calificación de calidad de agua potable.....	73
Figura 54: Personas con conocimiento de una Planta Desalinizadora	74
Figura 55: Personas de acuerdo con la construcción de una Planta Desalinizadora.....	74
Figura 56: Ubicación Geográfica de Departamento de Tacna, Provincia de Tacna, en el Distrito La Yarada - Los Palos.....	76
Figura 57: Plano de Ubicación y Localización Planta Desalinizadora de agua de mar.	77
Figura 58: Topografía del Terreno.	78
Figura 59: Perfil Topográfico del Terreno. Corte A-A.	78
Figura 60: Perfil Topográfico del Terreno. Corte B-B.	78
Figura 61: Perfil Topográfico del Terreno. Corte C-C.....	78
Figura 62: Plan de Desarrollo Urbano Tacna 2015-2025.....	79
Figura 63: Sección Vial – Carretera Costanera Sur	¡Error! Marcador no definido.
Figura 64: Sección Vial – Calle N1 Y Calle N2.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 65: Transporte en Terminal Inter- Distrital Coronel Bolognesi.	80
Figura 66: Imágenes vegetación en el entorno del terreno.	80
Figura 67: Imágenes del entorno del terreno.	81
Figura 68: Humedad mensual de la La Yarada -Los Palos.....	81

Figura 69: Recorrido del Sol en verano e invierno.	82
Figura 70: Dirección del viento en verano e invierno.	82
Figura 71: Dirección de visuales del perfil urbano.....	83
Figura 72: Visual A -perfil urbano.....	83
Figura 73: Visual B -perfil urbano.....	84
Figura 74: Visual C --perfil urbano.	84
Figura 75: Visual D -perfil urbano.....	84
Figura 76: Ubicación de Pozos de agua subterránea.	84
Figura 77: Imagen de Pozo de Almacenamiento de aguas subterráneas.	85
Figura 78: Ubicación de Postes Eléctricos y Postes con Transformadores.	85
Figura 79: Imágenes de Postes Eléctricos y Postes con Transformadores en el lugar.....	86
Figura 80: Casas de adobe y material noble.....	86
Figura 81: Casas de madera, calamina y esteras.	87
Figura 82: Sistema constructivo tradicional y prefabricadas	87
Figura 83: Zonificación.....	97
Figura 84: Sistema de Circulación	98
Figura 85: Sistema Formal.....	99
Figura 86: Elevación Frontal	¡Error! Marcador no definido.
Figura 87: Elevación Posterior	¡Error! Marcador no definido.
Figura 88: Elevación Lateral Izquierda.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 89: Elevación Lateral Derecha	¡Error! Marcador no definido.
Figura 90: Vista Volumétrica 1	99
Figura 91: Vista Volumétrica 2	100
Figura 92: Sistema Espacial.....	100
Figura 93: Plano de Ubicación y Localización.....	101
Figura 94: Plano Topográfico y Perimétrico.	102
Figura 95: Planimetría General.	102
Figura 96: Plano Segundo Nivel.....	103
Figura 97: Cortes en Conjunto.	103
Figura 98: Elevaciones en Conjunto	104

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tabla de Cálculo de Muestra	13
Tabla 2: Tabla de cantidad encuestada por Distrito	13
Tabla 3: Capacidad instalada de las distintas tecnologías utilizadas en la desalinización	29
Tabla 4: Comparativa de parámetros más significativos del agua según normas o estándares actuales. Valor solo recomendado	31
Tabla 5: Calidad media del agua obtenida por diferentes procesos de desalación.....	31
Tabla 6: Población por Distrito -Tacna	37
Tabla 7: Población de proyección al 2050.....	37
Tabla 8: Reservorios disponibles en la Localidad de Tacna	40
Tabla 9: Continuidad y presión promedio en la Ciudad de Tacna.....	41
Tabla 10: Proyección de la Demanda de Agua Potable por Localidad	41
Tabla 11: Proyección de la Demanda de Agua Potable de Localidad Tacna a 2050.....	42
Tabla 12: Límites máximos permisibles de parámetros químicos inorgánicos y orgánicos	44
Tabla 13: Resultado de calidad de las aguas de la Provincia de Tacna	44
Tabla 14: Tabla de características de Planta Desalinizadora De Agua De Mar Sorek en Israel	45
Tabla 15: Tabla de características de Planta Desalinizadora De Agua De Mar Tianjin SDIC	46
Tabla 16: Tabla de características de proyecto de Planta Desalinizadora De Agua De Mar para la localidad de Coliumo.....	48
Tabla 17: Tabla de características de proyecto de Planta Desalinizadora De Agua De Mar para la comunidad de Montañita	49
Tabla 18: Cuadro Comparativo de Proyectos de Inversiones Públicas y Privadas	51
Tabla 19: Aportes de los estudios de casos.....	64
Tabla 20: Plan de Contingencia de Seguridad.....	68
Tabla 21: Tabla de Cuadro Resumen de Encuestas.....	75
Tabla 22: Tabla de Presupuesto de Área Construida de Planta Desalinizadora de Agua de Mar	126
Tabla 23: Tabla de Presupuesto General de Obra de Planta Desalinizadora de Agua de Mar.....	126
Tabla 24: Tabla Cronograma de Obra de Planta Desalinizadora de Agua de Mar	127

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTO	II
RESUMEN	III
ABSTRACT	IV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	V
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
ÍNDICE	IX
INTRODUCCIÓN	1
ASPECTO ACADÉMICO CIENTÍFICO	3
TÍTULO DE LA TESIS.....	3
CAPITULO I:	3
1. GENERALIDADES	3
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA	6
1.2.1. Interrogante Principal.....	6
1.2.2. Interrogante Secundario	6
1.3. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	7
1.3.1. Justificación.....	7
1.4. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	9
1.4.1. Delimitación Geográfica.....	9
1.5. OBJETIVOS	10
1.5.1. Objetivo General	10
1.5.2. Objetivos Específicos.....	10
CAPÍTULO II:	10
2. MARCO METODOLOGICO.....	10
2.1. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	10
2.1.1. Hipótesis General.....	10
2.1.2. Hipótesis Específica.....	10
2.2. VARIABLES E INDICADORES.....	11

2.2.1. Variable Independiente	11
2.2.1.1. Indicadores.....	11
2.2.2. Variable Dependiente	11
2.2.2.1. Indicadores.....	11
2.3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	11
2.3.1. Tipo de Investigación	11
2.3.2. Diseño de Investigación.....	11
2.3.3. Ámbito de Estudio	12
2.3.4. Población y Muestra.....	12
2.3.5. Técnicas de Investigación.....	14
2.4. ESQUEMA METODOLOGICO: (VER ANEXO 1)	14
CAPITULO III:	15
3. MARCO TEÓRICO	15
3.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS	15
3.1.1. Planta Desalinizadora	15
3.1.1.1. Evolución de las Plantas Desalinizadoras.....	15
3.1.1.2. Plantas Desalinizadoras en el Mundo	17
3.1.1.3. Plantas Desalinizadoras en Latinoamérica	18
3.1.1.4. Plantas Desalinizadoras en Perú	20
3.1.2. Recurso Hídrico	22
3.1.2.1. Situación Hídrica en el Mundo.....	22
3.1.2.2. Situación Hídrica en Latinoamérica.....	25
3.1.2.3. Situación Hídrica en el Perú	26
3.1.2.4. Situación Hídrica en Tacna.....	27
3.2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	29
3.2.1. Internacional.....	29
3.2.1.1. Procesos para Desalinización de agua de mar aplicando la Inteligencia Competitiva y Tecnológica.....	29
3.2.1.2. Calidad del Agua obtenida de la Desalación.....	30
3.2.1.3. Aplicación de Energías Renovables a la Desalinización	31
3.2.1.4. Impacto Ambiental de la Desalinización.....	33
3.2.2. Nacional	35

3.2.2.1. Plantas de Desalinización para abastecimiento de agua en la Ciudad de Ica.....	35
3.2.3. Diagnóstico de la Región Tacna.....	36
3.2.3.1. Población.....	36
3.2.3.2. Proyección de Crecimiento.....	37
3.2.3.3. Fuentes de Captación y Almacenamiento de Agua Potable	38
3.2.3.4. Continuidad y presión promedio de agua potable según la EPS en la Ciudad de Tacna.	41
3.2.3.5. Relación entre Oferta y Demanda del Agua Potable	41
3.2.3.6. Calidad de Agua Potable	43
3.3. BASES TEORICAS.....	45
3.3.1. Planta Desalinizadora De Agua De Mar Sorek en Israel.	45
3.3.2. Planta Desalinizadora De Agua De Mar Tianjin SDIC.	46
3.3.3. Diseño de Planta Desalinizadora para Chile.....	47
3.3.4. Diseño de planta desalinizadora de agua de mar en Montañita.....	48
3.3.5. ENTIDAD PRESTADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO TACNA SOCIEDAD ANÓNIMA (EPS TACNA S.A.)	49
3.3.5. Cuadro Comparativo de Proyectos de Inversiones Públicas y Privadas.	51
3.4. DEFINICIONES BÁSICAS.....	52
3.4.1. La desalinización o desalación	52
3.4.2. Recursos Hídricos.....	52
3.4.3. Estrés Hídrico.....	52
3.4.4. Ósmosis Inversa	52
3.4.5. Acuífero	52
3.4.6. Recursos Naturales.....	53
3.5 ANTECEDENTES REFERENCIALES.....	53
3.5.1. ESTUDIO DE CASO 1	53
3.5.1.1 Planta Desalinizadora Adelaide, Australia	53
3.5.2.2 Planta Desalinizadora Victoria, Australia	58
3.5.3. APORTES DE LOS ESTUDIOS DE CASOS.....	64
3.6. ANTECEDENTES NORMATIVOS	65
3.6.1. MINISTERIO DEL AMBIENTE (MINAM): Ver Anexo 2.....	65
3.6.2. REGLAMENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO: Ver Anexo 3	65

NORMA A.010:.....	66
NORMA A.060:.....	67
CAPÍTULO IV:.....	69
4. LOS RESULTADOS	69
4.1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO.....	69
4.2. DISEÑO DE LA PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	69
4.3. PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	70
4.3.1. Resultados	70
CAPITULO V:.....	76
5. PROPUESTA ARQUITECTÓNICA	76
5.1. ANALISIS DEL LUGAR.....	76
5.1.1. Aspecto físico espacial	76
5.1.1.1. Ubicación Geográfica.....	76
5.1.1.2. Ubicación y Localización.....	76
5.1.1.3. Topografía	77
5.1.1.4. Uso de Suelo y Calidad de Suelo.....	78
5.1.2. Aspecto Vial	79
5.1.2.1. Infraestructura vial.....	79
5.1.2.2. Transporte	80
5.1.3. Aspectos Físico Natural	80
5.1.3.1. Vegetación	80
5.1.3.2. Impacto Ambiental	80
5.1.3.3. Humedad.....	81
5.1.3.4. Asoleamiento	81
5.1.3.5. Vientos	82
5.1.3.6. Temperatura.....	83
5.1.4. Aspectos Urbanos.....	83
5.1.4.1. Perfil Urbano y Volumetría.....	83
5.1.5. Infraestructura de servicios.....	84
5.1.5.1. Agua	84
5.1.5.2. Desagüe	85
5.1.5.3. Energía Eléctrica.....	85

5.1.5.4. Limpieza Publica	86
5.1.6. Aspectos Tecnológicos – Constructivos.....	86
5.1.6.1. Materiales de Construcción	86
5.1.6.2. Sistemas Constructivos	87
5.2. PREMISAS Y CONSIDERACIONES DE DISEÑO	88
5.2.1. Premisas de diseño.....	88
5.2.2. Consideraciones de diseño.....	89
5.3. PROGRAMACIÓN	89
5.3.1. Programación Cuantitativa.....	90
5.3.2. Programación Cualitativa.....	91
5.3.3. Diagrama de Flujo.....	93
5.3.4. Cuadro de Correlación.....	94
5.4. CONCEPTUALIZACION Y PARTIDO	95
5.5. ZONIFICACIÓN.....	97
5.6. SISTEMATIZACIÓN.....	98
5.6.1. Sistema de movimiento y articulación	98
5.6.3. Sistema formal	99
5.6.4. Sistema espacial	100
5.10. DESARROLLO DEL ANTEPROYECTO (Ver TOMO II)	101
5.11. DESARROLLO DEL PROYECTO (Ver TOMO II).....	104
CAPITULO VI:.....	105
6.1. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	105
6.2. REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA.....	105
6.2.1. REFERENCIAS.....	105
6.2.2. BIBLIOGRAFÍA	107
6.3. ANEXOS.....	109

INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso natural necesario en la vida de las personas, animales y plantas. Mediante el ciclo del agua se forman arroyos, ríos y lagunas a través de la caída de la lluvia, siguiendo la trayectoria de las grietas y superficies terrestres. Pero, lamentablemente, sólo el 3% del agua existente en el planeta es adecuada para el consumo.

La proximidad de la escasez del agua se muestra en el deterioro recurrente y progresivo de las diversas fuentes de aprovechamiento superficiales y subterráneas, además de la desigualdad en la distribución racional y uso. “Se prevé que en 2030 el mundo tendrá que enfrentarse a un déficit mundial del 40% de agua en un escenario climático en que todo sigue igual.” (2030 Water, 2013, pág. 10)

A finales del siglo XIX, una ciudad era considerada bien abastecida con 20 l/hab al día, pero hoy en día para lograr ese propósito las cifras exceden los 500 l/hab al día.

La Región Tacna está ubicada en la cabecera del desierto de atacama, con características de hiperacidez y una limitación preocupante de recursos hídricos para el consumo humano y agropecuario. Lo que mantiene a la población de 370 974 habitantes ofuscada, impidiendo que cuente con una buena calidad de vida. A esto se suma el crecimiento desmesurado de la población de la ciudad, a consecuencia de la llegada de inmigrantes que buscan oportunidades de trabajo, ya que Tacna por situación fronteriza presenta un alto índice de comercio y turismo especialmente del país vecino de Chile.

En la reserva de Paucarani se puede observar la realidad por la que está pasando la Región Tacna. El agua es escaza y en los siguientes años la agricultura y la población empezaran a sentir los estragos.

Las acciones aquí planteadas buscan proporcionar nuevas tecnologías sustentables de tratamiento de agua y busca aprovechar el recurso hídrico del mar, ya que aproximadamente el 97% es agua salada que está en los océanos.

El proyecto arquitectónico que se está presentando es una Planta Desalinizadora de agua de mar, bajo el concepto de intervención y sustentabilidad, es decir, que pueda haber armonía entre lo construido y el entorno natural, esta planta se ubicara en el Distrito de la Yarada – Los Palos, para mejorar el abastecimiento de agua potable a la Región Tacna.

ASPECTO ACADÉMICO CIENTÍFICO

TÍTULO DE LA TESIS

“PROYECTO ARQUITECTONICO DE UNA PLANTA DESALINIZADORA DE AGUA DE MAR PARA MEJORAR EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA REGIÓN TACNA 2020”

CAPITULO I:

1. GENERALIDADES

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Aunque el 71% de la superficie del planeta esté cubierta por el agua, sólo el 0,022% está disponible para el ser humano. El 97,3 por ciento es agua salada, de origen marino. Del 2,7 por ciento restante, el 2,08 está atrapado en casquetes polares y glaciares, por lo que sólo el 0,62 por ciento es agua dulce en estado líquido, de la cual el 0,6 por ciento es subterránea y únicamente el 0,022 por ciento restante es fácilmente accesible al consumo humano en los lagos, ríos, lagunas, etc. (Lepe & Arodys, 2002, pág. 22)

En la actualidad el mundo se enfrenta a una problemática de crisis hídrica, siendo el agua un recurso no renovable, al que todos deberían tener acceso en igual de condición, pero mientras una buena parte de la población solo le basta abrir el grifo, en todo el mundo millones carecen de agua potable. Ya que una quinta parte de los países del mundo se están quedando sin este recurso necesario para la vida.

En los últimos años el planeta ha presentado un aumento en el desarrollo de los suministros del servicio de agua, pero este adelanto ha sido contrarrestado en parte por el rápido crecimiento demográfico, existiendo 7 684 millones de habitantes en el presente año. Solo China, India y EEUU gastan el 38% del agua existente en el planeta, su consumo es mayor a nivel país, porque por persona es inferior al de los demás.

La ONU afirma que: “A día de hoy, cerca de 700 millones de personas procedentes de 43 países diferentes sufren escasez de agua”. Y que “en 2025, 1.800 millones de personas vivirán en países o regiones con escasez absoluta de agua y dos terceras partes de la población mundial podrían hacerlo en condiciones de estrés hídrico”. (ONU, 2006)

A pesar de la riqueza hídrica peruana, debido a varias causas como el uso desmedido del agua, la deforestación, el calentamiento global. Se dan indicios que para el 2030 el Perú comenzara a percibir serios estragos de escasez de agua.

El Perú cuenta con 32 625 948 habitantes en el presente año. Mientras tanto la población crece, las ciudades se expanden, la agricultura se ve potenciada por el crecimiento industrial y los Proyectos Agroexportadores, previsto en los tratados de libre comercio, por ende, se ejerce un aumento alarmante de la demanda de agua.

Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (SEDAPAL S.A.), realizo un informe en el cual indico que la Provincia de Lima con 9 674 755 habitantes sufre una carencia de agua potable y no obstante la concientización del despilfarro existente del agua es baja. El consumo diario de un limeño es de 251 litros de agua, con exactitud se duplica el consumo de un suizo o un francés en un mismo periodo.

Tacna cuenta con 370 974 habitantes en el año 2020. Este crecimiento desmesurado por el cual está pasando la ciudad es a consecuencia de la inmigración de pobladores de diferentes ciudades como Puno, Arequipa, Moquegua y Cusco. Esto está ocasionando un déficit de abastecimiento de agua potable a la población; reduciendo las horas del servicio de agua potable hasta solo 6 horas diarias en algunas zonas.

Tacna es una de las Regiones que más está sintiendo el golpe de la escasez de agua potable, esto sucede por las disminuciones de precipitación en las Zonas Alto Andinas y malos usos del agua para la actividad agrícola.

En la Provincia de Tacna solo un aproximado del 93% de la población cuenta con servicio de agua potable mientras que el otro 9% carece de esta. De este

porcentaje de la población que, si cuenta con este servicio, el abastecimiento de agua no es realizado durante las 24 horas del día, sino varía en diferentes puntos de la ciudad. El porcentaje de oferta de agua potable es de 63% ante la demanda trabajando a su máximo. La Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS) expresa su preocupación por el drástico racionamiento que viene afectando a miles de usuarios del agua potable en la ciudad de Tacna, motivo por el cual exhorta a las instituciones competentes cumplan lo dispuesto en la Resolución Administrativa N° 059-2016-ANA-AAA/CO ALA.TACNA.

En dicha resolución se determina que la EPS Tacna le corresponderá, en tanto dure el estrés hídrico, una dotación del 60% del total; sin embargo, la EPS Tacna comunicó que sólo están abasteciendo con un 30%. En ese sentido, EPS Tacna se ha visto obligada a recurrir a sus reservorios de emergencia para atender a los usuarios del servicio, situación que no será sostenible por más tiempo agravándose las horas de restricción y racionamiento.

En la Provincia de Tacna más del 63% de las comunidades y localidades evaluadas, presentan alto riesgo por contaminación de agua para el consumo humano. En caso del arsénico llega a hasta 0.06 mg/l, cuando el límite máximo permisible (LMP) según el Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano es de 0.01 mg/l.

La Autoridad Nacional del Agua (ANA), detectó 39 fuentes contaminadas, entre ellas las cuencas del Maure, Uchusuma, Caplina, Los Molles, el acuífero del valle del río Caplina y el litoral marino de la provincia de Tacna. Un 43.5% son botaderos de desechos sólidos, el 20.5% son aguas residuales agroindustriales y un 12.82% son aguas.

Existen nuevos métodos de obtención de agua potable entre ellos está la desalinización, que durante años se ha ido haciendo investigaciones de diferentes tipos de desalinización, con la finalidad de que cada vez se reduzca el costo de producción, la contaminación, ahorro de energía y mejorar la calidad del agua potabilizada. Entre estos tipos de desalinización tenemos la Evaluación Multi-Etapas Flash (MSF), Ósmosis Inversa (OI), Electrodiálisis (ED), Destilación Multi-

Efecto (MED), Compresión Solar y Congelación. La Ósmosis Inversa es una de las más usadas en el mundo por ser adecuado para el tratamiento del agua salada, el bajo consumo de energía en comparación al térmico, alta tasa de recuperación.

En relación a la problemática antes mencionada, se plantea la propuesta Arquitectónica de una Planta Desalinizadora de agua de mar para mejorar el abastecimiento de agua potable, de manera que satisfaga las necesidades para una buena calidad de vida, tomando en cuenta las horas de abastecimiento, calidad de agua y la reducción en el costo del consumo de la población. La ubicación de este proyecto se plantea en el Distrito La Yarada – Los Palos y será para el bienestar de toda la Provincia de Tacna.

1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA

1.2.1. Interrogante Principal

¿Cómo el Proyecto Arquitectónico de la Planta Desalinizadora de agua de mar mejorara el abastecimiento de agua potable de la Provincia de Tacna, 2020?

1.2.2. Interrogante Secundario

- ¿Cómo es la infraestructura para el abastecimiento de agua potable de la Provincia de Tacna, 2020?
- ¿Cuál es la capacidad de almacenamiento para el abastecimiento de agua potable de la Provincia de Tacna, 2020?
- ¿Cómo es la calidad del agua con la que se abastece a la Provincia de Tacna, 2020?

1.3. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

1.3.1. Justificación

La presente investigación se desarrolla en el escenario de la problemática de plantear una infraestructura para el abastecimiento de agua potable a nivel Provincial en una primera etapa, ampliando su rango de abastecimiento a nivel Regional en una segunda etapa y finalización de la construcción.

Al ser Tacna una región que está ubicada en la cabecera del desierto de atacama, que tiene como característica esencial es hiperacidez por consecuencia cuenta con limitaciones graves de recursos hídricos para actividades agropecuarias y para el consumo humano. Lamentablemente no cuenta con una dotación de agua potable necesaria para la población total, ocasionando el uso racionado de dicho recurso. Aun con los esfuerzos de la EPS Tacna por aumentar la oferta de abastecimiento de agua potable, esto no es suficiente y la brecha entre la oferta y demanda cada vez es más grande, esto se debe al desmesurado crecimiento de la población, por la inmigración de pobladores de diferentes ciudades que llegan buscando oportunidad de trabajo, ya que Tacna por su situación fronteriza presenta un alto índice de comercio y turismo especialmente del país vecino de Chile.

También se suma que el agua potable con la que se abastece no cumple con los límites máximos permisibles, ya que en El último monitoreo realizado por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) revela que el nivel de arsénico y boro en las cuencas que alimentan la planta de tratamiento de la Empresa Prestadora de Saneamiento de Tacna, sobrepasan los estándares permitidos por ley.

El Gobierno Regional viene planteando la construcción de represas, entre ellas están la Callazas, Calientes y Tacalaya. El costo de estas tres represas ascendería a los 250 millones de soles, pero esta agua beneficiaría al Distrito de Candarave y los regantes de Ilabaya.

El Proyecto Especial Tacna (PET), viene revisando la factibilidad del proyecto VILAVILANI II - FASE I, el cual se realizará con un presupuesto de 262 millones de soles. Este proyecto viene teniendo oposición del Gobierno Regional de Puno y las comunidades campesinas de Capaso en la Provincia de Collao, quien refiere que el recurso hídrico no es suficiente para realizar un trasvase a Tacna, afectando el

desarrollo adecuado de la vida y salud de las comunidades existentes en los afluentes de río Maure.

Con esta investigación se plantea un Proyecto Arquitectónico de una Planta Desalinizadora de agua de mar, que cuente con las condiciones mínimas de habitabilidad y correcto funcionamiento, para así poder abastecer de agua potable dentro de los límites permisibles y cumpliendo con los parámetros establecidos dentro de la norma y así poder dotar de un servicio continuo de agua potable durante las 24 horas del día, con el fin de beneficiar y mejorar la calidad de vida de los pobladores de la Provincia de Tacna. El proyecto dotará de 80 000 m³/d de agua potable a la Provincia de Tacna en una primera etapa de construcción, duplicando su producción al completar su construcción proyectada. A su vez se complementará con los reservorios de la EPS para el abastecimiento de del ámbito de estudio.

Este proyecto tendrá un costo aproximado de 40 millones de dólares en la construcción de la primera etapa. Se plantea dos opciones de financiamiento, la primera mediante la inversión potencial de asociaciones publico privadas (APP), con una inversión de 1 000 millones de dólares para proyectos de plantas desalinizadoras en diferentes puntos costeros del Perú, otra opción sería a través de la inversión privada por medio de la cotización de acciones en la bolsa de Wall Street, ya que se plantío cotizarse en el mercado del futuro considerando el agua como un líquido vital.

Tras varios años de investigación la incorporación de la Ósmosis Directa en el proceso de desalinización por Ósmosis Inversa, se ha logrado la recuperación de un 210% de energía, que hace reducir la energía usada de 2.44 kWh/m³ hasta 1,85 kWh/m³, y todo esto logrando conseguir una salinidad de vertido de 29.26 g/l, ampliamente inferior a la salinidad del agua de mar que es de 35 g/l. La salmuera es disuelta en una proporción de 1:6 con agua de mar, de esta manera, la salinidad vertida disminuye hasta niveles que no afectan el ecosistema marino en el punto de vertido. (Ordoñez et al., 2011)

El aspecto más positivo del estudio es que los autores señalan que la salmuera puede ser aprovechada económicamente por ejemplo en acuicultura, para la irrigación de especies tolerantes a la sal, generar electricidad y recuperando

productos como magnesio, yeso, calcio, potasio, cloro, litio e incluso uranio. (Edward J. 2019)

Se podría usar diferentes tipos de energías renovables para apoyar y bajar el costo de producción de las Plantas Desalinizadoras, como por ejemplo la energía eólica, solar, mareomotriz, etc. Pero la más adaptable a este tipo de proyecto sería la de energía solar, ya que se puede aplicar a la arquitectura y dentro del terreno. Esto contribuirá a reducir el suministro eléctrico y limitar las emisiones de gases de efecto invernadero.

La ejecución de la primera etapa de este proyecto será puesta en marcha en julio del 2021, con la conmemoración del Bicentenario de nuestra independencia, ya que es momento para celebrar los logros y mirar al futuro con proyectos emblemáticos para el bienestar del país. La construcción de este proyecto tendrá una duración de 2 año, culminando en julio del 2023.

1.4. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

1.4.1. Delimitación Geográfica

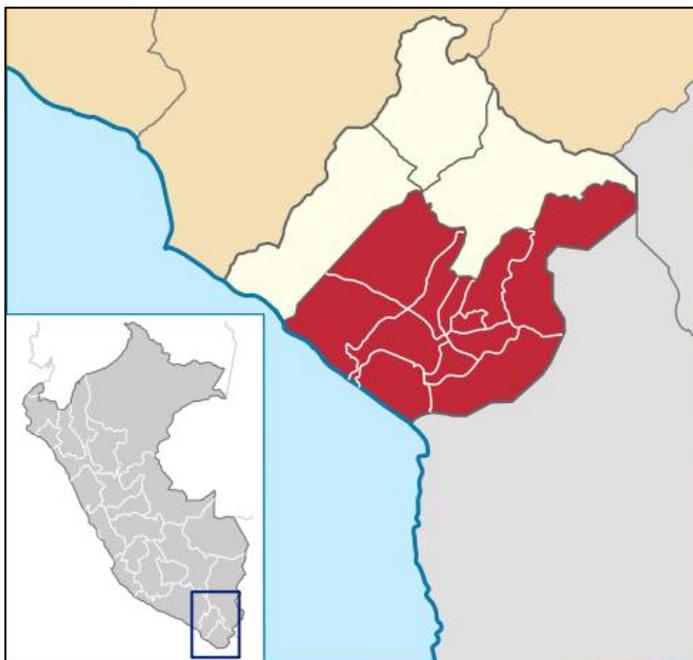


Figura 1: Provincia de Tacna. (Fuente: Elaboración Propia).

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. Objetivo General

Desarrollar un Proyecto Arquitectónico de una Planta Desalinizadora de Agua de Mar para mejorar el abastecimiento de agua potable de la Provincia de Tacna.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Analizar cómo es la Infraestructura de una Planta Desalinizadora de agua de mar para la Provincia de Tacna.
- Conocer cuál es la capacidad de almacenamiento para el abastecimiento de agua potable de la Provincia de Tacna.
- Analizar cómo es la calidad de agua con la que se abastece la Provincia de Tacna.

CAPÍTULO II:

2. MARCO METODOLOGICO

2.1. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. Hipótesis General

El Proyecto Arquitectónico de la Planta Desalinizadora de Agua de Mar mejorara el abastecimiento de agua potable de la Provincia de Tacna.

2.1.2. Hipótesis Específica

- La Infraestructura de la Planta Desalinizadora de agua de mar abastecerá de agua potable de la Provincia de Tacna.
- La capacidad de almacenamiento de agua potable abastecerá a la Provincia de Tacna.
- La calidad de agua potable suministrada estará dentro de lo normado para la Provincia de Tacna.

2.2. VARIABLES E INDICADORES

2.2.1. Variable Independiente

“PROYECTO ARQUITECTONICO DE UNA PLANTA DESALINIZADORA DE AGUA DE MAR”

2.2.1.1. Indicadores

- Infraestructura
- Zonificación
- Cantidad de producto
- Impacto ambiental

2.2.2. Variable Dependiente

“MEJORAR EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA REGIÓN TACNA 2020”

2.2.2.1. Indicadores

- Horas de servicio al día
- Captación de agua diaria
- Calidad de agua potable dentro de los límites máximos permisibles

2.3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

2.3.1. Tipo de Investigación

El presente trabajo es de investigación tipo Descriptiva y Explicativa.

- Descriptiva: se realizará la descripción del problema actual del abastecimiento de agua potable en la Provincia de Tacna, esta metodología nos permitirá la identificación de la relación existente entre las variables.
- Explicativa: se explicará e interpretará la realidad en la cual se realiza el abastecimiento de agua potable en la zona de intervención.

2.3.2. Diseño de Investigación

El diseño del presente trabajo es no experimental transversal de tipo descriptivo, ya que se realizará el estudio de la problemática de abastecimiento de agua potable para proponer una infraestructura.

2.3.3. **Ámbito de Estudio**

El ámbito del Estudio corresponde a nivel de la Provincia de Tacna, en donde se encuentra la problemática identificada dentro de un ámbito de necesidad de una infraestructura de abastecimiento de agua potable para cubrir la demanda de la población.

2.3.4. **Población y Muestra**

“El trabajo de investigación considera la Provincia de Tacna, con una población de 306 461 habitantes (Censo nacional de población y vivienda, INEI 2007), en consideración a la tasa de crecimiento poblacional promedio anual del departamento de Tacna de 2.1%”. (INEI, 2018)

Para el año de 2020 se estima una población de 343 960 habitantes, utilizando el método de proyección geométrico, en el que se asume que el crecimiento de la población es proporcional al tamaño de ésta.

$$n = \frac{N\sigma^2Z^2}{(N-1)e^2 + \sigma^2Z^2}$$

Figura 2: Cálculo de tamaño de muestra. Fuente: (Suárez M., 2011)

Donde:

n = “el tamaño de la muestra”.

N = “tamaño de la población”.

α = “Desviación estándar de la población que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor constante de 0,5”.

Z = “Valor obtenido mediante niveles de confianza. Es un valor constante que, si no se tiene su valor, se lo toma en relación al 95% de confianza equivale a 1,64 (como más usual) o en relación al 99% de confianza equivale 2,33, valor que queda a criterio del investigador”.

e = “Límite aceptable de error muestral que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor que varía entre el 1% (0,01) y 9% (0,09), valor que queda a criterio del encuestador”. (Suárez M., 2011)

Por tanto:

Tabla 1:

Tabla de Cálculo de Muestra

TAMAÑO DE MUESTRA	
e	0.06
N	343 960
σ	0.5
Confianza	95
- Z	-1.64
Z	1.64
$n = \frac{N\sigma^2Z^2}{(N-1)e^2 + \sigma^2Z^2}$	183

Fuente: Elaboración propia

La investigación está dirigida a la población en general de 10 Distritos seleccionado de la Provincia de Tacna. Las 183 encuestas a realizar según el cálculo de muestra se dividieron según el porcentaje de población como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 2:

Tabla de cantidad encuestada por Distrito.

Distrito	Población	Cant. encuestada
Tacna	104 314	45
Alto de la Alianza	35 258	20
Ciudad Nueva	32 834	20
Calana	3 424	6
Pocollay	19 415	10
CrnI. Gregorio Albarracín	127 017	60
Inclán	2 688	6
Pachía	2 277	5
Sama	3 686	5
La Yarada - Los Palos	6 726	6
Total	343 960	183

Fuente: Elaboración propia

2.3.5. Técnicas de Investigación

Documentación de la EPS Tacna, censos del INEI, catastro, UNESCO, entre otros, que sean útiles en la aplicación de la investigación.

- Plan Maestro Optimizado 2009. EPS Tacna S.A.C.
- Plan Maestro Optimizado 2013-2043. EPS Tacna S.A.C.
- Plan de Desarrollo Urbano Tacna 2015-2025. (PDU)

De observación: a través de experiencias in situ.

De análisis documental: consiste en la recolección de datos de diferentes fuentes secundarias, libros, revistas, boletines, folletos y otros.

De encuestas: para la obtención de datos a través de un cuestionario formulado a un porcentaje de la población en el ámbito de estudio.

2.4. ESQUEMA METODOLOGICO: (VER ANEXO 1)

CAPITULO III: 3. MARCO TEÓRICO

3.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

3.1.1. Planta Desalinizadora

3.1.1.1. *Evolución de las Plantas Desalinizadoras*

Desde tiempos prehistóricos el hombre ha observado como el agua es evaporada mediante el sol, generando nubes y viendo que estas son responsables de las lluvias, obteniendo agua sin sales ni impurezas. El anhelo de la humanidad por transformar agua salada en dulce, ha llevado a que el hombre trate de remplazar la energía solar con fuego, surgiendo así el primer sistema de desalinización térmica.

Encontramos referencia en la antigüedad como Tales de Mileto (624-547 a.C.) y Demócrito (460-370 a.C.), estos autores describieron de proceso de obtención de agua dulce como filtración de agua de mar a través de la tierra. Posteriormente, Aristóteles (384-322 a.C.) fue el que estudio las propiedades del agua de mar y la eventualidad de desalinizarla. Los primeros ensayos acerca de métodos concretos para desalinizar agua los encontramos en la gran enciclopedia de Plinio (23-79 d.C.). por primera vez un siglo más tarde describía el proceso de destilación, el autor fue Alejandro de Afrodisias (193-217d.C.) al estudiar la metodología de Aristóteles. En la Edad Media fueron varios autores los que trataron la desalinización, destacando John Gaddesen (1280-1361) en su obra *Rosa medicine*. (Zúñiga 2004, p. 16-20)

En la edad moderna surgieron varios estudios científicos para la desalinización, por motivo que se realizaban viajes marítimos de largas distancias con finalidades comerciales. La dotación de la tripulación en los buques apresuro el entendimiento en cuanto al proceso para la obtención de agua dulce mediante el agua salada. “Durante el siglo XVIII, con el auge de la industria del azúcar que necesitaba de evaporadores para abaratar el proceso, se favoreció mucho el desarrollo de la desalinización”. (Zúñiga 2004, p. 16-20)

A mediados del siglo XIX no era infrecuente el que los barcos llevaran destiladores para conseguir potabilizar el agua del mar. El avance más importante se dio en el año 1884 cuando James Weir diseñó una desalinizadora que empleaba para su funcionamiento la energía residual de la caldera de los barcos. (Zúñiga 2004, pp. 16-20)

La primera planta desalinizadora documentada, fue construida en Egipto en 1912, con un caudal de 75 m³ /d. Después de 5 años en Stears, Kentucky (EEUU) se construyó una planta de 150 m³ /día. Después de la II Guerra Mundial se comenzó a instalar las primeras desaladoras en los países con escasos recursos hídricos y en cercanía al mar como Kuwait. O Arabia Saudí.

Partiendo del estudio de membranas elaboradas con resina por Juda y Kressman en 1949, dio inicio a la desalación por medio del sistema de membranas. Sin embargo, cabe resaltar que las propiedades de semipermeabilidad y selectividad ya se conocían desde el siglo XIX. En los sesenta se descubrió la técnica más usada hoy por hoy, que es la ósmosis inversa.

“Fue en la década de 1950 cuando se construyeron las primeras instalaciones de tipo industrial que eran mayoritariamente térmicas, también comenzaron a desarrollarse las primeras plantas mediante sistemas de intercambio de iones “(Rico et al., 1998). El comienzo de la era industrial de la evaporación súbita se puede enmarcar en 1959, con la instalación de una planta con un caudal de 2.273 m³/d en Kuwait por la compañía Westinghouse.

“El hecho de que los costes de la desalinización hayan disminuido en los últimos años, se debe, a la progresiva incorporación de los procesos de membrana en aquellos países en los que la energía es cara, sustituyendo a los procesos térmicos”. (Scoott 1995). “Los procesos térmicos se utilizaban desde la aparición de la desalinización en los años 50, actualmente se usan fundamentalmente en los países exportadores de petróleo”. (Urrutia 2001, p. 2)

“La desalinización dio un gran giro con la aparición de la primera membrana comercial capaz de trabajar con agua de mar en los años 80, esto marcó el inicio del proceso de ósmosis inversa. Desde entonces se ha mejorado mucho en los procesos de membrana y los costes de las plantas de ósmosis inversa nada tienen

que ver con las de entonces, debido a que se ha conseguido reducir a la mitad el consumo energético, se han mejorado los tratamientos químicos y se ha reducido considerablemente la inversión necesaria”. (Zarzo 2007, p. 96)

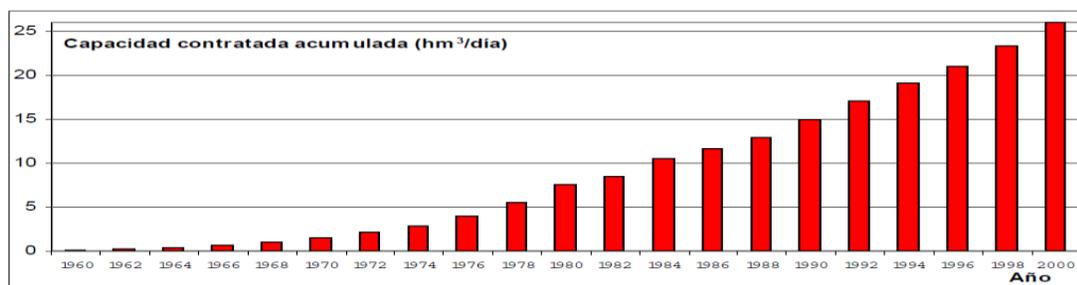


Figura 3: Capacidad contratada acumulada (hm³/día). (Fuente: Torres, 1999).

3.1.1.2. Plantas Desalinizadoras en el Mundo

En el 2007 capacidad contratada mundial de desalinización creció 43%, lo que representa una producción diaria de 6.8 millones de metros cúbicos diarios (m³/d), cifra superior a los 4.7 millones de m³/d registrados en el 2006. La diferencia de 2.1 millones de m³/día es suficiente para proveer de agua potable a 50 millones de personas. Asimismo, que la tendencia de crecimiento se mantenía al observar un incremento de la capacidad contratada de 39% en los primeros seis meses del 2008. Se estima que para el 2025 la producción contratada global será de 150 millones de m³/d. (IDA, 2010)

Cabe señalar que, de la producción total, el 59% de las plantas desalinizadoras usan el proceso de ósmosis inversa, el 27% la evaporación multi-etapa, 9% la evaporación multi-efecto y 5% otras tecnologías. Consecuentemente, con el incremento de la producción se incrementó el número de plantas desalinizadoras contratadas a nivel mundial. El total global, hasta junio del 2008 era de 13,869 plantas. (IDA, 2010)

Los países que cuentan con mayor cantidad de plantas instaladas son los siguientes: Estados Unidos (34% del total mundial), con 2 174 plantas, de las cuales el 72% corresponde a OI; Arabia Saudita (32%), con un total de 2 086 plantas, de las cuales un 65% corresponde a MSF; Japón (22%), con un total de 1 457 plantas, de las cuales un 90% corresponde a OI; España (12%), con 760 plantas, de las cuales el 90% corresponde a OI. Entre los países que tienen entre 100 y 300 plantas

están Libia, India, China, Australia, Argelia, el Reino de Baréin y la Sultona de Omán (figura 4). (IDA, 2010)

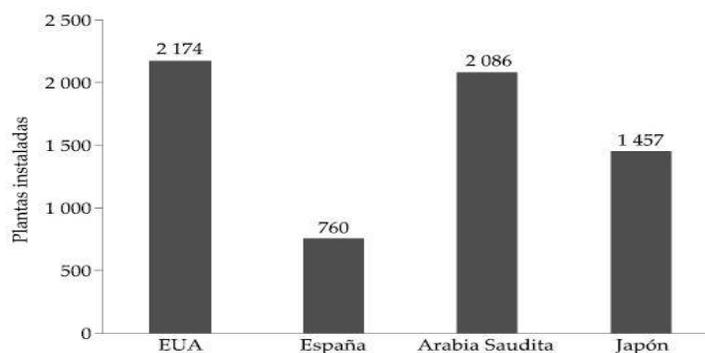


Figura 4: Países del mundo con mayor capacidad de desalinización. (Fuente: IDA, 2010).

La evidencia del costo de producción y de consumo energético de la OI muestra mejores ventajas sobre los demás métodos, por no requerir cambios de estado, como los que se usa con MSF y MED, que necesitan un alto consumo energético y la emisión de CO₂ es mayor, ocasionando el efecto invernadero y enormes deterioro a la atmósfera, por problemas medioambientales que se padece, y que se incrementan con el pasar del tiempo por extinción de recursos y la sobrepoblación en el mundo.

3.1.1.3. Plantas Desalinizadoras en Latinoamérica

La desalinización de agua de mar ofrece suministros seguros de agua en lugares de situación de escasez hídrica. El incremento de la población y la carencia de agua en el sector industrial hace continua la necesidad de la desalación.

Por más que el costo que genera la desalación es elevado, estos procesos de desalar agua de mar están comenzando a ser usados en muchos países de América Latina, especial mente en arias desérticas de países como México y Chile.

La desalación en América Latina se empezó a usar a fines del 1800. En Chile fue construida una de las primeras desalinizadoras. Esta desalinizadora solar comenzó a operar en el 1878 y se mantuvo en servicio por 50 años.

Existen 435 plantas desalinizadoras en México, ubicadas en 320 sitios que cuentan con una capacidad instalada de 311 377 m³/d. Los estados con mayor crecimiento de plantas desalinizadoras son el de Baja California, Baja California Sur y Quintana Roo. Este último tiene la mayor cantidad de plantas desaladoras, con un 28.5%. La mayoría de las plantas desalinizadoras pertenece al sector turismo. (IDA,2010)

En el año 2006 entró en operación la planta desalinizadora municipal más grande de México, con una capacidad nominal de 200 l/s, en Los Cabos, Baja California Sur (Dévora, 2007, p. 125).

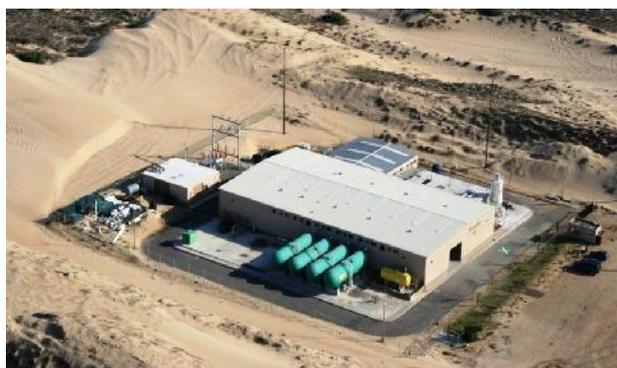


Figura 5: Planta Desalinizadora municipal de México. (Fuente: Dévora, 2007).

En Chile actualmente existen 3 plantas de OI en el norte del país, con una producción que oscila entre los 150 y los 600 l/s. Sin embargo, existen una gran variedad de proyectos para ampliar esta tecnología, principalmente en la región de Copiapó, en donde hay 4 proyectos en carpeta. (González y Dévora, 2009, p. 186)

Antofagasta se abastece mayoritariamente por la planta desalinizadora La Chimba, con capacidad para 600 l/s, siendo actualmente ésta, la de mayor capacidad en el país. Taltal en tanto, posee una desalinizadora que lo abastece, pero a una oferta muy escasa de 5 l/s. (González y Dévora, 2009, p. 186)

Sin embargo, actualmente el país no ocupa la OI para ningún otro efecto que no sea la potabilización, como si lo hacen otros países en la reutilización de agua principalmente para fines industriales.

Teniendo en cuenta que, en el norte del país, en las zonas costeras vive alrededor del 70% de la población, se hace de vital relevancia que, en el futuro se logre suplir la demanda constantemente creciente, en un 100% por agua de mar para así no depender de una fuente de agua dulce como el río Loa, que muchas veces puede ser impredecible en su caudal, para producir agua de una fuente que puede considerarse infinita para tales efectos: el océano. (González y Dévora, 2009, p. 186)

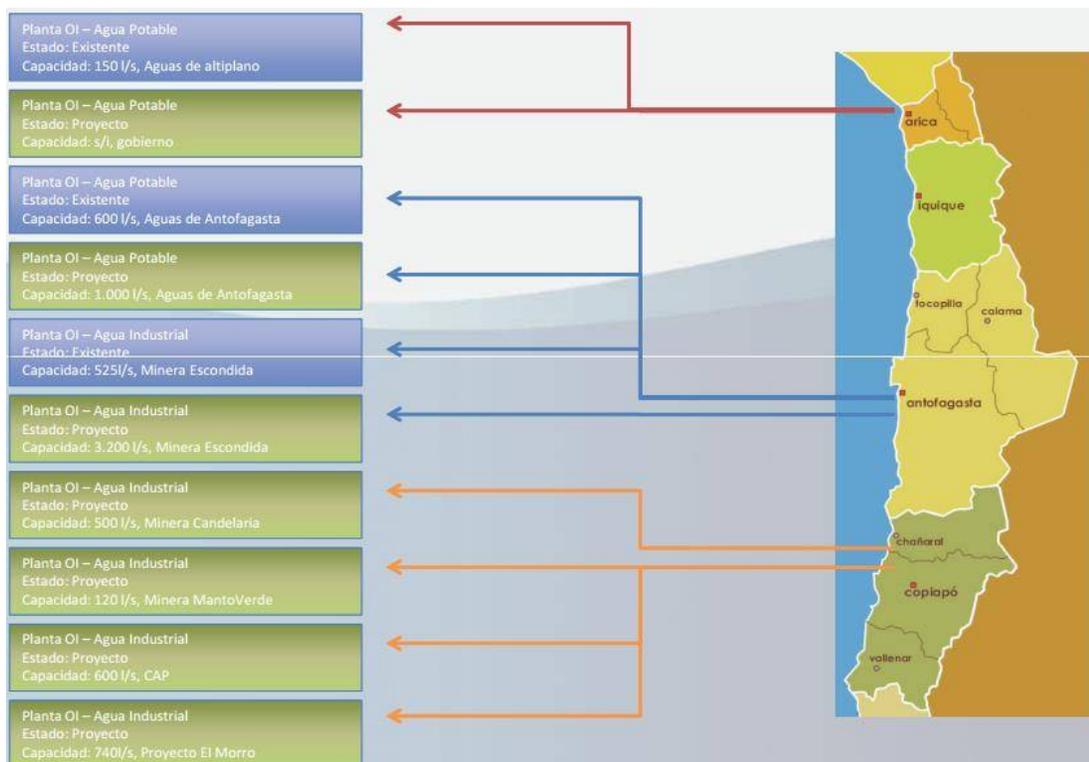


Figura 6: Plantas de OI tanto operando como en carpeta, presentes actualmente en el norte de Chile. (Fuente: González y Dévora, 2009).

3.1.1.4. Plantas Desalinizadoras en Perú

De igual manera, el control sobre el agua en el territorio que hoy en día es la vertiente peruana del Pacífico ha sido una fuente de poder en sociedades diversas desde las culturas de los Moche y Chimú hasta los gobiernos contemporáneos. El control del recurso hídrico en esta región no solo ha determinado dónde escurren los flujos escasos y vitales, sino que ha influido en el carácter de las culturas y sociedades y en las actividades productivas que estas han desarrollado. Este poder tiene raíz en parte en la hidrografía de la zona y en la aridez resultante: menos que el 2% de toda el agua del Perú escurre hacia la vertiente del Pacífico, donde se

desarrolla la mayoría de la población y de la actividad económica del país (Perú, 2004). Sin embargo, la creciente escasez hídrica en esta región es fundamentalmente social y está ligada a las visiones y modelos de desarrollo y las políticas de la distribución del agua (Oré y Damonte, 2014).

En la actualidad el Perú cuenta con algunas plantas desalinizadoras de agua de mar de baja envergadura para consumo de la población, proyectos agrarios y hasta para actividades mineras. Como la Minera Cerro Lindo, que cuenta con una planta desalinizadora de sistema de Ósmosis Inversa que se puso en funcionamiento en el 2007 en la playa Jahuai, provincia de Chincha, en la región Ica con un presupuesto de 120 millones de dólares. Con una capacidad de 350m³/día. Llevará el agua a través de una tubería de 60km de distancia.

La minera Southern Perú cuenta con una Planta Desalinizadora de tipo Compresión Mecánica de vapor (MVC), esta planta produce 6,000 m³/día y está ubicada en la ciudad de Ilo. A su vez está tramitando la licencia de construcción de una segunda Planta Desalinizadora de Osmosis Inversa para la mina de Tía María, esta planta estará ubicada al norte del poblado de Mejía, con un costo de 1 400 millones de dólares producirá alrededor de 20,000 m³/día de agua, y será bombeada por medio de una tubería de 30km hasta la minera.

Sin embargo, por el momento la minera de Fosfatos Bayóvar (Piura) cuenta con la Planta Desalinizadora más grande del Perú, con una producción de 5000 m³ /día de agua. Su inversión del proyecto fue de 490 millones de dólares.

El ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Carlos Bruce, en compañía del gerente general de Sedapal, Michael Vega colocó la primera tubería en diciembre 2017, dando inicio a la construcción de la primera planta desalinizadora llamada Aguas de Lima Sur II, ubicada en el balneario de Santa María y es exclusiva para consumo humano. La obra será "ejecutada en un plazo de 24 meses" y "demandará una inversión de 308 millones de soles", "la ejecución del proyecto "Provisión de Servicios de Saneamiento para los Distritos del Sur" – Provisur forma parte del compromiso del gobierno para cerrar la brecha de la población sin servicios básicos". Esta planta desaladora contará con una capacidad

de 400 l/s y será capaz de abastecer a más de 100 mil familias de Punta Hermosa, Punta Negra, Santa María del Mar y San Bartolo. (MVCS, 2017)

De igual manera se ha anunciado que se construirán 19 nuevas plantas desalinizadoras en la costa peruana, lo que permitirá resolver, en parte, la falta de acceso al agua potable.

“Los 19 proyectos en mención, que se ejecutarán en nueve regiones, además de la Provincia Constitucional del **Callao**, demandarán una inversión de US\$ 1.000 millones. (MVCS, 2017)

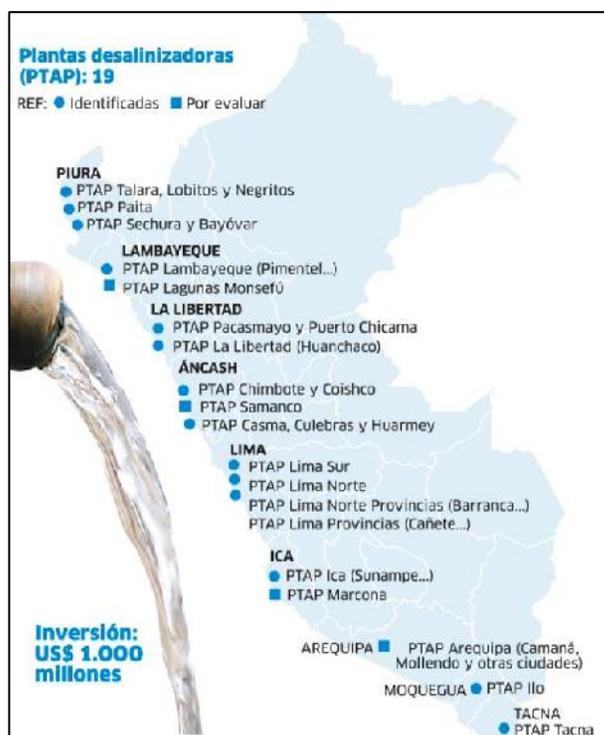


Figura 7: Plantas desalinizadoras en costa peruana. (Fuente: plantas desalinizadoras (MVCS, 2017)).

3.1.2. Recurso Hídrico

3.1.2.1. Situación Hídrica en el Mundo

La presión sobre el sistema hidrológico continental asciende mediante el aumento según la proporción de la creciente demográfica, del crecimiento económico y del incremento del bienestar. La figura 8 coloca en relieve las diferencias continentales, cotejando la disponibilidad de agua y la población. Cabe resaltar la presión impuesta en el continente asiático, que cobija más de la mitad de la población mundial y sólo dispone del 36% de los recursos hídricos mundiales.

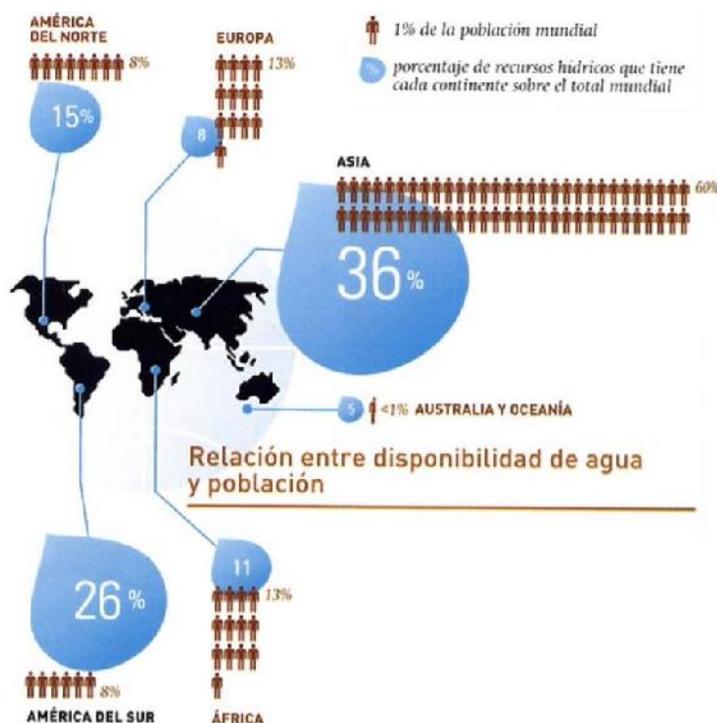


Figura 8: Relación entre disponibilidad de agua y la población. (Fuente: Fernández-Jáuregui, 2006).

Muchos países se están aproximando a los límites de sus recursos en agua renovable o excediéndose y, según el informe del PNUD 2006, la población del mundo está aumentando con una tasa de crecimiento anual del 1,1 % en el periodo de 2004-2015. Con fecha del 2004 la población mundial era de 6389,2 millones de habitantes y 5093,6 millones se situaban en los países en desarrollo. Fijándonos en la situación demográfica, podemos apreciar que la distribución de la población se caracteriza en el envejecimiento de ésta en los países más desarrollados y en contraposición la elevada tasa de natalidad en los países en desarrollo. Aunque es sabido que el índice mundial de crecimiento demográfico disminuye, el número de personas que pasan a formar parte de la población mundial aumenta aproximadamente unos 75 millones cada año.

La población crece mucho más rápido que la capacidad de alimentar a esta misma población, por tanto, nos encontraremos con problemas mucho más graves que los vividos en 1995. Esto representa que, en el 2025, una población de 4,6 mil millones de habitantes en África y Asia, tendrá las capacidades mermadas. En 2025, un 55% de la población mundial tendrá que importar alimentos para nutrir parte de

su población en rápido aumento demográfico, sobre todo en las poblaciones urbanas. El uso del agua no está tan sólo presionado por el crecimiento de la población, ya que en el siglo XX la población se triplicó y el uso del agua aumentó seis veces. Este uso ha estado creciendo mucho más rápido que la población durante este último siglo y esa tendencia continúa.

A medida que el mundo aumenta su economía también aumenta el consumo del agua. “En el año 1900 la industria utilizaba el 6% del agua en el mundo; ahora usa cuatro veces más” (PNUD, 2006). Varias de las proyecciones realizadas de escasez de agua son representaciones del apresurado aumento del uso de agua por persona, refiriéndose al creciente consumo. Más de 1,000 millones de habitantes no cuentan con servicio de agua potable y el mundo se está urbanizando e industrializando a gran velocidad, debemos asumir que la demanda de uso doméstico e industrial se incrementara a gran velocidad en países en desarrollo, pero no es tan evidente que exista otras demandas de agua para desarrollar. Rijsberman se cuestiona cuánta es el agua que necesitamos por persona en las décadas venideras para satisfacer nuestras necesidades diarias. Esta cantidad no se puede fijar.

Por otro lado, Falkenmark considera que su indicador de estrés y escasez de agua dependen de una multitud de políticas y de elecciones personales. Éste es de hecho donde está el quid de la cuestión (Rijsberman, 2006). En una conferencia pronunciada en Massachussets, la investigadora Postel, plantea que uno de los mayores retos a los que nos enfrentamos, no sólo retos medioambientales sino

también retos societarios generales, es encontrar el modo de satisfacer las necesidades hídricas de 8 mil millones de personas en el año 2025, y hacerlo protegiendo al mismo tiempo los ecosistemas hídricos: los ríos, lagos, las aguas subterráneas y los demás sistemas que sostienen nuestras economías y una parte tan importante de la vida del planeta. Se trata de un reto muy difícil y complejo.

En la actualidad nos dirigimos con bastante rapidez hacia un período sin precedentes de escasez de agua que no será fácil paliar durante varias décadas. Es evidente la presión demográfica ejercida sobre la disponibilidad del agua. El problema está por un lado en saberla utilizar y por otro lado saber cuáles son las

necesidades básicas para el ser humano y los ecosistemas. Todo ello nos conduce a cambiar de cultura, saber gestionar la demanda y no abusar y maltratar la oferta de agua dulce en el planeta. Esta nueva visión de la problemática se inició a mediados de los años 80, en Tortosa, cuando, Javier Martínez Gil lanzó el término de Nueva Cultura del Agua en un pequeño libro “Afectados por Grandes Embalses y Trasvases”. A partir de aquí, se han ido desarrollando movimientos sociales que demandan cambios políticos, institucionales y jurídicos basados en los principios del desarrollo sostenible.

3.1.2.2. Situación Hídrica en Latinoamérica

Latinoamérica es el continente con la más alta disponibilidad de agua dulce, cuenta con el 33% de los recursos hídricos renovables del mundo. Sus 3100 m³ de agua per cápita por año, duplican el promedio per cápita mundial. La gran mayoría de los países de la región cuentan con grandes volúmenes del recurso agua catalogados entre altos y muy altos en razón de su superficie y población. Sin embargo, la disponibilidad del recurso no significa que éste sea accesible a la totalidad de la población. (OMS, 2014)

Según datos del Anuario Estadístico de América Latina y El Caribe, 2016 (Versión electrónica) pertenecientes a la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) se estima que para el año 2017 la población total latinoamericana sería de aproximadamente 647 millones de personas. Acorde a los estadísticos de la fundación AVINA, en la actualidad son casi 35 millones de personas en América Latina sin acceso a agua potable. (Buenfil, 2012)

Latinoamérica posee un alto grado de desigualdad en cuanto al acceso al agua potable, lo que se traduce en una ineficaz o corrupta gestión de los recursos hídricos. La Asociación Global del Agua define la Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH) como “un proceso que promueve el desarrollo y gestión coordinada del agua, la tierra y los recursos relacionados, con el fin de maximizar el resultante bienestar económico y social de una forma equitativa y sin comprometer la sostenibilidad de ecosistemas vitales”. La gestión integrada de los recursos hídricos proporciona un conjunto de ideas para ayudarnos a administrar el agua de manera

más holística (Giordano y Shah, 2014), aunque el principio de la gestión integrada de los recursos hídricos ha sido criticado por ser poco realista (Pahl-Wostl y col., 2007; Biswas, 2008). La gestión del agua se enfrenta a una creciente incertidumbre debido al cambio climático, las condiciones de fronteras socioeconómicas que cambian rápidamente y el objetivo de la integración sobre una gama más amplia de objetivos. Como consecuencia, la gobernanza eficaz del agua debe ser adaptativa (Pahl-Wostl y col., 2007).

3.1.2.3. Situación Hídrica en el Perú

La distribución del agua en el Perú es asimétrica. La vertiente hidrográfica del Pacífico, que provee 1.8% de los recursos hídricos al Perú, alberga a la mayoría de la población (65%) la cual produce aproximadamente el 80.4% del PBI. La vertiente del Atlántico, mientras tanto, genera cerca del 98% de los recursos hídricos a nivel nacional y concentra apenas 14% de la población. Con respecto al uso consuntivo, de los 20,072 millones de metros cúbicos al año (MMC/año), el 80% se destina a usos agrícolas, 6% al industrial, 2% a la minería, y 12% al consumo doméstico (MINAM, 2010). El 72,3% de la población peruana se concentra en el área urbana, y en los últimos años se aprecia un mayor incremento relativo de la población en la costa, a raíz de las actividades económicas, como la agroexportación, que motivan una importante migración desde los andes (MVCS, 2006). Si bien la población con acceso a servicios de saneamiento sostenible se ha incrementado en el Perú de 52% en 1990 a 63% en el 2004 e igualmente los índices de población con acceso sostenible a fuentes de agua mejoradas se han incrementado de 74% en 1990 a 83% en el 2004, la desigualdad en el acceso al servicio se mantiene como un problema. Por ejemplo, en el 2000 el acceso al agua corriente fue universal para el 20% de los hogares con mayores recursos, pero solo dos tercios del 20% de los hogares más pobres compró el agua o la obtuvo de fuentes sin protección (PNUD, 2006), como se ve en la figura 8.



Figura 9: Acceso al agua potable por quintil de riqueza en el Perú. (Fuente: PNUD, 2006).

No obstante, los recursos hídricos en el Perú afrontan un alto nivel de vulnerabilidad ante los efectos del cambio climático. En el balance hídrico realizado para la vertiente del Pacífico se encontró que en más del 68% de sus cuencas habría un déficit entre la oferta y demanda de agua (MINAM, 2010). Asimismo, como se resume en la Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático del Perú (SCNCC), los glaciares peruanos han perdido desde 1980 una superficie equivalente a cerca de diez años de suministro de agua para la ciudad de Lima. Dicho retroceso tiene una repercusión importante, pues el 95% de la población utiliza aguas que provienen de zonas altoandinas. Igualmente, en años secos se llega al límite de la extracción posible y se presentan condiciones de estrés hídrico.

Más aún, algunos estudios estiman que en 40 años el Perú sólo tendría el 60% del agua que tiene hoy, debido principalmente al deshielo de los nevados y al mal uso del agua (MINAM, 2010).

3.1.2.4. Situación Hídrica en Tacna

La Región Tacna está viviendo una escasez de agua, que se está convirtiendo según los científicos en un problema representativo que ilustra las consecuencias que está dejando el cambio climático en el Perú. Así se desprende de un estudio elaborado por el Grupo de Análisis para el Desarrollo (GRANDE) y el Banco Interamericano de Desarrollo, difundido por el Ministerio del Ambiente. En dicho informe se declara que las provincias de Candarave, Tarata y Palca presentan una vulnerabilidad mayor ante probables impactos de cambio climático con respecto a

la disponibilidad de agua. Asimismo, afirma que en un futuro habrá un considerable crecimiento de temperatura y una reducción de lluvias en las zonas alto andinas de Tacna. En los últimos años el país ha sufrido la pérdida de un 30% de cobertura glaciar, hecho que provoca la escasez de agua actualmente en las zonas altas del Perú.

Vale resaltar que la Ciudad de Tacna cuenta con más de 292 mil habitantes, según el censo del 2017. Asimismo, el agua usada para el consumo humano proviene de las provincias altas de Candarave, Palca, y Tarata, zonas que por falta de lluvias utilizan el 88% de agua en las actividades agrícolas, muchas veces con altos grados de ineficiencia (MINAM, 2017).

Pese a que Tacna está pasando por una escasez hídrica, en febrero del 2017 se tiene registrado 3 conflictos socioambientales que amenazan el abastecimiento hídrico en esta zona.

Primero, el desarrollo de actividades mineras por parte de la empresa SRML Norteamericana XXI, en el distrito de Ticaco, provincia de Tarata. Las organizaciones y pobladores se opusieron por ser incompatible con la agricultura y por afectar la calidad de agua y la salud.

Segundo, el generado por oposición del municipio y organizaciones sociales en la provincia de Candarave contra Southern Peru, debido a la extracción de las aguas subterráneas y superficiales a favor de Cuajone (Moquegua) y Toquepala (Tacna), por lo cual estaría afectando los ríos Tacalaya, Callazas y Salado.

Asimismo, se registró otro conflicto en el distrito de Palca, Provincia de Tacna, por el proyecto minero Pucamarca, por la empresa MINSUR, el cual también afecta los recursos hídricos de la zona (MINAM, 2017).

3.2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

3.2.1. Internacional

3.2.1.1. Procesos para Desalinización de agua de mar aplicando la Inteligencia Competitiva y Tecnológica.

El incremento de la población, la creciente demanda industrial y el aumento de contaminación, se ven afectados los recursos naturales, por lo cual el agua necesaria para la población se transforma en un problema vital y básico, por lo que es necesario el desarrollo de tecnologías con capacidad de aprovechar la disponibilidad de los recursos hídricos, con la consideración de obtener un producto de calidad con bajo costo y con mínimo gasto de energía, para generar el mínimo impacto ambiental. Teniendo en cuenta los índices elevados de contaminación de embalses, ríos y aguas subterráneas, se expone una importante opción: la desalinización del agua de mar para la obtención de agua potable.

En este trabajo se analizaron las ventajas e inconvenientes de varios procesos para desalinización con énfasis en los que representen el menor consumo energético, bajos costos y menor impacto ambiental. Los procesos analizados fueron: ósmosis inversa, electrodiálisis, destilación multi-efecto (MED), evaporación multi-etapa flash (MSF) y destilación por energía solar. (Veza, 2002)

En la actualidad, el proceso más utilizado es el de Evaporación Multi-Etapas Flash (MSF) seguido del de ósmosis inversa y luego más alejados los demás. En la Tabla 1 se mencionan los procesos utilizados para desalar agua de mar, con sus capacidades instaladas. (Veza, 2002)

Tabla 3:

Capacidad instalada de las distintas tecnologías utilizadas en la desalinización.

<u>Tecnología</u>	<u>Capacidad instalada, M3/d</u>	<u>Distribución Porcentual</u>
<u>Evaluación Multi-Etapas Flash (MSF)</u>	10 020 672	44.2%
<u>Ósmosis Inversa (OI)</u>	8 986 209	39.6%
<u>Electrodiálisis (ED)</u>	1 262 929	5.6%
<u>Destilación Multi-Efecto (MED)</u>	921 387	4.1%
<u>Compresión de Vapor (CV)</u>	971 792	4.3%
<u>Destilación Solar</u>	510 043	2.2%
<u>Congelación</u>	210	0.0%
Total	22 674 242	

Fuente: (Veza, 2002)

Otras opiniones como la de Fleming consultor de la American Water Works Association, comenta que el proceso de ósmosis inversa va en crecimiento, y el de MSF se ha estancado, basado en investigaciones sobre el incremento en la venta de membranas a nivel mundial. Los países de Medio Oriente son los que más plantas desalinizadoras tienen (49.8% del total mundial) y utilizan el proceso MSF, pero han ido reponiendo sus nuevas plantas utilizando la ósmosis inversa. (Olson, 2005, p. 74)

Por ende concluyeron que, el método de desalinizar agua de mar por ósmosis inversa agrupa más parámetros eficientes y tecnológicos; otros métodos de desalinizar como es evaporación multietapas flash y multi-efecto podrían ser adecuados, pero implica una inversión muy costosa para iniciar y elevados costos de limpieza y mantenimiento a su vez consumiendo gran cantidad considerable de energía por el cambio de estado físico. Los métodos para desalinizar agua de mar, obviamente su uso es cada vez mayor al pasar el tiempo, por motivo del desmedido uso del agua potable y el incontrolable crecimiento demográfico.

3.2.1.2. Calidad del Agua obtenida de la Desalación

La calidad del agua requerida depende claramente de su uso. Así, para ciertos procesos industriales aguas de hasta 5.000 ppm pueden usarse, pero en otros como centrales eléctricas el límite máximo es ínfimo. En la agricultura, algunos cultivos toleran hasta las 2.000 ppm, aunque ello depende de la tierra, clima, composición del agua salobre, método de riego y fertilizantes aplicados. En cuanto al consumo humano, su límite es de 1.000 ppm, aunque en climas excesivamente cálidos un aporte extra de sales (si son principalmente cloruro sódico) puede ser beneficioso para el cuerpo humano. Aunque el consumo humano es de sólo unos 2-3 litros para ingestión, la desalación no sería ningún problema para este uso, si hubiera otro sistema de abastecimiento de agua de peor calidad para otros servicios propios tales como lavado, riego de jardines, cocinado, etc. (Splieger y El-Sayed, 1994)

La tabla 4 recoge una comparativa de los parámetros más significativos del agua según las distintas normativas antes mencionadas y la Organización Mundial de la Salud. (OMS, 2014)

Tabla 4:

Comparativa de parámetros más significativos del agua según normas o estándares actuales.

Parámetro	80/778/CEE	98/83/CEE	OMS (guía)
Cloruros (máximo como ión)	200 (*)	250	250
Sulfatos (máximo como ión)	250	250	400
Nitratos (máximo como ión)	50		
Alcalinidad (máximo como mg/l de HCO_3)	30	30	
Sodio (máximo como ión)	175 (150)	200	200
Magnesio (máximo como ión)	50	-	
Dureza total (min. como mg/l CA^{++})	60	-	200
TDS (ppm)	1.500	1.500	1.000
pH	6,5 a 8,5	6,5 a 9,5	6,5 a 8,5
Otros		Agua no	

Valor solo recomendado. Fuente: (OMS, 2014)

Muestra la calidad media del agua obtenida por los procesos de OI de un único y doble paso, y los procesos de evaporación.

Tabla 5:

Calidad media del agua obtenida por diferentes procesos de desalación.

	OI (1paso)	OI (2paso)	Evaporación
Ca^{++} (mg/l)	2	0,1	0,5
Mg^{++} (mg/l)	6	0,3	1,5
Na^+ (mg/l)	128	15	12
K^+ (mg/l)	4	0,8	0,5
HCO_3^- (mg/l)	8	0,4	0,1
SO_4^- (mg/l)	11	0,6	3,0
Cl^- (mg/l)	208	23	22
TDS (mg/l)	367	40	40
SiO_2 (mg/l)	0,1	0,0	0,0
CO_2 (mg/l)	23	12	-
pH	5,8	5,2	7,2

Fuente: (OMS, 2014)

3.2.1.3. Aplicación de Energías Renovables a la Desalinización

Existen varios puntos que han hecho que la desalación de agua de mar sea un método atractivo para las energías renovables. Por un lado, la existencia de muchas regiones con escasez de agua desalinizada, que poseen mucho potencial para algún tipo de energía, especialmente eólica o solar. Ya que estas se encuentran ubicadas en zonas donde el viento es un factor climatológico muy frecuente, también zonas que cuentan con un buen nivel de insolación. Además, está el hecho

que, en las numerosas zonas costeras y centros turísticos en la estación de verano, aumenta la demanda de agua potable y la disponibilidad de dichas energías, aumentando el atractivo para el uso de energías renovables en la desalación de agua de mar, ya que en verano la radiación solar está en su máximo para disponer de esta.

Todos estos factores están motivando al incremento del desarrollo de proyectos destinados a la mejora y aumento competitivo de los sistemas de desalinización de agua acoplados a algunas de estas energías renovables, que presentan características apropiadas para este proceso.

Los sistemas fotovoltaicos transforman la radiación solar en energía eléctrica, mientras que los sistemas eólicos transforman la energía cinética del viento en energía eléctrica. Puesto que ambos sistemas producen energía eléctrica, cualquier proceso de desalinización que consuma principalmente este tipo de energía podrá utilizarse para desalinizar el agua mediante el uso de alguna de estas energías renovables. (R. M. Morris, et al. 1991.)

Los elementos principales que componen cualquiera de estos sistemas son (ver Figura 10):

- Sistema de generación eléctrica
- Sistema de almacenamiento de energía eléctrica
- Planta desalinizadora

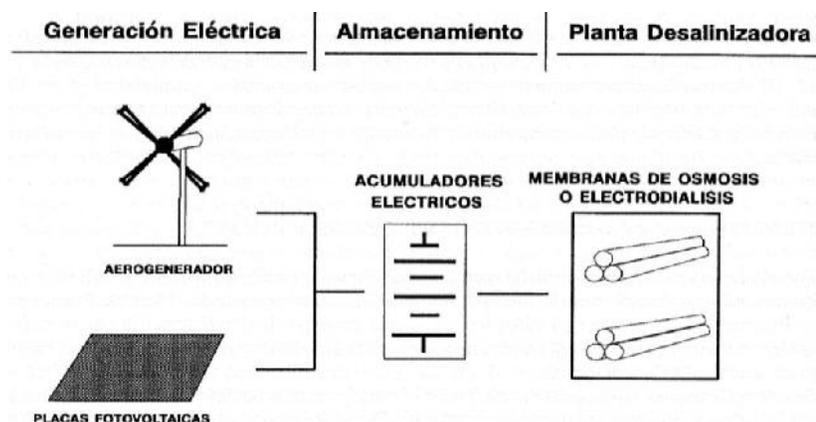


Figura 10: Sistema Solar y Eólico mediante Osmosis Inversa. (Fuente: R. M. Morris, et al. 1991.)

Desde las primeras instalaciones, con un consumo específico que rondaba los 7 kWh/m³ (Torres y Medina, 1999), el consumo de las bombas de la instalación ha ido bajando continuamente. La aparición de los sistemas de recuperación de energía ha contribuido significativamente a ello, al igual que la instalación de bombas de alta presión más eficientes y de mayor tamaño. Por lo tanto, podemos considerar que el consumo específico actualmente varía entre los 3 y 4.5 kWh/m³, aunque en este caso el mínimo consumo puede obtenerse en plantas de pequeño tamaño con sistemas de recuperación de energía de última generación (los últimos avances hablan de 1.85 kWh/m³), como los intercambiadores de presión (Wesson, 2000).

3.2.1.4. Techo Verde

Tipos de Techos Verdes

Intensivos: se considera como jardines convencionales; son accesibles y tienen sustratos espesos que alojan una variedad de plantas, desde comestibles y arbustos, hasta árboles. Los techos requieren de una capa de sustrato mayor a 30 cm. (López, 2010)

Semi- Intensivos: estos sistemas se consideran intermedios debido a que el espesor del sustrato es entre 12 y 30 cm., lo que disminuye la sección de especies vegetales. (García, 2010)

Extensivos: estos son de bajo mantenimiento y generalmente se instalan en lugares inaccesibles. A menudo se plantan en ellas especies con poco requerimiento de humedad, con solo 5 a 15 cm. de sustrato y suelen subsistir con agua de lluvia. La vegetación es de bajo porte, usando generalmente especies endémicas o adaptadas a las condiciones ambientales. Por ellos su mantenimiento es mínimo. (García, 2010)

Componentes de los techos verdes

Para que el sistema de vegetación tenga las condiciones de funcionamiento óptimas, los siguientes componentes que están en la gráfica 1, son necesarios (García, 2010):

- Soporte base que sirve para el apoyo de todos los componentes.
- Membrana impermeabilizante anti- raíz que inhibe el crecimiento radical de las especies vegetales.
- Capa drenante cuya función es recibir las precipitaciones y conducir las hacia los desagües de la cubierta. También puede servir como almacén de agua.
- Capa filtrante que evita el paso de las partículas finas del sustrato hacia la capa drenante.
- Capa de sustrato cuya función es servir de soporte físico a la capa de vegetación, suministrándole los nutrientes, el agua y el oxígeno necesarios.
- Capa de vegetación con una selección de especies vegetales que depende del sistema de naturación elegido.

3.2.1.5. Impacto Ambiental de la Desalinización

El trasvase lleva un impacto ambiental relacionado con la magnitud de las obras a realizar, que afectan principalmente al paisaje. En una planta desaladora, sus impactos ambientales asociados se deben al elevado consumo energético (emisiones de CO₂, SO₂ y NO_x), vertido de efluentes cargados de un contenido salino superior al del equilibrio circundante, y el impacto visual y acústico de las instalaciones y tuberías necesarias. (Valero A., et al. 2001, p. 84)

Una de las cuestiones a los procesos de desalación propuestos por las organizaciones ambientalistas es la distribución del agua residual con elevadas concentraciones de sal llamada salmuera. Se cree que contamina, pero no es así. Lo que hace la ósmosis es un cambio de concentraciones. Una planta puede reintegrar la mitad del agua obtenida del mar con una mayor concentración de sal. Esta se introduce al mar por medio de un emisor a distancia apropiada y con el tipo adecuado de difusor para cada caso, entonces se da un proceso de ósmosis directa. Si mido la salinidad a 5 ó 10 metros de la descarga obtendremos que es ligeramente mayor a lo normal porque la cantidad de agua que se vierte es reducida en comparación con la cantidad de agua en la que se inyecta», explica el representante de la empresa especializada.

3.2.2. Nacional

3.2.2.1. Plantas de Desalinización para abastecimiento de agua en la Ciudad de Ica.

El Perú y particularmente donde se realiza esta investigación la ciudad de Ica el escenario es similar. Como vemos los recursos abundantes están en el agua salada, se necesita una nueva visión sobre este problema y complementar en todo caso lo que ha venido siendo por años el enfoque de solución, es decir únicamente recurrir a los cada día más escasos recursos de agua dulce, impulsando costosos trasvases que vienen por lo general acompañados de conflictos sociales e impactos ambientales que muchas veces son ignorados por los que apuestan por estos proyectos. (Jara W., 2007)

Para un departamento como Ica, líder actual de la agroexportación, casi eminentemente agrícola es vital la solución del problema de falta de agua, pero recurriendo a tecnologías que permitan ser alternativa a la sobreexplotación de su acuífero y a los problemáticos trasvases que incluso en estos momentos nos enfrenta con Huancavelica. Este trabajo se suma al esfuerzo de muchos otros que desde buen tiempo vienen laborando en lograr el objetivo, de dar un abastecimiento seguro de agua para todas las ciudades de la costa que en forma similar subsisten con este problema. (Jara W., 2007)

En la actualidad en el país no se garantiza un buen suministro de agua potable a través de las fuentes de abastecimiento existente, por lo cual se recurre a agua que proviene de las cuencas andinas, ocasionando un conflicto social (caso de Huancavelica- Ica y Arequipa- Moquegua), aparte de generar un elevado costo, y amplio tiempo para empezar su operación.

Por ende concluyeron que, si es factible una planta desalinizadora en la ciudad de Ica, lo cual evitaría seguir con la sobreexplotación de acuífero en Ica, que muestra un nivel preocupante en el descenso de su napa freática.

3.2.3. Diagnóstico de la Región Tacna

3.2.3.1. Población

La ciudad de Tacna ha pasado por un fuerte crecimiento demográfico acompañado de un constante ingreso migratorio principalmente del altiplano, esto se debe a que llegan en busca de oportunidades de trabajo ya que Tacna por su situación fronteriza presenta un alto índice de comercio y turismo especialmente del país vecino de Chile (INEI, 2018). Este crecimiento originó que se crearan 3 nuevos distritos urbanos (Ciudad Nueva, Alto de la Alianza, Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa) y la asimilación de parte del distrito de Pocollay al área urbana tacneña.

Para ver el aspecto demográfico de la Provincia de Tacna, se tomaron en cuenta 10 Distritos: Tacna, Alto de la Alianza, Ciudad Nueva, Calana, Pocollay, Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa, Inclán, Pachía, Sama y La Yarada- Los Palos.

En el ámbito de estudio se localiza una población de 343 960 habitantes, según datos estadístico proporcionados por el INEI, dentro de un análisis de crecimiento poblacional desde el año 2007 al 20.

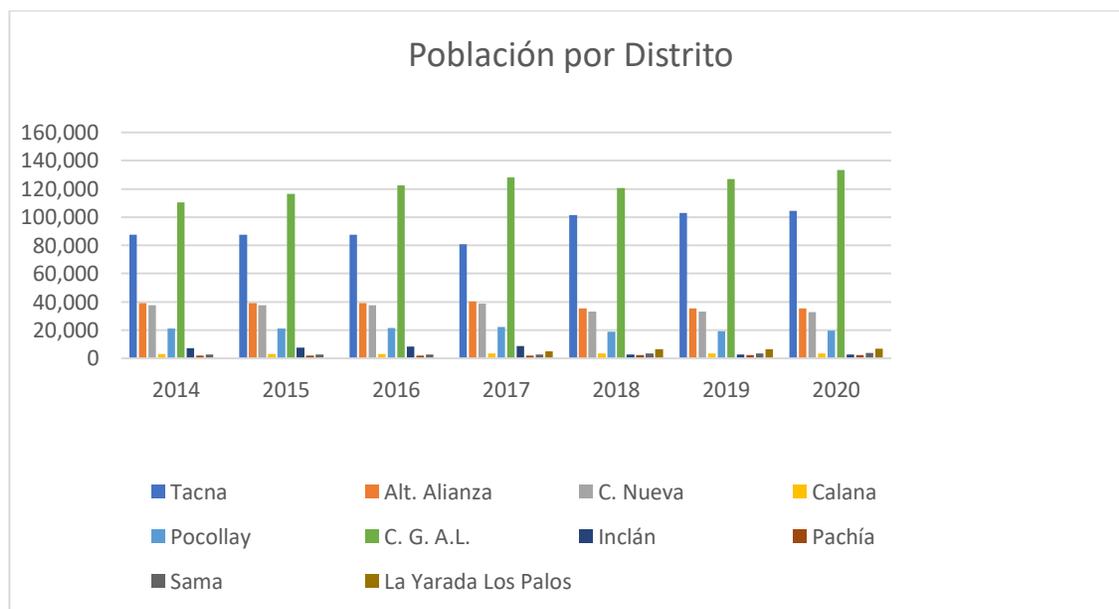


Figura 11: Población por Distrito - Tacna. (Fuente: Elaboración Propia.)

Tabla 6:

Población por Distrito -Tacna.

	Provincia de Tacna	Distrito Tacna	Distrito Alto de la Alianza	Distrito Ciudad Nueva	Distrito Celana	Distrito Pocollay	Distrito Crnl. Gregorio Albarracín Lanchipa	Distrito Incañ	Distrito Pachia	Distrito Sama	Distrito La Yarada Los Palos
2007	278,469	101,024	37,657	36,386	2,787	18,119	71,944	4,251	2,134	2,556	0
2008	283,424	99,403	37,988	36,687	2,846	18,556	77,054	4,596	2,115	2,562	0
2009	288,306	97,635	38,272	36,934	2,901	18,981	82,327	4,962	2,095	2,568	0
2010	293,676	96,293	38,732	37,355	2,967	19,470	87,153	5,205	2,078	2,574	0
2011	298,311	94,087	38,825	37,422	3,012	19,833	93,015	5,698	2,055	2,580	0
2012	302,852	91,847	38,900	37,471	3,055	20,189	98,914	6,205	2,032	2,586	0
2013	307,608	89,707	39,030	37,573	3,102	20,566	104,699	6,670	2,010	2,592	0
2014	312,311	87,496	39,123	37,639	3,146	20,929	110,567	7,162	1,987	2,598	0
2015	316,964	85,228	39,180	37,671	3,189	21,278	116,497	7,684	1,964	2,604	0
2016	321,351	83,053	39,292	37,755	3,235	21,648	122,324	8,163	1,942	2,610	0
2017	326,563	80,846	39,385	37,822	3,279	22,011	128,185	8,655	1,919	2,616	4,985
2018	329,914	101,639	35,272	33,044	3,278	19,008	120,575	2,865	2,218	3,435	6,515
2019	336,271	103,125	35,319	32,991	3,355	19,240	127,017	2,779	2,251	3,564	6,630
2020	343,960	104,314	35,258	32,834	3,424	19,425	133,338	2,688	2,277	3,686	6,726

Fuente: Elaboración Propia.

3.2.3.2. Proyección de Crecimiento

Para conocer la población de la provincia de Tacna en la actualidad se consideró la población del censo del 2017 y la población estimada desarrollada por el INEI.

Se estima que en los próximos 10 años en Tacna se registrará un crecimiento medio anual de 1.5%, calculando la tasa de crecimiento de cada uno de los 10 Distritos que abarcan el área de estudio, se proyecta que Tacna para el 2050 alcanzara una población de 533,761 habitantes.

Tabla 7:

Población de proyección al 2050.

Año	Provincia de Tacna
2017	326,563
2018	329,914
2019	336,271
2020	343,960
2025	367,871
2030	396,302
2035	426,929
2040	459,924
2045	495,469
2050	533,761

Fuente: Elaboración Propia.

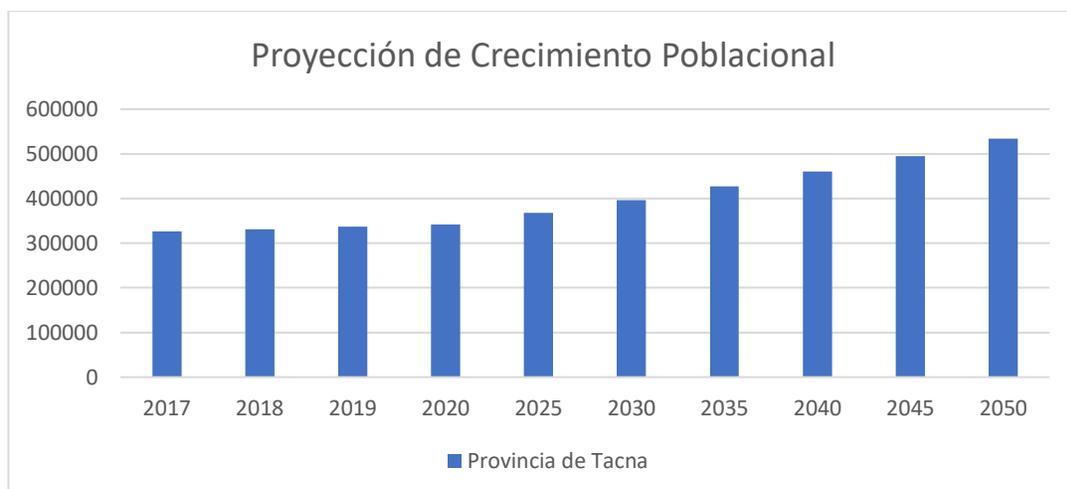


Figura 12: Proyección de crecimiento de la población de la Provincia de Tacna. (Fuente: Elaboración Propia.)

3.2.3.3. Fuentes de Captación y Almacenamiento de Agua Potable

Tacna es abastecida por medio de la captación de agua del Río Casiri, Río Paucarani, Río Condorpico, Canal Caplina, Canal Uchusuma, Pozo Ayro, Pozo Sobraya y Pozos de Viñani.

Luego se dispone a almacenarlas en los diferentes reservorios en la Localidad de Tacna (ver figura 14), para proceder a el abastecimiento del servicio de agua potable.

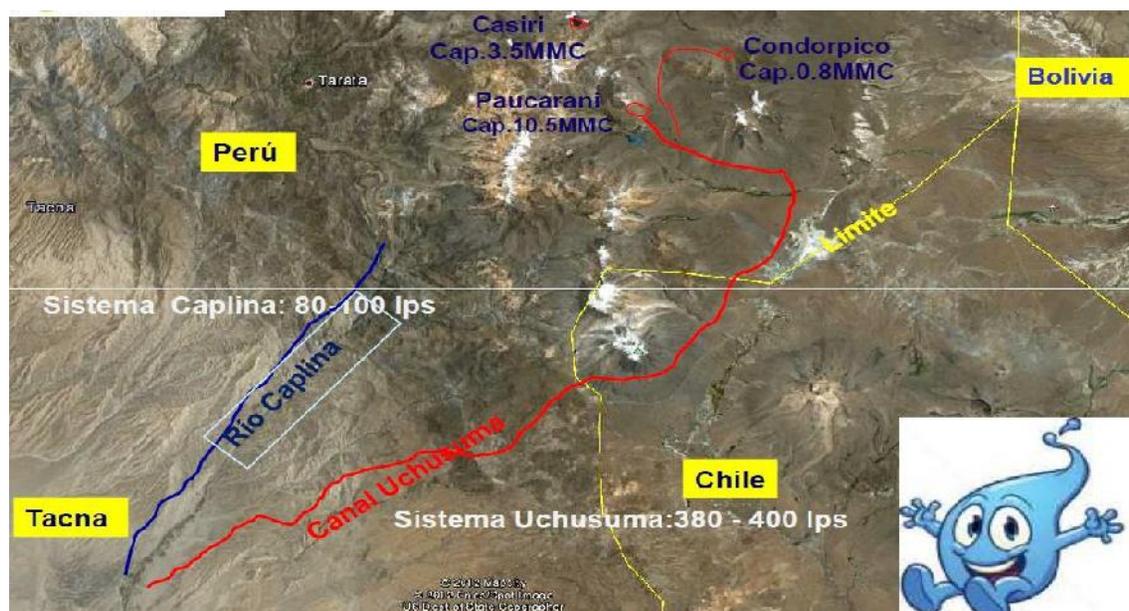


Figura 13: Fuentes de Captación Superficial. (Fuente: Danixza P.- EPS TACNA S.A.C.(2014)).



Figura 14: Almacenamiento Reservorios EPS Tacna. (Fuente: Danixza P.- EPS TACNA S.A.C.(2014)).

Tabla 8:

Reservorios disponibles en la Localidad de Tacna.

RESERVORIOS DISPONIBLES DE LA LOCALIDAD DE TACNA								
RESERVORIOS			CARACTERISTICAS					
IDENTID.	NOMBRE	Ubicación	Vol. (m3)	Tipo	Sección	Estado	Tipo de agua	Adm.
R-01	Calana	Planta Agua Potable Calana Carretera Pachia	2,000	Apoyado	Circular	Bueno	Agua Potable	EPS
R-02	Pocollay	Reservorio Pocollay Av. Celestino Vargas	1,500	Apoyado	Circular	Bueno	Agua Potable	EPS
R-03	Sobraya	Parque Perú	1,000	Apoyado	Rectangular	Bueno	Agua Potable	EPS
R-04	Alto Lima	Planta Alto Lima Prolongación Alto Lima s/n	4,000	Semienterrado	Rectangular	Regular	Agua Potable	EPS
R-05	Para Chico	Av. Ejercito 1era cuadra Para Chico Leguía	600	Apoyado	Circular	Bueno	Agua Potable	EPS
R-06	Cono Norte	Parte alta AAPITAC	800	Apoyado	Circular	Bueno	Agua Potable	EPS
R-07	Alto Lima	Planta Alto Lima Prolongación Alto Lima s/n	3,500	Apoyado	Rectangular	Regular	Agua Potable	EPS
R-08	Alto Lima	Planta Alto Lima Prolongación Alto Lima s/n	3,500	Apoyado	Rectangular	Regular	Agua Potable	EPS
R-09	Tarapaca	Frente al cuartel Tarapaca	4,000	Semienterrado	Circular	Bueno	Agua Potable	EPS
R-10	Cono Norte	Parte alta Ciudad Nueva	2,250	Apoyado	Circular	Bueno	Agua Potable	EPS
R-11	Cono Norte	Av. Humbol III Etapa Alfonso Ugarte Cono Sur	1,250	Apoyado	Circular	Bueno	Agua Potable	EPS
R-12	Ciudad Perdida	Ciudad Perdida	2,250	Apoyado	Circular	Bueno	Agua Potable	EPS
R-13	EB2	Av. Humbol III Etapa Alfonso Ugarte Cono Sur	450	Apoyado	Circular	Bueno	Agua Potable	EPS
R-14	11 Asociaciones	Parte Alta de Cono Norte 11 Asociaciones	2,250	Apoyado	Circular	Bueno	Agua Potable	EPS
R-15	Viñani	Frente al Cerro Arunta	2,250	Apoyado	Circular	Bueno	Agua Potable	EPS
R-01L	Reservorio	Ciudad Locumba Prov. Jorge Basadre	32	Apoyado	Rectangular	Bueno	Agua Potable	EPS
R-01P	Reservorio Pachia	Distrito de Pachia	150	Apoyado	Rectangular	Bueno	Agua Potable	EPS
R. Paucarani	Represa	Alto Perú Cordillera Barroso	8'500,000	Represa	Talud Natural	Bueno	Agua Cruda	EPS
R. Condorpi	Represa	Alto Perú Cordillera Barroso	800,000	Represa	Talud Natural	Bueno	Agua Cruda	TACNA
R. Casiri	Represa Casiri	Parte Alta Queb. Chungara Kallapuma	3'500,000	Represa	Talud Natural	Bueno	Agua Cruda	ALA TACNA
Embalse 01	Poza 01	Cerro Blanco Piedras Blancas Distrito Calana	380,000	Semienterrado	Rectangular	Bueno	Agua Cruda	EPS
Embalse 02	Poza 02	Cerro Blanco Piedras Blancas Distrito Calana	380,000	Semienterrado	Rectangular	Bueno	Agua Cruda	EPS
Embalse 03	Poza 03	Cerro Blanco Piedras Blancas Distrito Calana	380,000	Semienterrado	Rectangular	Bueno	Agua Cruda	EPS
C- 1	Embalse CB	Cerro Blanco Piedras Blancas Distrito Calana	50,000	Semienterrado	Rectangular	Bueno	Agua Cruda	EPS
C-2	Embalse CB	Cerro Blanco Piedras Blancas Distrito Calana	60,000	Semienterrado	Rectangular	Bueno	Agua Cruda	EPS

Fuente: Danixza P.- EPS TACNA S.A.C.(2014).

3.2.3.4. Continuidad y presión promedio de agua potable según la EPS en la Ciudad de Tacna.

Según información de la entidad prestadora de servicios EPS Tacna los horarios de abastecimiento y presión proporcionada de agua potable varía según sector, siendo en algunos casos a diferentes horas del día.

Tabla 9:

Continuidad y presión promedio en la Ciudad de Tacna.

CONTINUIDAD Y PRESIÓN PROMEDIO EN LA CIUDAD DE TACNA	
SECTOR	CONTINUIDAD
Sector I Ciudad Nueva	13 horas
Sector II Pocollay	24 horas
Sector III Pj. Grau. Bolognesi	17 horas
Sector IV Alto de la Alianza	12 horas
Sector V Casco Urbano	19 horas
Sector VI Para Chico, P. Grande, Pj. Leguía	24 horas
Sector VII Gregorio Albarracín	22 horas

Fuente: Danixza P.- EPS TACNA S.A.C.(2014).

En el cuadro de continuidad y presión promedio en la ciudad de Tacna elaborado por la EPS, podemos observar las horas de continuidad con un mínimo de 12 horas y un máximo de 24 horas diarias.

3.2.3.5. Relación entre Oferta y Demanda del Agua Potable

La relación entre oferta y demanda de población servida de las Localidades de Tacna entre los años 2012 y 2017 oscilan entre 90.6% y 96.8%, esto tomando en cuenta los datos de población de la EPS Tacna, mostrados en la Tabla 8 que está por debajo de la población censada por el INEI que es de 351 220 habitantes en el presente año 2017.

Tabla 10:

Proyección de la Demanda de Agua Potable por Localidad.

Año	Tacna			Pachia			Locumba			Total EPS		
	Tot. Hab.	Pob. Servida		Tot. Hab.	Pob. Servida		Tot. Hab.	%	Hab.	Tot. Hab.	Pob. Servida	
		%	Hab.		%	Hab.					%	Hab.
2012	287,450	91.1	261,872	406	96.3	391	1,231	90.6	1,116	289,087	91.1	263,379
2013	293,532	91.0	267,114	403	96.8	390	1,277	91.0	1,162	295,212	91.0	268,666
2014	299,743	91.3	273,665	401	96.8	388	1,325	91.0	1,206	301,469	91.3	275,259
2015	305,978	91.5	279,969	398	96.8	385	1,373	91.0	1,249	307,749	91.5	281,604
2016	312,235	92.0	287,256	396	96.8	383	1,422	91.0	1,294	314,053	92.0	288,934
2017	318,516	93.0	296,220	393	96.8	380	1,472	91.0	1,340	320,381	93.0	297,940

Fuente: Danixza P.- EPS TACNA S.A.C.(2014).

La situación hídrica entre oferta y demanda de la captación de agua de Tacna según población censada del EPS Tacna, indica que el déficit promedio por año del 2014 es de 28.26% y en el año 2019 es de 36.09%. este déficit ira aumentando con el transcurso de los años cómo podemos observar en la tabla 9.



Figura 15: Déficit de captación de agua en lps de la Ciudad de Tacna según EPS Tacna. (Fuente: Danixza P.- EPS TACNA S.A.C. (2014)).

Tabla 11:

Proyección de la Demanda de Agua Potable de Localidad Tacna a 2050.

Año	Población	Demanda lps.	Oferta	Déficit	% Déficit
2012	287450	951.47	712.00	239.47	25.17
2013	293532	971.96	712.00	259.96	26.75
2014	299743	992.53	712.00	280.53	28.26
2015	305978	1013.17	712.00	301.17	29.73
2016	312235	1033.89	712.00	321.89	31.13
2017	333433	1103.12	712.00	391.12	35.46
2018	334788	1108.17	712.00	396.17	35.75
2019	336434	1114.02	712.00	402.02	36.09
2020	341480	1130.73	712.00	418.73	37.03
2021	343334	1136.87	712.00	424.87	37.37
2022	349553	1157.46	712.00	445.46	38.49
2023	355773	1178.06	712.00	466.06	39.56
2024	361992	1198.21	712.00	486.21	40.58
2025	367871	1218.12	712.00	506.12	41.55
2030	396302	1311.78	712.00	599.78	45.72
2035	426926	1413.66	712.00	701.66	49.63
2040	459924	1522.93	712.00	810.93	53.25
2045	495469	1640.63	712.00	928.63	56.60
2050	523693	1734.08	712.00	1022.08	58.94

Fuente: Elaboración propia.

Esto influye que en los reservorios de tratamiento y almacenamiento ubicados en diferentes puntos no trabajen al 100%, ocasionando déficit entre oferta y demanda de varios metros cúbicos de agua potable diarios. ver figura 17 y figura 18.

LOCALIDAD DE TACNA		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Demanda Total	M3	36,216	37,673	39,130	40,746	42,365	44,043	45,780	47,574	49,441	51,373	53,372	55,443	57,588	59,808	62,110	64,493	66,962	69,518	72,167	74,908	77,750	80,692	83,740	86,896	90,166	93,552	97,059	100,691	104,454	108,350	112,389	
Oferta Total	M3	26,000	26,000	33,100	33,100	35,600	36,100	38,100	38,100	38,100	38,100	38,100	38,100	38,100	38,100	38,100	38,100	38,100	38,100	38,100	38,100	38,100	38,100	38,100	38,100	38,100	38,100	38,100	38,100	38,100	38,100	38,100	38,100
Balance		-10,216	-11,673	-6,030	-7,646	-9,285	-8,443	-7,680	-9,474	-11,341	-13,273	-15,272	-17,343	-19,488	-21,708	-24,010	-26,393	-28,862	-31,418	-34,067	-36,808	-39,650	-42,592	-45,640	-48,796	-52,066	-55,452	-58,959	-62,591	-66,354	-70,250	-74,289	

Figura 16: Balance de Oferta Demanda Tratamiento de Almacenamiento – Tacna. (Fuente: Plan Maestro Optimizado Actualizado 2013-2043. EPS Tacna S.A.C.)

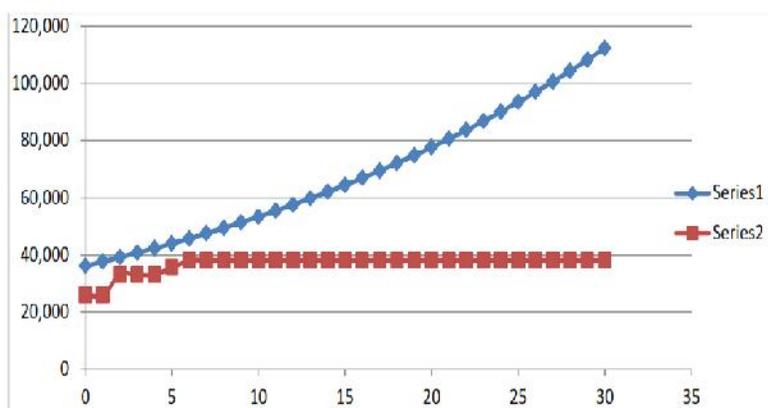


Figura 17: Balance de Oferta Demanda Tratamiento de Almacenamiento – Tacna. (Fuente: Plan Maestro Optimizado Actualizado 2013-2043. EPS Tacna S.A.C.)

3.2.3.6. Calidad de Agua Potable

La calidad del agua es una condición fundamental en proyectos de agua potable. La calidad del agua se determina por tres parámetros que son: Físicos, Químicos y Bacteriológicos, los aspectos físicos y bacteriológicos se pueden mejorar con procesos de filtros y desinfección respectivamente, Los aspectos químicos no se pueden modificar por tanto son los de mayor cuidado.

Las entidades encargadas de hacer el reglamento de la calidad del agua y hacer su debido control y regulación son el Ministerio de Salud (MINSA), el Ministerio del Ambiente (MINAM), la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS), la Autoridad Nacional del Agua (ANA) y la Autoridad Local del Agua (ALA).

Tabla 12:

Límites máximos permisibles de parámetros químicos inorgánicos y orgánicos.

Parámetros Inorgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Antimonio	mg Sb L ⁻¹	0,020
2. Arsénico (nota 1)	mg As L ⁻¹	0,010
3. Bario	mg Ba L ⁻¹	0,700
4. Boro	mg B L ⁻¹	1,500
5. Cadmio	mg Cd L ⁻¹	0,003
6. Cianuro	mg CN ⁻ L ⁻¹	0,070
7. Cloro (nota 2)	mg L ⁻¹	5
8. Clorito	mg L ⁻¹	0,7
9. Clorato	mg L ⁻¹	0,7
10. Cromo total	mg Cr L ⁻¹	0,050
11. Flúor	mg F L ⁻¹	1,000
12. Mercurio	mg Hg L ⁻¹	0,001
13. Níquel	mg Ni L ⁻¹	0,020
14. Nitratos	mg NO ₃ L ⁻¹	50,00
15. Nitritos	mg NO ₂ L ⁻¹	3,00 Exposición corta 0,20 Exposición larga
16. Plomo	mg Pb L ⁻¹	0,010
17. Selenio	mg Se L ⁻¹	0,010
18. Molibdeno	mg Mo L ⁻¹	0,07
19. Uranio	mg U L ⁻¹	0,015

Nota 1: En caso de los sistemas existentes se establecerá en los Planes de Adecuación Sanitaria el plazo para lograr el límite máximo permisible para el arsénico de 0,010 mgL⁻¹. Fuente: Reglamento de la calidad de agua para consumo humano: D.S.N°031-2010-SA.(2011).

Tabla 13:

Resultado de calidad de las aguas de la Provincia de Tacna.

Centro Poblado / Localidad	As mg/L 0.01
Pachia	0.00204
Balneario Los Palos	0.02
Sama	0.31
Inclán	0.15
Tacna	0.06
Pocollay	0.05
Calana	0.06
Alto de la Alianza	0.05
Ciudad Nueva	0.05
Tacna	0.02
Gregorio Albarracin	0.0045

Fuente: Elaboración Propia.

El 63% de la provincia de Tacna presenta riesgo por contaminación de agua para el consumo humano. Es necesario resaltar que, en el caso de la provincia de Tacna, concentra el 93% del total de población de la región.

3.3. BASES TEORICAS

3.3.1. Planta Desalinizadora De Agua De Mar Sorek en Israel.

Israel tiene más agua de la que necesita. Pero incluso con el cambio radical que se inició en 2007 para el uso consiente de agua, Israel todavía necesitaba alrededor de 1,9 millones de metros cúbicos de agua potable por año y sólo estaba obteniendo 1,4 millones de metros cúbicos de fuentes naturales. Ese déficit de 500 millones de metros cúbicos era la razón por la que el mar de Galilea estaba drenando como una bañera sin tapón y la razón por la que el país estaba a punto de perder sus granjas.

“Sorek establece nuevos referentes en la industria en cuanto a tecnología de desalinización, capacidad y costo de agua. Proporciona agua limpia y potable a más de 1,5 millones de personas, que comprenden el 20% de la demanda de agua municipal de Israel, lo que alivia la escasez de agua potable del país, a la vez que minimiza el impacto al medio ambiente terrestre y marino”. (Rowan J., 2016)

Tabla 14:

Tabla de características de Planta Desalinizadora de Agua de Mar Sorek en Israel.

CARACTERÍSTICAS	
Caudal	624 000 m ³ /día (7 222 l/seg)
Tecnología	Ósmosis inversa (OI)
Tipo de proyecto	Construir-Operar-Transferir (BOT)
Ubicación	Sorek, Israel
Huella	100 000 m ² (10 ha)
Fecha de puesta en marcha	2013

Fuente: Elaboración propia (IDE Technologies.)

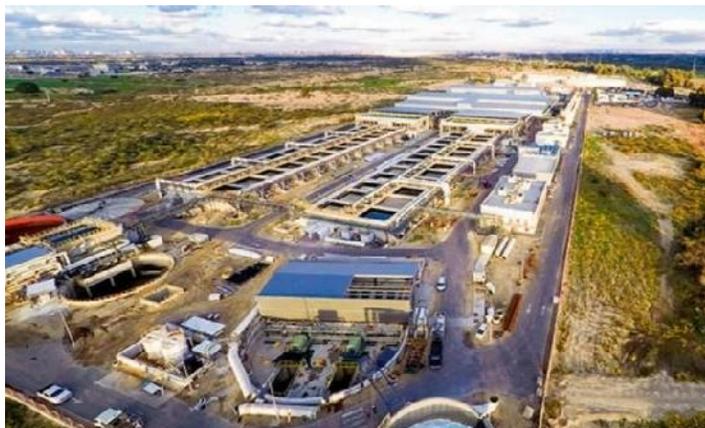


Figura 18: Planta Desalinizadora De Agua De Mar Sorek en Israel.

“Se minimiza el impacto en el medio ambiente marítimo, en la costa y en tierra gracias al hincado de largas tuberías de gran diámetro, elegante diseño estructural y tratamiento de lodos para garantizar una reducción en el consumo de energía y productos químicos”. (Rowan J. 2016)

3.3.2. Planta Desalinizadora De Agua De Mar Tianjin SDIC.

La SDIC (Corporación Estatal de Desarrollo e Inversión) de China necesitaba un suministro confiable y sustentable de agua limpia en la vecindad de la central eléctrica de Tianjin, a 200 km al noreste de Beijing.

La solución de Destilación multi-efecto de IDE es un concepto de ganancia para todos. La planta de energía Tianjin en Beijing es un sistema de ingeniería a gran escala compuesto por una central eléctrica, planta desalinizadora de agua de mar y sal producida de la salmuera, que es manejado por un sistema integrado en el cual las tres partes son interdependientes.

Tabla 15:

Tabla de características de Planta Desalinizadora de Agua de Mar Tianjin SDIC.

CARACTERÍSTICAS	
Caudal	200 000 m ³ /día (2 315 l/seg)
Tecnología	Destilación multi- efecto (MED)
Tipo de proyecto	Ingeniería – suministro - construcción (EPC)
Ubicación	Hangu, Tianjin, China
Superficie ocupada	125 m x 160 m
Fecha de puesta en marcha	2010, 2013

Fuente: Elaboración propia (IDE Technologies.)



Figura 19: Planta Desalinizadora De Agua De Mar Tianjin SDIC.

El sistema se alimenta del calor residual generado por la central de electricidad Tianjin SDIC, por lo que se reducen los costos y se minimiza la descarga de calor que produce la planta a la atmósfera.

Usando una nueva tecnología, el sistema recicla la salmuera resultante de la desalinización en piscinas de evaporación, para la producción de tabletas de sal pura.

Una tecnología especial de circulación cerrada de agua de mar elimina la dependencia de recursos de agua externos.

“Después de la exitosa instalación de las primeras cuatro unidades, SDIC seleccionó a IDE para ampliar la planta desalinizadora y alcanzar un caudal total de 200.000 m³/día”. (Rivka B. 2011).

3.3.3. Diseño de Planta Desalinizadora para Chile

Colomina (2016) en su tesis “Proyecto de Diseño de una Planta Desalinizadora con sistema de osmosis inversa para producir 20000 m³/día”. La cual tuvo como objetivo el subministrar agua potable para la localidad de Coliumo en Chile, que es una de las más castigadas por la sequía. Actualmente un 20% de los 55 000 habitantes se encuentra sin acceso a agua corriente, teniendo que recurrir al reparto de agua en camión cisterna, un sistema poco efectivo. (p. 6-7)

La localidad ha recibido una fuerte inversión en el sector pesquero por parte del gobierno chileno, del que se nutre la población. Sin embargo, la falta de agua corriente supone un grave problema para dicho sector: por muy bueno que sea el día de pesca, si no se dispone de hielo para conservar el pescado fresco, no se va a poder proceder a su exportación. Para la cual se requiere aproximada mente 8 000 m³/día. (Colomina M.2016, p. 6-7)

Tabla 16:

Tabla de características de proyecto de Planta Desalinizadora De Agua De Mar para la localidad de Coliumo.

CARACTERÍSTICAS		Fuente:
Caudal	20 000 m ³ /día	
Tecnología	Ósmosis Inversa (OI)	
Poblacion servida	55 000 hab.	
Consumo medio por persona	0.16 m ³ /día	
Ubicación	Coliumo, Chile	
Superficie ocupada	8 000 m ²	

Elaboración propia.



Figura 20: Ubicación de proyecto de Planta Desalinizadora De Agua De Mar para la localidad de Coliumo.

3.3.4. Diseño de planta desalinizadora de agua de mar en Montañita.

Cóndor (2016) en su tesis “Proyecto de Diseño de planta desalinizadora de agua de mar en Montañita”. La cual tuvo como objetivo ofrecer agua potable y disminuir el índice de enfermedades en las comunidades de Montañita en Ecuador. (p. 4)

La falta de fuentes de agua potable en cantidades y con la calidad requeridas y confiables, pone en riesgo la salud, la economía de la población y su buena alimentación; por esta razón, se requiere una fuente de abastecimiento basado en una tecnología apropiada y adecuada que permita utilizar como materia prima el agua de mar, tan abundante. Es decir, una tecnología para desalinizar el agua de mar de esta población costera, para de esta manera mejorar su calidad de vida. (Cóndor V. 2016, p. 4)

Tabla 17:

Tabla de características de proyecto de Planta Desalinizadora De Agua De Mar para la comunidad de Montañita.

CARACTERÍSTICAS	
Caudal	1 000 m ³ /día
Tecnología	Ósmosis Inversa (OI)
Población servida promedio	5 100 hab.
Consumo medio por persona	0.14 m ³ /día
Ubicación	Montañita, Ecuador
Superficie ocupada	4 000 m ²

Fuente: Elaboración propia.

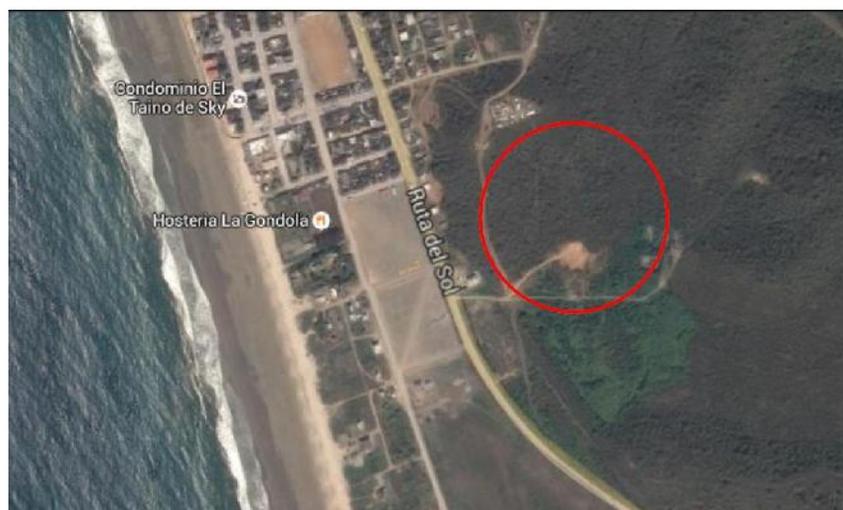


Figura 21: Ubicación de proyecto de Planta Desalinizadora De Agua De Mar para la comunidad de Montañita.

3.3.5. ENTIDAD PRESTADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO TACNA SOCIEDAD ANÓNIMA (EPS TACNA S.A.)

La EPS TACNA S.A. viene administrando los sistemas de agua potable y alcantarillado en tres localidades: Tacna, Pachía y Locumba. Respecto a la localidad de Tacna, está compuesto por los distritos de Tacna, Alto de la Alianza, Ciudad Nueva, Pocollay y Gregorio Albarracín. Este diagnóstico operativo comprende información correspondiente a agosto 2018.

El sistema integral de agua potable de la localidad de Tacna está compuesto por los siguientes componentes: 2 captaciones de aguas superficiales, 7 captaciones de aguas subterráneas, 9 165 m de tuberías de línea de conducción de agua cruda, 16 reservorios operativos y 1 reservorio no operativo con un volumen

total de 30 650 m³, 38 338 m de tuberías de líneas de conducción de agua tratada, 90 055 m de redes primarias y 745 652 m de redes de secundarias.

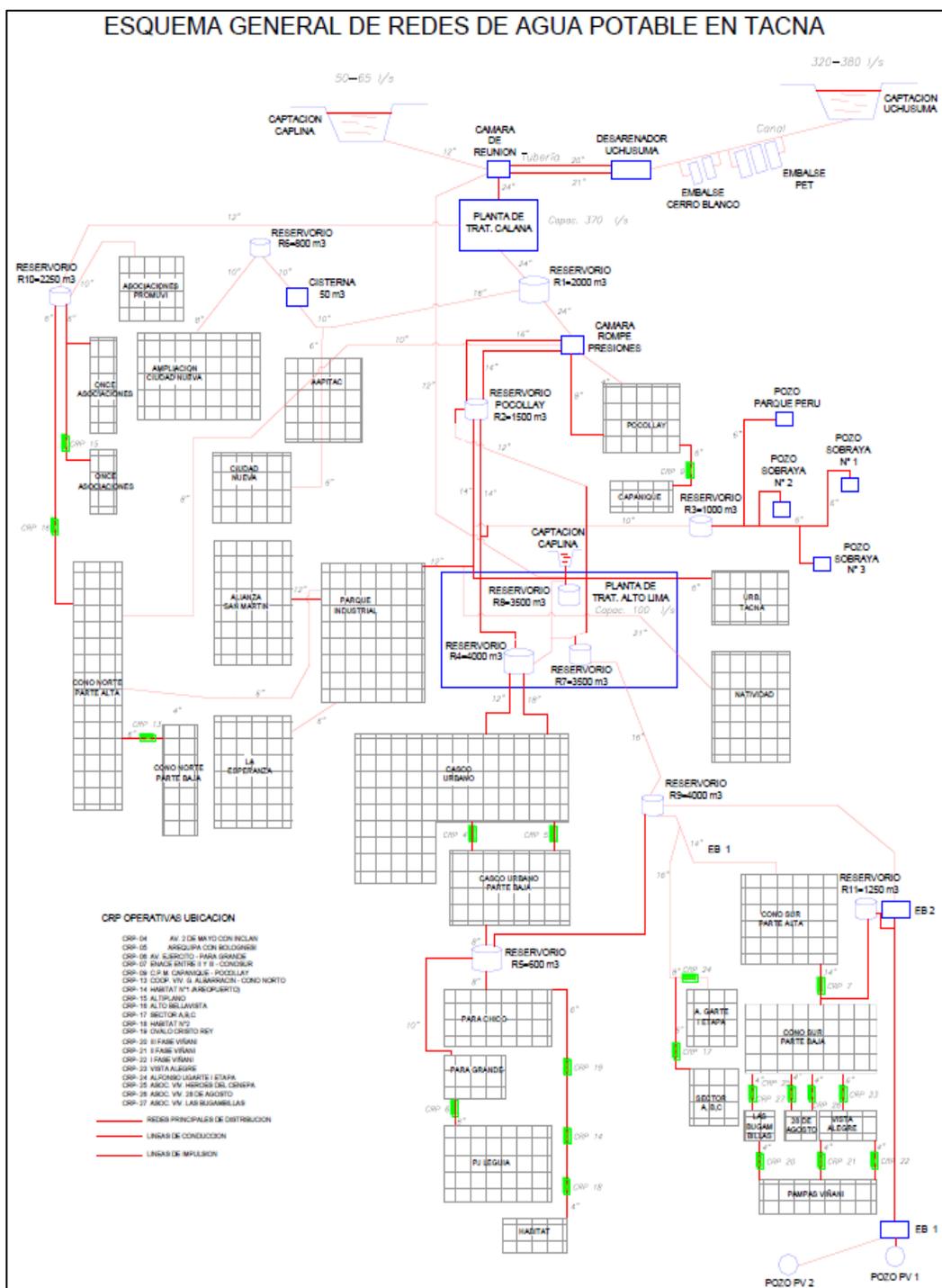


Figura 22: Esquema General de Redes de Agua Potable en Tacna. (Fuente: Gerencia de Regulación Tarifaria (GRT) – SUNASS)

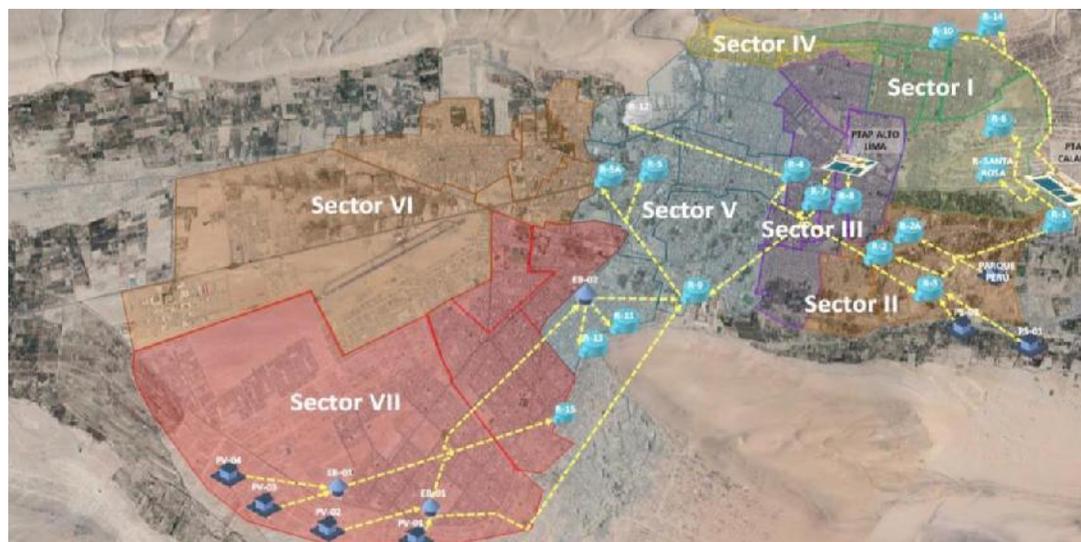


Figura 23: Esquema de sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Tacna. (Fuente: Gerencia de Regulación Tarifaria (GRT) – SUNASS)

3.3.5. Cuadro Comparativo de Proyectos de Inversiones Públicas y Privadas.

Tabla 18:

Cuadro Comparativo de Proyectos de Inversiones Públicas y Privadas

Descripción	m3/d	Caudal Anual	Precio	Costo de Obra (\$)	kw/h Total	kw/h X m3
		m3	/m3 (\$)			
Plantas desalinizadoras de agua de mar						
Investigacion de grado Ivan Garcia 2018	64800.00	23652000.00	\$ 0.56	\$ 27,762,671.04	158112.00	2.44
Mexico Ciudad de Lapaz 2007	7500.00	2737500.00	\$ 0.53	\$ 4,760,000.00	22500.00	3.00
Sorek Israel	800000.00	292000000.00	\$ 0.58	\$ 400,000,000.00	1952000.00	2.44
Ashod Israel	384000.00	140160000.00	\$ 0.66	\$ 300,000,000.00	936960.00	2.44
Port Stanvac Australia Adelaida	300000.00	109500000.00	\$ 0.56	\$ 150,000,000.00	732000.00	2.44
Victoria Australia	200000.00	73000000.00	\$ 0.56	\$ 100,000,000.00	488000.00	2.44
Alicante-II España	65000.00	23725000.00	\$ 0.50	\$ 32,500,000.00	120250.00	1.85
Nuevo Proyecto						
Tacna La Yarada -Los Palos (1er Etapa)	80000.00	29200000.00	\$ 0.50	\$ 55,000,000.00	148000.00	1.85
Tacna La Yarada -Los Palos (2da Etapa)	80000.00	29200000.00	\$ 0.50	\$ 35,000,000.00	148000.00	1.85
Tacna La Yarada -Los Palos (Proyección)	160000.00	58400000.00	\$ 0.50	\$ 90,000,000.00	148000.00	1.85
EPS TACNA						
Demanda	45780.00	16709700.00	\$ 1.02	\$ -	89271.00	1.95
Oferta	38100.00	13906500.00	\$ 1.02	\$ -	74295.00	1.95
Déficit	7680.00	2803200.00	\$ 1.02	\$ -	14976.00	1.95
Planta Calana Ampliacion	100 l/s		\$ 1.02	\$ 588,071.64		
Proyecto VILAVILANI - primera etapa				\$ 262,000,000.00		

Fuente: Elaboración propia.

3.4. DEFINICIONES BÁSICAS

3.4.1. La desalinización o desalación

“Es el proceso de eliminar la sal del agua de mar o salobre, obteniendo agua dulce. Las plantas desalinizadoras o desaladoras son instalaciones industriales destinadas a la desalinización. Para la desalinización podemos tomar bien agua del mar o bien aguas salobres para su utilización como agua bruta o agua de alimentación “(López y Mejías, 2000, p. 16).

3.4.2. Recursos Hídricos

“Los recursos hídricos son los cuerpos de agua que existen en el planeta, desde los océanos hasta los ríos pasando por los lagos, los arroyos y las lagunas. Estos recursos deben preservarse y utilizarse de forma racional ya que son indispensables para la existencia de la vida”. (Andreu y Capilla, 1993, p. 29)

3.4.3. Estrés Hídrico

“Denomina a la situación caracterizada por una demanda mayor de agua, que la cantidad disponible durante un periodo determinado; también se genera estrés hídrico cuando el uso del agua se ve restringido por su baja calidad”. (Luna-Flores, et al., 2012, p. 343)

3.4.4. Ósmosis Inversa

“Proceso en el cual se fuerza al agua a pasar a través de una membrana semi-permeable, desde una solución más concentrada en sales disueltas u otros contaminantes a una solución menos concentrada, mediante la aplicación de presión”. (Dévora- Isiorda et al., 2016, p. 160)

3.4.5. Acuífero

“Es un terreno rocoso permeable dispuesto bajo la superficie, en donde se acumula y por donde circula el agua subterránea. Una zona de saturación, que es la situada encima de la capa impermeable, donde el agua rellena completamente los poros de las rocas”. (Guevara y Cartaa., 1991, p. 358)

3.4.6. Recursos Naturales

“Son aquellos bienes que pueden obtenerse de la naturaleza sin mediar la intervención de la mano del hombre. Estos tienen una influencia positiva en la economía al ayudar a su desarrollo y satisfacer necesidades de la población”. (Alaniz, N., 2008, p. 171)

3.5 ANTECEDENTES REFERENCIALES

3.5.1. ESTUDIO DE CASO 1

3.5.1.1 Planta Desalinizadora Adelaide, Australia

A. Aspectos Generales

o Ubicación:

El proyecto se localiza al sur de Australia, en el centro de la ciudad de Adelaide, en el antiguo puerto Port Stanvac.



Figura 24: Ubicación de la Planta Desalinizadora Adelaide.

o Descripción del proyecto

Esta Planta Desalinizadora fue construida con un presupuesto de \$ 150,000,000.00 (Dólares), para proporcionar seguridad hídrica a largo plazo para el sur de Australia. Entrega agua potable desde diciembre del 2012, a través de dos plantas de ósmosis inversa idénticas, cada una es capaz de producir 150 megalitros por día, para abastecer a una población de 2 millones de habitantes. Esta planta se abastece de agua de mar a través de un recolector ubicado a 1 km de la costa y luego de ser tratada, se procede a ser bombeada

hasta los tanques de almacenamiento en Happy Valley ubicado a 14 km de la planta, para proceder al abastecimiento de la población.



Figura 25: Planta Desalinizadora Adelaide.



Figura 26: Planta Desalinizadora Adelaide.

o **Emplazamiento:**

El proyecto se encuentra emplazado en un terreno de forma irregular, con un área total de 27,5 ha y un área construida de 3,84 ha, entre área administrativas, área de tratamiento, estación de bombeo, entre otras.

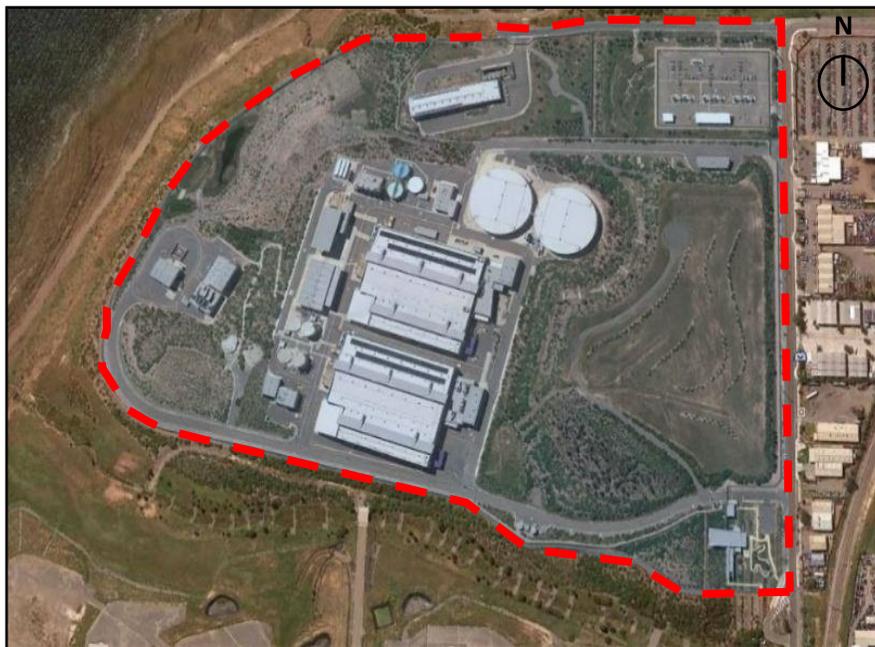


Figura 27: Emplazamiento - Planta Desalinizadora Adelaide.

B. Análisis Funcional

o Circulación:

La Planta Desalinizadora cuenta con un ingreso principal peatonal, un ingreso principal vehicular y dos ingresos vehiculares secundarios. El recorrido en general es vehicular por la magnitud de la planta y corredores principales y secundarios en la planta de ósmosis para mantenimiento u operación existente y accesos secundarios en las demás áreas ya que son de bajo tránsito peatonal.



Figura 28: Circulación peatonal y vehicular - Planta Desalinizadora Adelaide.

○ **Zonificación:**

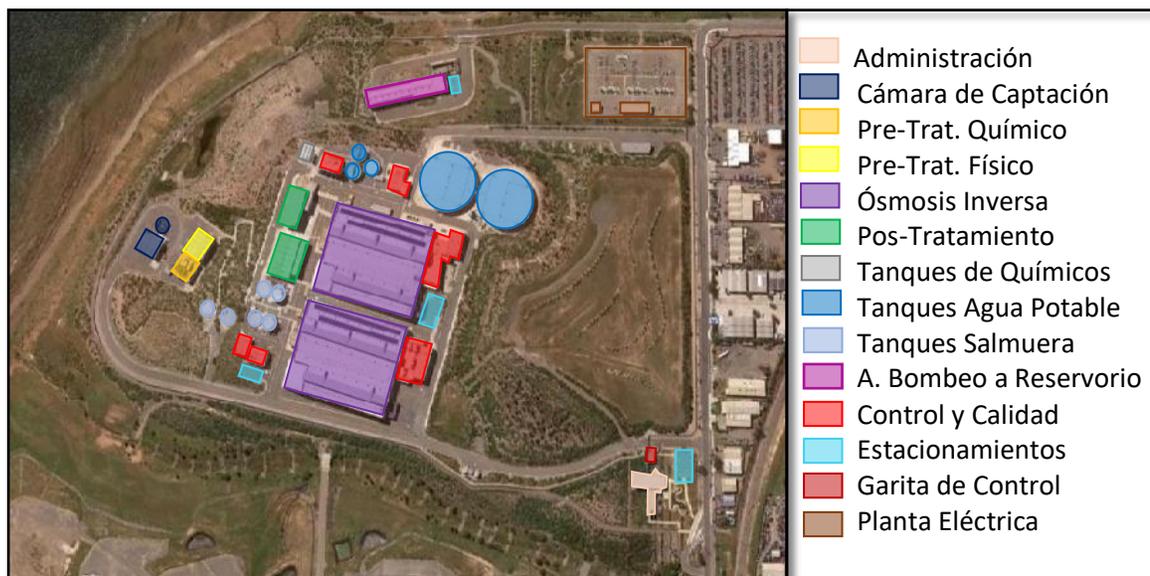


Figura 29: Zonificación - Planta Desalinizadora Adelaide.

C. Análisis Espacial

Todas las áreas están separadas en bloques, pero a su vez agrupadas de acuerdo al circuito de proceso de desalinización y cuentan con áreas de control (monitoreo) y control de calidad. El proyecto se construyó respetando la topografía del terreno.

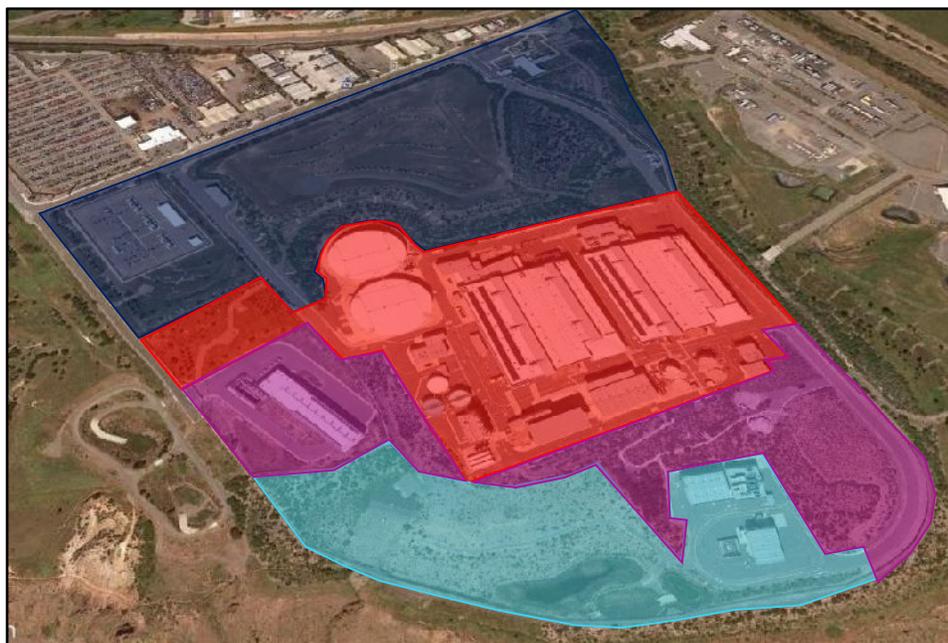


Figura 30: Organización espacial - Planta Desalinizadora Adelaide.

D. Análisis Formal

El proyecto está compuesto por formas geométricas, jugando con las alturas y a su vez adicionando y sustrayendo en caso de las áreas principales de proceso de Ósmosis Inversa.



Figura 31: Análisis Formal - Planta Desalinizadora Adelaide.

E. Análisis Tecnológico

El proyecto está estructurado a partir de una trama de vigas y columnas H, las cuales permiten concebir espacios amplios. Los muros son de concreto con acabado en una trama rectangular, con colores en escala de grises.



Figura 32: Análisis Tecnológico - Planta Desalinizadora Adelaide.

La utilización de vidrios decorativos en las fachadas de colores en escala de azul y verde con perfiles de aluminio que a su vez permiten una gran iluminación, así mismo grandes tragaluces para iluminación natural y ahorro de energía durante el día.



Figura 33: Análisis Tecnológico - Planta Desalinizadora Adelaide.

El sistema de admisión utilizado en la planta se diseñó para reducir la velocidad de agua, esto minimiza el riesgo de que cualquier vida marina quede atrapada en la toma de agua.

El proyecto cuenta con paneles solares y sistema de recuperación de energía, para garantizar el mínimo consumo energético en todo el proceso de la planta.

3.5.2. ESTUDIO DE CASO 2

3.5.2.2 Planta Desalinizadora Victoria, Australia

A. Aspectos Generales

o Ubicación:

El proyecto se localiza al sureste de Australia, en el Estado de Victoria, en las costas de la Ciudad de Wonthaggi.



Figura 34: Planta Desalinizadora Victoria.

o Descripción del proyecto

La planta de desalinización fue construida con un presupuesto de \$ 100,000,000.00 (Dólares) y comprende 29 edificios, incluido el edificio de ósmosis inversa, con una capacidad de producción de 150 mil millones de litros de agua al año y la capacidad de ampliarse a 200 mil millones de litros al año. Cuenta con dos túneles subterráneos ubicados a 15 metros debajo del lecho marino de 1.2 km y 1.5 km de largo y cada uno con un diámetro interno de 4 metros, y estructuras marinas de entrada y salida asociadas ubicadas a más de 20 metros debajo de la superficie del mar. A través de dos tuberías de 84 km de distancia y un diámetro de 1,9 metros, proporciona agua desalinizada a las comunidades de Melbourne, South Gippsland y Westernport, según corresponda.



Figura 35: Planta Desalinizadora Victoria.



Figura 36: Planta Desalinizadora Victoria.

o **Emplazamiento:**

El proyecto se encuentra emplazado en un terreno de forma irregular, con un área total de 58 ha y un área construida de 3,87 ha, entre área administrativas, área de tratamiento, estación de bombeo, entre otras.



Figura 37: Emplazamiento - Planta Desalinizadora Victoria.

B. Análisis Funcional

o Circulación:

La Planta Desalinizadora cuenta con un ingreso principal peatonal y dos ingresos vehiculares. Cuenta con circulaciones amplias entre los bloques de todo el proceso de desalación. Asu ves cuenta con caminerías entre las áreas de recreación pasiva de todo el proyecto.

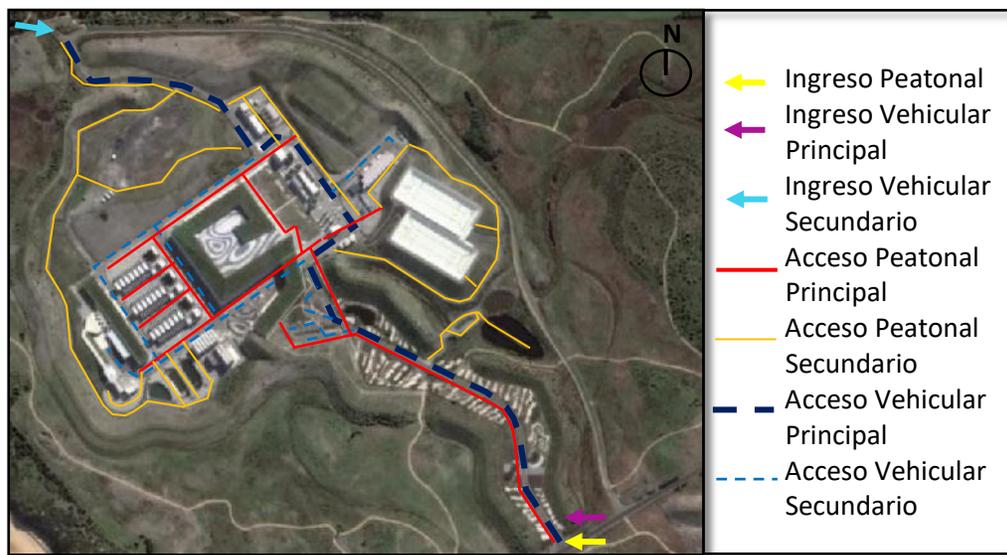


Figura 38: Circulación - Planta Desalinizadora Victoria.

o Zonificación:

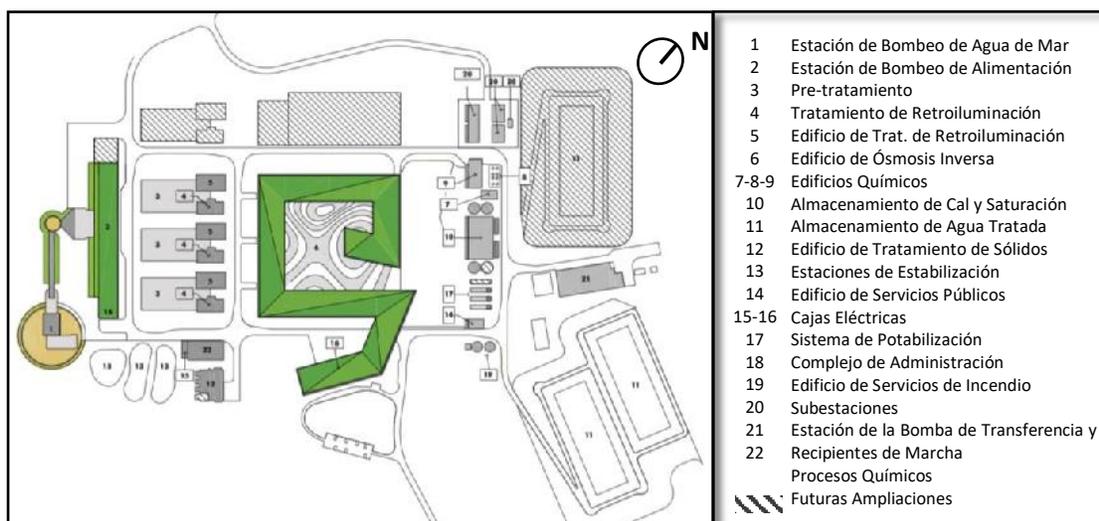


Figura 39: Zonificación - Planta Desalinizadora Victoria.

C. Análisis Espacial

Todas las áreas están separadas en bloques, pero a su vez agrupadas y alineados según el orden del proceso de desalación. Con jerarquía en el bloque central, que es el encargado del proceso de Ósmosis Inversa y Administración. Asu ves cuenta con áreas de respaldo, control, monitoreo y seguridad en puntos específicos para un correcto funcionamiento de la planta.

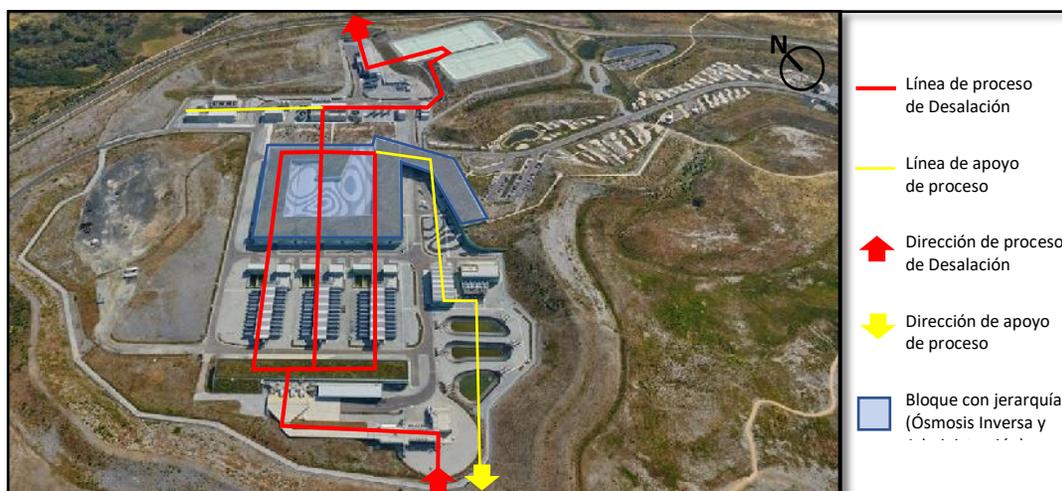


Figura 40: Análisis Espacial - Planta Desalinizadora Victoria.

D. Análisis Formal

El proyecto está compuesto por formas geométricas, los edificios muestran en algunos casos techos inclinados, en especial el edificio principal para lograr una integración con el entorno inmediato, en forma de dunas para obtener un mínimo el impacto visual.



Figura 41: Análisis Formal - Planta Desalinizadora Victoria.

E. Análisis Tecnológico

El proyecto cuenta con una trama de marco estructural de acero galvanizado, las cuales permiten concebir espacios amplios. Los muros son de concreto con acabado en una trama rectangular. Cuenta con techos inclinados y un tratamiento de techo verde para lograr la integración con el paisaje. Asimismo el techo verde protege al edificio de la corrosión y disminuye el ruido ocasionado por la planta desaladora.



Figura 42: Análisis Estructural - Planta Desalinizadora Victoria.

La utilización de vidrios decorativos en las fachadas de colores en escala de verdes con perfiles de aluminio que a su vez permiten una gran iluminación para iluminación natural y ahorro de energía durante el día.



Figura 43: Análisis Estructural - Planta Desalinizadora Victoria.

El sistema de admisión utilizado en la planta se diseñó para reducir la velocidad de agua, esto minimiza el riesgo de que cualquier vida marina quede atrapada en la toma de agua.

El proyecto a su vez es alimentado por energía eólica y por un sistema de recuperación de energía, para garantizar el mínimo consumo energético en todo el proceso de la planta.

3.5.3. RESUMEN DE LOS ESTUDIOS DE CASOS

Tabla 19:

Aportes de los estudios de casos.

ESTUDIO DEL CASO	PLANTA DESALINIZADORA ADELAIDE, AUSTRALIA	PLANTA DESALINIZADORA VICTORIA, AUSTRALIA
ASPECTO FUNCIONAL	Tiene un ingreso principal hacia el área administrativa y los bloques dispuestos de la parte posterior a la frontal siguiendo el proceso de producción para terminar en el bombeo del agua a los reservorios de la ciudad.	Cuenta con ingreso principal y secundario a la planta y una circulación amplia entre los bloques de cada proceso. Asu ves con caminerías entre áreas de recreación pasiva.
ASPECTO ESPACIAL	Planos deprimidos respetando la topografía y los bloques separados, pero a su vez agrupadas de acuerdo al circuito de proceso de desalinización	Los bloques separados, pero a su vez alineados según el orden del proceso de desalación.
ASPECTO FORMAL	Compuesto por formas geométricas a diferentes alturas, adicionando y sustrayendo volúmenes.	Compuesto por formas geométricas y en algunos casos techos inclinados.
ASPECTO TECNOLÓGICO	<p>Uso de sistema de osmosis inversa, proporciona una mejor calidad de agua para el consumo.</p> <p>Proporciona agua a la ciudad de Adelaida, ubicada a 14 km de la planta con un sistema de bombeo subterráneo.</p> <p>Uso de energía fotovoltaica para la reducción de consumo energético.</p> <p>Uso de sistema de captación de agua con reducción de velocidad, para minimizar el impacto marino.</p>	<p>Uso de sistema de osmosis inversa, proporciona una mejor calidad de agua para el consumo.</p> <p>Asu vez implementación de sistema de osmosis directa para recuperar energía a través de la presión del sistema de osmosis inversa y reducción de consumo energético.</p> <p>Proporciona agua a 3 ciudades en el estado de Victoria, ubicado a 84 km de la planta mediante un sistema de bombeo subterráneo.</p> <p>Cuenta con un tratamiento de techo verde para lograr la integración y proteger a su vez al edificio de la corrosión y disminuyendo el ruido hacia el exterior.</p> <p>Uso de energía eólica para garantizar el mínimo consumo energético.</p> <p>Captación de agua a través de conductores verticales y más anchos para reducir un 75% la velocidad de succión y ocasionar menor impacto acuático.</p>

Fuente: Elaboración propia.

3.6. ANTECEDENTES NORMATIVOS

3.6.1. MINISTERIO DEL AMBIENTE (MINAM): Ver Anexo 2

DISPOSICIONES PARA LA IMPLEMENTACION DE LOS ESTANDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA) PARA AGUA

- Categorías de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua que pueden ser potabilizada con métodos avanzados.
- Metodologías para el monitoreo de muestras de análisis, estación de monitoreo, ensayos estandarizados en laboratorios acreditados, y mediciones en campo.

3.6.2. REGLAMENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO: Ver Anexo 3

TÍTULO II: GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

- Gestión de calidad del agua para el consumo humano en cuanto a la vigencia sanitaria, control, supervisión, fiscalización sanitaria, autorización, registros y aprobaciones sanitarias.
- Entidades de la gestión de la calidad del agua para consumo humano.

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS QUÍMICOS INORGÁNICOS Y ORGÁNICOS

Parámetros Inorgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Antimonio	mg Sb L ⁻¹	0,020
2. Arsénico (nota 1)	mg As L ⁻¹	0,010
3. Bario	mg Ba L ⁻¹	0,700
4. Boro	mg B L ⁻¹	1,500
5. Cadmio	mg Cd L ⁻¹	0,003
6. Cianuro	mg CN ⁻ L ⁻¹	0,070
7. Cloro (nota 2)	mg L ⁻¹	5
8. Clorito	mg L ⁻¹	0,7
9. Clorato	mg L ⁻¹	0,7
10. Cromo total	mg Cr L ⁻¹	0,050
11. Flúor	mg F ⁻ L ⁻¹	1,000
12. Mercurio	mg Hg L ⁻¹	0,001
13. Níquel	mg Ni L ⁻¹	0,020
14. Nitratos	mg NO ₃ L ⁻¹	50,00
15. Nitritos	mg NO ₂ L ⁻¹	3,00 Exposición corta 0,20 Exposición larga
16. Plomo	mg Pb L ⁻¹	0,010
17. Selenio	mg Se L ⁻¹	0,010
18. Molibdeno	mg Mo L ⁻¹	0,07
19. Uranio	mg U L ⁻¹	0,015

El cuadro muestra los Límites Máximo Permisibles de Parámetros Químicos, los cuales no deben ser superiores para obtener la Aprobación Sanitaria del Agua para el consumo humano.

3.6.3. AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA (ANA): Ver Anexo 4

Título II: Parámetros de eficiencia para el aprovechamiento de los recursos hídricos

- Los parámetros son valores que permiten una evaluación de forma objetiva, para el uso eficiente del agua en la producción o uso poblacional y de infraestructuras hidráulicas según el caso.
- Los parámetros de eficiencia que se aplican a las infraestructuras hidráulicas son de almacenamiento de agua, captación de agua y distribución de agua.
- Los parámetros de eficiencia para usuarios son de aprovechamiento de agua, de uso de agua otorgado e intensidad de uso.

3.6.4. AUTORIDAD LOCAL DEL AGUA (ALA): La Autoridad Local del Agua (ALA) se rige bajo la normativa y parámetros dispuestos en el reglamento de la Autoridad Nacional del Agua (ANA).

3.6.5. NORMAS ISO: Ver Anexo 5

- La **Norma ISO 24510** desarrolla una relación de los componentes del servicio en relación con los usuarios, con el objetivo centrado en el servicio respecto las necesidades y expectativas de los usuarios.
- Por parte de las **Normas ISO 24511** e **ISO 24512** los temas a tratar son comunes, dado que ambas se centran en las entidades prestadoras de agua, realizando en primer lugar una explicación de los componentes tanto físicos, de infraestructura como de gestión o institucionales que deben llevar a término dichas entidades. Además de remarcar las metas que deben tener fijadas.

3.6.6. REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES: Ver Anexo 6

NORMA A.010:

- Los ambientes y los espacios de circulación deben contar con las áreas necesarias para un correcto funcionamiento.
- La altura mínima de los ambientes y parte más baja de techos inclinados será de 2.30 m.
- Altura mínima de espacios de equipos o instalaciones será de 2.10 m.
- Considerar estacionamientos públicos con un ancho de 2.50 m de ancho.

NORMA A.060:

- Se llama equipamiento industrial aquella donde se realice actividades de transformación de materia prima.
- Los equipamientos industriales deben contar con condiciones de seguridad, permitir correcto proceso productivo, proporcionar sistemas de protección del medio ambiente.
- Los proyectos industriales requieren de la elaboración de estudio de impacto ambiental y estudio de seguridad integral.
- Deberá contar con estacionamientos necesarios para vehículos del personal y de visitantes.
- Contar con espacios de circulación para carga, descarga y mantenimiento de las áreas de producción.
- Los ingresos deben contar con puertas con medidas más grandes de los vehículos usados.
- Los ambientes deberán contar con iluminación natural y/o artificial.
- Los ambientes deberán contar con vanos necesarios que permitan la renovación de aire de manera natural.
- Deben cumplir con un plan de seguridad indicando las vías de evacuación.
- Las áreas que generen ruidos deberán contar con algún tipo de aislante acústico.
- La dotación de servicios higiénicos se dará según la cantidad de trabajadores.
- Se deberá contar con 1 ducha por cada 10 trabajadores.
- Los equipamientos industriales con más de 1 000 m² de área construida, deberán cumplir con requisito de accesibilidad de personas discapacitadas.

3.6.7. MINISTERIO DE COMERCIO EXTERIOR Y TURISMO(MINCETUR):**LEY N° 26856: Ver Anexo 7**

- La franja de dominio restringido para la construcción de viviendas o edificaciones es de 200 m en paralelo al mar, solo si el terreno fue incorporado al dominio privado o público hasta antes del 1997, en este caso solo se respetaría 50 m.

3.6.8. Plan de Contingencia de Seguridad.

Tabla 20:

Plan de Contingencia de Seguridad

NORMAS Y ESTÁNDARES DE SEGURIDAD Y OPERACIÓN DE UNA PLANTA DESALADORA DE AGUA		
APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	CONTENIDOS
<p>1. Identificar las normas de seguridad vigentes, para el trabajo en una planta desaladora de agua.</p>	<p>1.1. Describe las condiciones de trabajo seguras para el trabajo en una planta desaladora de agua, según la normativa legal vigente.</p> <p>1.2. Identifica las condiciones de trabajo expuestas en la Ley de Subcontratación N° 20.123.</p> <p>1.3. Identifica los requerimientos para el almacenaje y transporte de sustancias peligrosas de acuerdo a la normativa vigente.</p> <p>1.4. Identifica los riesgos laborales presentes en una planta desaladora de agua.</p> <p>1.5. Identifica las condiciones para el manejo manual de carga de acuerdo a la normativa vigente.</p> <p>1.6. Describe los elementos de protección personal de uso obligatorio para la operación de una planta desaladora de agua, según las normas de seguridad y prevención de riesgos vigentes.</p> <p>1.7. Identifica las señaléticas de seguridad en su lugar de trabajo.</p>	<p>1. Normativa legal de seguridad vigentes: Decreto Supremo N° 594, sobre condiciones ambientales en el lugar de trabajo.</p> <p>Ley de Subcontratación N° 20.123. Norma chilena de almacenaje y transporte de sustancias peligrosas NCh 2120 y NCh 2190.</p> <p>Riesgos laborales en el área de trabajo específica (DAS: Derecho a Saber (Deber de Informar)).</p> <p>Ley de Manejo Manual de Carga N°20.001. Ley de Ozono N° 20.096 (Sobre Protección rayos ultra violeta).</p> <p>Prácticas de seguridad según la normativa. Ley N° 20.105 (sobre Materias relativas a la publicidad y el consumo de tabaco).</p> <p>Elementos de protección personal: casco; guantes; zapatos de seguridad; antiparras; chaleco reflectante; cinturón de seguridad.</p> <p>Señalética de seguridad: señalética de peligro eléctrico; señalética de peligro mecánico.; señalética de peligro químico.</p>
<p>2. Evaluar condiciones de seguridad del espacio de trabajo, de acuerdo a estándares establecidos.</p>	<p>2.1. Reconoce las condiciones de seguridad del entorno, necesarias para operar el equipo de la planta desaladora de agua.</p> <p>2.2. Identifica condiciones estándar y subestándar en la realización de su actividad laboral.</p> <p>2.3. Evalúa las condiciones a las que estará sometido el equipo durante el turno de trabajo</p> <p>2.4. Aplica el plan de acción ante emergencias, por inconvenientes en las condiciones de funcionamiento de la planta desaladora de agua.</p>	<p>2. Condiciones de seguridad en ambientes de trabajo: Condiciones de higiene y seguridad en el trabajo.</p> <p>Riesgos potenciales en la operación de una planta desaladora de agua.</p> <p>Riesgos asociados al manejo de sustancias tóxicas y corrosivas. (DAS: Derecho a Saber).</p> <p>Prevención de riesgos del entorno. Condiciones estándar y subestándar del entorno: vías de desplazamiento y evacuación; trabajo en suelo resbaladizo; trabajo en zonas abiertas o confiadas.</p> <p>Condiciones estándar y subestándar del equipo para su operación: estado del estanque; niveles del estanque; capacidad de motores y bomba. Condiciones medioambientales. Procedimientos de acción ante emergencias.</p>
<p>3. Aplicar los procedimientos de seguridad y operación de una planta desaladora de agua.</p>	<p>3.1. Identifica los límites de tolerancia equipo de los diferentes componentes de una planta desaladora, según manuales técnicos de seguridad en la operación.</p> <p>3.2. Aplica procedimientos de seguridad frente a incidentes comunes, de acuerdo a estándares establecidos.</p> <p>3.3. Identifica los lugares autorizados y contenedores respectivos para los residuos de filtros, membranas, partes y piezas.</p>	<p>3. Procedimientos de seguridad en la operación de la planta desaladora de agua: Límites de tolerancia de los diversos componentes de la planta. Acciones subestándares y riesgosas que en la operación de una planta desaladora de agua: transitar entre líneas de flujo del agua durante su funcionamiento; chequear equipo en áreas restringidas; manipular equipos eléctricos energizados; realizar cambios de implementos sin las herramientas correspondientes.</p> <p>Procedimientos de seguridad frente a incidentes comunes producidos en este tipo de plantas: electrocución; atrapamiento; caída del mismo y distinto nivel; golpes; cortes. Manejo seguro de residuos.</p>

Fuente: Ministerio del Trabajo y Prevención social- Gobierno de Chile (2017).

CAPÍTULO IV:

4. LOS RESULTADOS

4.1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO

El trabajo de campo se desarrolló entre el 8 de noviembre del 2018 y el 20 de enero del 2019, en los 10 Distritos seleccionados de la Provincia de Tacna que abarcara el proyecto, en los cuales se encuentran los Distritos de: Tacna, Alto de la Alianza, Ciudad Nueva, Calana, Pocollay, Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa, Inclán, Pachía, Sama y La Yarada- Los Palos. La encuesta elaborada incluye preguntas sobre el usuario, la empresa EPS y conocimientos sobre una Planta Desalinizadora de agua de mar.

Según el Cálculo de Muestra realizado se arán 183 encuestas divididas entre los 10 distritos tomados para la investigación. El número de encuestas por distrito se dispondrá de el porcentaje de población de cada distrito.

En la primera parte contiene preguntas sobre el usuario como edad, genero, Distrito en el que vive, si cuenta con una vivienda unifamiliar o multifamiliar y de cuantas personas esta conformadas su familia. En lo que respecta a la empresa EPS se realizaron preguntas con respecto a si cuenta con servicio de agua potable, calidad de servicio, presión de agua, horas de abastecimiento, etc. Y por último si sabe que es una Planta Desalinizadoras de agua de mar y si estaría de acuerdo en su construcción.

4.2. DISEÑO DE LA PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Se presentarán un total de 183 encuestas, las cuales contienen 12 preguntas con sus respectivas respuestas, a su vez contarán con gráficos circulares para mostrar los datos procesados de las interrogantes mediante porcentajes. Para finalizar se elaborará un cuadro resumen del análisis de todas estas preguntas realizadas en la encuesta, para la validez de las hipótesis de la investigación. **(VER ANEXO 8)**

4.3. PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

4.3.1. Resultados

1.- ¿En qué distrito de Tacna vive Ud.?



Figura 44: Distritos encuestados. Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico se muestra el porcentaje dispuesto para cada Distrito proporcional a la cantidad de habitantes, tomando como el 100% los 343 960 habitantes que corresponde a la sumatoria de los 10 Distritos de la Provincia de Tacna, que están inmersos en la investigación para este proyecto.

2.- ¿Ud. vive en una vivienda unifamiliar (casa) o vivienda multifamiliar (edificio)?, marque con una X.

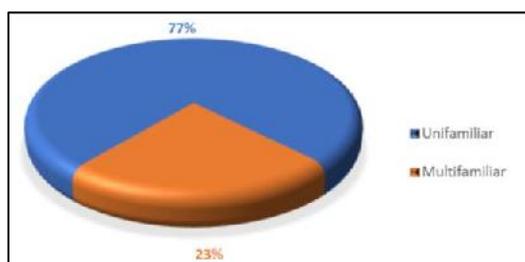


Figura 45: Porcentaje de viviendas unifamiliares y multifamiliares. Fuente: Elaboración propia.

3.- ¿De cuántas personas está conformada su familia?

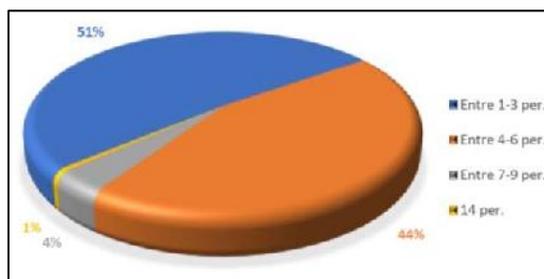


Figura 46: Cantidad de personas en el hogar. Fuente: Elaboración propia.

4.- ¿Ud. cuenta con servicio de agua potable en su domicilio?, marque con una X.

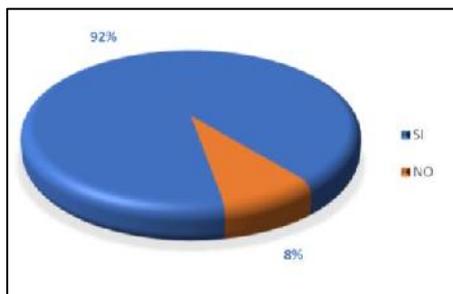


Figura 47: Personas que cuentan con servicio de agua potable. Fuente: Elaboración propia.

En el siguiente gráfico se muestra que un 8% de la población encuestada no cuenta con servicio de agua potable, entre ellos se encuentra los Distritos de La Yarada los Palos, Inclán y Sama.

5.- ¿Cómo califica el servicio brindado por la empresa EPS Tacna S.A.C.?, donde 1 es muy malo y 5 es muy bueno.

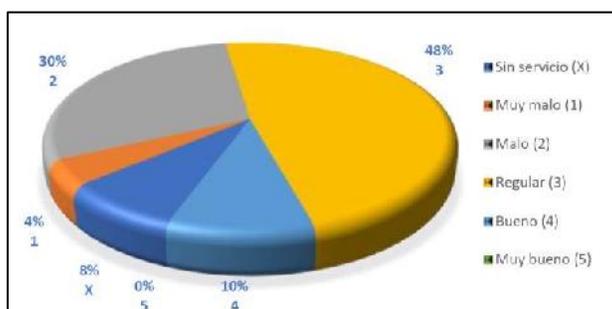


Figura 48: Calificación de servicio de agua. Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico se muestra una calificación de 3 (Regular) con un porcentaje de 48% siguiéndole por la calificación de 2 (Malo) con un 30%, llegando a la conclusión de un servicio brindado de regular a malo, teniendo muy descontenta a la población de la Provincia de Tacna.

6.- ¿Ud. cuenta con cisterna o tanque de agua en su domicilio?, marque con una X.

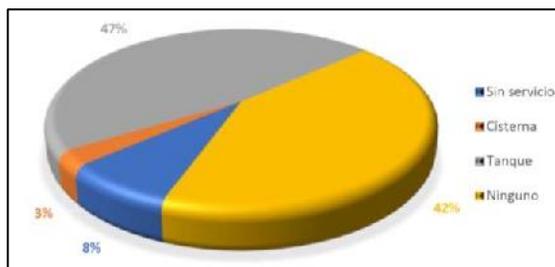


Figura 49: Almacenamiento de agua. Fuente: Elaboración propia.

7.- ¿Ud. cuenta con una buena presión de agua potable durante el tiempo de abastecimiento?, califique la presión marcando con una X, donde 1 es muy malo y 5 es muy bueno.

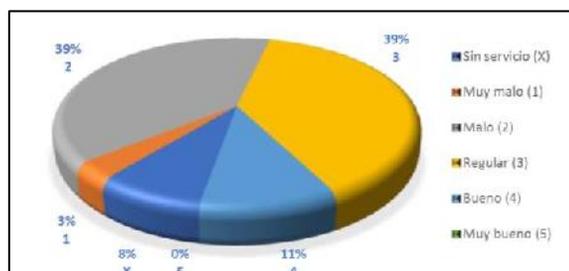


Figura 50: Calificación de presión de agua. Fuente: Elaboración propia.

El gráfico muestra que la mayoría de la población califica el servicio de agua potable con una baja presión, con una calificación mostrada en el gráfico de 3 con porcentaje de 39% para presión regular y de 2 con un porcentaje 39% de presión mala.

8.- ¿Cuántas horas al día usted cuenta con abastecimiento de agua potable? ¿Y entre qué horas?

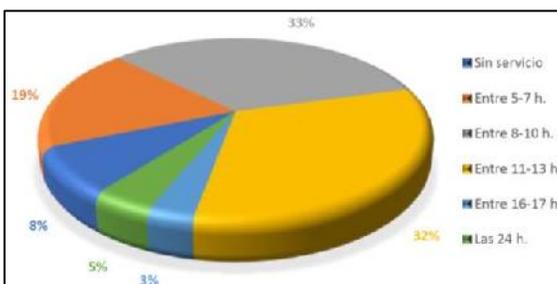


Figura 51: Horas de abastecimiento. Fuente: Elaboración propia.

El grafico posee los porcentajes de las horas de abastecimiento de agua potable en la Provincia de Tacna, donde se observa que la mayor parte de la población es abastecida entre 8 a 10 horas, seguido por un abastecimiento de entre 11 a 13 horas al día.

9- ¿En los últimos años el abastecimiento de agua potable se ha mantenido o ha variado con el tiempo?

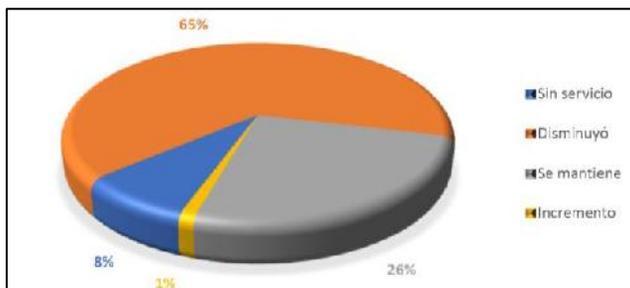


Figura 52: Variación de abastecimiento. Fuente: Elaboración propia.

10.- ¿Cuál es su opinión de la calidad de agua potable con la que se abastece su domicilio?, califique del 1 (muy malo) al 5 (muy bueno) y 6 si cuenta con filtro de agua.

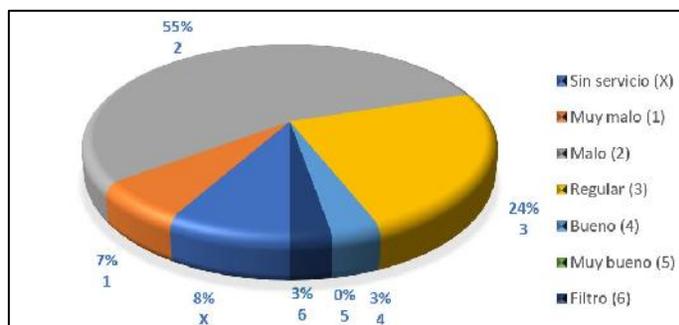


Figura 53: Calificación de calidad de agua potable. Fuente: Elaboración propia.

El grafico muestra que un 55% de la población califica la calidad del agua potable como mala. Y que un mínimo de 3% de la población usa filtros, por los precios elevados de dicho producto.

11.- ¿Sabe que es una Planta Desalinizadora de agua de mar?

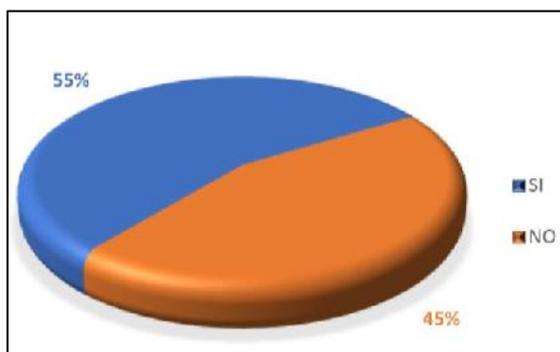


Figura 54: Personas con conocimiento de una Planta Desalinizadora. Fuente: Elaboración propia.

El 55% de la población tiene algún conocimiento sobre que es una Planta Desalinizadora de agua de mar, pero existen algunas dudas sobre si el costo del servicio por m³ será mayor o menor al ya existente, sobre la calidad del agua producida y el impacto ambiental que podría ocasionar este proyecto.

La encuesta contiene una definición de desalación para los usuarios que no tengan conocimiento sobre el tema. A la par se respondió las dudas que se podría tener sobre el tema.

12.- ¿Le gustaría o está de acuerdo con la construcción de una Planta Desalinizadora de agua de mar para la Provincia de Tacna?

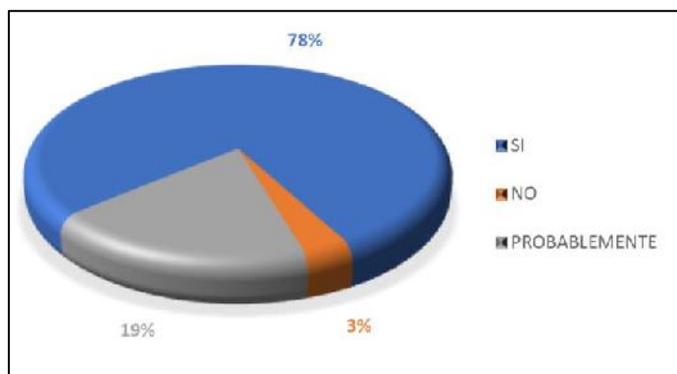


Figura 55: Personas de acuerdo con la construcción de una Planta Desalinizadora. Fuente: Elaboración propia.

Después de responder las dudas de la población, la respuesta fue a favor del SI con un 78% como se muestra en el gráfico.

4.3.2. Resultados de Encuesta

Tabla 21:

Tabla de Cuadro Resumen de Encuestas

N°	PREGUNTA	RESULTADOS
1	¿En qué distrito de Tacna vive Ud.?	Dio como resultado el porcentaje dispuesto para cada Distrito proporcional a la cantidad de habitantes, tomando como el 100% los 343 960 habitantes que corresponde a la sumatoria de los 10 Distritos de la Provincia de Tacna, que están inmersos en la investigación para este proyecto.
2	¿Ud. vive en una vivienda unifamiliar (casa) o vivienda multifamiliar (edificio)?	Según las encuestas se muestra que un 77% de la población encuestada vive en viviendas unifamiliares mientras que el 23% restante en multifamiliares.
3	¿De cuantas personas está conformada su familia?	Según las encuestas se muestra que un 51% de la población encuestada muestra que las viviendas esta conformadas en su mayoría de 1 a 3 integrantes.
4	¿Ud. cuenta con servicio de agua potable en su domicilio?	Según las encuestas se muestra que un 8% de la población encuestada no cuenta con servicio de agua potable.
5	¿Cómo califica el servicio brindado por la empresa EPS Tacna S.A.C.?, donde 1 es muy malo y 5 es muy bueno.	Según las encuestas las calificaciones dieron como resultado de 3 (Regular) con un porcentaje de 48% siguiéndole por la calificación de 2 (Malo) con un 30%, llegando a la conclusión de un servicio brindado de regular a malo.
6	¿Ud. cuenta con cisterna o tanque de agua en su domicilio?	Según las encuestas un 47% de la población cuenta con tanque de agua, para poder almacenar agua durante las horas que no se cuenta con abastecimiento.
7	¿Ud. cuenta con una buena presión de agua potable durante el tiempo de abastecimiento?, califique la presión marcando con una X, donde 1 es muy malo y 5 es muy bueno.	Según encuestas se muestra con porcentaje de 39% para presión regular y de 2 con un porcentaje 39% de presión mala, concluyendo que el servicio de agua potable proporcionado es de baja presión.
8	¿Cuántas horas al día usted cuenta con abastecimiento de agua potable? ¿Y entre qué horas?	Según las encuestas se observa que la mayor parte de la población es abastecida entre 8 a 10 horas al día.
9	¿En los últimos años el abastecimiento de agua potable se ha mantenido o ha variado con el tiempo?	Según las encuestas un 65% de la población opina que el abastecimiento de agua potable a reducido con el pasar del tiempo.
10	¿Cuál es su opinión de la calidad de agua potable con la que se abastece su domicilio?, califique del 1 (muy malo) al 5 (muy bueno) y 6 si cuenta con filtro de agua.	Según las encuestas un 55% de la población califica la calidad del agua potable como mala. Y que un mínimo de 3% de la población usa filtros, por los precios elevados de dicho producto.
11	¿Sabe que es una Planta Desalinizadora de agua de mar?	El 55% de la población tiene algún conocimiento sobre que es una Planta Desalinizadora de agua de mar, pero existen algunas dudas sobre si el costo del servicio será mayor, sobre la calidad del agua y el impacto ambiental que podría ocasionar este proyecto.
12	¿Le gustaría o está de acuerdo con la construcción de una Planta Desalinizadora de agua de mar para la Provincia de Tacna?	Después de responder las dudas de la población, la respuesta fue a favor del SI con un 78%.

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO V:

5. PROPUESTA ARQUITECTÓNICA

5.1. ANALISIS DEL LUGAR

5.1.1. Aspecto físico espacial

5.1.1.1. Ubicación Geográfica

Se encuentra ubicado en el Departamento de Tacna, Provincia de Tacna, en el Distrito La Yarada - Los Palos.

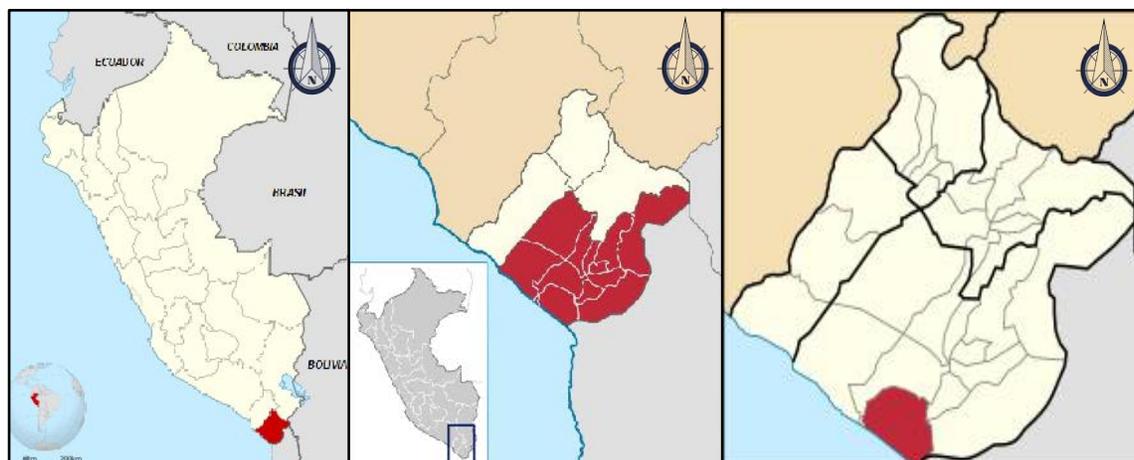


Figura 56: Ubicación Geográfica de Departamento de Tacna, Provincia de Tacna, en el Distrito La Yarada - Los Palos.

5.1.1.2. Ubicación y Localización

El terreno donde se desarrollará el proyecto de la Planta Desaladora de agua de mar se ubica en el Centro Poblado La Yarada, el cual se encuentra en un perímetro de 764.27 ml con un área de 36 016.65 m² frente a la Carretera Costanera Sur.

Ubicación: C.P. La Yarada

Latitud: sur - 18° 13' 29"

Altitud: 9.5 m.s.n.m

Longitud: oeste - 70° 32' 34"

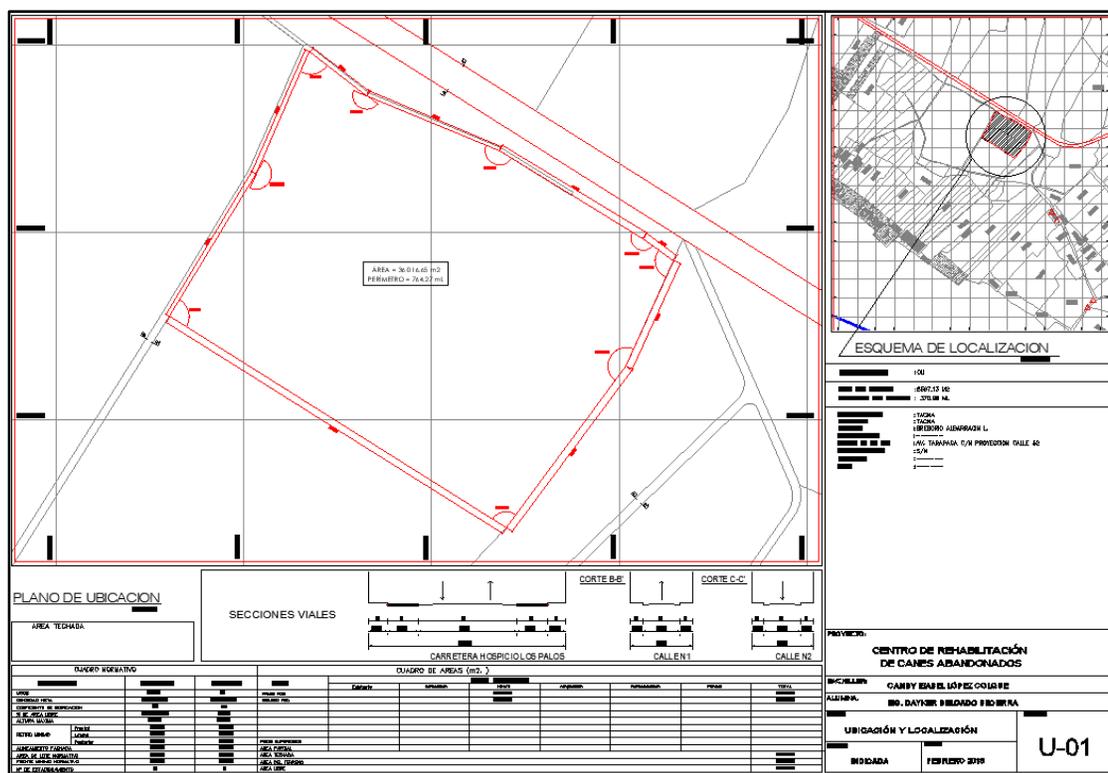


Figura 57: Plano de Ubicación y Localización Planta Desalinizadora de agua de mar. VER ANEXO TOMO II

Por el Frente: Colinda con la Carretera Costanera Sur, en cuatro tramos de 38.33ml.; 76.62ml.; 89.44ml. y 20.00ml.

Por el Fondo: Colinda con terreno eriazado del Estado, en línea recta de un tramo de 211.46ml.

Por el Lado Derecho: Colinda con terreno eriazado del Estado, en dos tramos de 61.63ml. y 106.96ml.

Por el Lado Izquierdo: Colinda con terreno eriazado del Estado, en dos tramos de 88.93ml. y 70.89ml.

5.1.1.3. Topografía

El terreno presenta una leve topografía, con una pendiente creciente aproximada que oscila entre 1.6% a 3.0%. Por su cercanía del terreno con el mar facilitará el proceso de captación de agua de mar.

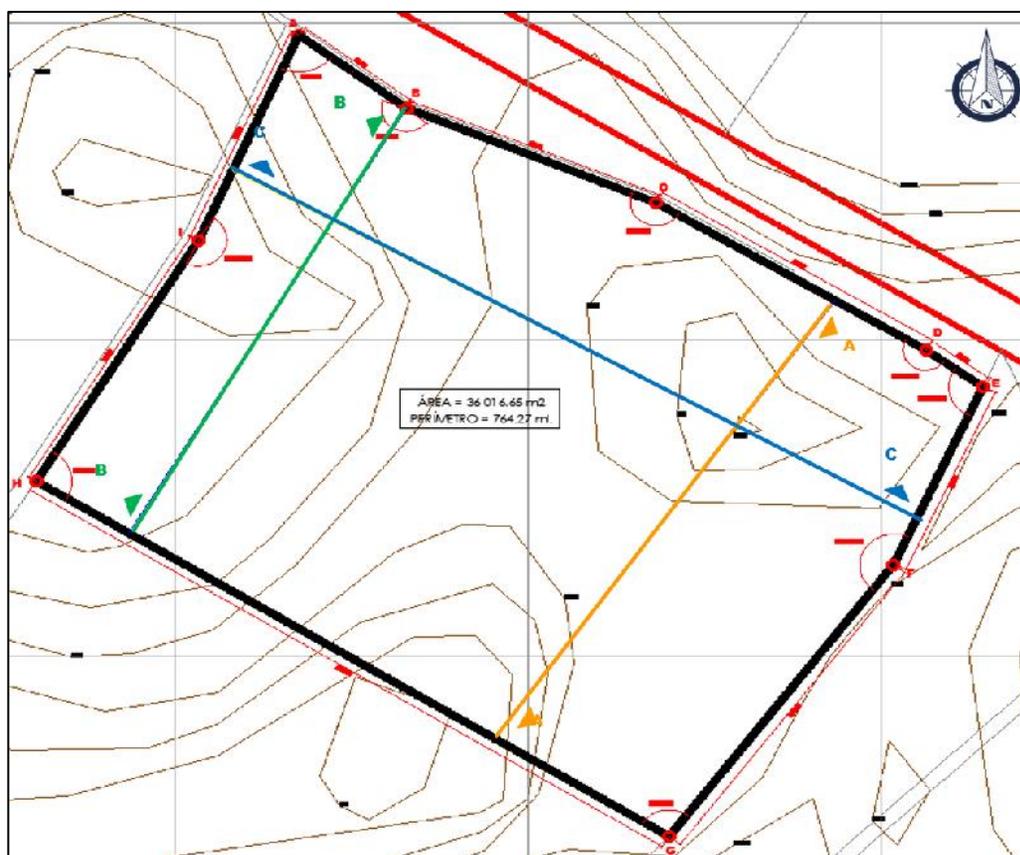


Figura 58: Topografía del Terreno.



Figura 59: Perfil Topográfico del Terreno. Corte A-A.



Figura 60: Perfil Topográfico del Terreno. Corte B-B.



Figura 61: Perfil Topográfico del Terreno. Corte C-C.

5.1.1.4. Uso de Suelo y Calidad de Suelo.

El Uso de Suelo del terreno se encuentra en Área de Tratamiento Específico – Potencial Agroindustrial con Limitaciones Hídricas.

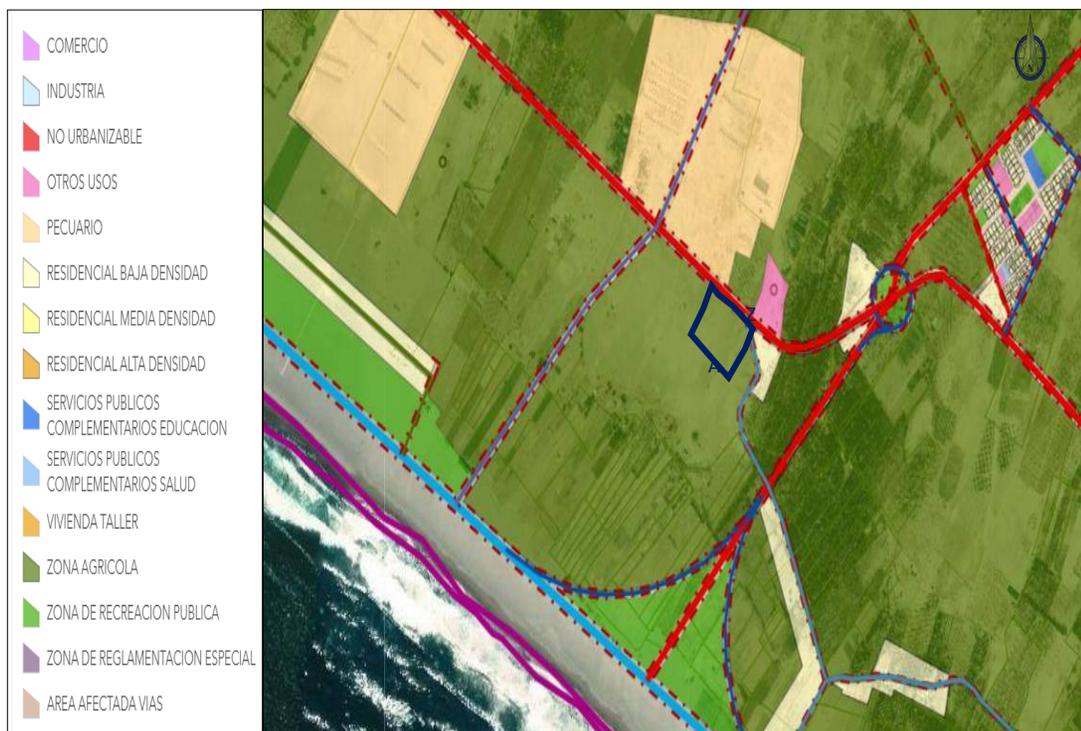


Figura 62: Plan de Desarrollo Urbano Tacna 2015-2025 (Aprobado Mediante Ordenanza Municipal N° 019-2015-MPT. Fuente: architecttacna.carto.

El Terreno está constituido de arenas limosas color gris claro en estado denso, de consistencia media gruesa. No se observó el nivel de la napa freática hasta la profundidad excavada. El sector cuenta con una resistencia de 1.25kg/cm^2 , por lo cual Se recomienda cimentaciones con una profundidad mínima de 1.50 m con respecto a la superficie del terreno sobre material granular. (Flores C. 2019)

5.1.2. Aspecto Vial

5.1.2.1. Infraestructura vial

Av. Carretera Costanera Sur. – Esta vía vincula la Provincia de Tacna con en el C.P. La Yarada donde se ubicará el Proyecto.

Calle N1 y Calle N2. – Estas vías actualmente son trocha, no presentan flujo vehicular, esta vía conecta la Carretera Costanera Sur con algunas viviendas de la zona.

5.1.2.2. Transporte

El servicio de transporte usado en el C.P. La Yarada es a través de combis, autos colectivos, motos y autos particulares que transitan por la Carretera Costanera Sur, para llegar ya sea al C.P. La Yarada, playa Los palos, etc.



Figura 63: Transporte en Terminal Inter- Distrital Coronel Bolognesi.

5.1.3. Aspectos Físico Natural

5.1.3.1. Vegetación

- Vegetación en el terreno: El espacio de estudio no presenta vegetación.
- Vegetación en el entorno del terreno: En su mayoría son cultivos de olivo, cebolla, eucalipto, higueras, ají pprika y otros. También cuenta con árboles como el pino, vilca y palmeras.



Figura 64: Imágenes vegetación en el entorno del terreno.

5.1.3.2. Impacto Ambiental

Contaminación Auditiva: La zona de estudio no muestra ningún tipo de contaminación auditiva, al ser esta un área en proceso de consolidación.

Contaminación Visual: La zona de estudio muestra una leve contaminación visual, de residuos sólidos, ramas secas, etc., producidos por efecto de las actividades domésticas y agrarias de los pobladores de la zona.

Contaminación Olfativa: La zona de estudio muestra contaminación olfativa por residuos sólidos producidos por los pobladores de la zona y transeúntes, a su vez por la quema de ramas y raíces secas. También una leve contaminación producida por equipamientos destinados al proceso del olivo, los cuales se encuentran en zonas alejadas al área de estudio donde se implementará la propuesta arquitectónica.



Figura 65: Imágenes del entorno del terreno.

5.1.3.3. Humedad

Presenta un promedio anual mensual de 64,50 %. Es posible diferenciar durante el año dos temporadas: una Húmeda, correspondiente a los meses de Junio, Julio y Agosto con oscilaciones de 80.00 a 83.00 % de HR., y otra Seca en los meses de Enero, Febrero y Marzo con medias entre 69.00 a 79.00% % en promedio mensual.

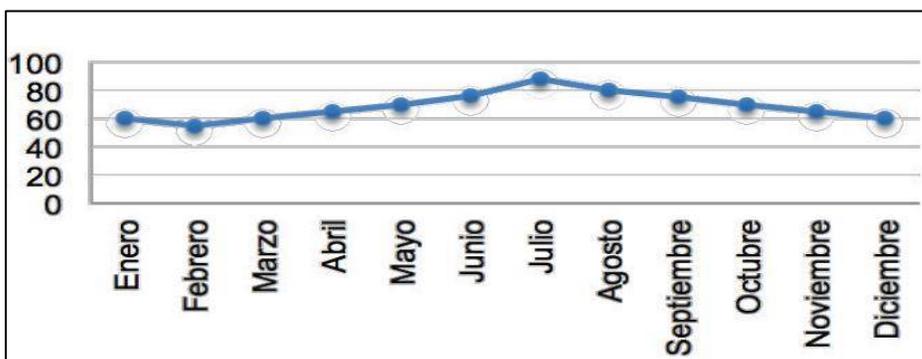


Figura 66: Humedad mensual de la La Yarada -Los Palos.

5.1.3.4. Asoleamiento

La duración del día en La Yarada -Los Palos varía durante el año. En 2019, el día más corto es el 21 de junio, con 11 horas y 3 minutos de luz natural; el día más largo es el 21 de diciembre, con 13 horas y 13 minutos de luz natural.

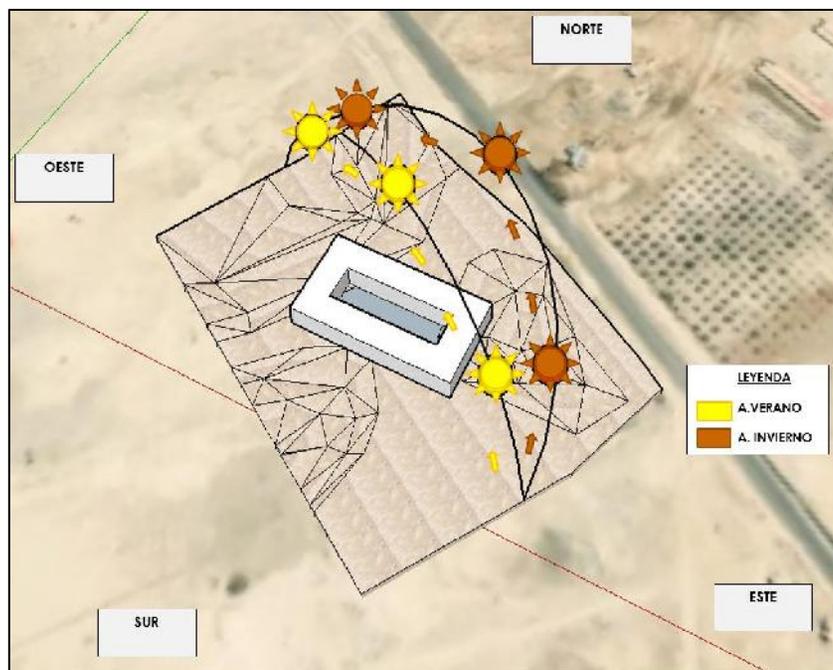


Figura 67: Recorrido del Sol en verano e invierno.

5.1.3.5. Vientos

En La Yarada -Los Palos dirección de los vientos en verano es del Sur y en el resto del año de dirección Suroeste. La velocidad promedio del viento por hora es de 13 km/h, con variaciones entre 5 a 21 km/h dependiendo del transcurso del año.

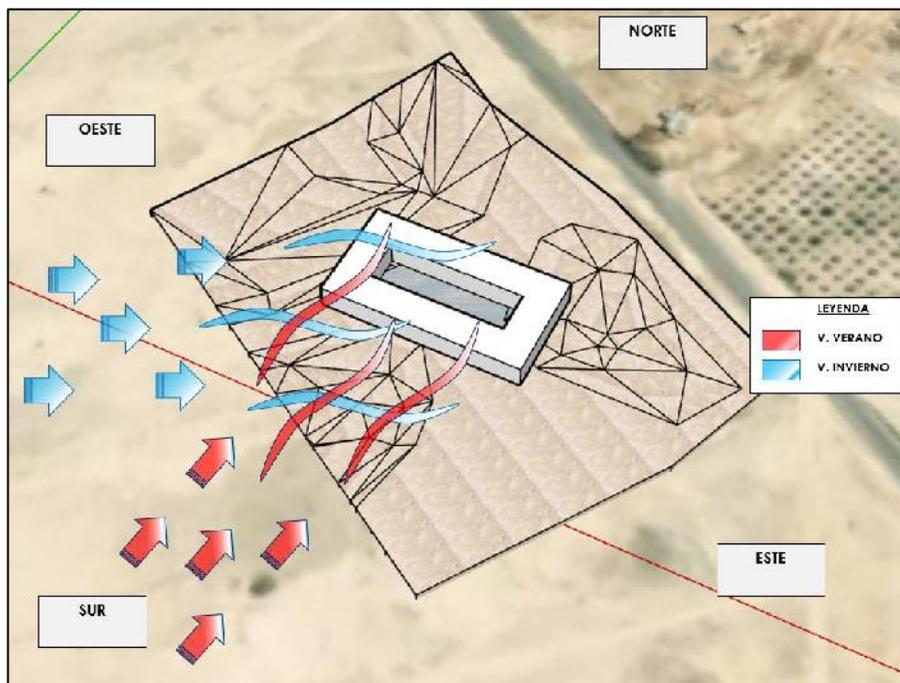


Figura 68: Dirección del viento en verano e invierno.

5.1.3.6. Temperatura

La temperatura máxima es el 12 de febrero, con una temperatura máxima promedio de 26.6 °C y una temperatura mínima promedio de 18.4 °C.

El día más frío del año es el 26 de julio, con una temperatura mínima promedio de 12.2 °C y máxima promedio de 19.2 °C.

5.1.4. Aspectos Urbanos

5.1.4.1. Perfil Urbano y Volumetría

La zona de intervención se encuentra en un proceso de consolidación y crecimiento, por lo que el perfil urbano cambiara a medida que pase el tiempo.

En el perfil urbano predominan los caseríos rurales agrupados en pequeños núcleos de entre 5 o 10 familias y en algunos pocos casos en agrupamientos mayores alrededor de los centros de servicios, en su mayoría de 1 nivel con una arquitectura de techo mojinete o arquitectura convencional.



Figura 69: Dirección de visuales del perfil urbano.

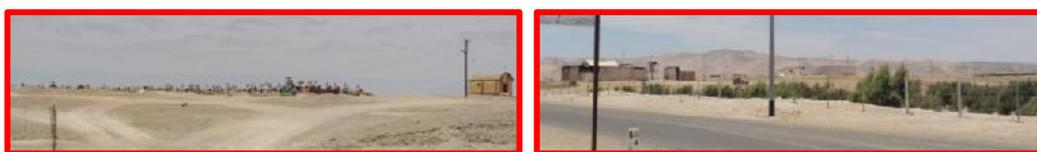


Figura 70: Visual A -perfil urbano.



Figura 71: Visual B --perfil urbano.



Figura 72: Visual C --perfil urbano.



Figura 73: Visual D -perfil urbano.

5.1.5. Infraestructura de servicios

5.1.5.1. Agua

No cuenta con servicio de agua potable, se abastecen de agua bombeada de pozos que es almacenada en diversos depósitos o reservorios, esta agua no cumple con los estándares para el consumo humano. Los establecimientos de salud y centros educativos, carecen de la autorización de uso de agua y se ven obligadas a solicitar apoyo a las comisiones de regantes para su disponibilidad.

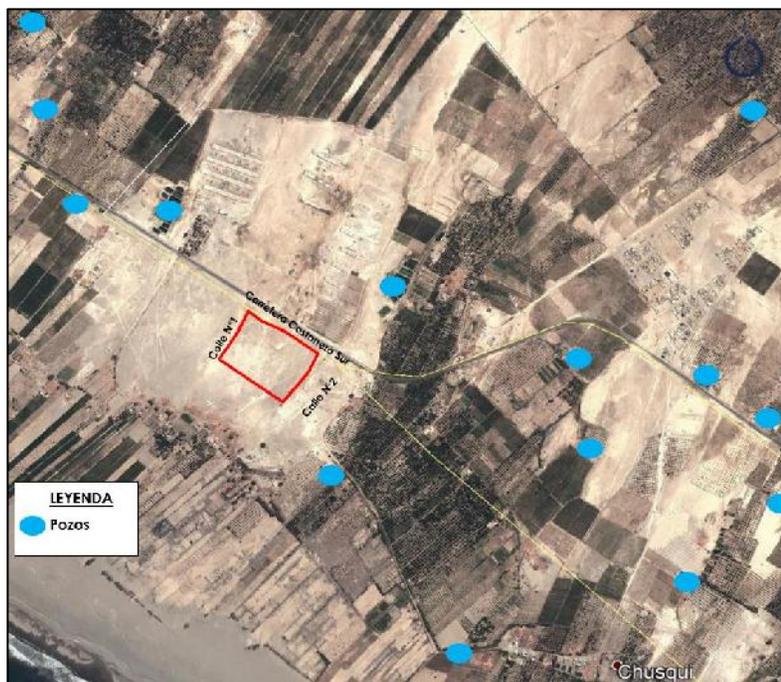


Figura 74: Ubicación de Pozos de agua subterránea.



Figura 75: Imagen de Pozo de Almacenamiento de aguas subterráneas.

5.1.5.2. Desagüe

No cuenta con red de desagüe y alcantarillado, los desechos son almacenados en pozos sépticos.

5.1.5.3. Energía Eléctrica

El C.P. La Yarada cuenta con servicio eléctrico durante todo el día, por medio de la Empresa Regional de Servicio Público de Electricidad -Electrosur S.A. En la figura se muestra la ubicación de los postes eléctricos y transformadores eléctricos.

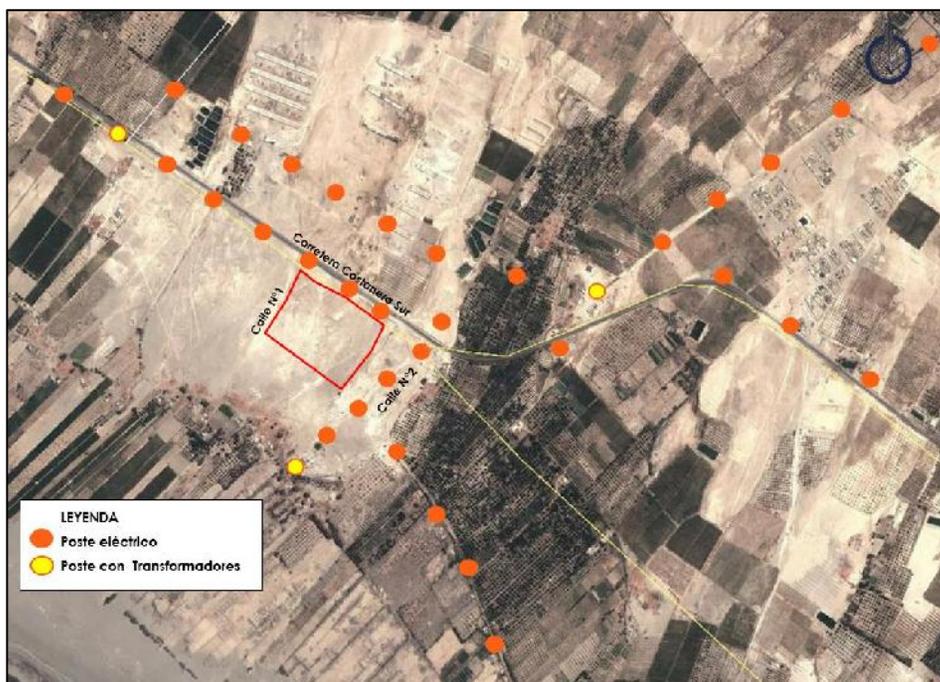


Figura 76: Ubicación de Postes Eléctricos y Transformadores Eléctricos.



Figura 77: Imágenes de Postes Eléctricos y Transformadores Eléctricos en el lugar.

5.1.5.4. Limpieza Publica

El Distrito La Yarada – Los Palos cuenta con dos camiones que fueron adaptados, el primero para la recolección de residuos sólidos y el segundo destinado a la conservación de áreas verdes.

5.1.6. Aspectos Tecnológicos – Constructivos

5.1.6.1. Materiales de Construcción

Actualmente en el Centro Poblado La Yarada, en cuanto a material de construcción existen dos tipos de viviendas: viviendas de material noble 70%, que en su mayoría fueron reconstruidas luego del terremoto del 2001 al derrumbarse aproximadamente el 50%, y el resto, un 30 % son viviendas de esteras con palos, madera, adobe y otros materiales de la zona.



Figura 78: Casas de adobe y material noble.



Figura 79: Casas de madera, calamina y esteras.

5.1.6.2. Sistemas Constructivos

Las construcciones del C.P La Yarada en un 80% son de material noble y en un 20% son casas pre fabricadas.



Figura 80: Sistema constructivo tradicional y prefabricadas. Fuente: Elaboración propia.

5.2. PREMISAS Y CONSIDERACIONES DE DISEÑO

5.2.1. Premisas de diseño

Aspecto físico espacial

- Se elegirá un terreno ubicado en las cercanías del mar para facilitar el proceso de captación de agua de mar.
- El terreno al presentar una leve topografía que oscila entre 1.6% y 3% no ocasionara el uso de planos pronunciados en diferentes niveles.
- Se aprovechará el tipo de uso de suelo potencial agropecuario, para cubrir en su mayor parte de áreas verdes toda la extensión del terreno que no esté construido.

Aspecto vial

- El equipamiento contara con un ingreso principal vehicular y peatonal por la Carretera Costanera Sur.
- Ubicar los estacionamientos y el paradero por la Carretera Costanera Sur.

Aspecto físico natural

- Mediante el uso de árboles y arbustos generar espacios de barrera natural y relación interior – exterior con tratamientos de áreas verdes.
- Usar un sistema de techo verde para generar una armonía con el entorno, a su vez la protección acústica del ruido interior ocasionado por el proceso, y protección de la brisa marina a la edificación y equipamiento a usar.
- Orientar en lo posible el mayor porcentaje de vanos hacia el Noreste, para una óptima iluminación natural de los bloques.
- Los volúmenes y los vanos estarán correctamente emplazados de Suroeste Noreste para una correcta circulación de los vientos.
- Disminuir la temperatura mediante el uso de espejos de agua, ubicados en el ingreso y en sitios estratégicos del terreno.

Aspecto urbano

- El equipamiento dispondrá de volumen con diferentes alturas y generara movimiento para así compensar su altura y generar ligereza, ya que las viviendas existentes en su entorno no sobrepasan los dos niveles de altura.

Aspecto tecnológico - constructivo

- Los materiales predominantes serán el concreto armado, acero, ladrillo, madera e implementaciones techo verde.
- El equipamiento contara con un sistema constructivo a través de pórticos, también el uso de estructuras metálicas y de madera para hacer los espacios más ligeros.

5.2.2. Consideraciones de diseño

- Considerar en el diseño de la Planta Desalinizadora una producción de 80,000m³/d, para cubrir las necesidades de una población de 533,761 hab. Proyectada al 2050.
- Considerar las áreas necesarias para la producción de un sistema de Ósmosis Inversa con recuperación de Ósmosis Directa, para reducir el consumo eléctrico de 2.44 kw/m³ a 1,85 kw/m³ y así reducir el costo de producción y la obtención de una óptima calidad de agua para consumo humano.
- Tener en cuenta en el diseño espacios de circulación amplios para facilitar el trabajo y el mantenimiento del equipo.
- Considerar espacios y áreas adecuadas de proyección para el crecimiento futuro de la Planta Desalinizadora.
- Considerar acabados sanitarios de fácil limpieza en espacios interiores, para evitar el acumulamiento de suciedad y contaminación del proceso.
- Tener en cuenta el uso de paneles solares para la reducción de energías no renovables y aprovechamiento del asoleamiento que varía de 11 horas a 13 horas durante el año.

5.3. PROGRAMACIÓN

La Programación Arquitectónica del Proyecto de Planta Desalinizadora de Agua de Mar se compone por 4 Zonas como: Zona Administrativa, Zona Complementaria, Zona de Servicio y Zona de Producción. Las cuales cuentan con áreas como se muestra en el siguiente cuadro:

5.3.1. Programación Cuantitativa

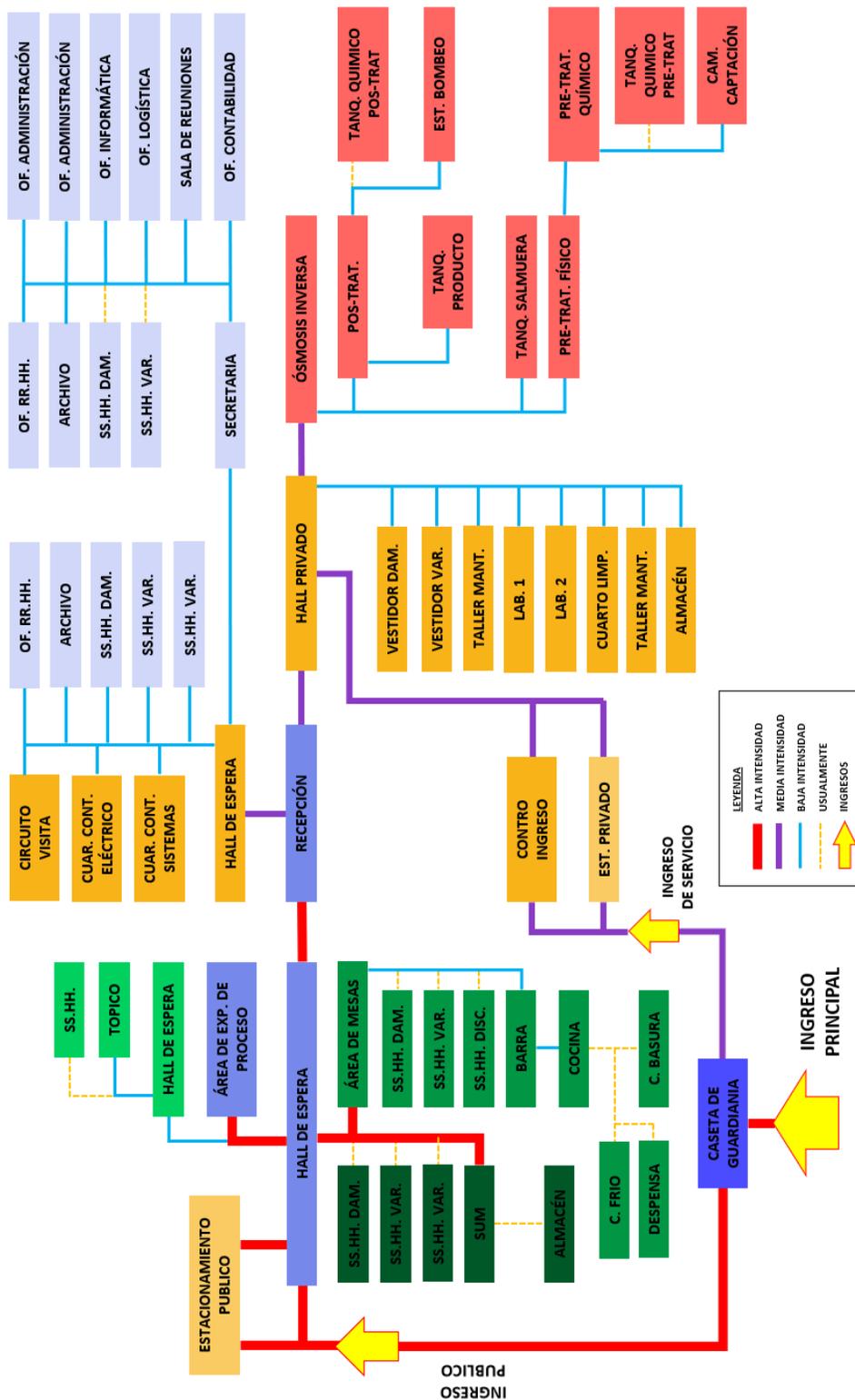
PROGRAMA ARQUITECTONICO							
ZONA	SUBZONA	AMBIENTE	CANT/AMB.	ÁREA PARCIAL	UND.	ÁREA TOTAL	
ZONA ADMINISTRATIVA	Área Pública	Hall de Espera	1	100.00	m2	100.00	
		Recepción	1	10.00	m2	10.00	
		Área de Exposición de Proceso	1	15.00	m2	15.00	
		Circuito de Visita	1	400.00	m2	400.00	
	Área privada	Hall de Espera	1	24.00	m2	24.00	
		Secretaría	1	24.00	m2	24.00	
		SS.HH. Damas	1	5.00	m2	5.00	
		SS.HH. Varones	1	5.00	m2	5.00	
		Oficina de Archivos	1	12.00	m2	12.00	
		Oficina de Informática	1	12.00	m2	12.00	
		Oficina de Recursos Humanos	1	12.00	m2	12.00	
		Oficina de Contabilidad	1	12.00	m2	12.00	
		Oficina de Logística	1	12.00	m2	12.00	
		Oficina de Administración	1	12.00	m2	12.00	
Oficina de Gerente General	1	15.00	m2	15.00			
Sala de Reuniones	1	24.00	m2	24.00			
ZONA COMPLEMENTARIA	SUM	SUM	1	150.00	m2	150.00	
		SS.HH. Damas	1	22.00	m2	22.00	
		SS.HH. Varones	1	22.00	m2	22.00	
		Almacén	1	40.00	m2	40.00	
	Cafetería	Área de mesas	1	100.00	m2	100.00	
		Barra	1	9.00	m2	9.00	
		Cocina	1	30.00	m2	30.00	
		SS.HH. Varones	1	11.00	m2	11.00	
		SS.HH. Damas	1	11.00	m2	11.00	
		SS.HH. Discapacitados	1	5.20	m2	5.20	
		Cuarto de Basura	1	6.00	m2	6.00	
		Cuarto Frío	1	9.00	m2	9.00	
	Tópico	Dispensa	1	9.00	m2	9.00	
		Consultorio	1	15.00	m2	15.00	
		Hall de Espera	1	9.00	m2	9.00	
	ZONA DE SERVICIO	Área de Mantenimiento	SS.HH.	1	5.60	m2	5.60
			Hall Privado	1	12.00	m2	12.00
Control de Ingreso			4	9.00	m2	9.00	
Cuarto de Limpieza			1	9.00	m2	9.00	
Vestidor Varones			1	45.00	m2	45.00	
Vestidor Damas			1	45.00	m2	45.00	
Laboratorio			2	15.00	m2	30.00	
Taller de Mantenimiento			1	40.00	m2	40.00	
Almacén			1	40.00	m2	40.00	
Cuarto de Control Eléctrico			1	20.00	m2	20.00	
Cuarto de Control de Sistemas			2	20.00	m2	40.00	
Sala de Reuniones			1	24.00	m2	24.00	
Oficina de Jefe de Planta			1	15.00	m2	15.00	
Of. Asistente Jefe de Planta			1	15.00	m2	15.00	
Oficina Ingeniero de Seguridad		1	15.00	m2	15.00		
Of. Asistente Ing. de Seguridad		1	15.00	m2	15.00		
Área de Parqueo		Caseta de Guardiania	1	6.00	m2	6.00	
		Estacionamiento Privado	1	260.00	m2	260.00	
	Estacionamiento Publico	1	600.00	m2	600.00		
ZONA DE PRODUCCIÓN	Área de Procesos	Cámara de Captación	1	130.00	m2	130.00	
		Pre-tratamiento Químico	2	110.00	m2	220.00	
		Tanques Químicos- pretrat	14	12.00	m2	168.00	
		Pre-tratamiento Físico	2	110.00	m2	220.00	
		Ósmosis Inversa	8	105.00	m2	840.00	
		Pos- tratamiento	2	110.00	m2	220.00	
		Tanques Químicos- postrat	3	12.00	m2	36.00	
		Tanque Salmuera	2	100.00	m2	200.00	
		Tanque Producto	4	200.00	m2	800.00	
		Estación de Bombeo	1	152.00	m2	152.00	
SUB TOTAL						5373.80	
CIRCULACIÓN Y MUROS 30%						1612.14	
TOTAL						6985.94	

5.3.2. Programación Cualitativa

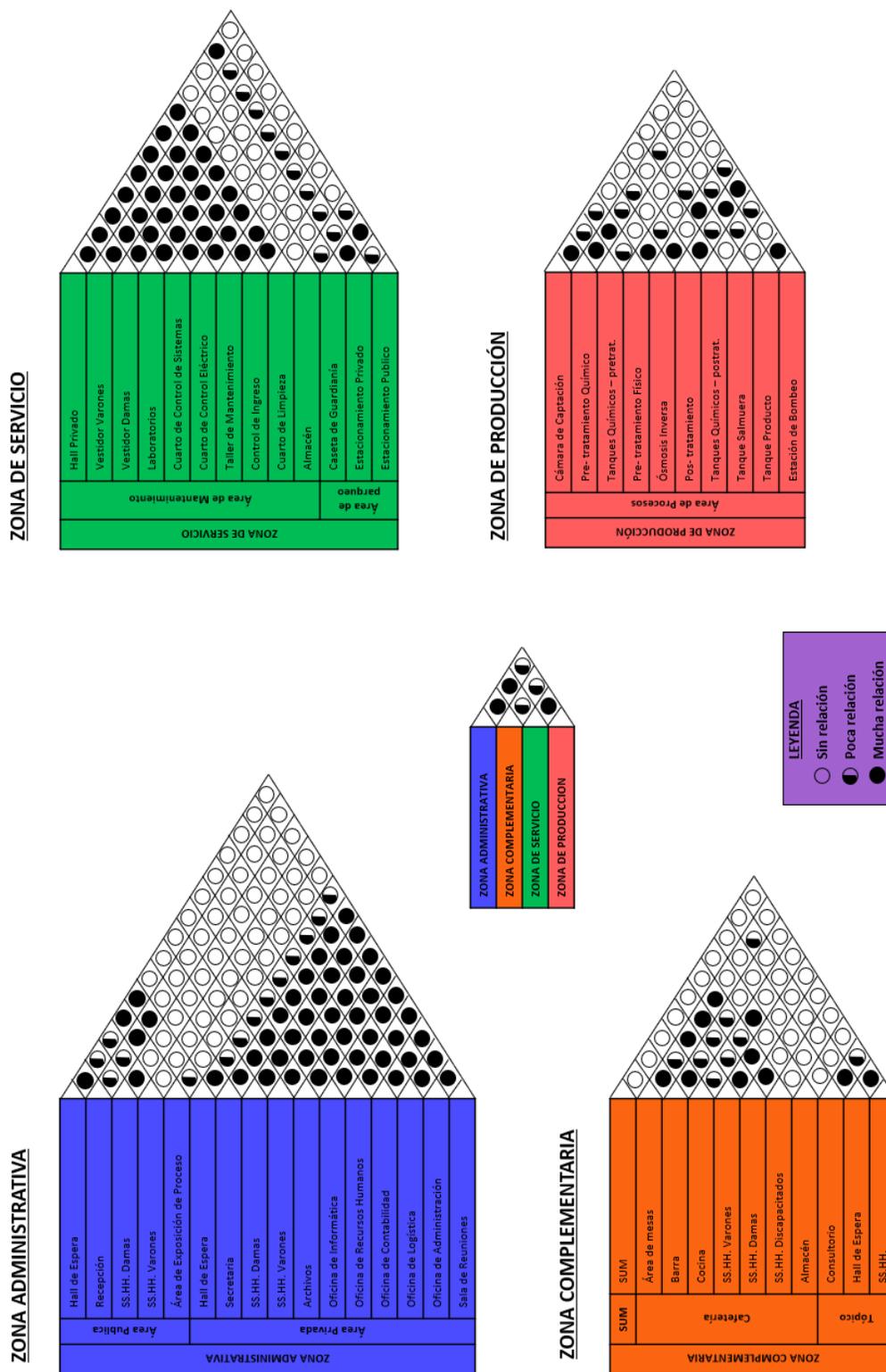
ZONA	SUB- ZONA	AMBIENTE	EQUIPAMIENTO Y MOBILIARIO	PROGRAMA ARQUITECTONICO										FUENTE NORMATIVA						
				DOMINIO			ILUM. NATURAL			CARACT. ESPACIAL			VENTILAC.			CANT/ USUAR.	AREA PARCIAL m2	AREA AMB. m2	AREA SUB- ZONA m2	AREA ZONA m2
				Público	Semí- público	Privado	Alta	Media	Baja	Cerrado	Semí- abierto	Abierto	Directa	Indirecta						
ZONA ADMINISTRATIVA	Pública	Hall de Espera	2 Juegos de sillones.	X			X				X			X		100	1	100.00	100.00	RNE. Norma A.080 Oficinas
		Recepción	Modulo, 2 sillas, estante.	X			X			X				X		2	1	10.00	10.00	RNE. Norma A.080 Oficinas
		Area de Exposición de Proceso	Modulo de proceso ppd/ahj.	X			X				X			X		5	1	15.00	15.00	RNE A. 0.70 CAP. II. ART. 11
		Circuito de Visita		X			X				X			X		1	1	400.00	400.00	RNE A. 0.70 CAP. II. ART. 11
		Hall de Espera	1 Juego de sillones.	X			X				X			X		10	1	24.00	24.00	RNE. Norma A.080 Oficinas
		Secretaria	Escritorio, 3 sillas, estante y archivador.	X			X				X			X		4	1	24.00	24.00	RNE. Norma A.080 Oficinas
		SS.HH. Damas	1 inodoro, 1 lavamanos.	X			X				X			X		1	1	5.00	5.00	RNE A. 0.90 CAP. IV. ART. 15 PLAZOLA (función de aseó)
		SS.HH. Varones	1 inodoro, 1 lavamanos, 1 urinario.	X			X				X			X		1	1	5.00	5.00	RNE A. 0.90 CAP. IV. ART. 15 PLAZOLA (función de aseó)
		Archivos	Escritorio, 3 sillas, estante y archivador.				X				X			X		3	1	12.00	12.00	RNE. Norma A.080 Oficinas
		Oficina de Informática	Escritorio, 3 sillas, estante y archivador.				X				X			X		3	1	12.00	12.00	RNE. Norma A.080 Oficinas
		Oficina de Recursos Humanos	Escritorio, 3 sillas, estante y archivador.				X				X			X		3	1	12.00	12.00	RNE. Norma A.080 Oficinas
		Oficina de Contabilidad	Escritorio, 3 sillas, estante y archivador.				X				X			X		3	1	12.00	12.00	RNE. Norma A.080 Oficinas
		Oficina de Logística	Escritorio, 3 sillas, estante y archivador.				X				X			X		3	1	15.00	15.00	RNE. Norma A.080 Oficinas
		Oficina de Administración	Escritorio, 3 sillas, estante y archivador.				X				X			X		3	1	15.00	15.00	RNE. Norma A.080 Oficinas
Oficina de Gerencia General	Escritorio, 3 sillas, estante y archivador.				X				X			X		3	1	15.00	15.00	RNE. Norma A.080 Oficinas		
Sala de Reuniones	Mesa, sillas, closets.				X				X			X		12	1	24.00	24.00	RNE. Norma A.080 Oficinas		
SUM				X			X			X		X		100	1	150.00	150.00	RNE A. 0.70 CAP. II. ART. 11		
SS.HH. Damas	4 inodoros, 4 lavamanos.			X			X			X		X		4	1	22.00	22.00	RNE A. 0.90 CAP. IV. ART. 15 PLAZOLA (función de aseó)		
SS.HH. Varones	4 inodoros, 4 urinarios, 4 lavamanos.			X			X			X		X		4	1	22.00	22.00	RNE A. 0.90 CAP. IV. ART. 15 PLAZOLA (función de aseó)		
Almacén							X			X		X		6	1	20.00	20.00	RNE A. 100 CAP. II. ART. 7		
Area de mesas	13 Mesas y 50 sillas.			X			X			X		X		50	1	100.00	100.00	RNE A. 0.70 CAP. II. ART. 11		
Barra	Barra, silla, refrigeradores y estantes.						X			X		X		2	1	9.00	9.00	RNE A. 0.70 CAP. II. ART. 11		
Cocina	Mesones, lavatorio, refrigeradora, cocina.						X			X		X		5	1	30.00	30.00	RNE A. 0.70 CAP. II. ART. 11		
SS.HH. Varones	2 inodoros, 2 urinarios, 2 lavamanos.			X			X			X		X		2	1	11.00	11.00	RNE A. 0.90 CAP. IV. ART. 15 PLAZOLA (función de aseó)		
SS.HH. Damas	2 inodoros, 2 lavamanos.			X			X			X		X		2	1	11.00	11.00	RNE A. 0.90 CAP. IV. ART. 15 PLAZOLA (función de aseó)		
SS.HH. Discapacitados	1 inodoro, 1 lavamanos, barras.			X			X			X		X		1	1	5.20	5.20	RNE A. 0.90 CAP. IV. ART. 15 PLAZOLA (función de aseó)		
Cuarto de Basura	Estantes			X			X			X		X		1	1	6.00	6.00	RNE A. 100 CAP. II. ART. 7		
Cuarto Frio	Estantes			X			X			X		X		6	1	9.00	9.00	RNE A. 100 CAP. II. ART. 7		
Despensa	Estantes			X			X			X		X		6	1	9.00	9.00	RNE A. 100 CAP. II. ART. 7		
Consultorio	escritorio, 3 sillas, camilla			X			X			X		X		3	1	15.00	15.00	RNE A. 50 CAP. II. ART. 6		
Hall de Espera	1 Juego de sillones.			X			X			X		X		4	1	9.00	9.00	RNE. Norma A.080 Oficinas		
SS.HH.	1 inodoro, 1 urinario, 1 lavamanos.			X			X			X		X		1	1	5.60	5.60	RNE A. 0.90 CAP. IV. ART. 15 PLAZOLA (función de aseó)		
ZONA COMPLEMENTARIA	SUM						X			X		X		433	80	433.80	433.80			

ZONA	SUB- ZONA	AMBIENTE	EQUIPAMIENTO Y MOBILIARIO	DOMINIO		ILUM. NATURAL			CARACT. ESPACIAL			VENTILAC.		CANT/ USUAR.	CANT/ AMB.	AREA PARCIAL m2	AREA AMB. m2	AREA SUB- ZONA m2	AREA ZONA m2	FUENTE NORMATIVA
				Publico	Semi- publico	Privado	Alta	Media	Baja	Cerrado	Semi- abierto	Abierto	Directa							
ZONA DE SERVICIO	Area de Mantenimiento	Hall Privado	1 juego de sillones.	X		X	X	X	X			X		8	1	12.00	12.00		RNE. Norma A.080 Oficinas	
		Control de Ingreso	Escritorio, silla.	X		X	X	X	X			X		4	1	9.00	9.00		RNE. Norma A.080 Oficinas	
		Cuarto de Limpieza	Armarios y estantes.	X		X	X	X	X			X		2	1	9.00	9.00		RNE A. 100 CAP. II ART.7	
		Vestidor Varones	Casilleros, bancas, 3 inodoros, 3 urinarios, 3 lavaderos.	X		X	X	X	X			X		8	1	45.00	45.00		RNE A. 0.90 CAP. IV ART.15 PLAZOLA (función de aseo)	
		Vestidor Damas	Casilleros, bancas, 3 inodoros, 3 lavaderos.	X		X	X	X	X			X		8	1	45.00	45.00		RNE A. 0.90 CAP. IV ART.15 PLAZOLA (función de aseo)	
		Laboratorio	Mesones, lavaderos, sillas.	X		X	X	X	X			X		4	2	15.00	30.00		RNE A. 50 CAP. II ART.6	
		Taller de Mantenimiento	Mesas, sillas.	X		X	X	X	X			X		4	1	40.00	40.00		Elaboración propia. Neufert/Exp. Confiables.	
		Almacén		X		X	X	X	X			X		6	1	40.00	40.00	383.00	RNE A. 100 CAP. II ART.7	
		Hall de Espera	1 juego de sillones.	X		X	X	X	X			X		4	1	9.00	9.00		RNE. Norma A.080 Oficinas	
		Cuarto de Control Eléctrico	Escritorio, sillas.	X		X	X	X	X			X		3	1	20.00	20.00		RNE A. 0.90 CAP. IV ART.15 PLAZOLA (función de aseo)	
		Cuarto de Control de Sistemas	3 escritorios, 3 sillas, monitores.	X		X	X	X	X			X		3	2	20.00	40.00		RNE. Norma A.080 Oficinas	
		Sala de Reuniones	Mesa, sillas, closets.	X		X	X	X	X			X		12	1	24.00	24.00		RNE. Norma A.080 Oficinas	
		Oficina de jefe de Planta	Escritorio, 3 sillas, estante y archivador.	X		X	X	X	X			X		3	1	15.00	15.00		RNE. Norma A.080 Oficinas	
		Asistente de Planta	Escritorio, 3 sillas, estante y archivador.	X		X	X	X	X			X		3	1	15.00	15.00		RNE. Norma A.080 Oficinas	
Oficina de Seguridad	Escritorio, 3 sillas, estante y archivador.	X		X	X	X	X			X		3	1	15.00	15.00		RNE. Norma A.080 Oficinas			
Asistente de Seguridad	Escritorio, 3 sillas, estante y archivador.	X		X	X	X	X			X		3	1	15.00	15.00		RNE. Norma A.080 Oficinas			
Caseta de Guardia	Escritorio, silla y armario.	X		X	X	X	X			X		2	1	6.00	6.00		RNE. Norma A.080 Oficinas			
Estacionamiento Privado		X		X	X	X	X			X		15	1	260.00	260.00	866.00	RNE A. 0.90 CAP. III ART.11			
Estacionamiento Publico		X		X	X	X	X			X		35	1	600.00	600.00		RNE A. 0.90 CAP. III ART.11			
ZONA DE PRODUCCIÓN	Area de Procesos	Cámara de Captación	Pozo de captación, 3 motores.	X		X	X	X			X		2	1	130.00	130.00		Elaboración propia. Neufert/Exp. Confiables.		
		Pre-tratamiento Químico	5 pozos de desinfección.	X		X	X	X			X		2	2	110.00	220.00		Elaboración propia. Neufert/Exp. Confiables.		
		Tanques Químicos- gregata	16 tanques de 5m3.	X		X	X	X			X		14	14	12.00	168.00		Elaboración propia. Neufert/Exp. Confiables.		
		Pre-tratamiento Físico	5 pozos de filtración.	X		X	X	X			X		2	2	110.00	220.00		Elaboración propia. Neufert/Exp. Confiables.		
		Osmosis Inversa	Membranas, motores, psc, energía.	X		X	X	X			X		4	8	105.00	840.00		Elaboración propia. Neufert/Exp. Confiables.		
		Psc- tratamiento	5 pozos de filtración.	X		X	X	X			X		2	2	110.00	220.00	2986.00	Elaboración propia. Neufert/Exp. Confiables.		
		Tanques Químicos- gregata	4 tanques de 5m3.	X		X	X	X			X		3	3	12.00	36.00		Elaboración propia. Neufert/Exp. Confiables.		
		Tanque Salmuera		X		X	X	X			X		1	2	100.00	200.00		Elaboración propia. Neufert/Exp. Confiables.		
		Tanque Producto		X		X	X	X			X		1	4	200.00	800.00		Elaboración propia. Neufert/Exp. Confiables.		
		Estación de Bombeo	4 motores.	X		X	X	X			X		2	1	152.00	152.00		Elaboración propia. Neufert/Exp. Confiables.		
SUB TOTAL																5365.80				
CIRCULACIÓN Y MUROS 30%																1609.74				
TOTAL																6975.54				

5.3.3. Diagrama de Flujo



5.3.4. Cuadro de Correlación

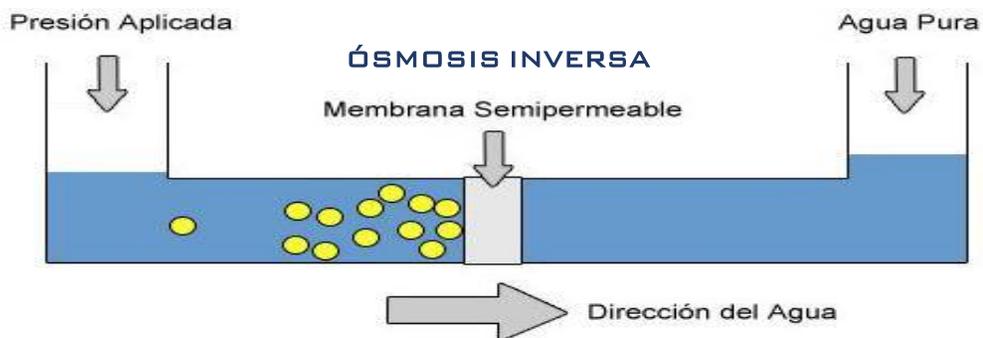


5.4. CONCEPTUALIZACION Y PARTIDO

CONCEPTUALIZACIÓN ARQUITECTÓNICA

CONCEPTO

La conceptualización para el Diseño Arquitectónico se inicia en el proceso de Desalinización de agua de mar, en este caso por el Proceso de Ósmosis Inversa. La Desalinización por Ósmosis Inversa es un Proceso por el cual se fuerza a el agua salada a pasar por filtros a alta presión mediante membranas semi- permeables separando la solución más concentrada de sales de la de agua dulce, para convertirla en agua potable.

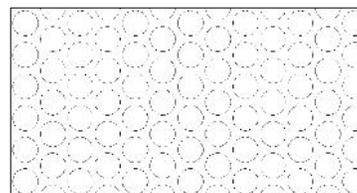


**MEMBRANA DE ÓSMOSIS
INVERSA**

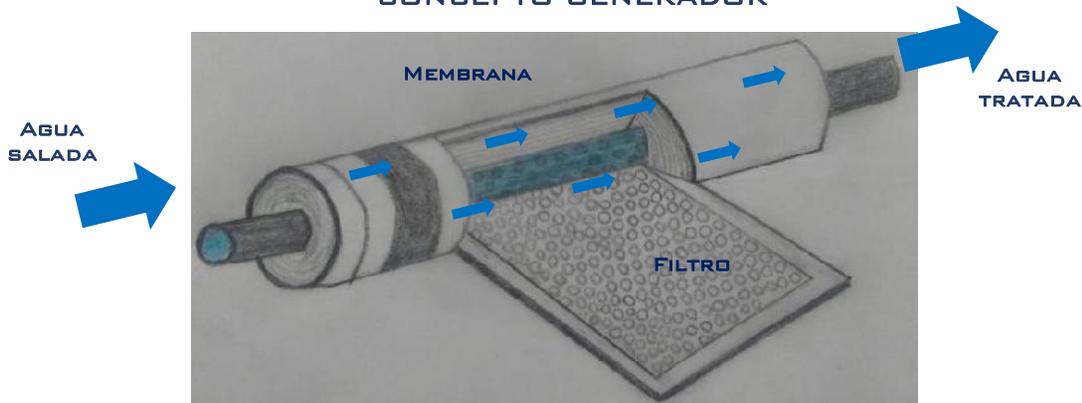


MEMBRANA

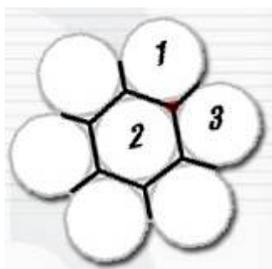
SEMIPERMEABLE



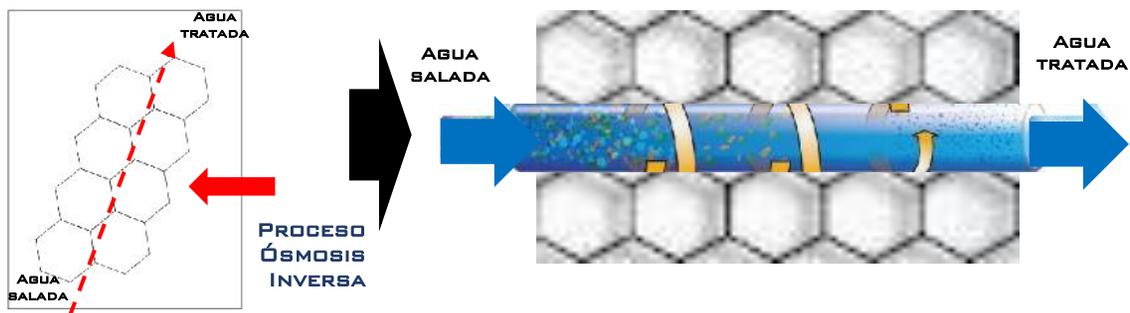
CONCEPTO GENERADOR



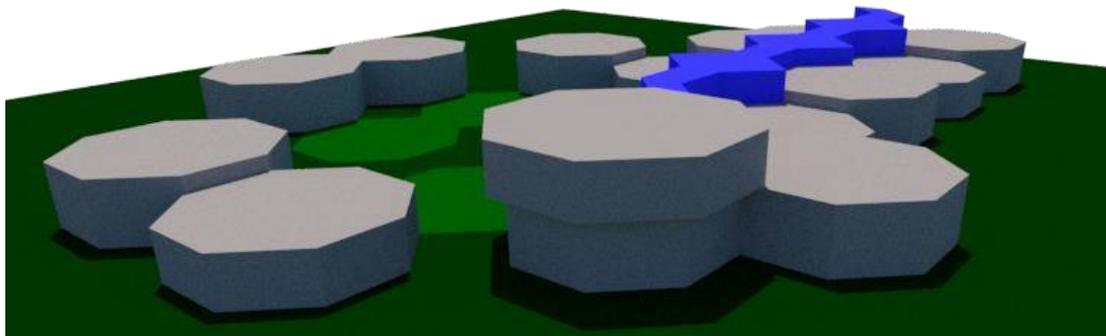
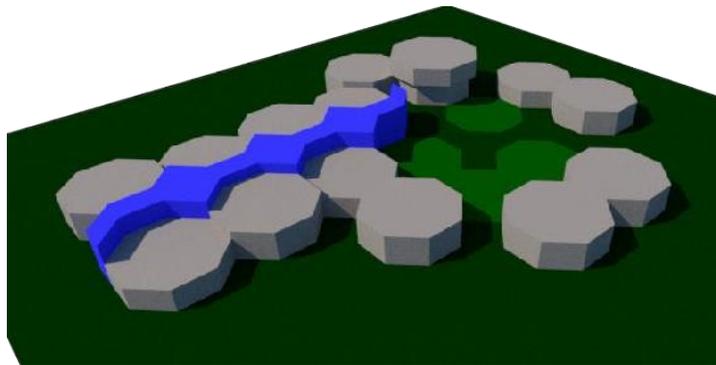
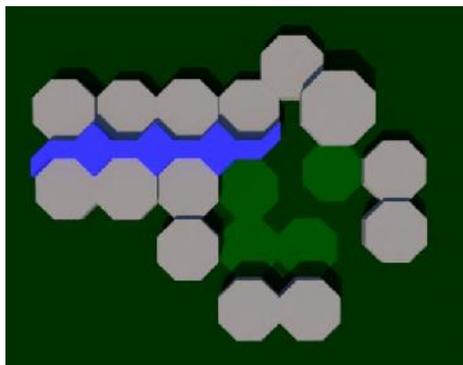
GEOMETRIZACIÓN



RITMO - TRAMA - PATRON



PARTIDO



5.5. ZONIFICACIÓN



Figura 81: Zonificación. Fuente: Elaboración propia.

La zonificación está predispuesta y agrupada de acuerdo a las actividades que se desarrollarán, especialmente tomando una agrupación lineal en las zonas de producción.

5.6. SISTEMATIZACIÓN

5.6.1. Sistema de movimiento y articulación

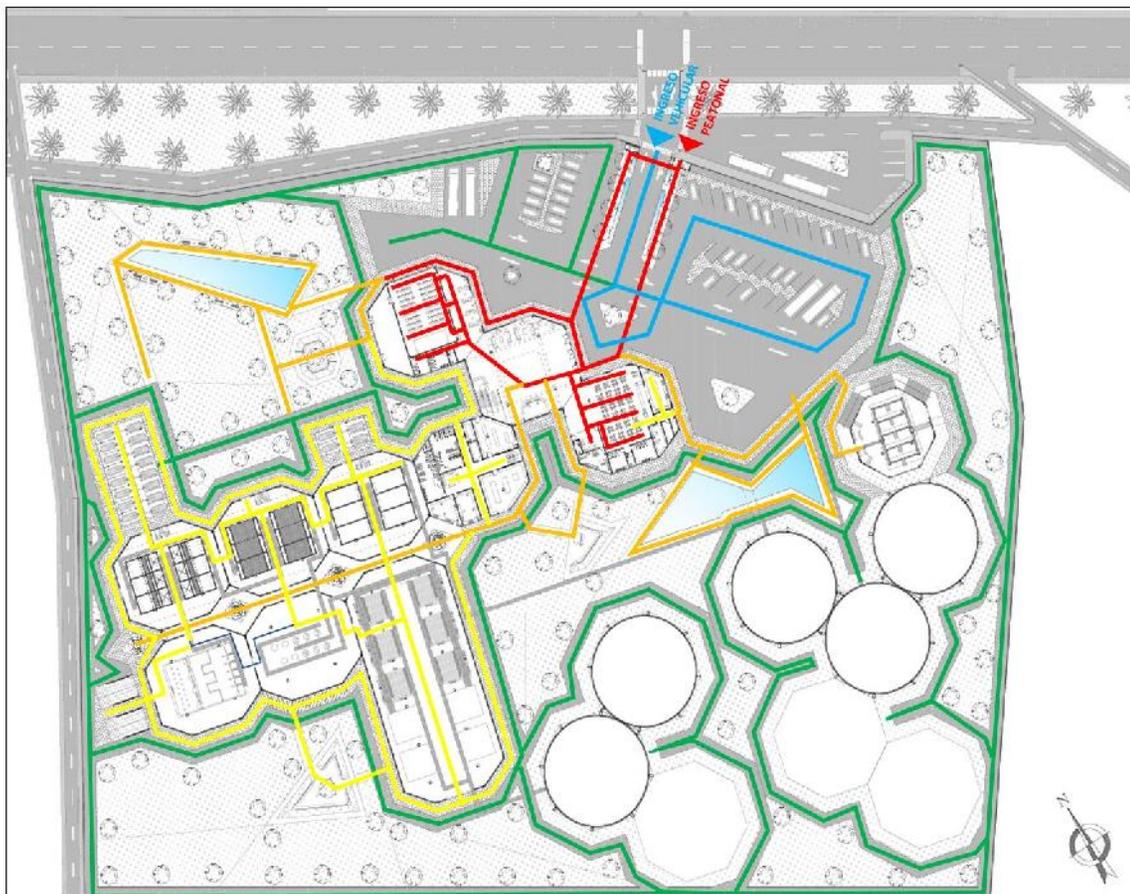


Figura 82: Sistema de Circulación. Fuente: Elaboración propia.

La circulación peatonal está dividida en espacios con tránsito público, semipúblico y privado según la zona respectiva. En la figura por medio de líneas de diferente color se indica las circulaciones. También podemos observar dos tipos de circulación vehicular, diferenciada de diferente color dependiendo de si es privado o público.

5.6.3. Sistema formal

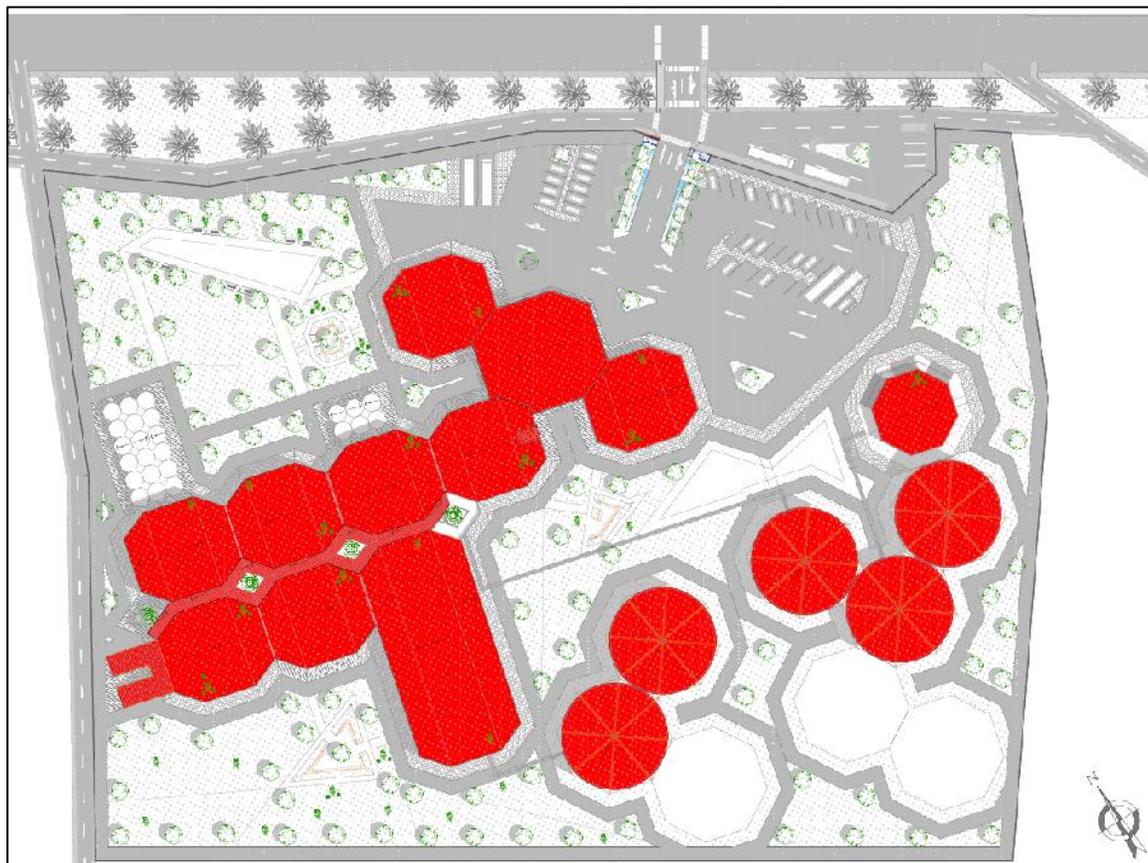


Figura 83: Sistema Formal. Fuente: Elaboración propia.

El sistema formal se basa en polígonos octogonales vistos en planta y en formas inclinada en los techos generando movimiento entre ellas para una percepción más ligera de el volumen.

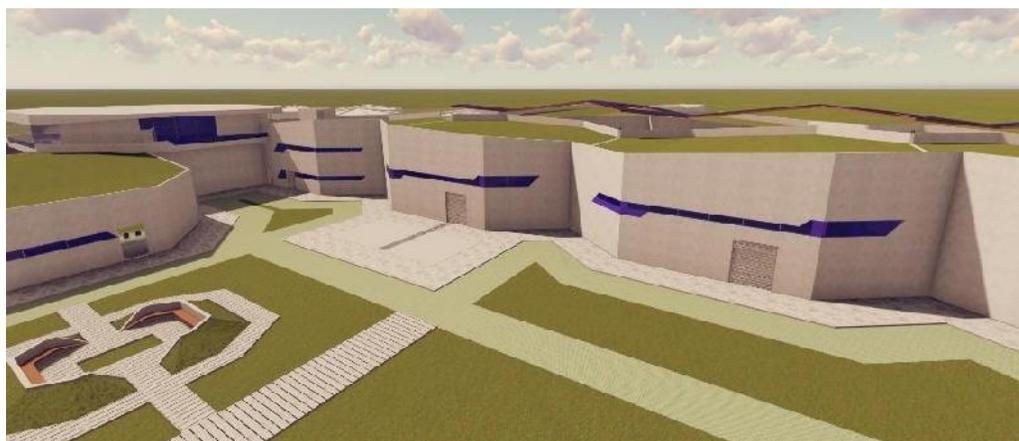


Figura 84: Vista Volumétrica 1. Fuente: Elaboración propia.

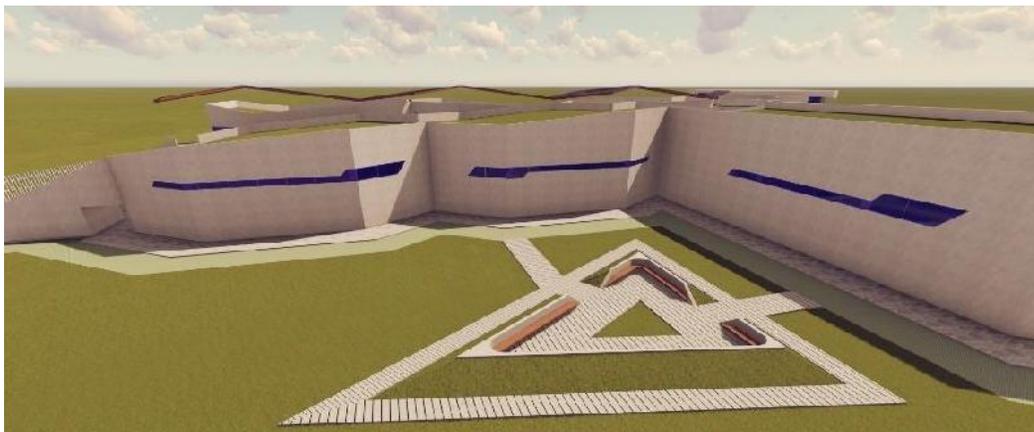


Figura 85: Vista Volumétrica 2. Fuente: Elaboración propia.

5.6.4. Sistema espacial

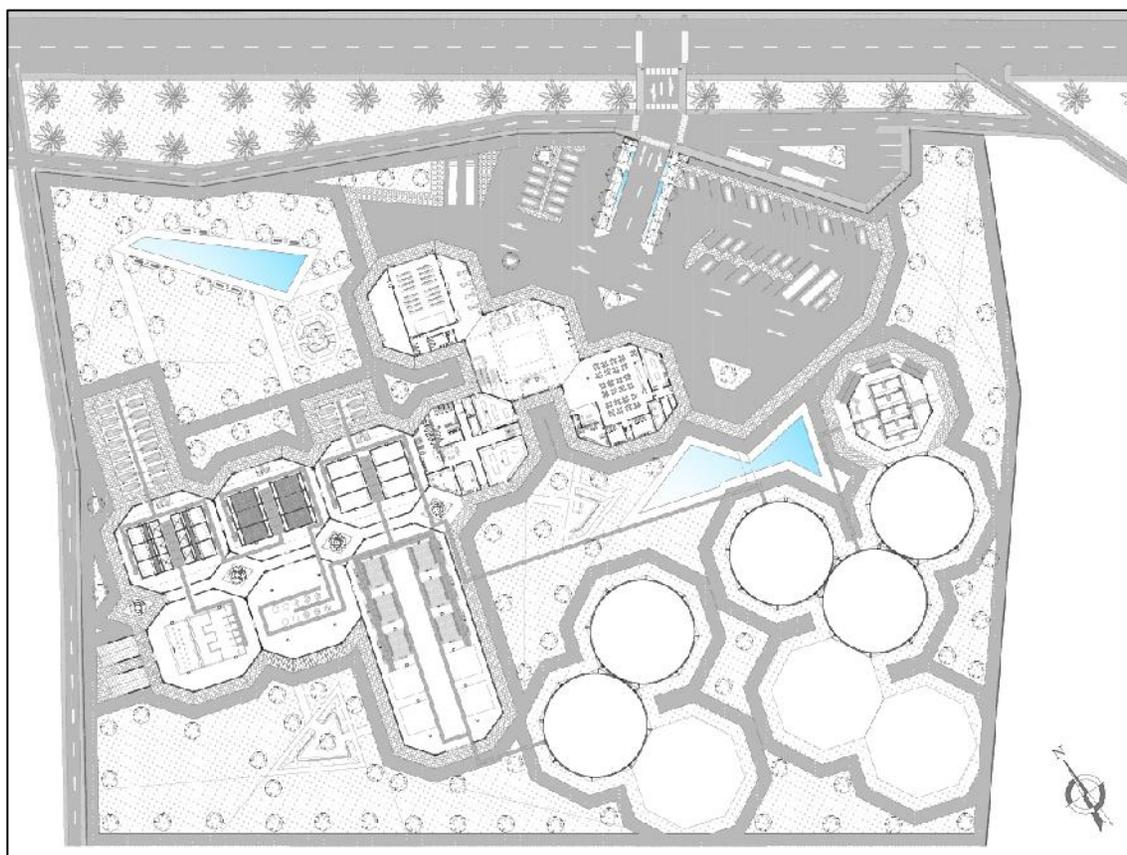


Figura 86: Sistema Espacial. Fuente: Elaboración propia.

Las áreas están organizadas y alineadas según el orden del Proceso de Desalación, con jerarquía en el bloque de Administración.

5.10. DESARROLLO DEL ANTEPROYECTO (Ver TOMO II)

- MEMORIA DESCRIPTIVA (Ver ANEXO 8)
- PRESUPUESTO ESTIMADO DE OBRA (Ver ANEXO 9)
- CRONOGRAMA ESTIMADO DE OBRA (ANEXO 10)

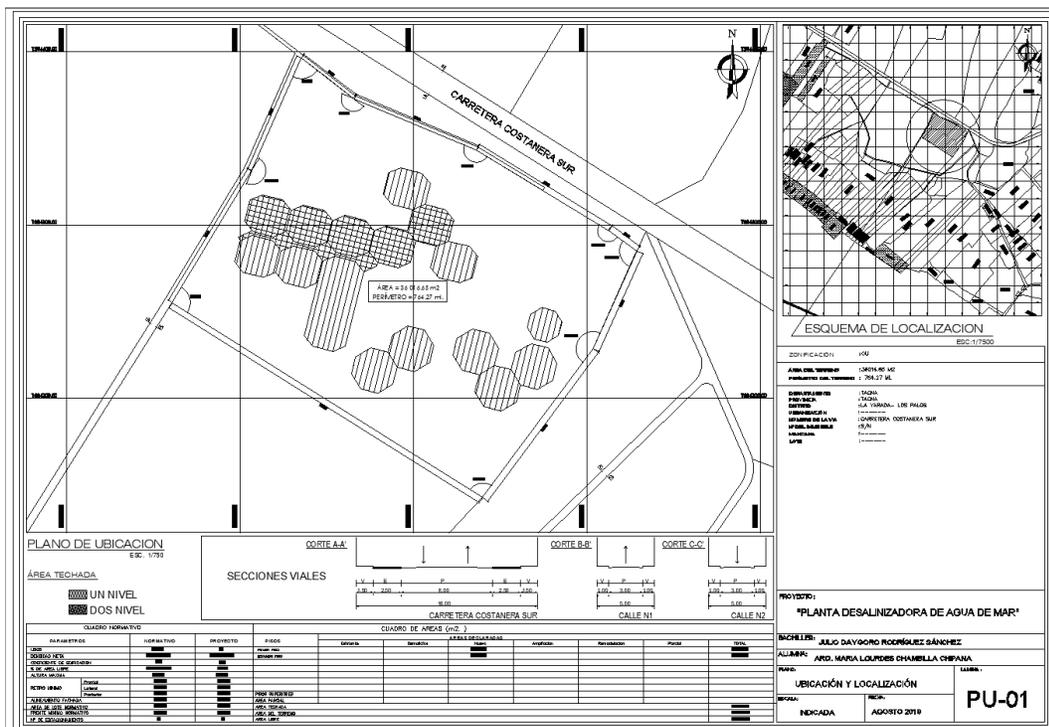


Figura 87: Plano de Ubicación y Localización.

Se muestra que está ubicado en el departamento de Tacna, provincia de Tacna, distrito La Yarada- Los palos frente a la Carretera Costanera Sur con un área de 36016.65m² y un perímetro de 764.27ml.

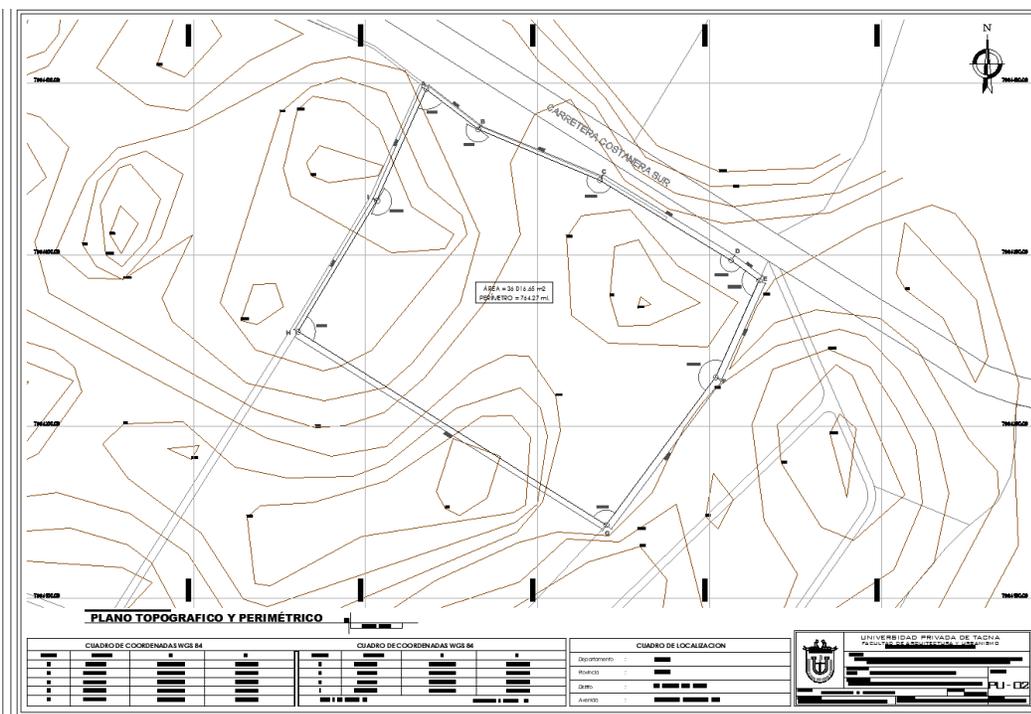


Figura 88: Plano Topográfico y Perimétrico.

Se muestra una topografía leve y cuenta con 9 puntos con sus respectivas coordenadas.

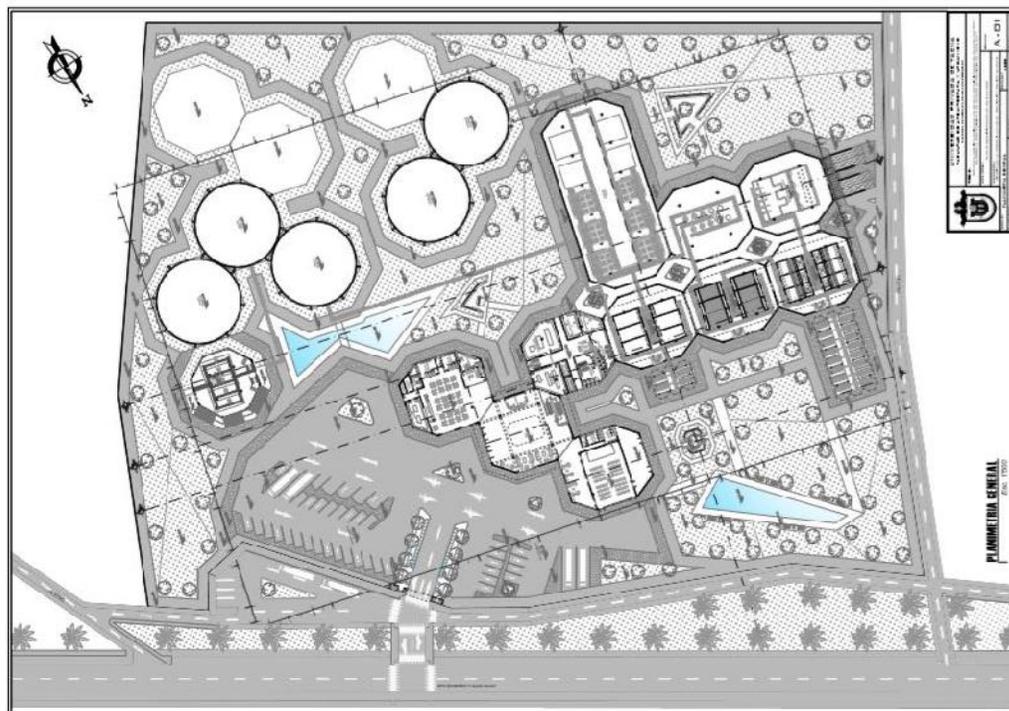


Figura 89: Planimetría General.

Se muestra un ingreso por la Carretera Costanera Sur, en proyecto cuenta con 4 zonas dispuestas según el proceso de producción, cuenta con estacionamientos y áreas de recreación pasiva.

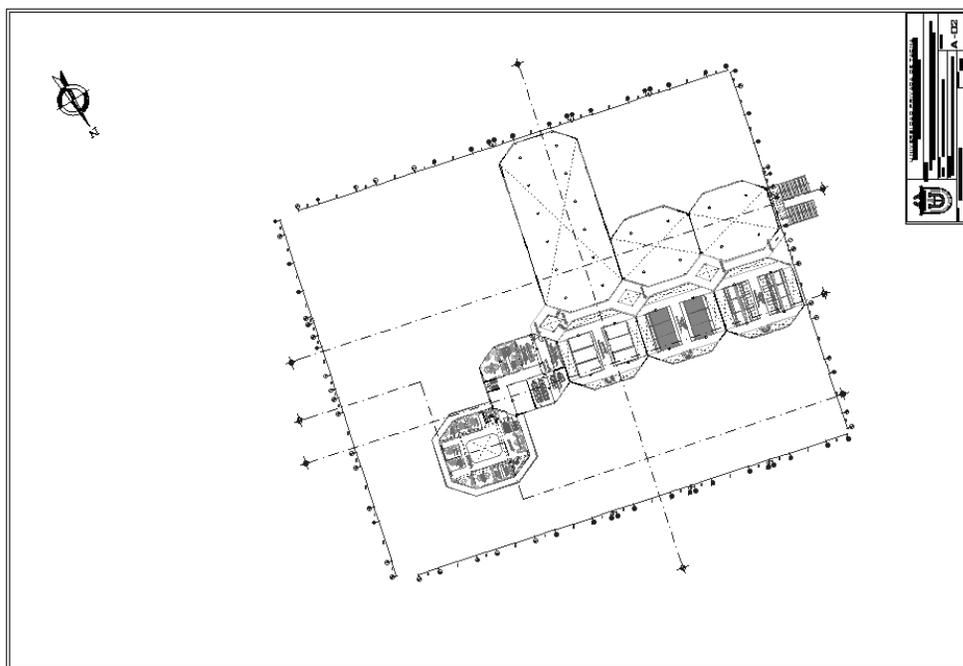


Figura 90: Plano Segundo Nivel.

Se muestra el segundo nivel de algunas zonas como la administrativa y la de servicio. También el segundo nivel de las áreas de proceso que cuenta con estructuras metálicas.

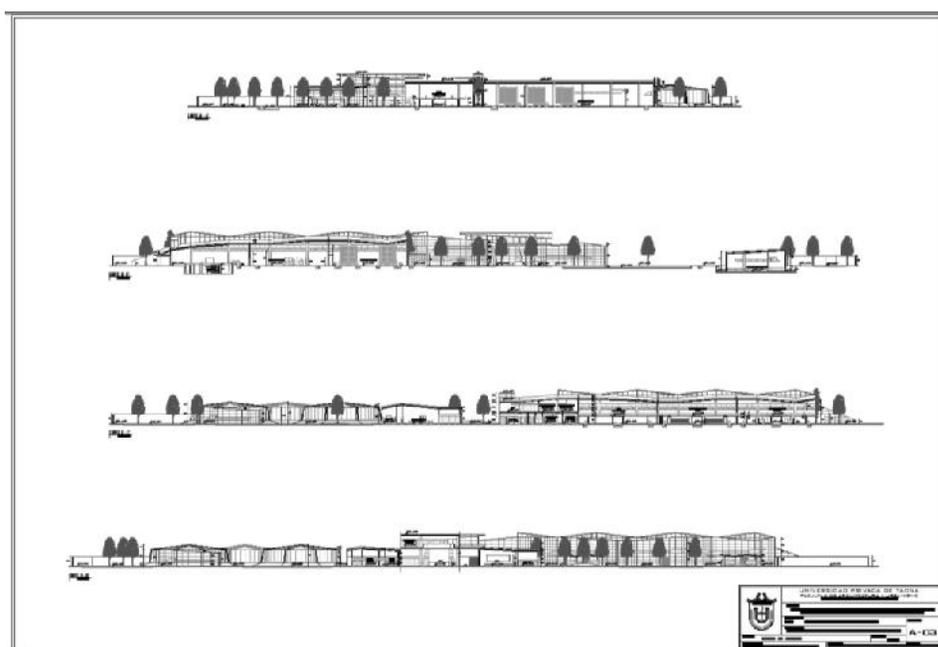


Figura 91: Cortes en Conjunto.

Se muestra que la mayoría de espacios cuentan con doble altura ya que en el reglamento indica que el mínimo en industria es de 3 metros.

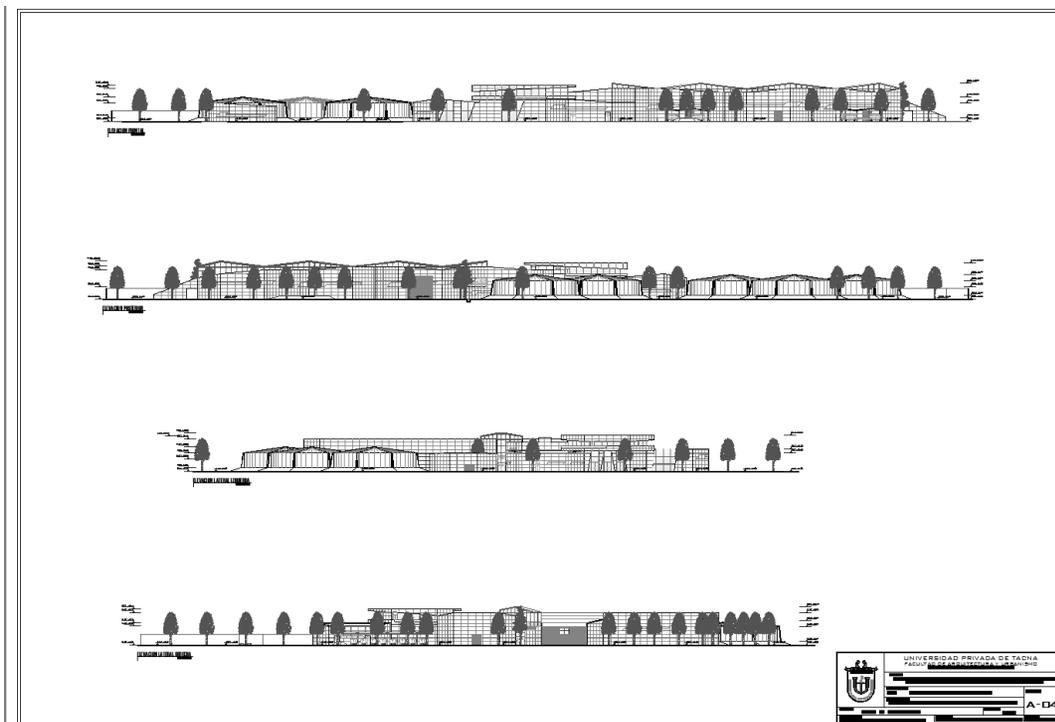


Figura 92: Elevaciones en Conjunto. Fuente: Elaboración propia.

Se muestra techos inclinados a diferentes alturas para generar movimiento en toda la infraestructura y generar ligereza en los bloques.

5.11. DESARROLLO DEL PROYECTO (Ver TOMO II)

En el desarrollo de Proyecto cuenta con 35 planos en los cuales esta desglosado en 10 bloques, plano de techos, plano de trazos, detalles arquitectónicos y láminas de render. Los cuales fueron elaborados usando el reglamento nacional de edificaciones y referencias de proyectos de otras plantas desalinizadoras de agua de mar.

CAPITULO VI:

6.1. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El proyecto de la Planta Desalinizadora de agua de mar mejorara el abastecimiento de agua potable de 10 Distritos de la Provincia de Tacna el cual cuenta con 333 433 habitantes.

- Al diseñar este Proyecto Arquitectónico se a logrado obtener una propuesta de infraestructura de una Planta Desalinizadora de Agua de Mar adecuada para un correcto funcionamiento del proceso.

- Se ha obtenido un Proyecto Arquitectónico que contempla espacios necesarios para almacenar y producir agua potable para la Provincia de Tacna.

- Según la presente investigación corrobora que la calidad de agua potable abastecida por la Planta Desalinizadora de Agua de Mar será apta para el consumo humano.

6.2. REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

6.2.1. REFERENCIAS

- Alaniz N. (2008), Manantial de vida Textos & Contextos (Porto Alegre), Pontificia Universidade Católica do Rio Grande do Sul Porto Alegre, RS, Brasil. vol. 7, núm. 1, enero-junio, 2008, p. 171.
- Andreu,J; J. Capilla y E. Sánchis (1993). "SISTEMA SOPORTE DE DECISIÓN BASADO EN ORDENADOR PARA PLANIFICACIÓN Y SISTEMAS COMPLEJOS DE RECURSOS HÍDRICOS". Conceptos y métodos para la planificación hidrológica. CIMNE, Barcelona. p. 29.
- Colomina Montava Jordi (2016), Diseño de una planta desalinizadora con sistema de osmosis inversa para producir 20000 m3/día, Universidad Politécnica de Valencia, grado de Ingeniería Química. p. 6-7.
- Cóndor Vaca Diego Sebastián (2016), Diseño de planta desalinizadora de agua de mar en Montañita, Universidad de las Américas, Quito. -Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias, grado de Ingeniero en Producción Industrial. p. 4.

- Dévora- Isiorda et al. (2016), "DESALACIÓN POR ÓSMOSIS INVERSA Y SU APROVECHAMIENTO EN AGRICULTURA EN EL VALLE DEL YAQUI". Revista Tecnología y Ciencias del Agua, Sonora, Méxic. vol. VII, núm. 3, mayo-junio de 2016, p. 160.
- DÉVORA, G.E. Desalinización de agua de mar, una estrategia para detonar el desarrollo del noroeste de México. Los acuíferos costeros: retos y soluciones. Vol. 1, 2007, pp. 125.
- García, I., 2010. Beneficios de los sistemas de naturación en las edificaciones. SNES-ABC, 22.
- Giordano, M. and Shah, T. 2014. From IWRM back to integrated water resources management. International Journal of Water Resources Development 30(3): 364- 376.
- GONZÁLEZ, E.R. y DÉVORA, G.E. Funcionamiento y contaminación generada por plantas desalinizadoras ubicadas en las zonas del mar de Cortés y mar Caribe: un estudio para el desarrollo de normatividad ambiental acuática. Revista Latinoamericana de Recursos Naturales. Vol. 5, núm. 2, 2009, p. 186.
- Guevara E. y Cartaa, H. (1991). "HIDROLOGÍA, UNA INTRODUCCIÓN A LA CIENCIA HIDROLÓGICA APLICADA". Gueca Ediciones. Valencia, Venezuela, p. 358.
- IDA. Desalination Yearbook. Market profile. Pankratz T. Dubai: International Desalination Association, 2010, p. 102-105.
- Lepe Z. y Arodys. (2002). "El planeta, la vida, el agua y la ciudad Urbano". Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal, Universidad del Bío Bío Concepción, Chile. vol. 5, núm. 6, agosto, 2002, p. 22-23.
- López, J. y Mejías, M. (2000). "LAS AGUAS SALOBRES". Club del Agua. Una alternativa al abastecimiento en regiones semiáridas. p. 16.
- López Serna, M., 2010. Un acercamiento a las Cubiertas Verdes. F.B.P S.A. Medellín.
- Luna-Flores, W.; Estrada-Medina, H.; Jiménez-Osornio, J. J. M.; Pinzón-López, L. L.(2012). "EFECTO DEL ESTRÉS HÍDRICO SOBRE EL CRECIMIENTO Y EFICIENCIA DEL USO DEL AGUA EN PLÁNTULAS DE TRES ESPECIES ARBÓREAS CADUCIFOLIAS Terra Latinoamericana". Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México, vol. 30, núm. 4, 2012, p. 343.
- Olson G. (2005). "Internacional Water Association. Journal Water Practice and Technology", IWA, p. 74.
- Rico, A. et al., (1998). "Depuración, desalinización y reutilización de aguas en España". Editorial Oikos-tau.
- Scott, K. (1995). "Handbook of Industrial Membranes". Elsevier Advanced Technology, Oxford. X.1.4 A
- Urrutia, F. (2001). "Evolución global de la capacidad instaladora de plantas desalinizadoras", Noticias AEDyR, nº 1, marzo, p. 2.

- Valero A., Uche J., Serra L., (2001) La Desalación como alternativa al PHN. Presidencia del Gobierno de Aragón, España. p. 84.
- Zarzo, D; García, C. y Buendía, R. (2007): “Nuevas tecnologías para el tratamiento y reutilización de agua residual industrial: reactores biológicos de membrana” Tecnología del agua, nº 27, p. 96.
- Zúñiga, J. (2004). “La desalinización: una opción a tener en cuenta.” Revista iberoamericana de automática e informática industrial, num 26 artículo 04, p. 16-20.

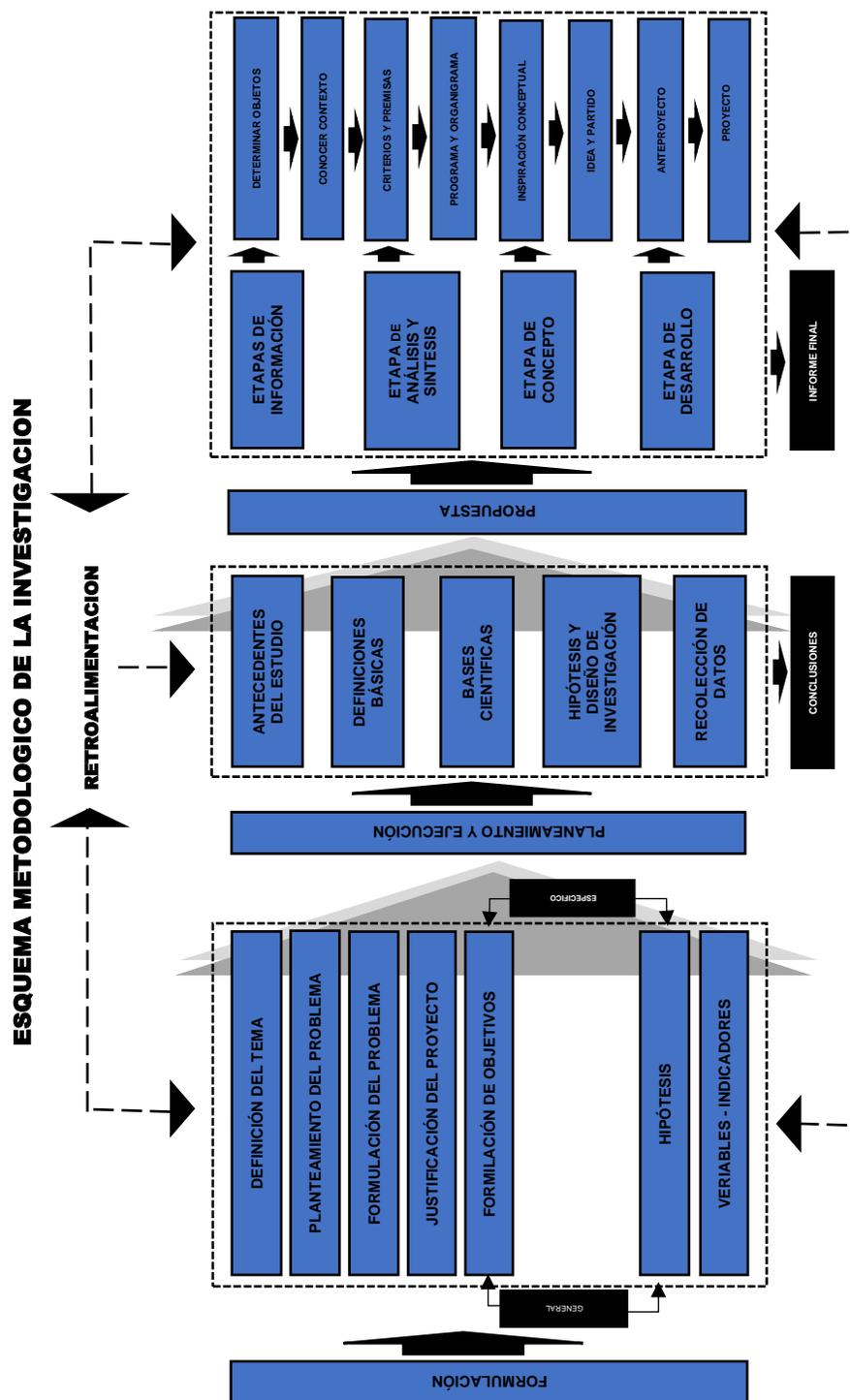
6.2.2. BIBLIOGRAFÍA

- 2023 WRG, (2013). “PARTNERSHIP FOR SUSTAINABLE WATER RESOURCES MANAGEMENT”. www.20302030wrg.org
- Antonio Ordoñez, Belén Gutierrez y Fernando Huertas. (2011). Proyecto de investigación desarrollado por la Dirección de I+D+i de GS Inima Environment.
- Buenfil, M. 2012. Autoanálisis latinoamericano sobre conflictos y gestión de servicios urbanos de agua y saneamiento. Disponible en: <http://www.freshwateraction.net/sites/freshwateraction.net/files/.pdf>
- Carto, Plano de Zonificación Urbana (2015-2025). www.architectacna.carto.com
- Edward Jones (2019). Instituto para el Agua, el Medioambiente y la Salud (UNU-INWEH) -un organismo de la ONU basado en Canadá-, la Universidad Wageningen (Holanda), y el Instituto Gwangju de Ciencia y Tecnología (Corea del Sur).
- EPS Tacna S.A.C, (2014). Plan Maestro Optimizado Actualizado 2013-2043. www.sunass.gob.pe/.../eps/.../2538-eps-tacna-s-a-entidad-prestadora-de-servicios
- Flores Castro. (2019) “ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN CLASIFICACION E IDENTIFICACION”. CFC Técnicos e Ingenieros E.I.R.L., diciembre, 2019.
- INEI, 2018. Crecimiento y distribución de la población, 2017. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Lima, Perú.
- Jara W. (2007). “ESTUDIO COMPARATIVO DE PLANTAS DE DESALINIZACIÓN PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA EN LA CIUDAD DE ICA”. Facultad de Ingeniería Mecánica-Eléctrica, Electrónica y Sistemas. Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica, Perú.
- MINAM, 2010. Segunda Comunicación Nacional del Perú a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Ministerio del Ambiente. Lima, Perú.
- MINAM, 2017. Segunda Comunicación Nacional del Perú a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Ministerio del Ambiente. Lima, Perú.
- MVCS, 2006. Planes Nacionales de Vivienda y Saneamiento 2006 – 2015. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Lima, Perú.

- MVCS, 2017. Planes Nacionales de Vivienda y Saneamiento 2006 – 2015. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Lima, Perú.
- OMS. (2014). Progress on Drinking Water and Sanitation. Disponible en: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/112727/1/9789241507240_eng.pdf?ua=1
- OMS. 2014. Progress on Drinking Water and Sanitation. Disponible en: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/112727/1/9789241507240_eng.pdf?ua=1
- ONU, (2006). “Más allá de la escasez: Poder, pobreza y crisis mundial del agua.” Informe sobre Desarrollo Humano 2006. PNUD, 2006. <http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/scarcity.shtml>
- Oré, M. T. y G. Damonte. (2014). ¿Escasez de agua? Retos para la gestión de la cuenca del río Ica. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Pahl-Wostl, C., Craps, M., Dewulf, A., Mostert, E., Tabara, D. and Taillieu, T. 2007. Social learning and water resources management. Ecology and society 12(2). Disponible en: <http://www.ecologyandsociety.org/vol12/iss2/art5/>
- PNUD, 2006. Informe sobre Desarrollo Humano 2006 - Más allá de la escasez: Poder, pobreza y la crisis mundial del agua. Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo. PNUD.
- PNUD, 2006. Informe sobre Desarrollo Humano 2006 - Más allá de la escasez: Poder, pobreza y la crisis mundial del agua. Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo. PNUD.
- R. M. Morris; W. T. Hanbury: (1991) “RENEWABLE ENERGY AND DESALINATION: A Review”. Proceeding presentado en el Seminario Europeo ‘New Technologies for the use of Renewable Energy Sources in Water Desalination’. Atenas (Grecia), Setiembre de 1.991.
- Rivka Borochoy. (2011). “PROYECTO TIANJIN SDIC”. IDE Technologies, marzo de 2011. <http://www.ide-tech.com/media-center/video-gallery>
- Rowan Jacobsen. (2016) “AGUAS EN ISRAEL” REVISTA SCIENTIFICAMERICAN”, Ensia Conservation , agosto 23, 2016.
- Splieger y El-Sayed, (1994).” Saline water conversion”. Santa Maria Imbaro, Italy : Balaban Desalination Publications.1994.
- Suárez Mario, (2011), Interaprendizaje de Estadística Básica. Ed. Gráficas Planeta, Ibarra, Ecuador.
- Veza J. M. (2002). “Introducción a la Desalación de Aguas”, 1ª edición Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Gran Canaria, España.
- Wesson, W. (2000). Un nuevo recuperador de energía rompe la barrera conceptual de la ósmosis inversa. I Congreso AEDyR, Murcia.

6.3. ANEXOS

ANEXO 1: ESQUEMA METODOLOGICO



ANEXOS 2: MINISTERIO DEL AMBIENTE (MINAM)

DISPOSICIONES PARA LA IMPLEMENTACION DE LOS ESTANDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA) PARA AGUA

Artículo 2.- Precisiones de las Categorías de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para AGUA

a) Categoría 1. Poblacional y Recreacional

- Sub Categoría A.

A3. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado

Entiéndase como aquellas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano que incluya tratamiento físico y químico avanzado como precloración, micro filtración, ultra filtración, nanofiltración, carbón activado, ósmosis inversa o método equivalente; que sea establecido por el sector competente.

Artículo 6.- metodologías y criterios para el monitoreo de la calidad ambiental del agua

- Metodologías estandarizadas para la toma de muestras, acondicionamiento y su transporte para el análisis.
- Metodologías estandarizadas para la ubicación de las estaciones de monitoreo y características de su ejecución como por ejemplo, su frecuencia.
- Metodologías de Análisis de muestras o ensayos estandarizados internacionalmente realizados por laboratorios acreditados.
- Homologación de equipos para las mediciones de parámetros de lectura directa en campo.

ANEXOS 3: REGLAMENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

TÍTULO II: GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

Artículo 7°.- De la gestión de la calidad del agua de consumo humano

1. Vigilancia sanitaria del agua para consumo humano;
2. Vigilancia epidemiológica de enfermedades transmitidas por el agua para consumo humano;
3. Control y supervisión de calidad del agua para consumo humano;
4. Fiscalización sanitaria del abastecimiento del agua para consumo humano;

5. Autorización, registros y aprobaciones sanitarias de los sistemas de abastecimiento del agua para consumo humano;
6. Promoción y educación en la calidad y el uso del agua para consumo humano;
7. Otras que establezca la Autoridad de Salud de nivel nacional.

Artículo 8°.- Entidades de la gestión de la calidad del agua de consumo humano

1. Ministerio de Salud;
2. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento;
3. Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento;
4. Gobiernos Regionales;
5. Gobiernos Locales Provinciales y Distritales;
6. Proveedores del agua para consumo humano; y
7. Organizaciones comunales y civiles representantes de los consumidores.

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS QUÍMICOS INORGÁNICOS Y ORGÁNICOS

Parámetros Inorgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Antimonio	mg Sb L ⁻¹	0,020
2. Arsénico (nota 1)	mg As L ⁻¹	0,010
3. Bario	mg Ba L ⁻¹	0,700
4. Boro	mg B L ⁻¹	1,500
5. Cadmio	mg Cd L ⁻¹	0,003
6. Cianuro	mg CN ⁻ L ⁻¹	0,070
7. Cloro (nota 2)	mg L ⁻¹	5
8. Clorito	mg L ⁻¹	0,7
9. Clorato	mg L ⁻¹	0,7
10. Cromo total	mg Cr L ⁻¹	0,050
11. Flúor	mg F ⁻ L ⁻¹	1,000
12. Mercurio	mg Hg L ⁻¹	0,001
13. Niquel	mg Ni L ⁻¹	0,020
14. Nitratos	mg NO ₃ L ⁻¹	50,00
15. Nitritos	mg NO ₂ L ⁻¹	3,00 Exposición corta 0,20 Exposición larga
16. Plomo	mg Pb L ⁻¹	0,010
17. Selenio	mg Se L ⁻¹	0,010
18. Molibdeno	mg Mo L ⁻¹	0,07
19. Uranio	mg U L ⁻¹	0,015

ANEXOS 4: AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA (ANA)

Título II: Parámetros de eficiencia para el aprovechamiento de los recursos hídricos

Artículo 5°. Definición

Son valores que permiten evaluar de forma objetiva, el uso eficiente del agua en el desarrollo de actividades productivas o poblacionales a nivel de usuarios y de operadores de infraestructura hidráulica según sea el caso.

Artículo 6°. Parámetros de eficiencia para los operadores de infraestructura hidráulica

Los parámetros de eficiencia aplicables a los operadores de infraestructura hidráulica, son valores que permiten evaluar la eficiencia en el suministro de agua a los usuarios.

1. Parámetros de eficiencia de almacenamiento de agua (PEv): Es el valor que se obtiene de la relación entre el volumen de agua suministrado o descargado respecto al volumen almacenado sin considerar la evaporación del espejo de agua.
2. Parámetro de eficiencia de captación de agua (PEc): Es el valor que se obtiene de la relación entre los volúmenes de agua captados en la fuente natural o infraestructura hidráulica mayor, y volumen de agua programado, el cual se obtiene del PADH.
3. Parámetro de eficiencia de distribución de agua (PEd): Es el valor que se obtiene de la relación entre el volumen de agua distribuido y el volumen de agua captado en fuentes naturales o infraestructura hidráulica mayor.

Artículo 7°. Parámetros de eficiencia para los usuarios de agua.

Los parámetros de eficiencia aplicables a los usuarios, son los valores que permiten evaluar la eficiencia del uso del agua en la unidad productiva o de operación, mostrando cambios en los consumos del agua, mediante la implementación de acciones o tecnologías, mejoras en el manejo de agua, cambio en las prácticas de consumo u otros que permitirán minimizar las pérdidas de agua, con tendencia a la optimización y ahorro de agua, que se verá reflejado en el volumen de agua utilizado.

1. Parámetro de eficiencia de aprovechamiento de agua (PEu): Es el valor que se obtiene de la relación entre el volumen de agua demandado o requerido en su unidad operativa o de producción, y el volumen de agua otorgado.
2. Parámetro de eficiencia de uso de agua otorgado (PEo): Es el valor que se obtiene de la relación entre el volumen de agua utilizado en la unidad operativa o de producción del usuario y el volumen de agua otorgado en su derecho de uso de agua.
3. Parámetro de eficiencia de intensidad de uso (PEi): El parámetro de eficiencia de intensidad de uso es medido en unidades físicas y unidades monetarias.

ANEXOS 5: NORMAS ISO

- **ISO 14046** define huella de agua como la métrica o métricas con las que se cuantifican los impactos ambientales potenciales relacionados con el agua y considera todas las etapas del ciclo de vida, desde la adquisición de las materias primas hasta el fin de vida de un producto, servicio u organización.
- **ISO 24510** Actividades relacionadas con los servicios de agua para consumo humano y agua residual. Esta norma establece directrices para la evaluación y mejora del servicio a los usuarios.
- **ISO 24511** Actividades relacionadas con los servicios de agua para consumo humano y agua residual. Esta norma establece directrices para la gestión de las entidades prestadoras de servicios de agua residual y para la evaluación de los servicios de agua residual.
- **ISO 24512** Actividades relacionadas con los servicios de agua para consumo humano y agua residual. Esta norma establece directrices para la gestión de las entidades prestadoras de servicios de agua para consumo humano y para la evaluación de los servicios de agua para consumo humano

ANEXOS 6: REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

TÍTULO III: 1 ARQUITECTURA

NORMA A.010: CONDICIONES GENERALES DE DISEÑO

CAPITULO IV: DIMENSIONES MÍNIMAS DE LOS AMBIENTES

Artículo 21.- Las dimensiones, área y volumen, de los ambientes de las edificaciones deben ser las necesarias para:

- a) Realizar las funciones para las que son destinados.
- b) Albergar al número de personas propuesto para realizar dichas funciones.
- c) Tener el volumen de aire requerido por ocupante y garantizar su renovación natural o artificial.
- d) Permitir la circulación de las personas, así como su evacuación en casos de emergencia.
- e) Distribuir el mobiliario o equipamiento previsto.
- f) Contar con iluminación suficiente.

Artículo 22- Los ambientes con techos horizontales, tendrán una altura mínima de piso terminado a cielo raso de 2,30 m. Las partes más bajas de los techos inclinados podrán tener una altura menor. En climas calurosos la altura deberá ser mayor.

Artículo 23.- Los ambientes para equipos o espacios para instalaciones mecánicas, podrán tener una altura mínima de 2,10 m, siempre que permitan el ingreso y permanencia de personas de pie (parados) para la instalación, reparación o mantenimiento.

Artículo 24.- Las vigas y dinteles, deberán estar a una altura mínima de 2,10 m sobre el piso terminado.

CAPITULO XII: ESTACIONAMIENTOS

Artículo 66.- Se considera uso público a todo aquel estacionamiento que sea utilizado en usos de Comercio (Centro comercial, supermercado, tienda por departamento, conjunto de tiendas, tienda de mejoramiento del hogar) o cualquier otra categoría comercial que demande una alta rotación. Las características a considerar en la provisión de espacios de estacionamientos de uso público serán las siguientes:

a) Las dimensiones mínimas de un espacio de estacionamiento serán:

Cuando se coloquen:

- 1) Tres o más estacionamientos continuos: Ancho: 2,50 m cada uno
- 2) Dos estacionamientos continuos: Ancho: 2,60 m cada uno
- 3) Estacionamientos individuales: Ancho: 3,00 m cada uno
- 4) En todos los casos: Largo: 5,00 m

Altura: 2,10 m

NORMA A.060: INDUSTRIA

CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES

Artículo 1.- Se denomina edificación industrial a aquella en la que se realizan actividades de transformación de materia primas en productos terminados.

Artículo 2.- Las edificaciones industriales, además de lo establecido en la Norma A.010 “Condiciones Generales de Diseño” del presente Reglamento, deben cumplir con los siguientes requisitos:

- a) Contar con condiciones de seguridad para el personal que labora en ellas
- b) Mantener las condiciones de seguridad preexistentes en el entorno
- c) Permitir que los procesos productivos se puedan efectuar de manera que se garanticen productos terminados satisfactorios.
- d) Proveer sistemas de protección del medio ambiente, a fin de evitar o reducir los efectos nocivos provenientes de las operaciones, en lo referente a emisiones de gases, vapores o humos; partículas en suspensión; aguas residuales; ruidos; y vibraciones.

Artículo 3.- La presente norma comprende, de acuerdo con el nivel de actividad de los procesos, a las siguientes tipologías:

- Gran industria o industria pesada
- Industria mediana
- Industria Liviana
- Industria Artesanal
- Depósitos Especiales

Artículo 4.- Los proyectos de edificación Industrial destinados a gran industria e industria mediana, requieren la elaboración de los siguientes estudios complementarios:

- a) Estudio de Impacto Vial, para industrias cuyas operaciones demanden el movimiento de carga pesada.
- b) Estudio de Impacto Ambiental, para industrias cuyas operaciones produzcan residuos que tengan algún tipo de impacto en el medio ambiente
- c) Estudio de Seguridad Integral.

CAPITULO II: CARACTERISTICAS DE LOS COMPONENTES

Artículo 5.- Las edificaciones industriales deberán estar distribuidas en el terreno de manera que permitan el paso de vehículos de servicio público para atender todas las áreas, en caso de siniestros.

Artículo 6.- La dotación de estacionamientos al interior del terreno deberá ser suficiente para alojar los vehículos del personal y visitantes, así como los vehículos de trabajo para el funcionamiento de la industria.

El proceso de carga y descarga de vehículos deberá efectuarse de manera que tanto los vehículos como el proceso se encuentren íntegramente dentro de los límites del terreno.

Deberá proponerse una solución para la espera de vehículos para carga y descarga de productos, materiales e insumos, la misma que no debe afectar la circulación de vehículos en las vías públicas circundantes.

Artículo 7.- Las puertas de ingreso de vehículos pesados deberán tener dimensiones que permitan el paso del vehículo más grande empleado en los procesos de entrega y recojo de insumos o productos terminados.

El ancho de las puertas deberá tener una dimensión suficiente para permitir además la maniobra de volteo del vehículo. Esta maniobra está en función del ancho de la vía desde la que se accede.

Las puertas ubicadas sobre el límite de propiedad, deberán abrir de manera de no invadir la vía pública, impidiendo el tránsito de personas o vehículos.

Artículo 8.- La iluminación de los ambientes de las edificaciones industriales deberá cumplir con las siguientes condiciones:

- a) Tendrán elementos que permitan la iluminación natural y/o artificial necesaria para las actividades que en ellos se realicen.
- b) Las oficinas administrativas u oficinas de planta, tendrán iluminación natural directa del exterior, con un área mínima de ventanas de veinte por ciento (20%) del área del recinto. La iluminación artificial tendrá un nivel mínimo de 250 Luxes sobre el plano de trabajo.
- c) Los ambientes de producción, podrán tener iluminación natural mediante vanos o cenital, o iluminación artificial cuando los procesos requieran un mejor nivel de iluminación. El nivel mínimo recomendable será de 300 Luxes sobre el plano de trabajo.

- d) Los ambientes de depósitos y de apoyo, tendrán iluminación natural o artificial con un nivel mínimo recomendable de 50 Luxes sobre el plano de trabajo.
- e) Comedores y Cocina, tendrán iluminación natural con un área de ventanas, no menor del veinte por ciento (20%) del área del recinto. Se complementará con iluminación artificial, con un nivel mínimo recomendable de 220 Luxes.
- f) Servicios Higiénicos, contarán con iluminación artificial con un nivel recomendable de 75 Luxes.
- g) Los pasadizos de circulaciones deberán contar con iluminación natural y artificial con un nivel de iluminación recomendable de 100 Luxes, así como iluminación de emergencia.

Artículo 9.- La ventilación de los ambientes de las edificaciones industriales deberá cumplir con las siguientes condiciones:

- a) Todos los ambientes en los que se desarrollen actividades con la presencia permanente de personas, contarán con vanos suficientes para permitir la renovación de aire de manera natural.
- b) Los ambientes de producción deberán garantizar la renovación de aire de manera natural. Cuando los procesos productivos demanden condiciones controladas, deberán contar con sistemas mecánicos de ventilación que garanticen la renovación de aire en función del proceso productivo, y que puedan controlar la presión, la temperatura y la humedad del ambiente.
- c) Los ambientes de depósito y de apoyo, podrán contar exclusivamente con ventilación mecánica forzada para renovación de aire.
- d) Comedores y Cocina, tendrán ventilación natural con un área mínima de ventanas, no menor del doce por ciento (12%) del área del recinto, para tener una dotación mínima de aire no menor de 0.30 m³ por persona.
- e) Servicios Higiénicos, podrán ventilarse mediante ductos, cumpliendo con los requisitos señalados en la Norma A.010 «Condiciones Generales de Diseño» del presente Reglamento.

Artículo 10.- Las edificaciones industriales deberán contar con un plan de seguridad en el que se indiquen las vías de evacuación, que permitan la salida de los ocupantes hacia un área segura, ante una emergencia.

Artículo 11.- Los sistemas de seguridad contra incendio dependen del tipo de riesgo de la actividad industrial que se desarrolla en la edificación, proveyendo un número de hidrantes con presión, caudal y almacenamiento de agua suficientes, así como extintores, concordante con la peligrosidad de los productos y los procesos. El Estudio de Seguridad Integral determinará los dispositivos necesarios para la detección y extinción del fuego.

Artículo 12.- Los sistemas de seguridad contra incendio deberán cumplir con los requisitos establecidos en la Norma A-130: Requisitos de Seguridad. De acuerdo con el nivel de riesgo (alto, medio o bajo) de la instalación industrial, esta deberá contar con los siguientes sistemas automáticos de detección y extinción del fuego:

- a) Detectores de humo y temperatura
- b) Sistema de rociadores de agua ó sprinklers;
- c) Instalaciones para extinción mediante CO₂;
- d) Instalaciones para extinción mediante polvo químico;
- e) Hidrantes y mangueras;
- f) Sistemas móviles de extintores; y
- g) Extintores localizados

Artículo 13.- Los ambientes donde se desarrollen actividades o funciones con elevado peligro de fuego deberán estar revestidos con materiales ignífugos y asiladas mediante puertas cortafuego.

Artículo 14.- Las edificaciones industriales donde se realicen actividades generadoras de ruido, deben ser aislados de manera que el nivel de ruido medido a 5.00 m. del paramento exterior no debe ser superior a 90 decibeles en zonas industriales y de 50 decibeles en zonas colindantes con zonas residenciales o comerciales.

Artículo 15.- Las edificaciones industriales donde se realicen actividades mediante el empleo de equipos generadores de vibraciones superiores a los 2,000 golpes por minuto, frecuencias superiores a 40 ciclos por segundo, o con una

amplitud de onda de más de 100 micrones, deberán contar con un sistema de apoyo anti-vibraciones.

Artículo 16.- Las edificaciones industriales donde se realicen actividades cuyos procesos originen emisión de gases, vapores, humos, partículas de materias y olores deberá contar con sistemas depuradores que reduzcan los niveles de las emisiones a los niveles permitidos en el código del medio ambiente y sus normas complementarias.

Artículo 17.- Las edificaciones industriales donde se realicen actividades cuyos procesos originen aguas residuales contaminantes, deberán contar con sistemas de tratamiento antes de ser vertidas en la red pública o en cursos de agua, según lo establecido en el código del medio ambiente y sus normas complementarias.

Artículo 18.- La altura mínima entre el piso terminado y el punto más bajo de la estructura de un ambiente para uso de un proceso industrial será de 3.00 m.

CAPITULO III: DOTACIÓN DE SERVICIOS

Artículo 19.- La dotación de servicios se resolverá de acuerdo con el número de personas que trabajarán en la edificación en su máxima capacidad.

Para el cálculo del número de personas en las zonas administrativas se aplicará la relación de 10 m² por persona.

El número de personas en las áreas de producción dependerá del proceso productivo.

Artículo 20.- La dotación de agua a garantizar para el diseño de los sistemas de suministro y almacenamiento será de acuerdo con lo siguiente:

Con servicios de aseo 100 lt. por trabajador para los trabajadores por día.

Adicionalmente se deberá considerar la demanda que generen los procesos productivos.

Artículo 21.- Las edificaciones industriales estarán provistas de servicios higiénicos según el número de trabajadores, los mismos que estarán distribuidos de acuerdo al tipo y característica del trabajo a realizar y a una distancia no mayor a 30 m. del puesto de trabajo más alejado.

Número de ocupantes Hombres Mujeres
 De 0 a 15 personas 1 L, 1u, 1I 1L, 1I
 De 16 a 50 personas 2 L, 2u, 2I 2L, 2I
 De 51 a 100 personas 3 L, 3u, 3I 3L, 3I
 De 101 a 200 personas 4 L, 4u, 4I 4L, 4I
 Por cada 100 personas adicionales 1 L, 1u, 1I 1L, 1I
 L = lavatorio, u= urinario, I = Inodoro

Artículo 22.- Las edificaciones industriales deben de estar provistas de 1 ducha por cada 10 trabajadores por turno y un área de vestuarios a razón de 1.50 m2 por trabajador por turno de trabajo.

Artículo 23.- Dependiendo de la higiene necesaria para el proceso industrial se deberán proveer lavatorios adicionales en las zonas de producción.

Artículo 24.- Las áreas de servicio de comida deberán contar con servicios higiénicos adicionales para los comensales. Adicionalmente deberán existir duchas para el personal de cocina.

Artículo 25.- El número de aparatos para los servicios higiénicos para hombres y mujeres, podrán ser diferentes a lo establecido en el artículo 22, dependiendo de la naturaleza del proceso industrial.

Artículo 26.- Las edificaciones industriales de más de 1,000 m2 de área construida, estarán adecuadas a los requerimientos de accesibilidad para personas con discapacidad.

ANEXO 7: MINISTERIO DE COMERCIO EXTERIOR Y TURISMO(MINCETUR):

LEY N° 26856:

DECRETO SUPREMO N° 050-2006-EF (El Decreto Supremo de la referencia fue publicado el 25 de abril de 2006)

Capítulo I: DISPOSICIONES GENERALES

Artículo 4.- Zona de Dominio Restringido Se define como zona de dominio restringido, la franja de 200 metros ubicada a continuación de la franja de hasta 50 metros paralela a la línea de alta marea, siempre que exista continuidad geográfica en toda esa área y no existan terrenos de propiedad privada excluidos de su ámbito, según lo previsto por el artículo 2 de la Ley. Las zonas de dominio restringido se destinarán a playas públicas para el uso de la población, salvo que se haya procedido a su desatención, de conformidad con lo dispuesto por el artículo 3 de la Ley y el Capítulo III del presente Reglamento.

CAPITULO II: TERRENOS DE PROPIEDAD PRIVADA EXCLUIDOS DE LA ZONA DE DOMINIO RESTRINGIDO

Artículo 12.- Terrenos de propiedad privada No están comprendidos en la zona de dominio restringido los terrenos ubicados dentro de la franja de 200 metros a que se refiere el artículo 4 de este Reglamento, siempre que dichos terrenos se hubieren encontrado legalmente incorporados al dominio privado de una entidad estatal o de particulares con anterioridad al 9 de septiembre de 1997, fecha de entrada en vigencia de la Ley.

ANEXO 8: ENCUESTA FÍSICA PRESENCIAL

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

ENCUESTA

Esta encuesta se realizará como parte de la investigación para el proyecto de tesis titulado "PROYECTO ARQUITECTONICO DE UNA PLANTA DESALINIZADORA DE AGUA DE MAR PARA MEJORAR EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA REGIÓN TACNA 2017" presentado por el BACH. ARQ. JULIO DAYGORO RODRIGUEZ SANCHEZ.

N° de encuesta: _____

Fecha: __/__/__

Edad: _____

Sexo Masculino Femenino

General

1. ¿En qué distrito de Tacna vive Ud.?

2. ¿Ud. vive en una vivienda unifamiliar (casa) o vivienda multifamiliar (edificio)?, marque con una X.

Unifamiliar Multifamiliar

3. ¿De cuantas personas está conformada su familia?

4. ¿Ud. cuenta con servicio de agua potable en su domicilio?, marque con una X.

Si No

5. ¿Cómo califica el servicio brindado por la empresa EPS Tacna S.A.C.?, donde 1 es muy malo y 5 es muy bueno.

1	2	3	4	5

6. ¿Ud. cuenta con cisterna o tanque de agua en su domicilio?, marque con una X.

Cisterna Tanque de agua Ninguno de los anteriores

7. ¿Ud. cuenta con una buena presión de agua potable durante el tiempo de abastecimiento?, califique la presión marcando con una X, donde 1 es muy malo y 5 es muy bueno.

1	2	3	4	5	6

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

8. ¿Cuántas horas al día ud. cuenta con abastecimiento de agua potable? ¿Y entre qué horas?

_____, Inicio ____:____ Final ____:____

9. ¿En los últimos años el abastecimiento de agua potable se ha mantenido o ha variado con el tiempo?

ha ido en incrementado ha ido disminuyendo se ha mantenido

10. ¿Cuál es su opinión de la calidad de agua potable con la que se abastece su domicilio?, califique del 1 (muy malo) al 5 (muy bueno) y 6 si cuenta con filtro de agua.

1	2	3	4	5

11. ¿Sabe que es una Planta Desalinizadora de agua de mar?

Si No

Desalinización: Este proceso consiste en eliminar los residuos de sal existentes en el agua marina, llamada también salobre; de esta manera se obtiene agua dulce o potable para el consumo saludable de esta.

12. ¿Le gustaría o está de acuerdo con la construcción de una Planta Desalinizadora de agua de mar para la Provincia de Tacna?

Si No Probablemente

ANEXO 9: MEMORIA DESCRIPTIVA

MEMORIA DESCRIPTIVA

PROYECTO: “PROYECTO ARQUITECTÓNICO DE UNA PLANTA DESALINIZADORA DE AGUA DE MAR PARA MEJORAR EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA PROVINCIA DE TACNA 2020”

DISTRITO	:	LA YARADA – LOS PALOS
PROVINCIA	:	TACNA
DEPARTAMENTO	:	TACNA
FECHA	:	DICIEMBRE 2020

GENERALIDADES:

El proyecto constituye un aporte muy significativo para el mejoramiento del abastecimiento de agua potable para la Provincia de Tacna, se estructura en base a 4 zonas principales: zona administrativa, zona complementaria, zona de servicio y zona de producción.

UBICACIÓN:

El área de estudio está localizada en la Carretera Costanera Sur Distrito de La Yarada – Los Palos, Centro Poblado La Yarada, Provincia y Departamento de Tacna.

LINDEROS Y COLINDANTES:

El terreno tiene los siguientes linderos y colindantes.

Por el Frente: Colinda con la Carretera Costanera Sur, en cuatro tramos de 38.33ml.; 76.62ml.; 89.44ml. y 20.00ml.

Por el Fondo: Colinda con terreno eriazo del Estado, en línea recta de un tramo de 211.46ml.

Por el Lado Derecho: Colinda con terreno eriazo del Estado, en dos tramos de 61.63ml. y 106.96ml.

Por el Lado Izquierdo: Colinda con terreno eriazo del Estado, en dos tramos de 88.93ml. y 70.89ml.

DEL TERRENO:**DEL AREA:**

El área del terreno es de 36 016.65 m²

DEL PERÍMETRO:

Los linderos suman un perímetro de 764.27 ml.

DEL EQUIPAMIENTO:

El proyecto se distribuye conforme las siguientes zonas descritas a continuación:

Zona administrativa

La zona administrativa cuenta con dos subzonas, tenemos el área pública y privada. En el área pública se encuentra el hall de espera, recepción, área de exposición de proceso y circuito de visita. En cuanto al área privada que se encuentra en el segundo nivel contamos con hall de espera, secretaria, ss.hh., sala de reuniones, of. de archivo, of. de informática, of. recursos humanos, of. contabilidad, of. logística, of. de administración y of. de gerente general.

Zona complementaria

La zona complementaria cuenta con áreas como el SUM, ss.hh., tóxico, área de mesas, barra, cocina, ss.hh., cuarto de basura, cuarto frío y dispensa.

Zona de servicio

La zona de servicio cuenta con dos niveles, y áreas como hall privado, control de ingreso, cuarto de limpieza, vestidores, laboratorios, taller de mantenimiento, almacén, cuarto de control eléctrico, cuarto de control de sistemas, sala de reuniones, of. de jefe de planta, of. asistentes, of. ingeniero de seguridad.

Zona de producción

La zona de producción cuenta con las áreas del proceso de desalinización como área de cámara de captación, pre- tratamiento químico, tanques químicos- pretratamiento, pre—tratamiento físico, ósmosis inversa, pos—tratamiento, tanques químicos- postratamiento, tanques de salmuera, tanques de producción y estación de bombeo.

DE LAS AREAS PLANTEADAS:

La edificación comprende las siguientes áreas:

Primer nivel	:	8 742.32 m ²
Segundo nivel	:	2 771.51 m ²
Área techada	:	11 513.83 m ²
Área del terreno	:	36 016.65 m ²
Área libre	:	27 274.33 m ²

ANEXO 10: PRESUPUESTO ESTIMADO DE OBRA

Para el presupuesto de obra de la Planta Desalinizadora de agua de mar se tomó como referencia el Cuadro de Valores Unitarios Oficiales de Edificaciones para Costa, en la parte de Edificación. En cuanto a los valores de equipos e instalaciones del sistema de desalinización se tomó como referencia otros proyectos.

Tabla 22:

Tabla de Presupuesto de Área Construida de Planta Desalinizadora de Agua de Mar

VALORES UNITARIOS DE EDIFICACIÓN		
PARTIDA	CATEGORÍA	VALOR UNITARIO
Muros y columnas	A	S/. 511.39
Techos	A	S/. 310.60
Tratamiento Techo Verde		S/. 300.00
Pisos	B	S/. 164.41
Puertas y ventanas	B	S/. 146.29
Revestimiento	C	S/. 168.14
Baños	C	S/. 53.25
Instalaciones eléctricas y sanitarias	C	S/. 296.66
Total x m²		S/. 1,950.74
Total Área Edificada		S/. 22,460,488.73

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23:

Tabla de Presupuesto General de Obra de Planta Desalinizadora de Agua de Mar

PRESUPUESTO GENERAL DE LA OBRA	
PARTIDA	TOTAL
Edificación	S/. 22,460,488.73
Tratamiento área Libre	S/. 5,454,866.00
Equipo y conexiones Planta Desalinizadora	S/. 172,084,645.27
	S/. 200,000,000.00

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 11: CRONOGRAMA ESTIMADO DE OBRA

Tabla 24:

Tabla Cronograma de Obra de Planta Desalinizadora de Agua de Mar

		CRONOGRAMA DE OBRA																								
N	ACTIVIDADES	2021						2022												2023						
		Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	
1	Limpieza de terreno	■																								
2	Trazo, nivelación, relleno	■	■	■																						
3	Excavaciones y cimentaciones	■	■	■	■	■	■																			
4	Construcción de Planta Desalinizadora		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■							
5	Construcción de líneas de toma y descarga		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■														
6	Instalación de tuberías de interconexión						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■										
7	Instalación de equipos de Ósmosis Inversa												■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
8	Instalaciones y conexiones de equipos eléctricos												■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
9	Prueba de equipos y ajustes																		■	■	■	■	■	■	■	■

Fuente: Elaboración propia